



วารสาร ผลิตภัณฑ์การเกษตร

MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 7 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2568 VOL.7 NO.3 SEPTEMBER - DECEMBER 2025



ThaiJo
วารสารผลิตภัณฑ์การเกษตร

ISSN 3027-7183 (Online)



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 แต่บทความจะต้องมีภาษาอังกฤษด้วย หากบทความเขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งฉบับ ผู้ประพันธ์ต้องรับผิดชอบการตรวจแก้ไขภาษาเอง หากบรรณาธิการพบว่า การใช้ภาษาอังกฤษไม่สามารถสื่อสารได้ชัดเจน อาจจะปฏิเสธการพิจารณารับบทความได้ ยกเว้นผู้ประพันธ์แก้ไขการใช้ภาษาและมีเอกสารยืนยันว่า ได้ผ่านการตรวจแก้ไขภาษาจากผู้เชี่ยวชาญภาษาอังกฤษแล้วจึงจะลงทะเบียนรับบทความและดำเนินการขั้นต่อไป บทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร จะต้องส่งในรูปแบบการเขียนตามที่กำหนด (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในคำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับตีพิมพ์) มีค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์ 3,500 บาท โดยจ่ายหลังจากตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบเบื้องต้น ก่อนจะติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิให้ตรวจประเมินบทความ ทั้งนี้ ค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์ดังกล่าวจะไม่ได้รับคืนไม่ว่าจะเป็นกรณีใด ๆ และไม่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาคุณภาพเพื่อตอบรับการตีพิมพ์ สำหรับผู้สนใจบทความสามารถเข้าถึงเนื้อหาผลงานตีพิมพ์ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (open access)

ทุกบทความที่จะได้รับการตีพิมพ์จะได้รับการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่าน จากหลากหลายสถาบันและไม่ได้มาจากสถาบันเดียวกันกับผู้ประพันธ์บทความ เมื่อผ่านการตรวจสอบและแก้ไขตามคำแนะนำแล้ว บรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งพิมพ์ตามที่เห็นสมควร และไม่รับพิจารณาต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์การตีพิมพ์ของวารสาร

เนื้อหาบทความในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจอ่าน คณะผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมีใช้ความรับผิดชอบของคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ติดต่อสอบถาม

วารสารผลิตกรรมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

อีเมล jap@mju.ac.th เว็บไซต์ <https://ii01.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

อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อาจนาเสียว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เข็มฮัก

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.दनัย บุญยเกียรติ

ศาสตราจารย์ ดร.กมล เลิศรัตน์

ศาสตราจารย์ ดร.โสระยา ร่วมรังสี

ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช

ศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

ศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เหลืองประเสริฐ

รองศาสตราจารย์ ดร.เออวดี เปรมษ์เสียว

รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิจ สมท่า

รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อับดุลลาภาชิม

รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย รัตน์ทะเลศ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล เศรษฐสุนทร

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐา โพธารมณ

รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท

รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต พลบูรณ์การ

รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตี ศรีตันทิพย์

รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อ่ำทอง

รองศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี

รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ชุ่มพฤษ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวัดณ์ สนิทชน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร โรจน์ทินกร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พหล ศักดิ์คะทัศน์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการดำเนินการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ พลະปัญญา

นางสาวนวลทิพย์ ชัยลั่นฟ้า

นางอภิชนา วงศ์วารเตชะ

นางสาวมณฑนา ทับทิมทอง

รายนามผู้พิจารณาผลงานทางวิชาการ

วารสารผลิตภัณฑ์กรรมการเกษตร ปีที่ 7 พ.ศ. 2568

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ทองดีเลิศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
2. รองศาสตราจารย์ ดร.นิสา เหล็กสูงเนิน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภจิตา อับดุลลากาซิม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. รองศาสตราจารย์ ดร.พงศกร ศุภกิจไพศาล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. รองศาสตราจารย์ ดร.กวรรณ ศรีงาม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6. รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7. รองศาสตราจารย์ ดร.วรัทศน์ อินทร์คัมพร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
8. รองศาสตราจารย์ ดร.สุชน ตั้งทวีวัฒน์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
9. รองศาสตราจารย์ ดร.อารีย์ อัจฉริยวิริยะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
10. รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
11. รองศาสตราจารย์ ดร.จินดา ขลิบทอง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
12. รองศาสตราจารย์ ดร.พลสรานฎ สราญรมย์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
13. รองศาสตราจารย์ ดร.อุบล ตั้งวานิช มหาวิทยาลัยขอนแก่น
14. รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
15. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
16. รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภจิตา อ่ำทอง มหาวิทยาลัยแม่โจ้
17. รองศาสตราจารย์ ดร.สายสกุล ฟองมูล มหาวิทยาลัยแม่โจ้
18. รองศาสตราจารย์ ดร.ทีฆา โยธาทักดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
19. รองศาสตราจารย์ ดร.ต่อลาภ คำโย มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
20. รองศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา รัตนวุฒิ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมตตา เร่งชวนขวย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลาธร จุเจริญ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
23. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานินทร์ คงศิลา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
24. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ศรีสุวรรณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธมาลย์ วงศ์ขาวจันทน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
28. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิรญา อิมสบาย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
29. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย อำคา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
30. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญภา จักรสมศักดิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
31. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาทิพย์ เฉลิมผล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
32. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิดา กาจันนะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
33. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประทานทิพย์ กระมล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
35. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิไลรัก อินธิปัญญา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- | | |
|---|--|
| 36. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สงวนศักดิ์ ธนาพรพงษ์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 37. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกิจ กันจินะ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 38. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 39. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลด | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 40. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาวิกา กอนแสง | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 41. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ โทณลักษณะ | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 42. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ กางไสภา | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 43. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นักรบ นาคประสม | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 44. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ พลະปัญญา | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 45. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา วิรุณรัตน์ | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 46. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัยภาส สังพาลี | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 47. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย วิริยะอลงกรณ์ | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 48. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิธิ บุญสา | มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพรวุ เดลิมพระเกียรติ |
| 49. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทวรัตน์ ตรีอำนาจ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |
| 50. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ นิวัฒน์ | มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง |
| 51. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัลยา เชิญขวัญ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 52. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาศินี ธีฎปราณีตกุล | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 53. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรชัย หาระโคตร | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 54. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 55. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา พิทักษ์พล | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| 56. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิติพัฒน์ นิตยกุลพันธ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 57. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุลิสถาน์ พาชีศรีพาพล | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 58. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมหวัง เล็กจริง | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี |
| 59. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ชุณจันทร์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช |
| 60. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรารภณา ยศสุข | ข้าราชการบำนาญ |
| 61. อาจารย์ ดร.นริศรา อินทะศิริ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 62. อาจารย์ ดร.ภาวดี ธรรมมาภิชัย | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 63. อาจารย์ ดร.ปรามินทร์ นาระทะ | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 64. อาจารย์ ดร.ธีรรัตน์ ลิขิตวัฒนเศรษฐ | มหาวิทยาลัยมหิดล |

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

MAEJO JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ก่อนอื่น ดิฉันขอขอบคุณทุกท่านที่ติดตามและสนับสนุนวารสารผลิตกรรมการเกษตรมาโดยตลอด ในปี พ.ศ. 2568 นี้ ถือเป็นปีที่พิเศษอย่างยิ่งสำหรับคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เนื่องในโอกาสครบรอบ 50 ปีแห่งการก่อตั้ง และวารสารฯ เองก็มีความตั้งใจที่จะร่วมเฉลิมฉลองโอกาสสำคัญนี้ ด้วยการจัดกิจกรรมและโครงการใหม่ ๆ เพื่อส่งเสริมการเผยแพร่ผลงานวิจัยของนักวิชาการทุกท่าน

หลายท่านอาจได้เห็นสื่อประชาสัมพันธ์ “เคล็ดลับ บก.” กันบ้างแล้ว ซึ่งเป็นเกร็ดความรู้สั้น ๆ เกี่ยวกับการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ โดยวารสารฯ ตั้งใจเผยแพร่เคล็ดลับดี ๆ เหล่านี้ได้온ละ 2 ครั้ง ผ่านทางเพจ Facebook Official ของคณะผลิตกรรมการเกษตร เพื่อเป็นแนวทางและแรงบันดาลใจให้กับนักวิจัยทุกระดับ

นอกจากนี้ วารสารฯ ยังมีของขวัญชิ้นพิเศษสำหรับผู้แต่งบทความวิจัยทุกท่าน กับโครงการ “50 ปี 50 เรื่อง ลด 50%” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเฉลิมฉลองครบรอบ 50 ปี ของคณะฯ โดยมีเป้าหมายเพื่อขอบคุณนักวิจัยที่ร่วมเดินทางกับเรา และเพื่อสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานของนักวิจัยรุ่นใหม่ให้ก้าวสู่เวทีวิชาการอย่างมั่นใจ ท่านสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ของวารสารผลิตกรรมการเกษตร

ในปีนี้ ทีมงานวารสารฯ ยังได้หารือร่วมกันเพื่อยกระดับคุณภาพการเผยแพร่ผลงาน โดยมีแผนจัดทำเลข Digital Object Identifier (DOI) สำหรับบทความวิจัยทุกเรื่องที่ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2569 เป็นต้นไป เพื่อให้ผลงานสามารถถูกค้นหาและอ้างอิงได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังมีแนวคิดในการพัฒนาระบบ Online First Article ที่จะช่วยให้บทความที่ผ่านการพิจารณาแล้วสามารถเผยแพร่ได้ทันที โดยไม่ต้องรอถึงรอบตีพิมพ์ในเล่ม สุดท้ายนี้ ดิฉันขอเชิญผู้อ่านทุกท่านติดตามข่าวสารและกิจกรรมดี ๆ จากวารสารฯ อย่างต่อเนื่อง เพื่อร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนงานวิจัยด้านการเกษตรไปด้วยกันนะคะ

สวัสดิ์คีระ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก
บรรณาธิการ

สารบัญ

| | |
|--|-----|
| การศึกษาระดับฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตและการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในวัสดุปลูก ศิรินาฏ บุตรีสุวรรณ ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร ทิพย์สุดา ตั้งตระกูล และผานิตย์ นาขยัน | 1 |
| ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ ไอรดา ภัคอภิสิทธิ์ กังสดาล กนกหงษ์ สายสกุล ฟองมูล และพหล คักดีคะทัศน์ | 11 |
| ระบบการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้ผลิตไก่พื้นเมืองภาคใต้ จิรวรรณ จันทร์คง ณปภัช ช่วยชูหนู และบัณฑิตา ภูทร์พรมมี โปณะทอง | 24 |
| การมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากของเกษตรกรผู้ปลูกหมาก ตำบลบางดินเปิด อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา สาวินี นบนอบ ชลาธร จูเจริญ และสุภาภรณ์ เลิศศิริ | 34 |
| ความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในตำบลบางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ จินตนา สุทธาชีวิติทธิ พุฒิสวรรค์ เครือคำ นครเศร รังควัต และนภารัตน์ เวชสิทธิ์นิตย์ | 46 |
| การจัดการความรู้การใช้ผ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกร ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ธนัท เฟ่งจินดา ชลาธร จูเจริญ และพัชราวดี ศรีบุญเรือง | 57 |
| การวิเคราะห์ปัจจัยของดินบางประการต่อการคงอยู่ของสารคลอโรไพริฟอสต์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณพื้นที่สวนมะยงชิด อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก กิตติพิชญ์ วงษ์ภุจร ชีรเวทย์ ลิ้มโกมลวิลาส และสถาพร มนต์ประภัสสร | 69 |
| Factors Affecting the Acceptance to Use of Drone Among Cassava Farmers in Cassava Cultivation at Tha Bo District, Nong Khai Province Angsana Watthanapanich Chalathon Choocharoen Supaporn Lertsiri and Pornpinit Nualthet | 82 |
| ผลของกรดแอบไซซิกต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง กัณทิมา ทองศรี ภััสสร วัฒนากุลภาคิน ศุภลักษณ์ สัตยสมิตสถิต ธนัชชาติ ทรัพย์จี และนิภาภรณ์ พรรณรา | 93 |
| ผลของแคลเซียมคลอไรด์และสารเคลือบคาร์ราจีแนนต่อคุณภาพของมะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภค ระหว่างการเก็บรักษา ดวงใจ น้อยวัน สุภาวดี ชนุกเศรณี ฉัตรภัสรา พระเนตร และวนิดา สุธรรม | 106 |

สารบัญ (ต่อ)

| | |
|---|-----|
| ผลของสารเคลือบผิวชนิดบรีโภาคได้ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของ กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค | 117 |
| แพรวพรรณ จอมงาม กชกรบดินทร์ สุขวัญมาสินีนิษฐ์ ชาญณรงค์ กุลเพชร ดวงใจ น้อยวัน และปวาลี ชมภูรัตน์ ธฤติธนเกียรติ์ | |
| ผลของ Forchlorfenuron และ Boric acid ต่อการกระตุ้นการแตกตาดอกขององุ่น | 129 |
| ภูริทัต กองบุญสุข วาริน สุทนต์ อรพินธุ์ สฤษดิ์น้ำ และชินพันธ์ ธนาจุจ | |
| ผลของกากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ | 140 |
| นุชจรินทร์ ปีมปา บัวเรียม มณีวรรณ อภิญา บุญบรรลุ รัชชานนท์ สมบูรณ์ชัย และผาณิตย์ นาชัยัน | |
| ความคิดเห็นในการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน ในภาคตะวันออก ประเทศไทย | 150 |
| ชญาวัต ขำน้อย ชลาธร จูเจริญ และพัชราวดี ศรีบุญเรือง | |
| สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช และปริมาณรอยแต่ม้าของกาแฟอะราบิกาในพื้นที่อาศัยน้ำฝน จังหวัดเชียงใหม่ | 164 |
| รัฐกร สืบคำ อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ พชรินทร์ นามวงษ์ ฤทัยรัตน์ ห้อยสัน วุฒิ ศรีวิชัย และสุจิตตรา ปะนันโต | |
| ผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อผลผลิตข้าว กข43 และสมบัติดิน บางประการในนาข้าวอินทรีย์ | 181 |
| ปรัชวณี พิบำรุง เพชรพิกุล ขำอ่อน วุฒิพงษ์ แสงใจ วีรพล ทรัพย์บุญ พิชาติ โชคก และช่อเพชร จำปี | |
| คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ | 194 |
| Guide for Authors | 198 |

การศึกษาระดับฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตและการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในวัสดุปลูก Study of Phosphorus on Potato Growth and Seed Production in Media

ศิรินาฏ บุตรีสุวรรณ^{1*} ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร¹ ทิพย์สุดา ตั้งตระกูล² และผานิตย์ นาขยัน³

Sirinat Buttreesuwan^{1*} Pathipan Sutigoolabud¹ Tipsuda Tangtragoon² and Phanit Nakayan³

¹สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

²สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

²Division of Biotechnology, Faculty of Science, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

³สาขาวิชาการพัฒนากฎมั่งคั่งอย่างยั่งยืน คณะผลิตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

³Division of Science Program in Geosocial Based Sustainable Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: Sirinat.But41@gmail.com

(Received: 5 February 2024; Revised: 19 April 2024; Accepted: 14 May 2024)

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of phosphorus on potato tuber production in the growing media. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with 3 replications and 4 different fertilizer management. The experiment consisted of 1) 1.0 g of total P per bag, 2) 1.1 g of total P per bag, 3) 1.2 g of total P per bag, and 4) 1.1 g of total P per bag and included foliar phosphorus spraying. The results during the experiment with the 1.1 g of total P per bag is sufficient for potato growth and products. During 30 - 90 days after planting, it was found that all levels of phosphorus did not affect growth, leaf color, and number of plants. However, 30 days after the experiment, it was found that 1.0 g of total P per bag and 1.1 g of total P per bag of potatoes was the plant height is highest. At 60 - 90 days, there was no effect on the height of the potato plants. Although the experiment with the 1.2 g of total P per bag produced the highest numbers of stolon at 30 - 60 days it was not statistically different from a treatment with the 1.0 g of total P per bag. Also, at 90 days, the phosphorus level was not statistically different. In terms of potato production, it was found that at 60 days treated with the 1.1 g of total P per bag. Resulting in the number of tuber sizes 40 - 65 millimeters having a statistical difference in the number of tubers, However, during the harvest period of 90 days, it was found that using all levels of phosphorus no statistical difference in the number of tubers, tuber size, and total weight per bag. Phosphorus concentrations in plants, roots, tubers, and the uptake of phosphorus in potatoes were statistically different ($P>0.05$) Therefore, the potato tuber production in growing media can reduce phosphorus consumption from the original level by 0.1 - 0.2 g of total P per bag in the production of potato cultivar FL 2215.

Keywords: Potato seed, phosphorus, growth, seed production

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับฟอสฟอรัสที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในวัสดุปลูก วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง 2) 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง 3) 1.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง และ 4) 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ร่วมกับการฉีดพ่นฟอสฟอรัสทางใบ ผลการศึกษา พบว่า ระดับฟอสฟอรัส 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่ง ในช่วง 30 - 90 วันหลังปลูก พบว่า ทุกระดับฟอสฟอรัสไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตค่าความเขียวของใบ และจำนวนต้น แต่ที่ 30 วัน ระดับฟอสฟอรัส 1.0 และ 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ในมันฝรั่งทำให้ความสูงต้นสูงที่สุด แต่ที่ 60 - 90 วัน ไม่ส่งผลต่อความสูงของต้นมันฝรั่ง แม้ว่าระดับฟอสฟอรัส 1.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง จะทำให้จำนวนไหล ที่ 30 - 60 วัน มากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับระดับฟอสฟอรัส 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง อีกทั้งที่ 90 วัน ระดับฟอสฟอรัสไม่ส่งผลต่อจำนวนไหล ด้านผลผลิตมันฝรั่ง พบว่า ที่ 60 วัน การให้ระดับฟอสฟอรัส 1.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ทำให้จำนวนหัวขนาด 40 - 65 มิลลิเมตร มีจำนวนหัวแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามที่ระยะการเก็บเกี่ยว 90 วัน พบว่า การใช้ทุกระดับฟอสฟอรัสไม่ทำให้ จำนวนหัว ขนาดหัว น้ำหนักทั้งหมดต่อถุง ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในดิน ราก หัว และการดูดใช้ฟอสฟอรัสในมันฝรั่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น การผลิตหัวมันฝรั่งในวัสดุปลูกสามารถลดการใช้ฟอสฟอรัสจากระดับเดิมลง 0.1 - 0.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ในการผลิตมันฝรั่งพันธุ์ FL2215

คำสำคัญ: หัวพันธุ์มันฝรั่ง ฟอสฟอรัส การเจริญเติบโต การผลิตหัวพันธุ์

คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นหนึ่งในพืชที่นิยมเพาะปลูกมากที่สุดในทวีปยุโรปในช่วงศตวรรษที่ 19 เนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตแป้งและอาหารสัตว์ (Wasilewska-Nascimento *et al.*, 2020) มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักในประเทศไทยแต่มีความสำคัญในด้านอุตสาหกรรม เพราะสามารถนำไปแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, 2017) โดยมันฝรั่งมีช่วงอายุการปลูกสั้นเพียง 90 - 100 วัน เมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น และสามารถสร้างรายได้ 15,000 - 30,000 บาทต่อไร่ (Economic Times, 2023) ในปี พ.ศ. 2565 พบพื้นที่ปลูกมันฝรั่งมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 40,365 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกภาคเหนือ 38,350 ไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,015 ไร่ ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่อยู่ที่ 2,917 กิโลกรัมต่อไร่ หรือคิดเป็นผลผลิตรวมประมาณ 120,263 ตันต่อปี (Office of Agricultural Economics, 2022) แหล่งผลิตที่สำคัญของมันฝรั่ง

ได้แก่ จังหวัดตาก เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำพูน สกลนคร และนครพนม เนื่องจากมีอุณหภูมิที่เหมาะสม (เฉลี่ย 22 - 26 องศาเซลเซียส) โดยนิยมปลูกช่วงเดือนพฤศจิกายน และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนมีนาคม - เมษายน ทั้งนี้การผลิตมันฝรั่งสำหรับการแปรรูปจำเป็นต้องให้ความสำคัญตั้งแต่การเตรียมหัวพันธุ์ให้มีคุณภาพและปลอดโรค ซึ่งในปัจจุบันพบว่า การผลิตหัวพันธุ์หลักยังไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกรและต้องนำเข้าหัวพันธุ์มาจากต่างประเทศ (Westra *et al.*, 2020) ดังนั้น การพัฒนาและการเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์หลักจึงมีความจำเป็นมากเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

ฟอสฟอรัสถือเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและช่วยเพิ่มปริมาณหัวมันฝรั่งได้ เนื่องจากฟอสฟอรัสช่วยส่งเสริมการทำงานของเซลล์พืชและองค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ที่มีบทบาทสำคัญต่อความแข็งแรงของพืช (Inthasan, 2014) สามารถเพิ่มขนาดหัว จำนวนหัวและผลผลิต หากขาดฟอสฟอรัสจะ

ทำให้การแบ่งเซลล์และการเผาผลาญพลังงานลดลง (Sekhar and Iritani, 1978; Marchner, 1995; Alexopoulos *et al.*, 2019; Westermann, 1993; Ekelöf, 2007) อีกทั้งการผลิตหัวพันธุ์ที่ปลูกในดินมักเกิดปัญหาของการสะสมโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย เชื้อรา และไส้เดือนฝอย ซึ่งจะเข้าทำลายส่วนใต้ดินของพืช (Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, 2017; Wasilewska-Nascimento *et al.*, 2020) และหากนำหัวพันธุ์ที่มีการสะสมโรคไปปลูกย่อมทำให้ผลผลิตลดลง (Gildemacher *et al.*, 2009) ดังนั้นการปลูกพืชในระบบไร่ดินจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งให้มีคุณภาพและปลอดโรคได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตและการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในวัสดุปลูก เพื่อศึกษาอัตราการให้ธาตุฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์ FL2215

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

ทำการศึกษาที่แปลงทดลอง บริษัทเปปซี-โคล่า (ไทย) เทรดิง จำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 - มีนาคม พ.ศ. 2566 ใช้หัวพันธุ์หลัก (G0) พันธุ์ FL2215 ขนาดหัว 20 - 40 มิลลิเมตร โดยปลูกหัวพันธุ์หนึ่งหัวต่อถุงในถุงปลูกขนาด 5×12 นิ้ว ที่ความลึก 10 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างถุง 15 เซนติเมตร ถุงปลูกบรรจุขุยมะพร้าว 2.01 กิโลกรัมต่อถุง และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 4 ระดับ ประกอบด้วย 1) 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง 2) 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง 3) 1.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง และ 4) 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ร่วมกับการฉีดพ่นฟอสฟอรัสทางใบ เนื่องจากวัสดุปลูกขุยมะพร้าวมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพียงร้อยละ 0.19 ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งที่ต้องการร้อยละ 0.3 - 0.5 (Wolf, 1913) จึงเริ่มใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสระดับ 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง แต่ลด

ปริมาณการใช้ลงจากอัตราที่ปฏิบัติ ระดับ 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง (อัตราที่ปฏิบัติในการผลิตหัวพันธุ์ของบริษัทเปปซี-โคล่า (ไทย) เทรดิง จำกัด) ระดับ 1.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง เป็นการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส (Aarakit *et al.*, 2021) และ 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ร่วมกับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 33 มิลลิตรต่อต้น ทางใบหลังปลูก 27 วัน ทุก ๆ 5 วัน จนถึงเก็บเกี่ยวตัดแปลงจาก (Salim *et al.*, 2014) โดยใช้ปุ๋ยกรดละลายฉีดพ่นโดยสุดท้ายแล้วจะได้รับฟอสฟอรัส 1.2 กรัมต่อถุง เท่ากับกรรมวิธีที่ 3 โดยแบ่งใส่ปุ๋ยพร้อมปลูก 1.2 กรัมไนโตรเจนต่อถุง 0.52 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง 1.41 กรัมโพแทสเซียมต่อถุง จากนั้นให้ปุ๋ยร่วมกับน้ำวันละ 150 มิลลิตร จนถึงเก็บเกี่ยว ในทุกกรรมวิธีมีการให้ปุ๋ยทั้งหมด ไนโตรเจน 3.0 กรัมไนโตรเจนต่อถุง โพแทสเซียม 4.2 กรัมโพแทสเซียมต่อถุง แคลเซียม 1.7 กรัมแคลเซียมต่อถุง และแมกนีเซียม 0.6 กรัมแมกนีเซียมต่อถุงเท่ากันในทุกกรรมวิธีวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) 4 กรรมวิธี 3 ซ้ำ

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตตามช่วงอายุการเจริญเติบโตแบ่งเป็นระยะการเจริญเติบโตของลำต้นที่ 30 วัน ระยะการขยายขนาดหัวที่ 60 วัน และระยะสุกแก่ที่ 90 วัน (เก็บเกี่ยว) หลังปลูก (Days after planting; DAP) การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง ได้แก่ บันทึกค่าความเขียวของใบ (SPAD unit) ด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502 PLUS, Japan) วัดความสูงของต้นโดยวัดจากลำต้นเหนือวัสดุปลูกถึงยอด (เซนติเมตร) นับจำนวนต้นต่อถุง และนับจำนวนไหลต่อต้น การเก็บข้อมูลผลผลิตมันฝรั่ง ได้แก่ นับจำนวนหัวแต่ละขนาดต่อถุง แบ่งออกเป็น 3 ขนาดได้แก่ น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

ขนาด 20 - 40 มิลลิเมตร และขนาด 40 - 65 มิลลิเมตร โดยวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางหัวมันฝรั่ง และน้ำหนักหัวรวมต่อถุง (กรัมต่อถุง)

วิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนของลำต้น (ลำต้นและใบ) ราก และหัว โดยนำตัวอย่างไปอบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 65 - 70 องศาเซลเซียส ย่อยสลายตัวอย่างพืชด้วยกรดผสม (acid mixture: HNO_3 - HClO_4 ในอัตรา 1:3 ปริมาตรต่อปริมาตร (v/v)) ตามวิธีการของ (Pequerul *et al.*, 1993) จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีเทียบสี (vanadomolybdate yellow color method) ด้วยเครื่อง spectrophotometer (Thermo scientific genesys 20, USA) ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร (Murphy and Riley, 1962) และการดูดซับฟอสฟอรัส (phosphorus uptake) ของมันฝรั่งคำนวณจากความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในมันฝรั่งคูณกับน้ำหนักแห้งของมันฝรั่งต่อต้น (Akinrinde and Gaizer, 2006)

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรม R version 4.3.1 และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีทดลองโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของมันฝรั่งพิจารณาจากค่าความเขียวของใบ (SPAD) ความสูงของต้น จำนวนต้นมันฝรั่งต่อถุง และจำนวนไหลต่อต้น (Table 1) ผลการทดลอง พบว่า ระดับฟอสฟอรัสไม่ส่งผลต่อจำนวนต้นต่อถุง และค่าความเขียวของใบในต้นมันฝรั่งที่ระยะ 30 - 90 วัน แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้ที่ 30 วัน ใบมันฝรั่งมีค่าความเขียวสูงที่สุดอยู่ในช่วง 41.43 - 42.97 SPAD unit และค่าความเขียวจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อมันฝรั่งมีอายุมากขึ้น โดยที่ 60 วัน พบว่า มีค่าความเขียว อยู่ในช่วง 36.03 - 38.00 SPAD unit และที่

90 วัน อยู่ในช่วง 32.50 - 34.03 (SPAD unit) ตามลำดับสอดคล้องกับการศึกษาของ Pongtaweewoon *et al.* (2008) ที่ศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส (0 8.9 17.8 และ 24.9 กิโลกรัมต่อฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ต่อไร่) ต่อการเจริญเติบโต ที่มีต่อผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ระดับต่างกัน ไม่มีผลต่อจำนวนต้นต่อแปลง ต่อมา Lohacharoen *et al.* (2014) ศึกษาการวัดค่าความเขียวของใบพริกหวานที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในปริมาณที่ต่างกันไม่พบความแตกต่างของค่าความเขียวของใบ แต่ผลการทดลองในงานวิจัยนี้พบว่า ที่ 30 วัน การให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 1.0 และ 1.1 กรัมต่อถุง ทำให้ต้นมันฝรั่งมีความสูงมากกว่าการให้ฟอสฟอรัสระดับ 1.2 และการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 1.1 กรัมต่อถุง ร่วมกับการฉีดพ่นทางใบ โดยคิดเป็นร้อยละ 12.00 และ 16.02 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

ในช่วง 60 - 90 วัน ด้านการเกิดจำนวนไหลต่อต้น พบว่า ระดับฟอสฟอรัสส่งผลต่อการเกิดจำนวนไหล ในช่วง 30 - 60 วัน แตกต่างทางสถิติโดยพบว่า ที่ 30 วัน การใช้ระดับฟอสฟอรัส 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง และ 1.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง พบจำนวนไหล 3.5 และ 4.5 ไหลต่อต้น และที่ 60 วัน พบจำนวนไหล 4.0 และ 5.5 ไหลต่อต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ 90 วัน สอดคล้องกับ งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ระบุว่า ระดับฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อการแบ่งเซลล์ เจริญเติบโตของเถา รากฝอย และรากแขนงของพืช (Moorby 1978; Westermann and Kleinkopf 1983; Inthasan, 2014) และต่อมาได้มีการศึกษาของ Aarakit *et al.* (2021) รายงานว่า อัตราฟอสฟอรัสในระดับต่ำ (30 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์) มีผลต่อความสูงของต้นมันฝรั่งพันธุ์ Shangi และพันธุ์ Wanjiku ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ดังนั้น ระดับฟอสฟอรัสที่ต่างกันจึงไม่ส่งผลต่อจำนวนต้น และความเขียวของใบ แต่ส่งผลต่อ

การเจริญเติบโตของมันฝรั่งในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (30 - 60 วัน) ซึ่งเป็นระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (ความสูงและจำนวนไหล) จนถึงช่วงเริ่มสะสมอาหารของมันฝรั่ง (Atkinson *et al.*, 2003; Hopkins *et al.*, 2014; Nyiraneza *et al.*, 2017) ดังนั้นระดับฟอสฟอรัสตั้งแต่ 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง จึงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง เนื่องจากทำให้ต้นมันฝรั่งมีความสูง และมีจำนวนไหลมากที่สุด

ผลผลิตมันฝรั่ง

หากพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตมันฝรั่งจากจำนวนหัวทั้งหมดต่อถุง จำนวนหัวขนาด (น้อยกว่า 20 20 - 40 และ 40 - 65 มิลลิเมตร) และน้ำหนักทั้งหมดต่อถุงในช่วง 60 - 90 วัน (Table 2) ผลการทดลองพบว่าที่ 60 วัน ระดับฟอสฟอรัสไม่มีผลแตกต่างทางสถิติต่อจำนวนหัวทั้งหมดต่อถุง น้ำหนักหัวทั้งหมดต่อถุง และขนาดหัวที่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร แต่พบว่า การให้ระดับฟอสฟอรัส 1.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ทำให้จำนวนหัวมันฝรั่งขนาด 40 - 65 มิลลิเมตร แตกต่างทางสถิติ โดยพบจำนวนหัว 2 หัวต่อถุง คิดเป็นร้อยละ 18 ของจำนวนหัวทั้งหมด ขณะที่การใช้ระดับฟอสฟอรัส 1.0 1.1 และ 1.1 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ร่วมกับการฉีดพ่นทางใบ มีจำนวนหัวเฉลี่ยเพียง 0 0.3 และ 0 หัวต่อถุง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 0 - 3 อย่างไรก็ตาม ที่ระยะการเก็บเกี่ยว 90 วัน พบว่า การใส่ทุกระดับฟอสฟอรัสไม่ทำให้จำนวนหัวทั้งหมดต่อถุง จำนวนหัวขนาด (น้อยกว่า 20 20 - 40 และ 40 - 65 มิลลิเมตร) และน้ำหนักทั้งหมดต่อถุง มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gitari *et al.* (2018) ที่รายงานว่าการเพิ่มฟอสฟอรัสที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้การขยายขนาดหัวขนาดกลาง และการสะสมอาหารของหัวมันฝรั่งเกิดหัว

เร็ว และมีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Aarakit *et al.* (2021) ที่รายงานว่าการเพิ่มระดับธาตุอาหารฟอสฟอรัสส่งผลต่อขนาดหัวที่ขนาด 30 - 60 มิลลิเมตร และขนาดหัวมากกว่า 60 มิลลิเมตรในมันฝรั่งพันธุ์ Wanjiku แต่หัวมันฝรั่งในระยะดังกล่าวไม่สามารถใช้เป็นพันธุ์ในการเพาะปลูกได้ เนื่องจากหัวมันอายุน้อยเกินไป มีผิวบางทำให้ถลอกได้ง่าย มีแป้งและน้ำตาลสูง (Warit and Damumpai, 2003) แม้ระดับฟอสฟอรัสที่ต่างระดับกันไม่ส่งผลต่อน้ำหนักหัวต่อถุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระดับฟอสฟอรัสที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักหัวเพิ่มสูงขึ้น และการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในระบบน้ำหยดอย่างเดียวนั้นมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการฉีดพ่นทางใบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Fernandes *et al.* (2015) ที่มีการศึกษาผลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส (0 125 250 500 และ 1,000 กิโลกรัม ไดฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ต่อเฮกแตร์) ต่อคุณภาพของมันฝรั่งหัวสด โดยการทดสอบกับมันฝรั่ง 2 พันธุ์ พบว่า ฟอสฟอรัสจำเป็นในการเพิ่มผลผลิตหัวและคุณภาพของหัวมันฝรั่งสามารถเพิ่มขนาด และผลผลิตหัวสดมันฝรั่งเพิ่มขึ้น แต่จะตอบสนองที่ชัดเจนต่อดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินต่ำและปานกลางในพันธุ์ Mondial ดังนั้น การใช้ระดับฟอสฟอรัสที่ 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง จึงเพียงพอต่อการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง เนื่องจากเป็นอัตราฟอสฟอรัสที่ต่ำที่สุดสามารถผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกได้ไม่แตกต่างกับอัตราฟอสฟอรัสที่เพิ่มสูงขึ้น และการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในระบบน้ำหยดอย่างเดียวนั้นมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการฉีดพ่นทางใบเนื่องจากการฉีดพ่นทางใบจะส่งผลต่อผลผลิตในกรณีที่มีอัตราฟอสฟอรัสในดินต่ำ และขาดฟอสฟอรัสในพืช (Ekelöf, 2007)

Table 1 Phosphorus nutrient requirements on growth at leaf color (SPAD), height, number of plants, and number of stolons per plant at 30, 60, and 90 days after planting

| DAP | P rates (g/bag) ^{1/} | SPAD (unit) ^{1/} | plant height (cm) ^{1/} | Number of plant / bag ^{1/} | Number of stolon/plant ^{1/} |
|-----|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 30 | 1 | 41.43±1.30 | 37.33±2.52a | 4.33±0.05 | 3.50±0.81ab |
| | 1.1 | 41.90±1.50 | 38.67±4.16a | 4.00±0.00 | 2.50±0.55b |
| | 1.2 | 42.97±2.58 | 33.33±2.52b | 4.30±0.57 | 4.50±0.62a |
| | 1.1+Foliar | 42.17±1.76 | 33.33±1.53b | 5.33±1.52 | 3.10±0.78b |
| | CV% | 4.67 | 5.35 | 19.25 | 15.18 |
| | F-test | ns | * | ns | * |
| | Mean | 42.12 | 35.7 | 4.75 | 3.40 |
| 60 | 1 | 36.63±0.95 | 52.33±2.31 | 4.67±0.58 | 3.97±0.55ab |
| | 1.1 | 37.47±0.38 | 53.67±1.88 | 5.33±1.53 | 3.37±0.45b |
| | 1.2 | 38.00±2.36 | 52.80±0.17 | 4.00±1.00 | 5.53±1.28a |
| | 1.1+Foliar | 36.03±2.51 | 51.66±0.92 | 5.00±1.00 | 2.83±0.15b |
| | CV% | 3.62 | 3.19 | 25.54 | 12.87 |
| | F-test | ns | ns | ns | * |
| | Mean | 37.03 | 52.62 | 4.75 | 3.93 |
| 90 | 1 | 34.00±2.65 | 55.20±4.29 | 4.00±0.00 | 3.60±0.36 |
| | 1.1 | 32.56±1.61 | 57.33±1.79 | 4.33±0.58 | 3.60±0.53 |
| | 1.2 | 32.50±2.68 | 56.63±2.89 | 4.33±0.58 | 3.80±0.61 |
| | 1.1+Foliar | 34.03±2.89 | 56.22±2.01 | 5.33±1.52 | 3.10±0.60 |
| | CV% | 8.09 | 2.78 | 10.06 | 16.72 |
| | F-test | ns | ns | ns | ns |
| | Mean | 33.27 | 56.35 | 4.50 | 3.53 |

Remarks: ^{1/}Average ± SD (n = 3) and different letters in the same column represent significant differences among treatments (LSD's test, $p \leq 0.05$); DAP = Days after planting

Table 2 Phosphorus nutrient requirements on growth at number of tuber, tuber size and number tuber weight per plant in potato plants at 60 and 90 days after planting

| DAP | P rates (g/bag) ¹ | Number of tuber/plant ^{1/} | tuber size <20 mm ^{1/} | tuber size 20-40 mm ^{1/} | tuber size 40-65 mm ^{1/} | tuber weight/pot ^{1/} |
|------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 60 | 1 | 13.33±3.51 | 3.67±3.21 | 6.33±4.04 | 0.00±0.00b | 176.00±18.33 |
| | 1.1 | 11.67±1.53 | 4.00±1.73 | 7.33±1.53 | 0.33±0.58b | 192.00±8.72 |
| | 1.2 | 12.33±1.15 | 3.67±2.31 | 6.67±0.58 | 2.00±1.00a | 220.67±39.00 |
| | 1.1+Foliar | 11.00±3.46 | 3.33±0.58 | 7.66±3.00 | 0.00±0.00b | 185.33±14.19 |
| | CV% | 24.20 | 66.64 | 42.12 | 78.93 | 11.39 |
| | F-test | ns | ns | ns | * | ns |
| Mean | 12.08 | 3.67 | 7.00 | 0.58 | 193.50 | |
| 90 | 1 | 9.17±0.77 | 1.33±0.76 | 5.33±0.58 | 2.67±0.58 | 245.67±14.44 |
| | 1.1 | 9.83±1.04 | 1.67±0.50 | 5.67±0.58 | 2.67±0.58 | 249.60±14.01 |
| | 1.2 | 9.50±0.87 | 1.00±0.00 | 5.50±0.87 | 3.00±0.00 | 251.33±8.33 |
| | 1.1+Foliar | 9.33±1.53 | 1.67±0.58 | 5.00±1.00 | 2.67±0.58 | 235.17±17.77 |
| | CV% | 6.68 | 43.75 | 15.10 | 18.18 | 11.68 |
| | F-test | ns | ns | ns | ns | ns |
| Mean | 9.46 | 1.42 | 5.38 | 2.75 | 245.44 | |

Remarks: ^{1/}Average ± SD (n = 3) and different letters in the same column represent significant differences among treatments (LSD's test, $p \leq 0.05$); DAP = Days after planting

ความเข้มข้นฟอสฟอรัสและการดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของมันฝรั่ง

ผลการศึกษาระดับฟอสฟอรัสที่ต่างกันต่อความเข้มข้นและการดูดใช้ธาตุอาหารของมันฝรั่งในส่วนลำต้น ราก และหัวมันฝรั่งที่ระยะเก็บเกี่ยว 90 วัน หลังปลูก (Table 3) พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนของ ลำต้น ราก และหัวอยู่ในช่วงร้อยละ 0.52 - 0.60 0.61 - 0.75 และ 0.52 - 0.54 ตามลำดับ สำหรับการดูดใช้ธาตุอาหาร พบว่า มีการดูดใช้ในส่วนหัวสูงสุดอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.28 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง คิดเป็นร้อยละ 82 - 83 ของการดูดใช้ทั้งหมดต่อต้น รองลงมาที่มีการดูดใช้ที่ลำต้น

0.04 - 0.05 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง คิดเป็นร้อยละ 15 - 17 ของการดูดใช้ทั้งหมดต่อต้น และมีการดูดใช้ที่ราก 0.005 - 0.007 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง คิดเป็นการดูดใช้ทั้งหมดต่อต้นเพียงร้อยละ 2 ของปริมาณที่ใส่ฟอสฟอรัสตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษา Kititui (2013) ที่มีการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยที่มีผลต่อการผลิตมะเขือม่วง พบปริมาณฟอสฟอรัสในใบมะเขือม่วง ร้อยละ 0.42 - 0.47 และพบความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนลำต้น ราก และหัวมันฝรั่งนั้นเพียงพอต่อความต้องการของมันฝรั่งที่มีความต้องการเพียงร้อยละ 0.3 - 0.5 (Wolf, 1913)

Table 3 Phosphorus nutrient requirements in potato at concentration uptake of phosphorus in stems, roots, tubers and total per bag at 90 days after planting

| P rates (g/bag) ^{1/} | P Concentration (%) ^{1/} | | | P uptake (g/pot) ^{1/} | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| | Stem | Root | Tuber | Stem | Root | Tuber | Total |
| 1.0 | 0.55±0.11 | 0.68±0.09 | 0.52±0.05 | 0.04±0.01 | 0.005±0.001 | 0.23±0.03 | 0.27±0.05 |
| 1.1 | 0.52±0.04 | 0.61±0.05 | 0.52±0.01 | 0.04±0.01 | 0.005±0.001 | 0.20±0.04 | 0.24±0.04 |
| 1.2 | 0.60±0.07 | 0.75±0.15 | 0.53±0.03 | 0.05±0.01 | 0.007±0.001 | 0.28±0.05 | 0.34±0.06 |
| 1.1+ Foliar | 0.52±0.04 | 0.71±0.19 | 0.54±0.02 | 0.04±0.01 | 0.006±0.003 | 0.23±0.05 | 0.28±0.03 |
| CV% | 14.76 | 10.38 | 5.10 | 24.18 | 25.50 | 16.51 | 16.130 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Mean | 0.55 | 0.69 | 0.53 | 0.04 | 0.01 | 0.24 | 0.28 |

Remarks: ^{1/} Average ± SD (n = 3) and different letters in the same column represent significant differences among treatments (LSD's test, $p \leq 0.05$); DAP = Days after planting

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาระดับฟอสฟอรัสที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในวัสดุปลูกพบว่า ระดับ 1.0 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่ง เนื่องจากทุกระดับฟอสฟอรัสไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ค่าความเขียวของใบ และจำนวนต้น แต่ส่งผลในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ด้านความสูง จำนวนไหล และจำนวนหัว ขนาด 40 - 65 มิลลิเมตร แต่ไม่ส่งผลต่อระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิต ต่อจำนวนหัว ขนาดหัว น้ำหนักทั้งหมดต่อถุง ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในต้น ราก หัว และการดูดใช้ฟอสฟอรัสในมันฝรั่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการผลิตหัวมันฝรั่งในวัสดุปลูกสามารถลดการใช้ฟอสฟอรัสจากระดับเดิมลง 0.1 - 0.2 กรัมฟอสฟอรัสต่อถุง ในการผลิตมันฝรั่งพันธุ์ FL2215

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่มอบทุนการศึกษา “ทุนเรียนดี” แก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณ

บริษัทเปปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด ที่อนุเคราะห์สถานที่และสนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้อย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- Aarakit, P., P.O. Josephine and J.L. Joyce. 2021. Growth, yield and phosphorus use efficiency of potato varieties propagated from apical rooted cuttings under variable phosphorus rates. *African Journal of Plant Science* 15(7):173-184.
- Akinrinde, E.A. and T. Gaizer. 2006. Differences in the performance and phosphorus-use efficiency of some tropical rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Pakistan Journal of Nutrition* 5(3): 206-211.
- Alexopoulos, A.A., T. Varzakas, S. Karras, A. Koriki, A. Kotsiras and I. Xynias. 2019. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth components, yield and tuber quality characteristics of two potato cultivars grown

- under organic production system. *Acta Horticulturae* 1242: 191-198.
- Atkinson, D., B. Geary, J. Stark, S. Love and J. Windes. 2003. Potato varietal responses to nitrogen rate and timing. Proceedings of the 6th Western Nutrient Management Conference, Salt Lake City. pp. 149-155.
- Chiang Mai Royal Agricultural Research Center. 2017. Production of quality potato tubers. Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, Horticultural Research Institute Department of Agriculture Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chiang Mai. [in Thai]
- Economic Times. 2023. Develop "potato tubers" to supply the industry worth more than 15 billion baht/year. Available: <https://www.thansettakij.com/economy/518696> (July 18, 2023). [in Thai]
- Ekelöf. J. 2007. Potato yield and Tuber set as affected by phosphorus fertilization. Master's Thesis in Horticultural Science, Department of Horticulture, Swedish University.
- Fernandes, A.M., R.P. Soratto, L. A. Moreno and R. M. Evangelista. 2015. Effect of phosphorus nutrition on quality of fresh tuber of potato cultivars. *Bragantia Campinas* 74(1): 102-109.
- Gildemacher, P.R., P. Demo, I. Barker, W. Kaguongo, G. Woldegiorgis, W.W. Wagoire, M. Wakahiu, C. Leeuwis and P.C. Struik. 2009. A description of seed potato systems in Kenya, Uganda and Ethiopia. *American Journal of Potato Research* 86: 373-382.
- Gitari, H.I., N.N. Karanja, C.K.K. Gachene and S. Kamau. 2018. Nitrogen and phosphorous uptake by potato (*Solanum tuberosum* L.) and their use efficiency under potato-legume intercropping systems. *Field Crops Research* 222: 78-84.
- Hopkins, B., B.G Hopkins, D.A. Horneck and A.E. Macguidwin. 2014. Improving PUE through potato rhizosphere modification and extension. *American Journal of Potato Research* 91(2): 161-174.
- Inthasan, J. 2014. Soil fertility. Deprint Limited Partnership, Chiang Mai. [in Thai]
- Kititui, U. 2013. Efficiency of fertilizer usage on eggplant production in Mae Taeng district, Chiang Mai province. Master's Thesis in Soil Science. Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]
- Lohacharoen, W., S. Patthanodom, P. Keatpratabjai, W. Thongngam, I. Nuntagij, S. Ruamrungsri and J. Kumchai. 2014. Effects of nutrients deficiencies on growth and development and nutrients in leaves of sweet pepper. *Journal Agricultural*, 30(1): 39-48. [in Thai]
- Marchner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. San Diego, United States of America.
- Moorby, J. 1978. The physiology of growth and tuber yield. In: P.M. Harris (ed). *The potato crop: The scientific basis for improvement*. Chapman and Hill, London.
- Murphy, J. and J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31-36.

- Nyiraneza, J., B. Bizimungu, A.J. Messiga, K.D. Fuller and Y. Jiang. 2017. Potato yield and PUE of two new potato cultivars in New Brunswick, Canada. NRC Research Press 97(5): 784-795.
- Office of Agricultural Economics. 2022. Cultivated area, harvested area, yield and potato yield per rai in 2022 Cultivated area, harvested area, yield and potato yield per rai in 2022. Available: <https://oae.go.th/uploads/files/2025/05/22/f1eccc5c4d4872e1.pdf> (July 7, 2023). [in Thai]
- Pequerul, A., C. Perez, P. Madero, J. Val and E. Monge. 1993. A rapid wet digestion method for plant analysis. pp.3-6. *In*: M.A.C. Frago and M.L. van Beusichem (eds.). Optimization of plant nutrition. Kluwer Academic Publishers, Spain.
- Pongtaweboon, N., P. Sutigoolabud, S. Ongasert and P. Noree. 2008. Influence of phosphorus application rate on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.), cv. Atlantic. Proceeding of the 10th Graduate Research Conference, 18 January 2008, Khon Kaen University. Khon Kaen, Thailand. [in Thai]
- Salim, B.B.M., H.G. Abd El-Gawad and A. Abou El-Yazied. 2014. Effect of foliar spray of different potassium sources on growth, yield and mineral composition of potato (*Solanum tuberosum* L.). Middle East Journal of Applied Sciences 4(4): 1197-1204.
- Sekhar, V.C. and W.M. Iritani. 1978. Starch to sugar interconversion in *Solanum tuberosum* L. influence of inorganic ions. Journal of the Potato Association of America 55 : 345-350.
- Wasilewska-Nascimento, B., D. Boguszewska and K. Zarzy. 2020. Challenges in the production of high-quality seed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in the tropics and subtropics. Agronomy 10(260): 1-15.
- Warit, B. and N. Damumpai. 2003. Potato. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. [in Thai]
- Westermann, D.T. 1993. Fertility management. pp.77-86. *In*: R.C. Rowe (eds.). Potato health management. Minnesota, USA.
- Westra, A., P. Nolte, J. Whitworth and J. Durrin. 2020. Seed potato production and certification. p.65-68. *In*: S. Jeffrey, M. Thornton and P. Nolte (eds.). Potato production systems. University of Idaho. Springer Nature, Switzerland AG.
- Westermann, D.T. and G.E. Kleinkopf. 1983. Phosphorus dynamics in potato plants. Proceedings of the 34th Northwest Fertilizer Conference, Portland, Oregon. pp. 89-97.
- Wolf, B. 1913. Diagnostic techniques for improving crop production. Food Products Press, New York.

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่

Factors Effecting the Adoption of Online Marketing Channel for Selling Products of Community Enterprise Members Chiang Mai Province

ไอรดา ภัคอภิสิทธิ์ กังสดาล กนกหงษ์* สายสกุล ฟองมูล และพหล ศักดิ์คะทัศน์

Irada Phakaphisit Kangsadan Kanokhong* Saisakul Fongmul and Phahol Sakkatat

สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร 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: Kangsadan@mju.ac.th

(Received: 11 April 2024; Revised: 14 May 2024; Accepted: 27 May 2024)

Abstract

This study was conducted to investigate 1) socio-economic attributes of community enterprise members in Chiang Mai province 2) a level of adoption of online marketing channel for selling products of the community enterprise members 3) factors affecting the adoption of online marketing channel for selling products of the community enterprise members; and 4) problems encountered and suggestions about the adoption. The sample group consisted of 189 community enterprise members in Chiang Mai province who had attended a training online marketing for selling products. A set of questionnaires was used for data collection and analyzed by using descriptive statistics, inferential statistics and multiple regression.

Results of the study revealed that more than one-half of the respondents were male, 52 years old on average, married, and lower secondary school graduates. Most of the respondents were Mainly engaged in agriculture with an average annual income of 298,911.11 baht. Also, they earned an income from being communing enterprise members for 13,566.13 baht per year on average. Besides, they received dividend as community enterprise members for 593.91 baht per year on average. However, they had debts for 202,060.84 baht on average. Although most of them had their own capital. The respondents had been community enterprise members for 5.49 years on average and they have an average of 2 products. They perceived news or information about online marketing channel three times per year on average. The respondents attended training on educational trip 0.5 time per year and contacted of hen community enterprise members once a year on average. The respondents contacted government sector official once year. The respondents had a high level of the adoption of online marketing channels for product selling. Based on into details, the following were found at a high level: benefit perception (\bar{X} = 3.90), interest in new technology (\bar{X} = 3.84), intention to use (\bar{X} = 3.78), actual use (\bar{X} = 3.69), and ease of use (\bar{X} = 3.67), respectively. Regarding factors affecting the adoption of online marketing channel for selling products of the respondents, gender ($p = 0.013$) and income from being community enterprise members ($p = 0.041$) were positive with a statistical significance level. However, age ($p \leq 0.001$) and capital source ($p \leq 0.001$) and time span of membership ($p = 0.008$) were found to be negative

with a statistically significant level. The following were problems encountered: Members lack participation in operating within the community enterprise group, creating an online marketing channel is complex and difficult, lack of funds to create and develop online marketing channels, there are limitations on equipment and network signals, the distribution of the transportation system still does not cover all areas. The following were suggestion: promote mutual awareness, create a standardized platform to advertise products directly, provide credit sources for members to have working capital, support systematic planning of transportation processes.

Keywords: Adoption of technology, online marketing, community enterprise

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ 2) ระดับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ และ 4) ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งผ่านการเข้าร่วมอบรมช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าที่จัดโดยสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 189 คน เก็บรวบรวมโดยใช้แบบทดสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ผลการศึกษาพบว่า สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 52 ปี มีสถานภาพสมรส สำเร็จ การศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายได้หลักเฉลี่ย 298,911.11 บาทต่อปี มีรายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 13,566.13 บาทต่อปี ได้รับเงินปันผลจากการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 593.91 บาทต่อปี มีหนี้สินเฉลี่ย 202,060.84 บาท แหล่งเงินทุนส่วนใหญ่มาจากเงินทุนตนเอง มีระยะเวลาการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 5.49 ปี ประเภทสินค้ามีจำนวนเฉลี่ย 2 ประเภท ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับช่องทางการตลาดออนไลน์เฉลี่ย 3 ครั้งต่อปี เข้าร่วมอบรมและดูงานเฉลี่ย 0.50 ครั้งต่อปี ประชุมกับสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี ติดต่อกับเจ้าหน้าที่ภาครัฐเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี มีการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่ยอมรับมากที่สุดคือ ด้านรับรู้ถึงประโยชน์ (เฉลี่ย 3.90) ด้านสนใจเทคโนโลยีใหม่ (เฉลี่ย 3.84) ด้านตั้งใจที่จะใช้งาน (เฉลี่ย 3.78) ด้านการนำมาใช้จริง (เฉลี่ย 3.69) และ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (เฉลี่ย 3.67) ตามลำดับ สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวก ได้แก่ เพศ ($p = 0.013$) และรายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ($p = 0.041$) ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงลบ ได้แก่ อายุ ($p = 0.001$) แหล่งเงินทุน ($p = 0.001$) และระยะเวลาการเป็นสมาชิกกลุ่ม ($p = 0.008$) ทั้งนี้ปัญหาในการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ขาดการมีส่วนร่วมการดำเนินงานของสมาชิกภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน การสร้างช่องทางการตลาดออนไลน์มีความซับซ้อนและยุ่งยาก ขาดเงินทุนในการเข้าถึงเพื่อสร้างและพัฒนา มีข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์ สัญญาณเครือข่าย และการกระจายระบบขนส่งสินค้ายังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ มีข้อเสนอแนะ คือ สร้างการรับรู้ร่วมกัน สร้างแพลตฟอร์มที่มีมาตรฐาน

เดียวกันเพื่อโฆษณาให้กับสินค้าโดยตรง จัดหาแหล่งสินเชื่อให้มีเงินทุนหมุนเวียน และการสนับสนุนวางแผนกระบวนการขนส่งสินค้าอย่างเป็นระบบ

คำสำคัญ: การยอมรับเทคโนโลยี การตลาดออนไลน์ วิชาสหกิจชุมชน

คำนำ

ปัจจุบันสื่อออนไลน์ได้เข้ามามีอิทธิพลเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิตของคนในยุคปัจจุบัน ทั้งการหาข้อมูล การสื่อสาร การตลาด การเมือง มีทั้งความสะดวกสบายรวดเร็ว มีความน่าเชื่อถือ ผู้ใช้สื่อสังคมออนไลน์ (social media) ทั่วโลกมีจำนวนมาก ดังนั้นการจัดอันดับเครือข่ายสังคมออนไลน์จึงเปิดเผยว่า Facebook มีบัญชีผู้ใช้งานมากเป็นอันดับ 13 ของโลกและกรุงเทพมหานครเป็นอันดับเมืองที่มีผู้คนใช้ Facebook มากที่สุดในโลก ด้วยจำนวนในประเทศไทยสูงถึง 12.8 ล้านบัญชี จากจำนวนของคนใช้งานทั่วประเทศ 18.3 ล้านบัญชี นอกจากนี้ยังมีสื่อสังคมออนไลน์อื่น ๆ อีกนอกเหนือจากนั้นยังมีการให้ข้อมูลของสื่อสังคมออนไลน์เพิ่มเติมอีกด้วยว่ายังมี Twitter Youtube Line และ Instagram ที่เป็นที่ยอมรับขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้การที่สื่อออนไลน์นั้นมีการเติบโตพัฒนาได้อย่างรวดเร็วจะช่วยให้เกิดประโยชน์ Ouitekhang (2015) จึงทำให้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในกลุ่มคนทุกสาขาอาชีพ ซึ่งรวมถึงการตลาดออนไลน์ที่สะดวกและรวดเร็ว การดำเนินกิจกรรมทางการตลาดผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เช่น Facebook Twitter Instagram Line เป็นต้น ได้รับความนิยมอย่างมากเพราะมีสถิติการทำงานสูงกว่าแหล่งออนไลน์ประเภทอื่น

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันส่งผลให้รูปแบบการขายสินค้าและบริการ รวมทั้งพฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไป จากวิถีชีวิตที่เร่งรีบขึ้น ความสะดวกสบายในการซื้อสินค้าที่เพิ่มขึ้น ด้วยช่องทางจำหน่ายที่หลากหลาย ราคาสินค้าและบริการที่มีแนวโน้มลดลงจากการแข่งขันที่รุนแรงขึ้น จึงทำให้ช่องทางออนไลน์สามารถตอบโจทย์ความต้องการของ

ผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี ในช่วงเวลาที่ผู้บริโภคต้องการความสะดวกรวดเร็ว การซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ก็ย่อมมีความสะดวกมากกว่า นอกจากนี้ ยังพบว่าชนิดสินค้าที่ขายผ่านช่องทางออนไลน์ล้วนมีความหลากหลายมากขึ้นเมื่อเทียบกับในอดีต และกระจายอยู่ในเกือบทุกประเภทสินค้า ปฏิเสธไม่ได้ว่าในอนาคตอาจจะได้เห็นความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และทุกประเภทสินค้าน่าจะมีโอกาสที่จะปรับเปลี่ยนไปสู่การขายในตลาดออนไลน์เพิ่มมากขึ้น หากพิจารณาข้อมูลการเติบโตของยอดขายระหว่างผู้ประกอบการในตลาดออฟไลน์ หรือหน้าร้านเทียบกับออนไลน์จะพบว่า ผลประกอบการของผู้ขายออนไลน์ขายตัวในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสะท้อนว่าการขายสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์นั้นเป็นช่องทางขายที่มีประสิทธิภาพสูง Ratchatanon (2016) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมมีผลกระทบต่อผู้ประกอบการกลุ่มวิชาสหกิจชุมชนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ส่งผลให้บางกลุ่มอาจต้องปิดกิจการลง ส่วนผู้ประกอบการที่ไม่ปรับตัวจะต้องเผชิญกับคู่แข่งที่มีช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้าที่หลากหลาย ขณะที่บางผู้ประกอบการต้องเร่งปรับตัวเพื่อความอยู่รอด เพราะฉะนั้นการเลือกช่องทางการตลาดออนไลน์มาดำเนินงานกับกลุ่มผู้ประกอบการจึงเป็นหนึ่งในตัวเลือกที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ สสว. ปี พ.ศ. 2560 - 2564 (ฉบับทบทวนปี พ.ศ. 2562 - 2564) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 สร้างสังคมผู้ประกอบการให้เติบโตและก้าวสู่สากล ยุทธศาสตร์ที่ 3 ส่งเสริมการใช้นวัตกรรม/เทคโนโลยีดิจิทัล และการปรับเปลี่ยนรูปแบบธุรกิจ (business transformation) แต่เนื่องจากกลุ่มวิชาสหกิจชุมชนส่วนมากมีผู้สูงอายุเป็นสมาชิกอาจทำให้มีปัญหาในเรื่องของการใช้สื่อออนไลน์ เพราะการที่จะทำการตลาดออนไลน์ได้นั้น จำเป็น

จะต้องมีความรู้เรื่องอินเทอร์เน็ตเป็นพื้นฐาน ร้านค้าในตลาดออนไลน์มีจำนวนมากจึงเป็นการแข่งขันที่สูง การต้องสร้างความเชื่อถือได้ให้กับผู้ซื้อ สำหรับการขายสินค้าตลาดออนไลน์เป็นเรื่องยากกว่าการขายสินค้านำร้านแบบเดิม ๆ รวมถึงมีความเสี่ยงที่จะถูกบุกรุกข้อมูลทางไซเบอร์ หรือถูกระบบตรวจจับว่าเป็นข้อความสแปมจนทำให้การขายสินค้าของกลุ่มถูกปิดได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่จะต้องนำสื่อออนไลน์เข้ามาช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาดในยุคปัจจุบัน จำเป็นจะต้องตามให้ทันกระแสของการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ต้องพร้อมที่จะรับข้อมูลข่าวสารเทคโนโลยีใหม่ ๆ อยู่เสมอ ในขณะที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบางกลุ่มก็สามารถเพิ่มช่องทางการตลาดออนไลน์ในการจำหน่ายสินค้าได้เช่นกัน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่เป็นกลุ่มคนที่สร้างสรรคผลิตภัณฑ์และบริการบนพื้นฐานการพึ่งพาตนเองเพื่อความยั่งยืน ทางหน่วยงานภาครัฐได้มีการส่งเสริมจัดอบรมเกี่ยวกับช่องทางการตลาดออนไลน์ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยมุ่งหวังว่าจะสามารถผลักดันให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนประสบความสำเร็จได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อการที่ทำให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนั้นยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า รวมทั้งศึกษาถึงปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ เมื่อทราบถึงปัจจัยดังกล่าวแล้ว สามารถนำผลวิจัยมาใช้เป็นประโยชน์ในการวางแผนพัฒนา เพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในการใช้ช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า ซึ่งจะส่งผลให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น ยกกระดับการแข่งขันทางการตลาดนำมาซึ่งความสำเร็จ ในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้ต่อไปในอนาคต ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ หรือใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร กองส่งเสริม

วิสาหกิจชุมชน สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็น การวิจัยเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ โดยประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผ่านการเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าที่จัดโดยสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ มีผู้เข้าอบรมรวมทั้งสิ้น 358 คน Chiang Mai Provincial Agricultural Extension Office (2020) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 189 คน โดยใช้การสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (two-stage sampling) ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสุ่มอำเภอโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sample) ด้วยการจับสลาก จำนวน 10 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสันป่าตอง อำเภอสันทราย อำเภอไชยปราการ อำเภอดอยเต่า อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอสารภี อำเภอแม่แตง อำเภอแม่วาง อำเภอสะเมิง และอำเภอเชียงดาว ขั้นตอนที่ 2 การสุ่มตัวอย่างจากประชากรแต่ละอำเภอ โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิอย่างเป็นสัดส่วน (proportional stratified random sampling) เทียบสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างจากขนาดประชากรในแต่ละอำเภอตามสมการที่ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งใน 1 ชุด ประกอบด้วยคำถาม 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน มีลักษณะ

ข้อคำถามแบบปลายเปิด และตอนที่ 3 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด จากนั้นมาสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ ข้อมูลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน 2) การวิเคราะห์ระดับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยให้กลุ่มตัวอย่างแสดงระดับการยอมรับตามค่ามาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับของ Likert's scale (Likert, 1961) จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปแปลผล ค่าอันตรภาคชั้นโดยมีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากับ 0.8 จากการคำนวณ Maharatsakul (2018) ได้ดังนี้ ยอมรับมากที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 - 5.00 ยอมรับมาก ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.41 - 4.20 ยอมรับปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.61 - 3.40 ยอมรับน้อย ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 - 2.60 ยอมรับน้อยที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 - 1.80 3) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression) และ 4) การวิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์

เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ นำมาวิเคราะห์ โดยจำแนกประเภทปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะ ตามที่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้ตอบไว้ในข้อคำถามปลายเปิด สรุปผลในลักษณะการบรรยายโดยการพรรณนา

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน

สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 52 ปี มีสถานภาพสมรส จบการศึกษายู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายได้หลักเฉลี่ย 298,911.11 บาทต่อปี มีรายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 13,566.13 บาทต่อปี ได้รับเงินปันผลจากการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 593.91 บาทต่อปี มีจำนวนหนี้สินเฉลี่ย 202,060.84 บาท แหล่งเงินทุนส่วนใหญ่มาจากเงินทุนตนเอง มีระยะเวลาในการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 5.49 ปี จำนวนประเภทของสินค้าเฉลี่ย 2 ประเภท ส่วนใหญ่เป็นสินค้าทางการเกษตร ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับช่องทางการตลาดออนไลน์เฉลี่ย 3 ครั้งต่อปี ส่วนใหญ่ไม่ได้เข้าร่วมอบรมและดูงานในปีที่ผ่านมา มีการประชุมกับสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี และติดต่อกับเจ้าหน้าที่ภาครัฐเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี (Table 1)

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

| Variable | \bar{x} | S.D. |
|--|------------|------------|
| Gender (1 = male, 0 = female) | 0.67 | 0.47 |
| Age (years) | 51.74 | 11.42 |
| Marital status (1 = married, 0 = other) | 0.63 | 0.48 |
| Education level (0 = not educated, 6 = Primary School, 9 = Junior High School, 12 = Senior High School/ Voc. Cert., 14 = High Voc. Cert., 16 = Bachelor’s Degrees or higher) | 9.90 | 3.85 |
| Main income (baht/year) | 298,911.11 | 385,046.46 |
| Income from being community enterprise members (baht/year) | 13,566.13 | 32,649.68 |
| Dividends from community enterprise members (baht/year) | 593.91 | 1,425.42 |
| Debt (baht) | 202,060.84 | 466,009.07 |
| Capital source (1 = personal capital, 0 = other) | 0.67 | 0.46 |
| Participating in community enterprise membership (year) | 5.49 | 1.96 |
| Product (number) | 1.79 | 0.81 |
| News about online marketing channels (times/year) | 3.17 | 2.29 |
| Training about online marketing channels (times/year) | 0.50 | 0.90 |
| Meeting with community enterprise members (times/year) | 1.69 | 1.59 |
| Contact with extension officer (times/year) | 1.12 | 2.13 |

ระดับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ผลการศึกษา ระดับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (เฉลี่ย 3.77) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยแปลผลอยู่ในระดับมาก ซึ่งสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการยอมรับด้านรับรู้ถึงประโยชน์ (เฉลี่ย 3.90) รองลงมา ได้แก่ ด้านสนใจเทคโนโลยีใหม่ (เฉลี่ย 3.84) ด้านตั้งใจที่จะใช้งาน (เฉลี่ย 3.78) ด้านการนำมาใช้จริง (เฉลี่ย 3.69) และ

ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (เฉลี่ย 3.67) ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Bhisalbutra (2021) ที่พบว่า การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมีความสัมพันธ์กับระดับการได้ประโยชน์ จากการใช้ทั้งในด้านการผลิต การตลาด การเงิน และการจัดการทรัพยากรมนุษย์ กลุ่มประธาน/รองประธาน และกลุ่มกรรมการวิสาหกิจชุมชน เห็นพ้องกันว่าวิสาหกิจชุมชนได้รับประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการตลาด ในการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย การสร้างสัมพันธ์กับลูกค้า การเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการส่งและส่งสินค้า และการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการตลาด

Table 2 Level of adoption of online market channels for selling products of the community enterprise's members (n = 189)

| Adoption of online market channels | \bar{x} | S.D. | Level |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Benefit perception | 3.90 | 0.61 | Most |
| Interest in new technology | 3.84 | 0.68 | Most |
| Ease of use | 3.67 | 0.84 | Most |
| Intention to use | 3.78 | 0.73 | Most |
| Actual use | 3.69 | 0.89 | Most |
| Total | 3.77 | 0.66 | Most |

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

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกัน พบว่า ไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เกิน 0.75 ซึ่งจะไม่เกิดปัญหา Multicollinearity (Maharatsakul, 2018) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ จากตัวแปรอิสระทั้งหมด 15 ตัวแปร สามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม คือ การยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ อยู่ร้อยละ 31.2 ($R^2 = 0.312$) โดยเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig. $F \leq 0.001$) พบว่า มีทั้งหมด 5 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก 2 ตัวแปร ได้แก่ เพศ ($p = 0.012$) รายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่ม ($p = 0.041$) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ตัวแปรที่มีผลเชิงลบ 3 ตัวแปร ได้แก่ อายุ ($p \leq 0.001$) แหล่งเงินทุน ($p \leq 0.001$) และระยะเวลาการเป็นสมาชิกกลุ่ม ($p = 0.008$) มีความสัมพันธ์อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้สามารถอธิบายตัวแปรอิสระทั้งหมด 5 ตัวแปรที่มีผลต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า (Table 3) ได้ดังนี้

1. เพศ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า สามารถอธิบายได้ว่า สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเป็นเพศชาย จะมีการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก ผู้ชายจะมีความเป็นผู้นำกลุ่ม มีบทบาทเป็นตัวแทนของคนในกลุ่ม มีโอกาสที่จะมีความรับผิดชอบในการตัดสินใจ หรือดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อที่จะพัฒนาวิสาหกิจชุมชนให้ก้าวหน้า จึงส่งผลให้การยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Kananit *et al.* (2017) ที่พบว่า เพศชายมีความต้องการได้รับการพัฒนาการเกษตรจาก อบต.หัวทอง มากกว่า เพศหญิง สาเหตุเนื่องมาจากเพศชายเป็นแรงงานหลักและผู้ปฏิบัติงานในไร่นา ซึ่งทำให้ทราบถึงปัญหาและความต้องการได้รับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง

2. อายุ มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า สามารถอธิบายได้ว่า สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีอายุน้อย

การยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสมาชิกที่มีอายุน้อยจะมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้ ข้อมูลข่าวสารในเรื่องที่ตนเองมีความสนใจ ทำให้มีโอกาสในการเปิดกว้างที่จะยอมรับสิ่งใหม่ ๆ หรือแสวงหาวิธีการความรู้ใหม่ ๆ ให้แก่ตนเองเสมอ และสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วกว่าสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีอายุมากกว่า เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Hnunyos (2020) ที่พบว่าอายุมีผลต่อความต้องการความรู้ด้านวิสาหกิจชุมชนของนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ผู้ที่มีอายุต่ำกว่าจะมีความต้องการความรู้ที่สูงกว่า เพื่อพัฒนาศักยภาพของตนเองให้เกิดการยอมรับแก่บุคคลอื่น

3. รายได้จาก การเป็นสมาชิกกลุ่ม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า สามารถอธิบายได้ว่าสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีรายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่มมากขึ้น การยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าจะเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเห็นถึงโอกาสที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มความหลากหลายของช่องทางทางการตลาดออนไลน์ เพื่อการจำหน่ายสินค้าและบริการได้มากขึ้น ตอบโจทย์กลุ่มลูกค้าทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลของสินค้าได้ไม่จำกัดเวลาและได้ทั่วทุกพื้นที่ ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้กับสมาชิกและกลุ่มสามารถพึ่งพาตนเองได้ ทำให้สมาชิกกลุ่มเกิดการยอมรับ สอดคล้องกับ Techakhod (2018) ที่พบว่ารายได้จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีผลต่อบทบาทผู้นำในการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทำให้กลุ่มมีการทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มเครือข่ายเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ เพื่อนำไปบริหารจัดการกลุ่ม อีกทั้งสามารถสร้างและขยายกลุ่มเครือข่ายให้เพิ่มมากขึ้น และงานวิจัยของ Ratchusanti (2016) ที่พบว่า รูปแบบการจัดการภูมิปัญญาของผู้สูงอายุเป็นลักษณะที่เคยมีการรวมกลุ่มในการ

ประกอบธุรกิจมีการรวมกลุ่มเพื่อสร้างความเข้มแข็งและเสริมสร้างรายได้ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน

4. แหล่งเงินทุน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า สามารถอธิบายได้ว่า สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ใช้แหล่งเงินทุนของตนเองจะมีการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าจะลดลง เนื่องจากกรณีแหล่งเงินทุนหลายแห่ง มีโอกาสที่จะได้รับความช่วยเหลือสนับสนุนทางด้านเงินกู้ยืมในการลงทุนพัฒนาสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น รวมถึงหนี้สินที่มาจากการกู้ยืมจากแหล่งเงินทุนหลายแห่ง ทำให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความต้องการที่จะพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่ม เพื่อเพิ่มรายได้เพื่อนำไปชำระหนี้สินให้กับแหล่งเงินทุน สอดคล้องกับงานวิจัย Kananit *et al.* (2017) พบว่าเกษตรกรที่มีแหล่งเงินกู้มากกว่า 1 แห่งขึ้นไปมีความต้องการได้รับการพัฒนาการเกษตร มากกว่าเกษตรกรที่มีแหล่งเงินกู้จำนวนหนึ่ง เนื่องจากเกษตรกรมีภาระหนี้สินในครัวเรือน จึงต้องการได้รับการพัฒนาการเกษตร ในด้านการสนับสนุนเงินทุน แหล่งเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และปัจจัยการผลิต เพื่อให้เกษตรกรสามารถทำการเกษตรเพิ่มขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง จึงจะสามารถลดภาระหนี้สินลงได้

5. ระยะเวลาการเป็นสมาชิกกลุ่ม มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีระยะเวลาการเป็นสมาชิกกลุ่มน้อย การยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสมาชิกที่เข้าร่วมกลุ่มเป็นระยะเวลาสั้น เป็นกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่มีทักษะประสบการณ์ ในการใช้เทคโนโลยี มีความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่จำเป็นต่อการใช้ช่องทางทางการตลาดออนไลน์ในปัจจุบัน หรือมีความสามารถพึ่งพาตนเองได้ในระดับที่มี

ความชำนาญมากกว่าสมาชิกที่มีการจดทะเบียนกลุ่มเป็นระยะเวลานาน ส่วนใหญ่สมาชิกในกลุ่มจะเป็นผู้สูงอายุ จึงทำให้ยากต่อการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ ขาดความรู้ความเข้าใจ และทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีการตลาดออนไลน์ สอดคล้องกับ Purintrapibal (2023) ที่พบว่าระยะเวลาในการเป็นเกษตรกรรุ่นใหม่ เมื่อมีระยะเวลาในการเป็น Young Smart Farmer เพิ่มขึ้นจะ

มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยความต้องการซื้อเพื่อการส่งเสริมการเกษตรด้านสื่อการเกษตรลดลง แต่ในขณะที่งานวิจัยของ Jeerat (2018) พบว่า เมื่อเกษตรกรมีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มทางการเกษตรเพิ่มขึ้นจะทำให้เกษตรกรมีการทำเกษตรกรรมในระดับครัวเรือนตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเพิ่มขึ้น

Table 3 Factors affecting the adoption of the community enterprise's members

| Independent variables | Dependent variable | | |
|--|---|--------|-----------|
| | Adoption of online market channels for selling products | | |
| | B | t | Sig. |
| Gender | .248 | 2.508 | .013* |
| Age | -.014 | -3.398 | <.001** |
| Marital status | -.051 | -.527 | .599 |
| Education level | .002 | .113 | .910 |
| Main income | 6.721E-8 | .427 | .670 |
| Income from being community enterprise members | 3.169E-6 | 2.060 | .041* |
| Dividends from community enterprise membership | 4.210E-5 | 1.233 | .219 |
| Debt | 1.005E-7 | .954 | .341 |
| Capital source | -.330 | -3.447 | <.001** |
| Participating in community enterprise membership | -.072 | -2.693 | .008** |
| Product | .012 | .211 | .833 |
| News about online marketing channels | .004 | .200 | .842 |
| Training about online marketing channels | -.011 | -.206 | .837 |
| Meeting with community enterprise members | .029 | .843 | .400 |
| Contact with extension officer | -.025 | -.966 | .335 |
| Constant | 4.841 | 14.420 | < 0.001** |
| R² = 0.312 (31.2%) F = 5.218 Sig. F < 0.001** | | | |

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

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะต่อการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

การศึกษาปัญหา และข้อเสนอแนะของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนต่อการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า พบว่า 1) ขาดการมีส่วนร่วมการลงมือปฏิบัติขั้นตอนในการสร้างช่องทางทางการตลาดออนไลน์ เนื่องจากการรับรู้ช่องทางทางการตลาดออนไลน์ถูกจำกัดอยู่ในบางกลุ่ม เพราะตัวแทนที่เข้าร่วมอบรมไม่ได้มีการนำมาขยายผลต่อภายในกลุ่ม 2) การสร้างช่องทางทางการตลาดออนไลน์มีความซับซ้อนและยุ่งยากซึ่งสมาชิกส่วนใหญ่รับรู้ถึงประโยชน์ของช่องทางทางการตลาดออนไลน์ แต่เมื่อต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ลงมือทำการสร้างช่องทางทางการตลาดออนไลน์ขึ้นมาพบว่ามีข้อจำกัดในการสร้างเกิดขึ้น เพราะจำเป็นจะต้องมีความรู้เรื่องการใช้เทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน 3) ขาดเงินทุนการสร้างและพัฒนาช่องทางทางการตลาดออนไลน์เนื่องจากการตลาดออนไลน์มีการแข่งขันที่สูงมาก มีการว่าจ้างทำการตลาดออนไลน์ทุกช่องทางพร้อมโปรแกรมแบบครบวงจร ทำให้ช่องทางทางการตลาดออนไลน์ของวิสาหกิจชุมชนเข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้อย่างยากลำบากมากขึ้น 4) มีข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์สัญญาณโทรศัพท์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เข้าไม่ถึงในบางพื้นที่ที่เป็นเขตพื้นที่สูง เขตพื้นที่ห่างไกลเป็นอุปสรรคเมื่อกลุ่มลูกค้ามาสอบถามเกี่ยวกับสินค้า 5) การกระจายระบบขนส่งสินค้ายังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ ในพื้นที่ห่างไกลการจะส่งสินค้าจะต้องเดินทางจากพื้นที่สูงลงมาใช้บริการขนส่งพื้นที่ด้านล่าง ทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้นทั้งค่าน้ำมัน ค่าแรง ค่าเสียเวลา ค่าขนส่งสินค้า ค่าอุปกรณ์ที่ต้องจัดหาเพิ่มเป็นต้น ดังนั้นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจึงมีข้อเสนอแนะที่ต้องการให้หน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน สนับสนุนและมีนโยบายการพัฒนาศักยภาพใน

การพึ่งพาตนเองของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ดังนี้ 1) ส่งเสริมให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการอบรมศึกษาดูงานเรื่องการตลาดออนไลน์ อย่างน้อยให้ได้ครั้งหนึ่งของจำนวนสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อที่จะสร้างการรับรู้ร่วมกัน 2) สร้างแพลตฟอร์มช่องทางทางการตลาดออนไลน์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สร้างเว็บไซต์ หรือเพจ Facebook เพื่อโฆษณาให้กับผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโดยตรง 3) สนับสนุนงบประมาณหรือแหล่งเงินทุนแก่ชุมชน ช่วยจัดหาแหล่งสินเชื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการจัดการ 4) สนับสนุนติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่

สรุปผลการวิจัย

สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 52 ปี มีสถานภาพสมรส ส่วนใหญ่จบการศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 13,566.13 บาทต่อปี แหล่งเงินทุนส่วนใหญ่มาจากเงินทุนตนเอง มีระยะเวลาการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเฉลี่ย 5.49 ปี มีการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่ยอมรับมากที่สุดคือ ด้านรับรู้ถึงประโยชน์ด้านสนใจเทคโนโลยีใหม่ ด้านตั้งใจที่จะใช้งาน ด้านการนำมาใช้จริง และด้านความง่ายต่อการใช้งาน ตามลำดับ และจากการศึกษาพบว่าปัจจัย เพศ อายุ รายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่ม แหล่งเงินทุน และระยะเวลาการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน มีผลต่อการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปัญหาในการยอมรับช่องทางทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ขาดการมีส่วนร่วมการดำเนินงานของสมาชิกภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน การสร้างช่องทางทางการตลาดออนไลน์มีความซับซ้อนและยุ่งยาก ขาดเงินทุนในการเข้าถึง

เพื่อสร้างและพัฒนา มีข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์ สัญญาณเครือข่าย และการกระจายระบบขนส่งสินค้า ยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ ผู้ศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. กรมส่งเสริมเกษตรทั้งในระดับส่วนกลาง และจังหวัด ควรให้การสนับสนุนส่งเสริมช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า และควรกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์ร่วมบูรณาการการส่งเสริมและพัฒนา กลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยรูปแบบประสานงานร่วมมือกันกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีบริบทการทำงาน คล้ายคลึงกันทั้งส่วนของภาครัฐเองและภาคเอกชน เพื่อให้เกิดการเสริมพลังในการทำงานซึ่งกันและกัน โดยจัดทำแผนพัฒนาและส่งเสริมการดำเนินงาน วิสาหกิจชุมชน ผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน ช่องทางจัดจำหน่ายสินค้า และมอบองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการใช้ช่องทางการตลาดออนไลน์แก่วิสาหกิจชุมชน ตลอดจน การศึกษา วิเคราะห์ วิจัย เพื่อการส่งเสริมและพัฒนา วิสาหกิจชุมชน

2. สำนักงานเกษตรอำเภอควรติดตามประเมินอย่างต่อเนื่องหลังได้รับนโยบาย ช่วยให้การสนับสนุน ด้านงานสารสนเทศวิสาหกิจชุมชนปรับโครงสร้างของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้หันมาใช้ช่องทางตลาดออนไลน์ เพื่อจำหน่ายสินค้ามากขึ้น หนุนเสริมการสร้างช่องทางการตลาดออนไลน์ให้เป็นแพลตฟอร์มที่มีมาตรฐาน ลดขั้นตอนความซับซ้อนยุ่งยากในการสร้างเพื่อให้เข้าถึงได้ง่าย

3. ภาครัฐควรสร้างภาคีเครือข่ายระหว่าง ภาคเอกชน ภาครัฐวิสาหกิจ หรือสถาบันการศึกษา ร่วมประสานงานเพื่อสนับสนุนในเรื่องแหล่งเงินทุนในพื้นที่ และแหล่งเงินทุนจากภายนอกชุมชนเพื่อเป็นทุน สบทบให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งภาครัฐควรมอบหมายงานแต่งตั้งเจ้าหน้าที่สำหรับรวบรวมข้อมูลและ ให้คำแนะนำแก่สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในการเพิ่ม แหล่งเงินทุน หรือช่องทางโอกาสต่าง ๆ ในการจำหน่าย

สินค้า เช่น โครงการพัฒนาธุรกิจ การนำสินค้าวิสาหกิจ ชุมชนมาวางขายในห้างชั้นนำ

4. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนควรให้ สนับสนุนเสริมสร้างทักษะการใช้เทคโนโลยี ให้กับ สมาชิกกลุ่มคนรุ่นใหม่ เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า อายุ มีผลทำให้เกิดการยอมรับช่องทางการตลาด ออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าเพิ่มขึ้น ดังนั้นควรมีนโยบาย ผลักดันให้กลุ่มคนอายุน้อยเล็งเห็นถึงความสำคัญ พัฒนาขีดความสามารถของตนเองให้เกิดประโยชน์ เพื่อเป็นสื่อกลางให้กับสมาชิกรุ่นเก่าเกิดการยอมรับ ที่จะนำสินค้าชุมชนออกสู่ตลาดออนไลน์

5. กรมส่งเสริมเกษตรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริม วิสาหกิจชุมชนควรสนับสนุนสร้างความหลากหลายของ สินค้าให้ผ่านกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน เนื่องจาก ผลการศึกษาพบว่า สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มี รายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่มมากขึ้นจะส่งผลต่อการ ยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้า เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรยกระดับสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจ ชุมชน เช่น สินค้าจำพวกอาหาร ยา เวชภัณฑ์ และ เครื่องสำอาง ควรมีมาตรฐาน อย. รับรอง และหนุนเสริม การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสม ออกแบบแพ็คเกจ สินค้าให้ได้รับความสนใจจากกลุ่มผู้บริโภคซึ่งมีความ หลากหลาย ประกอบกับการโฆษณาสินค้าให้น่าสนใจ ตรงกับความต้องการของตลาดออนไลน์ และควรติดตาม ประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพ สามารถออกสู่ตลาดในระดับสากลได้ ยกระดับการแข่งขัน และสร้างรายได้ไปสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งจะส่งผลให้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

6. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนควรจัดหา แหล่งสินเชื่อเพื่อพัฒนาชนบทหรือพัฒนา กลุ่มวิสาหกิจ ชุมชน ให้มีเงินทุนหมุนเวียนที่มีวงเงินกู้ระยะยาว และ อัตราดอกเบี้ยต่ำ เนื่องจากการศึกษาพบว่า สมาชิกกลุ่ม วิสาหกิจชุมชนที่ใช้แหล่งเงินทุนของตนเองเป็นหลัก ในการประกอบกิจการ มีแนวโน้มที่จะยอมรับช่องทาง

การตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าลดลง เพราะขาดเงินทุนในการพัฒนาสินค้า งบประมาณในการจัดหาเทคโนโลยี ขาดอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ทันสมัยต่อการใช้งาน ซึ่งการมีแหล่งสินเชื่อหลากหลายช่องทาง จะส่งผลให้มีเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการลงทุนเพิ่มขึ้น เช่น การกู้ยืมจากกองทุนหมู่บ้าน หรือจากแหล่งสินเชื่อธนาคารของรัฐ เช่น ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) ธนาคารออมสิน หรือแหล่งทุนภายใต้ความรับผิดชอบของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์หรือหน่วยงานอื่น ๆ เช่น กองทุนส่งเสริมเกษตรกร กองทุนฟื้นฟูและพัฒนาเกษตรกร กองทุนส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อยกระดับการผลิตสินค้า การแปรรูปสินค้าของชุมชน และไม่ใช้เพียงเรื่องเงินทุนเพียงอย่างเดียวเพราะแหล่งทุนเหล่านั้นจะมีการหนุนเสริมความรู้เรื่องตลาดออนไลน์ รวมถึงการพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการในหลาย ๆ เรื่อง ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือ การสร้างช่องทางการตลาดออนไลน์ ดังนั้นเมื่อสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีแหล่งเงินทุนหลากหลายแหล่งจะทำให้สามารถพัฒนาช่องทางตลาดออนไลน์ได้ดียิ่งขึ้น

7. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนควรมีการติดตามประเมินผลกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอย่างต่อเนื่องในทุกปี เนื่องจากผลการศึกษพบว่าระยะเวลาในการเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ส่งผลทำให้มีการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าลดลง อย่างไรก็ตามการได้รับการสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมอย่างใกล้ชิด และสม่ำเสมอ เช่น การสำรวจพื้นที่จริงพบปะกับสมาชิกวิสาหกิจชุมชน โดยการพูดคุยแลกเปลี่ยนกับสมาชิกอย่างใกล้ชิดแบบตัวต่อตัวหรือลงพื้นที่ในสถานที่ประกอบกิจการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้มากกว่าการปฏิบัติงานแบบเดิมในปัจจุบัน จะส่งผลให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการจดทะเบียนอย่างต่อเนื่องมีการผลิตสินค้ามาอย่างยาวนาน ต้องการเพิ่มความหลากหลายของช่องทางการตลาด

เพื่อจำหน่ายสินค้า จนเกิดการยอมรับช่องทางการตลาดออนไลน์เพื่อจำหน่ายสินค้าเพิ่มขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- Bhisalbutra, P. 2021. Technologies utilization in community enterprises business in Pathum Thani province. *Electronic Journal of Open and Distance Innovative Learning* 11 (1): 118-127. [in Thai]
- Chiang Mai Provincial Agricultural Extension Office. 2020. Number of community enterprise group members of each district in Chiang Mai province. Chiang Mai provincial agricultural extension office, Chiang Mai. [in Thai]
- Hnunyos, K. 2020. Factors affecting the need for knowledge of community enterprises of agricultural extension scholars, Chiang Mai province. Master's Thesis in Resources Development and Agricultural, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]
- Jeerat, P. 2018. Farming at the household level in accordance with the philosophy of sufficiency economy of farmers in U-mong municipality, Mueang district, Lamphun province. Master's Thesis in Resources Development and Agricultural, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]
- Kanarit, S., P. Prapatigul and C. Wongsamun. 2017. Farmers' needs for agricultural development from Wathong subdistrict administrative organization Phuwiang district,

- Khon Kaen province. Khon Kaen Agriculture Journal. 45(1): 1515-1521. [in Thai]
- Likert, R. 1961. New patterns of management. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Maharatsakul, P. 2018. Research concepts, principles, and processes: quantitative, qualitative, and combined methods for writing a thesis. Panyachon Publishing, Bangkok. [in Thai]
- Ouitekkheng, V. 2015. Online marketing communication strategy of online business in terms of streaming in Thailand. Master's Thesis in Digital Marketing Communication, Graduate School, Bangkok University. [in Thai]
- Purintrapibal, T. 2023. Media needs for agricultural extension of young smart farmers in upper northern Thailand. Master's Thesis in Resources Development and Agricultural, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]
- Ratchatanon, O. 2016. The impacts of e-commerce on local business. Bank of Thailand, Bangkok. [in Thai]
- Ratchusanti, J. 2016. The elderly's potentiality of wisdom usage for remuneration, Chiang Mai province. Academic Journal Uttaradit Rajabhat University 11(2): 67-84. [in Thai]
- Techakhod, N. 2018. The role of leaders in the operation of community enterprises Chiang Mai province. Master's Thesis in Resources Development and Agricultural, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. Statistics: An introductory analysis. John Weather Hill, Inc., London.

ระบบการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้ผลิตไก่พื้นเมืองภาคใต้

The Systems of Production and Marketing of Southern Native Chicken Producers

จรีวรรณ จันทร์คง^{1*} ณปภัช ช่วยชูหนู¹ และบัณฑิตา ภูทรัพย์มี ไปณะทอง²

Jareewan Chankong^{1*} Napapach Chuaychu-noo¹ and Banthita Poosabmee Ponatong²

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

¹Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thung Song, Nakhon Si Thammarat 80110

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

²Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thung Song, Nakhon Si Thammarat 80110

* Corresponding author: jareewan.rmutsv@gmail.com

(Received: 28 March 2024; Revised: 23 May 2024; Accepted: 5 June 2024)

Abstract

The objective of this research was to study the production and marketing system of native chicken farmers in the southern region. In order to motivate farmers to raise the income from their products. By collecting data from native chicken farmers in Nakhon Si Thammarat and Phatthalung provinces. The result showed that farmers who raised native chickens have a net profit per production cycle at 5.94 baht/kilogram, profit over cash cost per production cycle at 17.53 baht/kilogram. The total cost of raising native chickens per production cycle at 84.06 baht/kilogram, which were separated into fixed and variable costs. The most cost is food at 72.80 percent. While the distribution channel showed that farmers preferred selling live native chickens to merchants in the local area, with the high percentage followed by distribution to wholesale merchants, retail merchants. And others, such as community consumers, community restaurants, respectively. In relation to the creation of native chicken production and marketing systems, additional management procedures such as overseeing the native chicken feed program should be included to boost native chicken production efficiency. To enable farmers to make genuine profits, breed development and cost-benefit analysis are implemented in the production of native chickens. In addition to encouraging distribution networks and policies for creating regional chicken products to boost farmer income.

Keywords: Production, marketing, native chicken

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้ผลิตไก่พื้นเมืองภาคใต้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการผลิตและการขยายตลาดไก่พื้นเมือง เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรมีความมั่นใจในการผลิตเพื่อเพิ่มรายได้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง มีกำไรสุทธิต่อรอบการผลิต จำนวน 5.94 บาท/กิโลกรัม/รอบการผลิต และกำไรเหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 17.53 บาท/กิโลกรัม/รอบการผลิต ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นจำนวน 84.06 บาท/กิโลกรัม/รอบการผลิต โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรรวม ซึ่งต้นทุนที่มากที่สุดคือค่าอาหาร ร้อยละ 72.80

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง นิยมจำหน่ายในรูปแบบไม่มีชีวิต ทั้งนี้พบว่า เกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมาคือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือร้านอาหารในชุมชน ด้านการพัฒนากระบวนการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมือง ควรเพิ่มกระบวนการจัดการอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไก่พื้นเมือง เช่น การจัดการโปรแกรมอาหารไก่พื้นเมือง การพัฒนาสายพันธุ์ การคำนวณต้นทุนผลตอบแทนในการผลิตไก่พื้นเมือง เพื่อให้เกษตรกรสามารถรับรู้ถึงผลกำไรที่แท้จริง ตลอดจนส่งเสริมช่องทางการจัดจำหน่าย และแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่พื้นเมืองเพื่อเพิ่มรายได้แก่กลุ่มเกษตรกร

คำสำคัญ: การผลิต การตลาด ไก่พื้นเมือง

คำนำ

การบริโภคเนื้อไก่ภายในประเทศไทยนั้น นอกจากไก่เนื้อ (ไก่กระตัง) แล้ว ในตลาดชุมชนทั่วประเทศ ยังมีการบริโภคไก่พันธุ์อื่น ๆ ได้แก่ ไก่พื้นเมือง ไก่ลูกผสมพื้นเมือง ไก่โต้ง หรือไก่ซี (ไก่ไข่เพศผู้) ซึ่งโดยทั่วไปการบริโภคของคนไทยจะคล้ายกับการบริโภคของคนชาติอื่น ๆ ในเอเชีย ที่นิยมบริโภคไก่พื้นเมืองมากกว่าไก่เนื้อ แต่มักจะหาซื้อไก่พื้นเมืองไม่ได้ โดยเฉพาะตลาดในเขตเมือง เพราะไม่มีการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม ทำให้ปริมาณที่ส่งตลาดมีไม่เพียงพอและต่อเนื่อง (Sopha *et al.*, 2013) สำหรับปริมาณการบริโภคไก่พื้นเมืองในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของไก่พื้นเมืองที่มีคุณภาพเนื้อดีรสชาติอร่อย เนื้อแน่น ไขมันน้อย สอดคล้องกับรายงานของ Leotaragul *et al.* (2009) ที่รายงานว่า เนื้อไก่พื้นเมืองแน่นนุ่ม กลิ่นหอม และมีรสชาติดี ทำให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การบริโภคไก่พื้นเมืองจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคที่มีความพิเศษไปจากไก่เนื้อทั่วไป ไก่พื้นเมืองจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ถูกนำมาประกอบเป็นอาหาร หรือจำหน่าย

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่พื้นเมืองซึ่งเป็นการเลี้ยงของเกษตรกรรายย่อย เพื่อเป็นอาชีพเสริมในเกือบทุกจังหวัดของประเทศ แต่ทั้งนี้การผลิตไก่พื้นเมืองยังคงประสบปัญหาในเรื่องการผลิต

อัตราการเจริญเติบโตช้าให้ผลผลิตต่ำ จึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ส่งผลให้ไก่พื้นเมืองมีราคาสูงกว่าไก่เนื้อ โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 - 30 (Laopaiboon *et al.*, 2010) ส่งผลกระทบต่อราคาไก่ภายในประเทศ ทั้งนี้ยังต้องมีการสนับสนุนเทคนิคทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกษตรกรผู้ผลิตไก่พื้นเมืองมีความสามารถในการผลิตเนื้อไก่ที่มีคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศได้ สำหรับพื้นที่ภาคใต้มีเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองทั้งหมด 2,774,559 ราย และมีจำนวนไก่พื้นเมือง 114,488,630 ราย (Information and Communication Technology Center, 2022) จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีเกษตรกรประกอบอาชีพการเลี้ยงไก่พื้นเมืองมากที่สุด โดยมีเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองจำนวน 69,412 ราย และมีไก่พื้นเมือง จำนวน 2,588,248 ตัว รองลงมาคือ พื้นที่จังหวัดพัทลุง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงไก่ควบคู่กับการประกอบอาชีพเกษตรด้านอื่น ๆ แต่ทั้งนี้พบว่า ไก่พื้นเมืองภาคใต้เป็นสินค้าเกษตร ซึ่งในภาพรวมยังขาดศักยภาพในการแข่งขัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของเกษตรกรผู้ผลิตรายย่อย ที่พบว่า ปัญหาส่วนใหญ่ของเกษตรกร คือ ปัญหาด้านต้นทุนการผลิต เนื่องจากราคาอาหารสัตว์ที่เพิ่มสูงขึ้น อัตราการเจริญเติบโตช้าส่งผลให้ผลผลิตต่ำจึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ปัญหาด้านราคาซื้อขายที่ไม่เป็นธรรมระหว่าง

ผู้ผลิตและพ่อค้ารวบรวม ลักษณะโครงสร้างของตลาดพบว่า ส่วนใหญ่ตลาดไก่ชำแหละค่อนข้างแคบเมื่อเทียบกับตลาดเนื้ออื่น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากจำนวนผู้บริโภคในตลาดโดยทั่วไปของไก่มีชีวิตจะประกอบไปด้วยลักษณะต่าง ๆ เช่น ตลาดทั่วไป เป็นตลาดไก่มีชีวิตของผู้เลี้ยงรายย่อยหรือฟาร์มขนาดเล็ก มีการติดต่อซื้อขายและตกลงกันหน้าฟาร์ม ส่วนใหญ่ผู้ซื้อจะเป็นพ่อค้าหรือเชิงชำแหละภายในท้องถิ่น ความด้อยประสิทธิภาพด้านการตลาดของไก่พื้นเมือง ไม่มีการกำหนดเกรดและมาตรฐานที่ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถสร้างความแตกต่างด้านราคา ระหว่างเนื้อไก่ที่มีคุณภาพต่างกัน เป็นปัญหาและอุปสรรคสำคัญที่ทำให้การพัฒนาไก่พื้นเมืองไม่ก้าวหน้าเหมือนกับสินค้าปศุสัตว์อื่น ๆ ทำให้ผู้เลี้ยงเกิดความรู้สึกไม่มั่นคงและได้รับผลตอบแทนที่ต่ำ ทำให้ขาดแรงจูงใจในการพัฒนาการผลิตไก่พื้นเมือง

อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ผ่านมายังไม่ปรากฏข้อมูลแน่ชัดถึงการดำเนินกิจกรรมทางการตลาดของไก่พื้นเมืองในพื้นที่ภาคใต้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นโอกาสที่ผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาระบบการผลิตการตลาด ตลอดจนการศึกษาด้านโครงสร้างต้นทุนผลตอบแทน โดยข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนที่ดีจะเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยในการวางแผนประกอบการตัดสินใจในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองต่อไป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ครอบคลุมประเด็นด้านการศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองภาคใต้ การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทน และช่องทางการจัดจำหน่าย ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการผลิตไก่พื้นเมืองภาคใต้ ซึ่งเป็นทางเลือกในการสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรในชุมชน ข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นและมีส่วนช่วยให้เข้าใจถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตั้งแต่ผู้ผลิต และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการผลิตไก่พื้นเมืองและเป็นแนวทางในการขยายตลาดไก่พื้นเมือง เพื่อส่งเสริม

ให้เกษตรกรมีความมั่นใจในการผลิตเพื่อเพิ่มรายได้ และส่งเสริมการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการวิจัย ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ประชากร ประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตและการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง

กลุ่มตัวอย่าง เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

- 1) เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 73,289 ราย และจังหวัดพัทลุง จำนวน 48,378 ราย (Information and Communication Technology Center, 2022) โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จากเกษตรกรซึ่งเป็นสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 50 ราย และจังหวัดพัทลุง จำนวน 50 ราย รวม 100 ราย ที่มีอายุมากกว่า 18 ปี และยินดีให้ข้อมูลด้านการผลิต ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง
- 2) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตและการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดพัทลุง ซึ่งไม่ทราบขนาดจำนวนประชากรที่ชัดเจน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 5 ราย และจังหวัดพัทลุง จำนวน 5 ราย รวม 10 ราย ซึ่งเป็นบุคคลที่อายุมากกว่า 18 ปี และยินดีให้ข้อมูล ประกอบด้วย พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่น พ่อค้าส่ง และพ่อค้าปลีก เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และโครงสร้างการตลาดของไก่พื้นเมืองในพื้นที่ภาคใต้

เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง โดยแบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านต้นทุน-ผลตอบแทนจากการผลิตไก่พื้นเมืองต่อการการผลิต

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านปัญหาและอุปสรรคในการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกร

โดยมีการดำเนินการยื่นขออนุมัติการทำวิจัยในมนุษย์ (เลขที่เอกสารรับรอง WUEC-23-001-01 รหัสโครงการวิจัย WU-EC-EX-3-378-65)

2) การประชุมกลุ่มย่อย (focus group) ร่วมกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตและการตลาด ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ในการระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการและแนวทางในการดำเนินการผลิต ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการผลิต

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์วิถีตลาด ช่องทางการจัดจำหน่าย และการคำนวณค่าเสื่อมราคา ต้นทุน และผลตอบแทนการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกร ตลอดจนการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (Return on Investment; ROI) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

2) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาด โดยนำข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ศึกษาข้อมูลทั่วไปด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง

เก็บรวบรวมข้อมูลจากสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง รวมจำนวน 100 ราย ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่ เป็นเพศชาย ร้อยละ 68 มีอายุในช่วง 41 - 50 ปี มากที่สุด (ร้อยละ 35) อยู่ในสถานภาพสมรสมากที่สุด (ร้อยละ 79) ระดับการศึกษา อยู่ในระดับประถมศึกษามากที่สุด (ร้อยละ 44) อาชีพหลัก ได้แก่ ทำการเกษตร ร้อยละ 76 ชำนาญการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 12 และ ค้าขาย/รับจ้าง ร้อยละ 12 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ประมาณ 15,000 บาท (ร้อยละ 55) ส่วนใหญ่เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง และค้าขายเป็นอาชีพครัวเรือนเกษตรกรมีหนี้สิน คิดเป็นร้อยละ 68 แหล่งเงินกู้ส่วนใหญ่จากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร

เกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงไก่พื้นเมืองรูปแบบกึ่งซังกึ่งปล่อย สายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยง ประกอบด้วย ไก่ศรีวิชัย ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และไก่ค้ออ่อน ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง เกษตรกรมีระยะเวลาในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองประมาณ 1 ชั่วโมง/วัน ขนาดพื้นที่ฟาร์มในการเลี้ยงไก่ 100 - 400 ตารางวา/ครัวเรือน จำนวนโรงเรือนของเกษตรกร 1 - 2 โรงเรือน/ครัวเรือน อายุการใช้งานของโรงเรือน 5 - 10 ปี อุปกรณ์ภายในโรงเรือนประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ให้น้ำ จำนวน 5 - 10 ชิ้น/โรงเรือน ราคาอยู่ในช่วง 60 - 120 บาท อายุการใช้งานประมาณ 3 - 5 ปี อุปกรณ์ที่ให้อาหาร 3 - 5 ถัง/ราย ราคา 90 - 150 บาท/ถัง อายุการใช้งาน 3 - 5 ปี ด้านประสบการณ์ในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่ ร้อยละ 72 คือไม่เกิน 10 ปี เกษตรกรได้รับความรู้ด้านการเลี้ยงไก่พื้นเมืองมาจากครอบครัว (บรรพบุรุษ) มากที่สุด ร้อยละ 66 รองลงมาคือ ความรู้ที่ได้รับจากเพื่อนและญาติ ร้อยละ 21 และความรู้จากเจ้าหน้าที่

ของรัฐ (เช่น ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด) ร้อยละ 13

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองจำนวน 100 ราย ในรอบการผลิต 1 รุ่น ประมาณ 16 สัปดาห์ พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง มีกำไรสุทธิต่อรอบการผลิต จำนวน 5.94 บาท/กิโลกรัม และกำไรเหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 17.53 บาท/กิโลกรัม และมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (ROI) เท่ากับ

7.06 ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นจำนวน 84.06 บาท/กิโลกรัม โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุนซึ่งไม่เป็นเงินสด จำนวน 4.09 บาท โดยเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ มากที่สุด ร้อยละ 2.33 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 79.97 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าอาหาร คิดเป็นร้อยละ 72.80 ค่าพันธุ์ ร้อยละ 11.90 และค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด ร้อยละ 8.92 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Cost-Benefit of native chicken (baht/kilogram/production cycle)

| Item | Value in cash (baht) | Value non-cash (baht) | Percentage |
|---|----------------------|-----------------------|---------------|
| Fixed cost | | | |
| Depreciation of poultry structure and equipment | | 1.96 | 2.33 |
| Opportunity cost for land use | | 1.31 | 1.56 |
| Opportunity cost for capital | | 0.82 | 0.98 |
| Total fixed cost | | 4.09 | |
| Variable cost | | | |
| Breed | 10.00 | | 11.90 |
| Feed | 61.20 | | 72.80 |
| Drug and Vaccine | 0.31 | | 0.37 |
| Floor laying materials | 0.19 | | 0.22 |
| Structure repairs and equipment | 0.30 | | 0.36 |
| Others such as water and electricity bills | 0.47 | | 0.56 |
| Household opportunity cost | | 7.50 | 8.92 |
| Total variable cost | 79.97 | | |
| Total cost | 84.06 | | 100.00 |
| Total cash cost | 72.47 | | |
| Total income | 90.00 | | |
| Net income | 5.94 | | |
| Income over cash cost | 17.53 | | |
| Return on Investment (ROI) | 7.06 | | |

Remarks: Data was obtained from interviews and author's calculations

จากการศึกษาต้นทุนผลตอบแทนการผลิตไก่พื้นเมืองของเกษตรกร พบว่า มีกำไรสุทธิต่อรอบการผลิต จำนวน 5.94 บาท/กิโลกรัม กำไรเหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 17.53 บาท/กิโลกรัม และมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (ROI) เท่ากับ 7.06 ทั้งนี้จะเห็นว่า กำไรเหนือต้นทุนเงินสดยังคงมากกว่าศูนย์ แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรยังคงสามารถดำเนินกิจกรรมเลี้ยงไก่พื้นเมืองต่อไปได้ เนื่องจากผลตอบแทนเหนือต้นทุนเงินสดมากกว่าศูนย์ นั้นหมายถึงเกษตรกรยังคงมีกำไรสูงกว่าต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิต ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นจำนวน 84.06 บาท/กิโลกรัม/รอบการผลิต โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ซึ่งไม่เป็นเงินสด จำนวน 4.09 บาท โดยเป็นค่าเสื่อมราคาโรงเรือนและอุปกรณ์มากที่สุด (ร้อยละ 2.33) ด้านต้นทุนผันแปรรวมจำนวน 79.97 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย ค่าอาหาร ร้อยละ 72.80 ค่าพันธุ์คิดเป็นร้อยละ 11.90 และค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 8.92 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chankong and Chuaychu-noo (2021) ที่ทำการศึกษาด้านทุนและผลตอบแทนของผลิตไก่ดำเขาหลัก จังหวัดตรัง ทั้งนี้พบว่า ต้นทุนสำคัญคือ ค่าอาหาร ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือน และค่าพันธุ์ และสอดคล้องกับงานของ Saenkunthow *et al.* (2016) ซึ่งทำการศึกษาระบบการผลิตไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่า ต้นทุนค่าอาหาร มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.82 ทั้งนี้ ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่มีสัดส่วนสูงนี้ ยังสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Prapasawat *et al.* (2012) และ Bureau of Agricultural Economic Research (2010) โดยผลการศึกษา พบว่า ต้นทุนการผลิตไก่ของเกษตรกรผู้เลี้ยงแบบอิสระและแบบประกันราคา ประกอบด้วย ค่าอาหารสัตว์ ที่มีสัดส่วนสูงที่สุดร้อยละ 66.10 และ 69.63 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ ค่าพันธุ์ มีสัดส่วนร้อยละ 16.76 และ 15.06 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในการเลี้ยงไก่โดยส่วนใหญ่ต้นทุนที่สำคัญที่สุด คือ ต้นทุนค่าอาหาร ดังนั้นการบริหารจัดการค่าอาหารสัตว์ที่ดี จะส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกรที่เพิ่มสูงขึ้น หากเกษตรกรผู้เลี้ยงทราบโครงสร้างต้นทุน ผลตอบแทน โดยข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนที่ดีจะเป็นข้อมูลที่จะช่วยในการวางแผนประกอบการตัดสินใจในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองต่อไป

ช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมืองเป็นการศึกษาเพื่อแสดงการเคลื่อนย้ายของสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในจังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุงพบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง นิยมจำหน่ายในรูปแบบไก่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 90 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้พบว่า เกษตรกรร้อยละ 82 นิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมา ร้อยละ 12.00 จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน และร้อยละ 6 จำหน่ายผ่านช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชนโดยตรง หรือร้านอาหารในชุมชน ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Distribution channel of native chicken

| Distribution channel | Frequency | Percentage |
|---|------------|---------------|
| Local gathering merchants | 82 | 82.00 |
| Wholesale merchants / Retail merchants | 12 | 12.00 |
| Other (community consumers/community restaurants) | 6 | 6.00 |
| Total | 100 | 100.00 |

Remarks: data was obtained from interviews and author's calculations

ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง เป็นการศึกษาเพื่อแสดงการเคลื่อนย้ายของสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค พบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง นิยมจำหน่ายในรูปแบบไก่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 90 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้พบว่าเกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมาคือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Chuaychu-noo *et al.* (2022) ที่ได้ทำการศึกษาช่องทางการจัดจำหน่ายไก่แดง ซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองพันธุ์ดั้งเดิมของไทยที่นิยมเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ โดยพบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่แดงนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด ร้อยละ 68.33 รองลงมาคือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน ร้อยละ 20.00 และช่องทางอื่น ๆ เช่น จำหน่ายให้ร้านอาหารในชุมชน ร้อยละ 11.67 ตามลำดับ แต่ทั้งนี้จากการศึกษาของ Saenkunthow *et al.* (2016) ซึ่งทำการศึกษาการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม กลับพบว่า วิถีตลาดไก่พื้นเมืองในพื้นที่ดังกล่าว เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน เหลือจึงจำหน่ายเป็นไก่มีชีวิต โดยเน้นจำหน่ายให้กับผู้บริโภคในชุมชน มากที่สุด ร้อยละ 46.60 รองลงมาคือ พ่อค้าผู้รวบรวมในชุมชน ร้อยละ 29.49 เครือข่ายเกษตรกร ร้อยละ 24.28 ตามลำดับ

ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในจังหวัดมหาสารคามทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ผลิต รวบรวม ซ้ำแหวะ และจำหน่ายให้กับผู้บริโภค แต่ทั้งนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยของ Wongsuthavas and Sombun (2009) ซึ่งศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่พื้นเมืองเชิงพาณิชย์ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร พบว่า ผู้รวบรวมและจำหน่ายไก่พื้นเมืองในจังหวัดสกลนคร ส่วนใหญ่มีการรวบรวมไก่พื้นเมืองในชุมชนมาขายที่ตลาดสด โดยเกษตรกรบางรายเป็นทั้งผู้รวบรวมและเป็นผู้ซ้ำแหวะ โดยวิธีการรวบรวมคือตระเวนรวบรวมซื้อตามหมู่บ้าน โดยราคาขายไก่พื้นเมืองเฉลี่ยที่กิโลกรัมละ 100 - 120 บาท

ปัญหาอุปสรรคในการผลิตไก่พื้นเมือง

จากการประชุมกลุ่มย่อย (focus group) ร่วมกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมือง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เพื่อระดมความคิดเกี่ยวกับกระบวนการและแนวทางในการดำเนินการผลิต ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการผลิตไก่พื้นเมือง รายละเอียดดังนี้

1. ด้านการผลิต

1) พัฒนาและส่งเสริมให้เกษตรกรมีการผลิตไก่พื้นเมืองอย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาและประชุมกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในพื้นที่ภาคใต้ พบว่า เกษตรกรบางรายเลี้ยงไก่พื้นเมืองได้ไม่กี่รุ่นก็เลิกเลี้ยง เนื่องจากขายไม่ได้

ราคา ทั้งนี้พบว่า พ่อค้ารวบรวมที่มารับซื้อโก๋มีชีวิตในพื้นที่ชุมชน ให้ระดับราคาที่ไม่พอใจ ส่งผลให้เกษตรกรไม่ได้เลี้ยงอย่างต่อเนื่อง บางรายเลี้ยงเพื่อจำหน่ายเฉพาะในช่วงเทศกาล เช่น ปีใหม่ ตรุษจีน งานไหว้เจ้าที่ ตลาดให้ราคาดี หรือบางครั้งเลี้ยงในกรณีที่มีเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานภาครัฐ ฯ เข้ามาส่งเสริมและแจกปัจจัยการผลิต เกษตรกรก็จะหันไปให้ความสนใจในโครงการนั้น ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตโก๋พื้นเมืองไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ซึ่งอาจส่งผลกับระดับราคาโก๋พื้นเมืองที่ผู้บริโภคได้รับ

2) การพัฒนาสายพันธุ์โก๋พื้นเมืองของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ชุมชน

ด้านการพัฒนาสายพันธุ์โก๋พื้นเมืองของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ชุมชน ควรได้รับการส่งเสริมให้มีการคัดเลือก และจัดการผสมพันธุ์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยมีสายพันธุ์ที่มีคุณค่า และเป็นเอกลักษณ์ประจำถิ่น เช่น โก๋ศรีวิชัย ของพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และโก๋คอล่อน ของพื้นที่จังหวัดพัทลุง ตลอดจนแนวทางการพัฒนาสายพันธุ์โก๋พื้นเมืองลูกผสมสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงโก๋พื้นเมืองลง

3) การเพิ่มกระบวนการจัดการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโก๋พื้นเมือง

ในกระบวนการผลิตโก๋พื้นเมือง กลุ่มเกษตรกรควรเพิ่มกระบวนการจัดการด้านอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เช่น การคำนวณต้นทุนผลตอบแทนในการผลิตโก๋พื้นเมือง เพื่อให้เกษตรกรสามารถรับรู้ถึงผลกำไรที่แท้จริง และสามารถหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตโก๋พื้นเมืองลงได้ ตลอดจนด้านการจัดการโปรแกรมอาหารโก๋พื้นเมือง แนวทางการประกอบสูตรอาหารโก๋พื้นเมือง ซึ่งมีการนำวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นมาใช้เพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร

4) ส่งเสริมการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโก๋พื้นเมืองในชุมชน

การส่งเสริมการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโก๋พื้นเมืองในพื้นที่ชุมชน เพื่อประโยชน์ด้านการต่อรองระดับราคา รวมทั้งการวิเคราะห์การตลาด การพัฒนาช่องทางด้านการจัดจำหน่ายโก๋พื้นเมือง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์โก๋พื้นเมืองที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

2. ด้านการตลาด

1) การส่งเสริมช่องทางการตลาดแก่กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตโก๋พื้นเมือง

หน่วยงานภาครัฐฯ ที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมด้านการบริโภคโก๋พื้นเมือง สร้างการรับรู้ถึงคุณค่าทางโภชนาการของโก๋พื้นเมือง และคุณค่าคุณภาพเนื้อตลอดจนวัฒนธรรมการบริโภค เพื่อส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตมีตลาดเพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้ระดับราคาโก๋พื้นเมืองเพิ่มสูงขึ้น

2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์โก๋พื้นเมือง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โก๋พื้นเมืองที่หลากหลายเพื่อเพิ่มรายได้ นอกจากการขายโก๋พื้นเมืองในรูปแบบโก๋มีชีวิต เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโก๋พื้นเมืองเป็นอาหารแช่แข็งสำเร็จรูป หรือกึ่งสำเร็จรูป เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้บริโภคให้สามารถรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของโก๋พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีได้อย่างทันที หรือการควบคุมปริมาณน้ำหนักรวมของโก๋พื้นเมืองแช่หั่นให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะต่อการบริโภคในครัวเรือนปัจจุบัน เพื่อใช้ในการปรุงอาหารในเมนูต่าง ๆ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ปริมาณควรอยู่ระหว่าง 1.2 - 1.5 กิโลกรัมต่อการบรรจุหีบห่อ ส่วนการตัดแต่งชิ้นส่วนโก๋พื้นเมืองแช่หั่นให้มีความพร้อมต่อการปรุงอาหาร ซึ่งจะสามารถอำนวยความสะดวกต่อผู้บริโภคที่มีครอบครัวสามารถนำไปประกอบเป็นอาหารได้ทันที ทั้งยังจะช่วยให้เพิ่มความถี่ในการซื้อให้เพิ่มขึ้นได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาด้านการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้ผลิตไก่พื้นเมืองภาคใต้ พบว่า เกษตรกรมีกำไรสุทธิต่อรอบการผลิต จำนวน 5.94 บาท/กิโลกรัม/รอบการผลิต และกำไรเหนือต้นทุนเงินสด จำนวน 17.53 บาท/กิโลกรัม/รอบการผลิต และมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (ROI) เท่ากับ 7.06 ด้านต้นทุนรวมในการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นจำนวน 84.06 บาท/กิโลกรัม/รอบการผลิต โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรรวมซึ่งต้นทุนที่มากที่สุดคือ ค่าอาหาร ร้อยละ 72.80 ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไก่พื้นเมือง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง นิยมจำหน่ายในรูปแบบไก่มีชีวิต มีราคาขายเฉลี่ย 90 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้พบว่า เกษตรกรนิยมจำหน่ายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่นมากที่สุด ร้อยละ 82 เนื่องจากความสะดวกในการติดต่อสื่อสารและความไว้วางใจ ซึ่งทำการติดต่อซื้อขายกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน รองลงมาคือ จำหน่ายให้แก่พ่อค้าส่ง/พ่อค้าปลีกที่มารับซื้อในชุมชน ร้อยละ 12 ด้านการพัฒนากระบวนการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมือง ควรเพิ่มกระบวนการจัดการอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไก่พื้นเมือง เช่น การจัดการโปรแกรมอาหารไก่พื้นเมือง การพัฒนาสายพันธุ์การคำนวณต้นทุนผลตอบแทนในการผลิตไก่พื้นเมือง เพื่อให้เกษตรกรสามารถรับรู้ถึงผลกำไรที่แท้จริง ตลอดจนส่งเสริมช่องทางการจัดจำหน่าย และแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่พื้นเมืองเพื่อสร้างโอกาสทางการตลาดในการจำหน่ายอีกทางหนึ่ง อีกทั้งทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องช่วยกันประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างการรับรู้และเพิ่มปริมาณความต้องการบริโภคไก่พื้นเมืองภาคใต้ต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตและการตลาดไก่พื้นเมืองทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์

ในการจัดประชุมกลุ่มและการตอบแบบสัมภาษณ์เป็นอย่างดี รวมทั้งขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปี พ.ศ. 2566 ภายใต้โครงการวิจัยการพัฒนาศักยภาพการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้ผลิตไก่พื้นเมืองภาคใต้ รวมทั้งขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Bureau of Agricultural Economic Research. 2010. The study of the breakeven point of laying hen independent and contracted versions. Agricultural Economic Research No.108. Office of Agricultural Economics, Bangkok. [in Thai]
- Chankong, J. and N. Chuaychu-noo. 2021. Production potential and economic, society and environmental impacts of Khaolak Black Bone chicken, Trang province. Prawarun agricultural journal 18(1): 80-87. [in Thai]
- Chuaychu-noo, N., B. Ponatong, P. Kakulpim and J. Chankong. 2022. Cost - benefit analysis and distribution channel of Dang chicken in southern region. Prawarun Agricultural Journal 19(1): 59-65. [in Thai]
- Information and Communication Technology Center. 2022. Database system for farmers. Department of Livestock Development. Available: <https://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/413-report->

- thailand-livestock/reportservey2566/1800-province-2023 (March 12, 2023). [in Thai]
- Laopaiboon, B., M. Duangjinda, T. Vongpralab, P. Sanchaisuriya, K. Nantachai and W. Boonkum. 2010. Testing of growth performances and meat tenderness in crossbred chicken from Thai indigenous sire and commercial dam. *Khon Kaen Agricultural Journal* 38: 373-384. [in Thai]
- Leotaragul, A., C. Prathum and S. Morathop. 2009. Guidance for customers perception of Pradu Hangdum Chiang Mai chicken. 64 p. In Research report. The Thailand Research Fund (TRF), Bangkok. [in Thai]
- Prapasawat, C., S. Laothong, A. Leotaragul, P. Rattanachawanon and C. Prasert. 2012. Economic development of native chicken (Chee-Tha Pra) to response for career of farmers and consumers. 43 p. In Research report. The Thailand Research Fund (TRF), Bangkok. [in Thai]
- Saengkunthow, U., C. Prasert and K. Nonta. 2016. Study on the system of production and marketing of Thai native chicken in Mahasarakham province. Available: <http://region4.dld.go.th/webnew/images/stories/vichakam/04-2-04-60.pdf> (May 15, 2022). [in Thai]
- Sopha, D., C. Prapasawat, S. Laothong, P. Rattanachawanon, C. Prasert and A. Leotaragul. 2013. Buying and consumption profile for chicken of customers of Khon Kaen, Mahasarakham and Loei province. *Khon Kaen Agricultural Journal* 41(1): 410-414. [in Thai]
- Wongsuthavas, S. and K. Sombun, 2009. Feasibility study of the use of native chicken or native hybrid chicken for commercial in community level: Sakon Nakhon province. 67 p. In Research report. The Thailand Research Fund (TRF), Bangkok. [in Thai]

การมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากของเกษตรกรผู้ปลูกหมาก ตำบลบางดินเป็ด อำเภอมืองชะเชิงเทรา จังหวัดชะเชิงเทรา

Participation in Creating Added Value of Betel Nut Farmers in Bang Tin Pet Subdistrict, Mueang Chachoengsao District, Chachoengsao Province

สาวินี นบนอบ ชลาธร จูเจริญ* และสุภาภรณ์ เลิศศิริ

Sawinee Nobnorb Chalathon Choocharoen* and Supaporn Lertsiri

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

* Corresponding author: fagrchch@ku.ac.th

(Received: 2 April 2024; Revised: 29 May 2024; Accepted: 18 June 2024)

Abstract

The objectives of this research were to study 1) personal basic factors and socio-economic factors 2) needs to create added value to betel nut, 3) participation of farmers in creating added value to betel nut, 4) relationship of factors to farmers' participation in creating added value, 5) problems and suggestions. The sample group was 84 betel nut farmers by using interviews to collect data. Statistics used include frequency, percentage, mean, standard deviation, minimum, maximum, and Chi-square to test the hypothesis. The research shown that most betel nut farmers were female, an average age of 64.62 years old, marital status, had a primary education level, an average agricultural family member was 1.52 people, an average farming experience was 29.90 years. The average farming area was 5.98 rai, an average betel nut productivity was 788.69 kg/year, an average income was 26,261.90 Baht/year. The need to create added value was at a high level with an average of 2.43 and participation in create added value to betel nut at moderate level with an averaging of 1.68. The hypothesis testing found that agricultural areas, income, and needs in creating added value of betel nut were related to participation in creating added value of betel nuts at a statistical significance level of 0.01, gender was related to in creating added value of betel nuts at a statistical significance level of 0.05. Due to decreased income but the yield was the same. This makes farmers want to participate in creating added value. The problems of farmers where a community of Bang Tin Ped Subdistrict was farmers lack participation in solving the situation of price decline, lacked joint activities, and lack of knowledge to change patterns and create added value for betel nuts.

Keywords: Participation, creating added value, need, betel nut

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม 2) ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก 3) การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก 4) ความสัมพันธ์ของปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากต่อการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก 5) ปัญหาและข้อเสนอแนะ กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกรผู้ปลูกหมากจำนวน 84 ราย โดยใช้

แบบสัมภาษณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 64.62 ปี สถานภาพสมรส การศึกษาระดับประถมศึกษา สมาชิกในครัวเรือนเกษตรเฉลี่ย 1.52 คน ประสบการณ์ทำการเกษตรเฉลี่ย 29.90 ปี พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 5.98 ไร่ ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 788.69 กิโลกรัมต่อปี รายได้เฉลี่ย 26,261.90 บาทต่อปี ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากอยู่ในระดับมาก เฉลี่ย 2.43 และการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากอยู่ในระดับปานกลาง เฉลี่ย 1.68 ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า พื้นที่ทำการเกษตร รายได้ และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากมีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 เพศมีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จากรายได้ที่ลดลง แต่ผลผลิตเท่าเดิม เกษตรกรจึงมีความต้องการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยมีปัญหาที่พบคือ เกษตรกรขาดการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา การดำเนินกิจกรรมร่วมกัน ขาดองค์ความรู้ในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม การสร้างมูลค่าเพิ่ม ความต้องการ หมาก

คำนำ

หมาก มีการปลูกในประเทศไทยมานานกว่า 700 ปี ตั้งแต่สมัยสุโขทัย ซึ่งปรากฏหลักฐานในศิลาจารึกหลักที่ 1 โดยมีการนำพันธุ์หมากจากแถบบางลำภู (บางกอกน้อย แฉงร้อน ราษฎร์บูรณะ บางขุนเทียน บุคคโล เขตธนบุรี และเขตอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ) ที่มีผลใหญ่ เนื้อหนา หน้าหมากมีสีออกส้ม มีวันเยอะ เป็นหมากหน้าฝาด มาปลูกในจังหวัดฉะเชิงเทรา (Department of Agricultural Extension, 1999) ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2567) พื้นที่การปลูกหมากของจังหวัดฉะเชิงเทราเปลี่ยนเป็นพื้นที่เลี้ยงกุ้ง และปลูกไม้ผล โดยเฉพาะมะม่วงซึ่งเป็นสินค้าเศรษฐกิจ เป็นที่นิยมและมีราคาดี ส่งผลให้พื้นที่ปลูกหมากค่อย ๆ ลดลง แต่เกษตรกรในพื้นที่ตำบลบางตีนเป็ด ยังคงปลูกหมากซึ่งเป็นพืชดั้งเดิมเป็นหลัก และมีการปลูกพืชอื่นเป็นพืชแซม ลักษณะการปลูกเป็นแบบยกร่องสวน ในปี พ.ศ. 2565 ราคาหมากในพื้นที่มีราคาตกต่ำ อาจเนื่องมาจากสาเหตุการชะลอตัวของตลาดภายในประเทศและตลาดส่งออก ทำให้บางส่วนต้องปล่อยให้หมากแก่คาต้น และยอมให้ล้มมารับซื้อในราคาที่ต่ำมาก ส่งผลมาถึงปี พ.ศ. 2566 ในฤดูกาลของหมากช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2566 เมื่อผลผลิตเริ่มออกสู่

ตลาดจำนวนมาก แต่ราคารับซื้อหมากสดหน้าสวนอยู่ที่ประมาณ 0.12 - 0.20 บาทต่อลูก ทำให้เกษตรกรจะนำหมากสดมาแปรรูปเป็นหมากแห้งสำหรับการบริโภค (หมากก๊อแป๊ะ หมากกลีบส้ม หมากแฉง และหมากสง) เพื่อหวังจะเก็งราคาจากการจำหน่ายหมากแห้ง กิโลกรัมละ 100 - 150 บาท ในช่วงนอกฤดูกาลเหมือนทุกปี แต่ในปัจจุบันหมากสด-แห้งกำลังชะลอตัวและคงค้างของผลผลิตเป็นจำนวนมาก สาเหตุจากสถานการณ์หมากของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2566 ตลาดส่งออกหมากของไทยติดลบร้อยละ 63.62 เหลือเพียง 861.44 ล้านบาท เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2565 ที่เคยมีมูลค่าถึง 2,523.90 ล้านบาท (Ministry of Commerce, 2023) ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกหมากทำให้เกิดผลกระทบและความกังวลของเกษตรกรในพื้นที่

การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่ามากขึ้น เพื่อทดแทนรายได้ที่ขาดหายไปจากพื้นที่ปลูกหมากในตำบลบางตีนเป็ด มีเนื้อที่ 412.93 ไร่ ได้ปริมาณผลผลิตประมาณ 350 ตันต่อปี (Mueang Chachoengsao District Agriculture Office, 2023) โดยปกติเกษตรกรมีการสร้างมูลค่าเพิ่มในด้านอาหาร โดยการผลิตหมากแห้งอยู่แล้ว นอกจากนี้ ยังมีการสร้าง

มูลค่าให้แก่สินค้า เพื่อเป็นทางเลือกเพิ่มเติมให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ผ่าน การสร้างมูลค่าเพิ่มด้านที่ไม่ใช่อาหาร เช่น การนำสารสกัดไปทำเครื่องสำอาง การนำหมากแห้งไปทำสีย้อมผ้า การนำกาบหมากแปรรูปเป็นภาชนะกาบหมาก หรือเป็นเส้นสานเพื่อทำเครื่องสานต่าง ๆ การสร้างแบรนด์เพื่อสร้างตราสินค้า การสร้างเอกลักษณ์ภาพจำของสินค้า รวมถึงการป้องกันการลอกเลียนแบบ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์สร้างสรรค์เพื่อให้สินค้าสามารถดึงดูดลูกค้าหรือสร้างเอกลักษณ์ให้แก่สินค้า การสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยการรับรองมาตรฐานสินค้าหรือการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) การสร้างมูลค่าเพิ่มด้านการบริการ เช่น การเชื่อมโยงสินค้าและบริการสู่การท่องเที่ยวเชิงเกษตร การเพิ่มช่องทางการสั่งซื้อและการบริการขนส่งหมากไปยังผู้บริโภค การสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาธุรกิจชุมชน เช่น การผลิตสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การนำวัตถุดิบหรือภูมิปัญญาในท้องถิ่นมาช่วยสร้างการพัฒนาธุรกิจของชุมชน และการสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยการสร้างกระแสผ่านการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ถ่ายทอดเรื่องราว (storytelling) การสื่อสาร ประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางต่าง ๆ ไปยังผู้บริโภค (Department of Agricultural Extension, 2013) โดยในปัจจุบันเกษตรกรที่เป็นสมาชิกวิสาหกิจชุมชนจำนวน 14 ราย มีการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการแปรรูปจากหมากสดเป็นหมากแห้ง ซึ่งเป็นการแปรรูปเพื่อถนอมอาหารมาตั้งแต่โบราณ มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่อลดระยะเวลาในการทำแห้งและแก้ปัญหาการตากหมากในฤดูฝน รวมถึงการนำเมล็ดหมากไปแปรรูปเป็นสีย้อม และนำมาใช้ย้อมผ้า เกิดเป็นผ้ามัดย้อมจากสีน้ำหมาก เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก และส่วนประกอบอื่น ๆ ของหมาก เช่น กาบหมากก็สามารถนำไปทำเครื่องจักรสานเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ถ้ามองในบริบทของสังคมกึ่งเมือง การสร้างมูลค่าเพิ่มด้วย

การสร้างแบรนด์ สร้างเรื่องราว ประชาสัมพันธ์หรือการเพิ่มมาตรฐานให้แก่กระบวนการปลูกหมากก็อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถเพิ่มมูลค่า เพิ่มโอกาสและช่องทางการตลาดให้แก่หมากได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) หมุดหมายที่ 1 ไทยเป็นประเทศชั้นนำด้านสินค้าเกษตรและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง หมุดหมายที่ 7 ไทยมีวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่เข้มแข็ง มีศักยภาพสูง และสามารถแข่งขันได้ โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้นำมาเป็นแผนปฏิบัติการของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566-2570) มีพันธกิจ เช่น การวางแผนการผลิตด้วยหลักการตลาดนำการผลิต บริหารจัดการสินค้าเกษตรตลอดห่วงโซ่อุปทานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และสามารถพัฒนาคุณภาพ ต่อยอดผลผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตรต่อไป (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2021)

จากข้อมูลต้นข้างต้นจะเห็นได้ว่าการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากทำได้หลากหลายรูปแบบ ถ้ามีการแก้ปัญหาโดยให้เกษตรกรผู้ปลูกหมากเข้ามามีส่วนร่วมจากการค้นหาปัญหา หรือศึกษาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นร่วมกัน มีการร่วมวางแผนตัดสินใจว่าเกษตรกรผู้ปลูกหมากในตำบลบางดินเปิด มีความต้องการที่จะแก้ปัญหาหรือร่วมกันสร้างมูลค่าเพิ่มในด้านใดบ้าง เพื่อเพิ่มหรือทดแทนรายได้ที่ขาดหายไป และร่วมกันดำเนินกิจกรรมจากความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก ร่วมกันรับผลประโยชน์ร่วมกันติดตามและประเมินผลการดำเนินกิจกรรม ก็จะทำให้ทราบถึงความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากซึ่งมาจากความต้องการการมีส่วนร่วมของเกษตรกร รวมถึงการหาแนวทางเพื่อให้การดำเนินงานของนักส่งเสริมหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำได้ง่ายขึ้น และยังช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง จึงทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาหาแนวทางการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก

ของเกษตรกรผู้ปลูกหมากตำบลบางตีนเป็ด อำเภอเมือง ฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา ถึงความต้องการของ เกษตรกร และหาแนวทางอย่างมีส่วนร่วมของเกษตรกร ในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากพื้นที่ตำบลบางตีนเป็ด อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทราต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกร ผู้ปลูกหมากใน ตำบลบางตีนเป็ด อำเภอเมือง ฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 107 ราย (Mueang Chachoengsao District Agriculture Office, 2023) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีของ Krejcie and Morgan (1970) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้กลุ่ม ตัวอย่างจำนวน 84 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบ สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถาม ปลายเปิด (open-ended question) และคำถามปลาย ปิด (close-ended question) ซึ่งแบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้ 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม 2) ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก 3) การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการสร้างมูลค่าเพิ่ม ให้แก่หมาก 4) ปัญหาและข้อเสนอแนะจากปัจจัยที่มี ความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่ม ให้แก่หมากของเกษตรกรผู้ปลูกหมาก จากนั้นนำ แบบสัมภาษณ์ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้น นำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบ (try out) กับเกษตรกร ผู้ปลูกหมากที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ราย และ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของตัวแปรความต้องการ ในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากและการมีส่วนร่วม ในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก ตามวิธีของครอนบาค

(Cronbach's alpha coefficient) ความต้องการในการ สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากได้ค่าสัมประสิทธิ์ความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการ สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้การ สัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) ใช้รวบรวมข้อมูล จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informants) ใช้วิธีการ ตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) มีการ ตรวจสอบถึงความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้เก็บ รวบรวมมา เพื่อให้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา มีความ น่าเชื่อถือและมีความแม่นยำ และป้องกันความ ผิดพลาดของข้อมูล

ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ หมากของเกษตรกรผู้ปลูกหมาก ได้แก่ 1) ความต้องการ สร้างมูลค่าเพิ่มด้านอาหาร 2) ความต้องการสร้าง มูลค่าเพิ่มด้านที่ไม่ใช่อาหาร 3) ความต้องการสร้าง มูลค่าเพิ่มด้านการบริการ 4) ความต้องการสร้างความ สมดุลระหว่างการผลิตกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาธุรกิจ ชุมชน 5) ความต้องการสร้างกระแสผ่านการโฆษณา ประชาสัมพันธ์

การมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ หมากของเกษตรกรผู้ปลูกหมาก ได้แก่ 1) การจัดการ ด้านโลจิสติกส์ (การขนส่ง) 2) การรณรงค์การผลิตสินค้า เกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 3) การสร้างแบรนด์/ ตราสินค้า 4) การรับรองมาตรฐาน GAP เพื่อเพิ่มมูลค่า ผลผลิต 5) การเพิ่มมูลค่าผลผลิตและพัฒนาบรรจุภัณฑ์

โดยแบ่งการวัดระดับความต้องการและการมีส่วนร่วมออกเป็น 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย ตามช่วงค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 2.35 - 3.00 หมายถึง ความต้องการการมีส่วนร่วมระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 1.68 - 2.34 หมายถึง ความต้องการการมีส่วนร่วมระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.67 หมายถึง ความต้องการการมีส่วนร่วมระดับน้อย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น การวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคม ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก การมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; S.D.) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก การมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก โดยการหาค่าไคสแควร์ (Chi-square) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และ 0.01

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกหมากส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58.3) อายุเฉลี่ย 64.62 ปี สถานภาพสมรส (ร้อยละ 64.3) การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 56.0) จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำเกษตรเฉลี่ย 1.52 คน ประสบการณ์ทำการเกษตรเฉลี่ย 29.90 ปี ปัจจัยด้าน

เศรษฐกิจและสังคม พบว่า ขนาดพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 5.98 ไร่ ปริมาณผลผลิตหมากเฉลี่ย 788.69 กิโลกรัมต่อปี รายได้จากผลผลิตเฉลี่ย 26,261.90 บาทต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับ Satsue and Phitthayaphinant (2016) ศึกษาเรื่องสถานภาพการผลิตหมากแห่งของเกษตรกรในอำเภอองครักษ์ จังหวัดพิจิตร พบว่าเกษตรกรเพศหญิงและสูงอายุมักจะทำงานอยู่ที่บ้าน และใช้เวลาว่างในการผลิตหมากแห่งที่มีขั้นตอนการผลิตไม่ยาก การผลิตหมากแห่งเป็นอาชีพเสริมที่มีรายได้ น่าพอใจและสม่ำเสมอกว่าอาชีพเสริมทางการเกษตรอื่น ๆ

ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก

จากการวิเคราะห์ระดับความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก พบว่า เกษตรกรมีระดับความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.43) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า เกษตรกรมีความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาธุรกิจชุมชน (ค่าเฉลี่ย 2.75) รองลงมา คือ ด้านการสร้างกระแสผ่านการโฆษณาประชาสัมพันธ์ (ค่าเฉลี่ย 2.51) ด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มด้านที่ไม่ใช่อาหาร (ค่าเฉลี่ย 2.37) ด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มด้านอาหาร (ค่าเฉลี่ย 2.33) และด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มด้านการบริการ (ค่าเฉลี่ย 2.19 คะแนน) ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Needs to create added value for betel nut

| The need to create added value for betel nuts | \bar{x} | S.D. | Level of needs |
|---|-------------|-------------|----------------|
| Creating food added value | 2.33 | 0.19 | Moderate |
| Creating non-food added value | 2.37 | 0.28 | High |
| Creating services added value | 2.19 | 0.24 | Moderate |
| Creating a balance between production and preserving natural resources and Creating a network of cooperation in community business development. | 2.75 | 0.31 | High |
| Creating a trend through public relations advertising | 2.51 | 0.25 | High |
| Total | 2.43 | 0.19 | High |

Remark: 2.35 - 3.00 = High, 1.68 - 2.34 = Moderate, 1.00 - 1.67 = Low

การมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก

จากการวิเคราะห์ระดับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก พบว่า เกษตรกรมีระดับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 1.68) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า เกษตรกรมีการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการรณรงค์การผลิตสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรกับ

สิ่งแวดล้อม (ค่าเฉลี่ย 2.44) รองลงมา คือ ด้านการเพิ่มมูลค่าผลผลิตและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ย 1.80) ด้านการสร้างแบรนด์/ตราสินค้า (ค่าเฉลี่ย 1.70) ด้านการจัดการด้านโลจิสติกส์ (การขนส่ง) (ค่าเฉลี่ย 1.69) และด้านการรับรองมาตรฐาน GAP เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 1.51) ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Participation in create added value for betel nut

| Participation in create added value for betel nut | \bar{x} | S.D. | Level of participation |
|---|-------------|-------------|------------------------|
| Logistics management (Transportation) | 1.69 | 0.68 | Moderate |
| Environmental protection agricultural product production movement | 2.44 | 0.66 | High |
| Branding | 1.70 | 0.72 | Moderate |
| GAP standard certification to increase product value | 1.51 | 0.67 | Low |
| Production added value and packaging development | 1.80 | 0.64 | Moderate |
| Total | 1.68 | 0.73 | Moderate |

Remark: 2.35 - 3.00 = High, 1.68 - 2.34 = Moderate, 1.00 - 1.67 = Low

จากการวิเคราะห์ระดับความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากและการมีส่วนร่วมในการเพิ่มมูลค่าให้แก่หมาก พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการสร้างมูลค่าสินค้าอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้จะเป็นเพราะในสถานการณ์ปัจจุบัน เกษตรกรในพื้นที่ประสบปัญหาผลผลิตหมาก (หมากสด) มีราคาตกต่ำ ทำให้เกษตรกรมีรายได้ลดลง เกษตรกรจึงมีความต้องการที่จะหาวิธีเพิ่มรายได้ โดยการใช้วัตถุดิบต่าง ๆ นำมาสร้างมูลค่าเพิ่ม รวมถึงกระบวนการวิธีต่าง ๆ ที่ทำให้ผลผลิตเกิดมูลค่าที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของระดับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากอยู่ในระดับปานกลาง อาจเป็นเพราะเกษตรกรในอดีตที่เกษตรกรมีรายได้ดีจากการจำหน่ายผลผลิต จึงทำให้เกษตรกรชาวสวนมีวิถีชีวิตแบบต่างคนต่างอยู่ ในลักษณะสังคมกึ่งเมือง แต่เมื่อเกิดสถานการณ์ในปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่มีความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้เกษตรกรในพื้นที่ขาดการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน

ความสัมพันธ์ของปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากกับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก พบว่า เพศมีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (Table 3) เพศของเกษตรกรผู้ปลูกหมากมีผลต่อการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก อาจเนื่องจากเพศชายมีความแข็งแรงกว่า สามารถรับจ้างทำการเกษตรอื่น ๆ ได้ แต่เพศหญิงซึ่งจะมีเวลาหรือสนใจในการทำกิจกรรมมากกว่าเพศชาย มีความละเอียดอ่อน มีทักษะการแปรรูป/สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลผลิตได้ดีกว่า จึงสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

การสร้างมูลค่าเพิ่มต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับ Satsue and Phitthayaphinant (2016) สถานภาพการผลิตหมากแห้งของเกษตรกรในอำเภอหงษา จังหวัดพัทลุง ซึ่งอธิบายเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมีการผลิตหมากแห้งซึ่งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มด้านอาหารอย่างหนึ่ง เนื่องจากการผลิตหมากแห้งมีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก โดยเกษตรกรเพศหญิงจะใช้เวลาร่าง หรือมีเวลาทำงานอยู่ที่บ้านมากกว่าเพศชาย

พื้นที่ทำการเกษตรมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 (Table 3) เนื่องจากเกษตรกรมีพื้นที่ปลูกหมากจำนวนมากทำให้มีปริมาณผลผลิตมาก

ในสถานการณ์ที่หมากราคาตกต่ำทำให้เกิดช่องว่างของรายได้จากอดีตและในปัจจุบัน ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ต้องหาวิธีการ ช่องทางในการจำหน่ายผลผลิตให้มากขึ้น จึงอาจส่งผลให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่ม ต่อยอดผลผลิตหมาก เพื่อทดแทนรายได้ที่ขาดหายไป สอดคล้องกับ Sutthijiraphan (2009) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการแปรรูปกาแฟของเกษตรกรบ้านแม่หลอด ตำบลสบเปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า พื้นที่ทางการเกษตรมีความสัมพันธ์กับความต้องการแปรรูปของเกษตรกรยังมีพื้นที่น้อยเกษตรกรยังมีความต้องการในการแปรรูปมากขึ้น

รายได้มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 (Table 3) เกษตรกรที่มีรายได้สูงมีความต้องการที่จะมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก เนื่องจากมีศักยภาพและความพร้อม รวมถึงมุมมองที่ต้องการการร่วมมือกันของคนในชุมชนร่วมกันมีส่วนในการแก้ไขปัญหาผลผลิตหมากราคาตกต่ำ และต้องการมีส่วนร่วมในการพัฒนาและสร้างมูลค่าให้แก่หมากเพื่อแก้ไขหรือลดปัญหาจากรายได้ที่ลดลง สอดคล้องกับ Sutthijiraphan (2009) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความ

ต้องการการแปรรูปกาแฟของเกษตรกรบ้านแม่หลอด ตำบลสบเปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ที่อธิบายไว้ว่าเกษตรกรที่มีรายได้สูง มีแนวโน้มที่จะมีความต้องการในการแปรรูปมากขึ้นด้วย สอดคล้องกับ Satsue and Phitthayaphinant (2016) ศึกษาสถานภาพการผลิตหมากแห้งของเกษตรกรในอำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง อธิบายว่า เกษตรกรมีรายได้จากการผลิตหมากแห้งมากกว่ารายได้เฉลี่ยจากอาชีพหลัก เกษตรกรเห็นว่าการผลิตหมากแห้งสร้างรายได้เสริมได้ดีและน่าพึงพอใจ สามารถนำเงินมาใช้จ่ายในครัวเรือนและเป็นรายได้ที่สม่ำเสมอว่าการประกอบอาชีพเสริมอื่น ๆ เช่น การรับจ้างทางการเกษตรที่มีงานและค่าจ้างแต่ละกิจกรรมไม่แน่นอน และยังสอดคล้องกับ Wichit *et al.* (2019) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของเกษตรกรจังหวัดสมุทรปราการ พบว่า เกษตรกรที่มีรายได้เพิ่มขึ้นทำให้มีความต้องการมีส่วนร่วมในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกษตรกรที่มีรายได้สูงจะมีความพร้อมทางการเงินในการตัดสินใจและเข้าร่วมการดำเนินกิจกรรม ซึ่งการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นการสร้างมูลค่าด้านบริการ สร้างรายได้จากการท่องเที่ยว และตำบลบางดินเปิดเองก็มีทำเลที่ตั้งที่

เหมาะสม อยู่ติดแม่น้ำบางปะกงและใกล้สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญคือ วัดโสธรวรารามวรวิหาร

ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากมีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 (Table 3) เกษตรกรมีความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาธุรกิจชุมชน และต้องการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการรณรงค์การผลิตสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในระดับมาก ซึ่งเกษตรกรต้องการมีส่วนร่วมการดำเนินงานจากกระบวนการเพาะปลูก/ผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกษตรกรและคนในชุมชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีจากระบบนิเวศที่ดี มีการใช้ทรัพยากรในชุมชนเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและคนในชุมชน รวมถึงการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น และสอดคล้องกับ On-un (2021) ศึกษาเรื่องการส่งเสริมการแปรรูปมังคุดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลเขาพระ อำเภอรัตนภูมิ จังหวัดสงขลา พบว่า เกษตรกรมีความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถดำเนินการเองได้ เนื่องจากมีวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก ใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในชุมชน และใช้อุปกรณ์ เครื่องมือที่มีอยู่ในครัวเรือน

Table 3 An analysis of factors related to participation in creating added value for betel nut farmers

| Independent variables | Dependent variable | |
|-----------------------|---|---------|
| | Participation in creating added value for betel nut farmers | |
| | χ^2 | p-value |
| Sex | 6.189 [*] | 0.045 |
| Age | 7.282 ^{ns} | 0.122 |
| Marital status | 3.554 ^{ns} | 0.169 |
| Education level | 0.788 ^{ns} | 0.674 |

Table 3 An analysis of factors related to participation in creating added value for betel nut farmers (Cont.)

| Independent variables | Dependent variable | |
|--------------------------------|---|---------|
| | Participation in creating added value for betel nut farmers | |
| | χ^2 | p-value |
| Number of agricultural members | 3.373 ^{ns} | 0.185 |
| Experience | 2.421 ^{ns} | 0.659 |
| Agricultural areas | 14.062 ^{**} | 0.007 |
| Product quantity | 1.013 ^{ns} | 0.603 |
| Income | 18.516 ^{**} | 0.001 |
| The need to create added value | 14.725 ^{**} | 0.001 |

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

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากกับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงสูงวัย มีการทำการเกษตรส่งต่อกันมาแบบรุ่นต่อรุ่นทำให้มีประสบการณ์ในการทำการเกษตรมาก ขนาดพื้นที่ทำการเกษตร รายได้ และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มในด้านต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก ซึ่งในปัจจุบันอาจยังขาดการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในกระบวนการต่าง ๆ แต่เมื่อเกษตรกรในพื้นที่เกิดผลกระทบจากราคาหมากที่ตกต่ำเช่นเดียวกัน เกษตรกรจึงเริ่มรวมตัวกันเกิดการมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา โดยจากความต้องการของเกษตรกรนั้น ส่วนใหญ่แล้วการสร้างมูลค่าเพิ่มสร้าง/ทดแทนรายได้ที่เกษตรกรในพื้นที่สามารถดำเนินการและรับผลประโยชน์ได้เลยคือ การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ

สร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาธุรกิจชุมชน เนื่องจากหมากเป็นพืชที่ทนทานต่อการระบาดของแมลงศัตรูธรรมชาติ ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ยากำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรผู้ปลูกหมากในพื้นที่สามารถดำเนินการร่วมกันได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตมาก บวกกับทำเลที่ตั้งของตำบลบางดินเปิดทำให้เกษตรกรมีแนวโน้มที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งทำให้เกษตรกรในพื้นที่สามารถรับผลประโยชน์ร่วมกันได้ ทั้งทางตรงจากการทำกิจกรรมในพื้นที่ การจำหน่ายผลผลิต/ผลิตภัณฑ์จากสวน รวมถึงทางอ้อมจากการที่สวนหมากตำบลบางดินเปิดเป็นแหล่งท่องเที่ยวสามารถประชาสัมพันธ์แหล่งเพาะปลูกให้เป็นที่รู้จัก มีโอกาสทางการตลาดมากยิ่งขึ้น และยังทำให้เกิดการดึงดูดเกษตรกรในพื้นที่ให้เข้ามามีส่วนร่วมและต้องการสร้างมูลค่าเพิ่ม ต่อยอดผลผลิต และทำให้เห็นได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่จะต้องการเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการดำเนินการ และการรับผลประโยชน์ ดังนั้นจึงควรให้หน่วยงานต่าง ๆ เข้ามา

ส่งเสริม สร้างการมีส่วนร่วม เพิ่มพูนองค์ความรู้ การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้เกษตรกรได้นำองค์ความรู้ไปใช้ และพัฒนาต่อยอดได้

ปัญหาและข้อเสนอแนะจากการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากของเกษตรกรผู้ปลูกหมาก

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกหมาก ตำบลบางตีนเป็ด อำเภอเมืองยะเชิงเทรา จังหวัดยะเชิงเทรา พบว่า บริบทของตำบลบางตีนเป็ด เป็นสังคมกึ่งเมือง เกษตรกรเป็นผู้สูงวัย ขาดการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน หรือขาดการรวมกลุ่ม ดังนั้น การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ จึงทำได้ยาก แต่เนื่องจากสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกหมากประสบปัญหาราคาหมากตกต่ำ บางส่วนเองไม่สามารถจำหน่ายหมากสดได้ หรือบางส่วนก็โดนกดราคาซื้อขาย จึงทำให้เกษตรกรเริ่มตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงเริ่มมีความต้องการที่จะหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกันเพื่อลดรายจ่ายและเพิ่ม/ทดแทนรายได้ที่หายไป โดยด้านการจัดการด้านโลจิสติกส์ (การขนส่ง) นั้น เกษตรกรมีความสนใจที่จะร่วมกันซื้อขายจัดการผลิต และต้องการจำหน่ายผลผลิตอื่น ๆ ร่วมกับหมากในการขนส่งครั้งเดียวกัน แต่ก็ยังขึ้นอยู่กับแหล่งรับซื้อว่ามีความต้องการผลผลิตอื่น ๆ ด้วยหรือไม่ 2) การรณรงค์การผลิตสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากหมากในพื้นที่ไม่ค่อยพบปัญหาเรื่องโรคและแมลง ทำให้เกษตรกรไม่ได้มีการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักเป็นผลผลิตด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3) การสร้างแบรนด์/ตราสินค้า เกษตรกรต้องการมีส่วนร่วมที่จะร่วมกันใช้แบรนด์/ตราสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นในการจำหน่ายหมากแห้งและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แต่ยังคงขาดความรู้และต้องการการส่งเสริม 4) การรับรองมาตรฐาน GAP เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต เกษตรกรมีการผลิตที่เป็นไปตามมาตรฐานการขอการรับรอง GAP แต่ยังคงขาดการจดบันทึกและยังไม่ได้เห็นถึงความสำคัญของ

การขอการรับรอง เนื่องจากตลาดที่รับซื้อไม่ได้มีความต้องการ 5) การเพิ่มมูลค่าผลผลิตและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ เกษตรกรเพิ่มมูลค่าผลผลิตด้วยการแปรรูปหมากสดเป็นหมากแห้ง แต่ในปัจจุบันตลาดหมากแห้งชะลอตัว ทำให้การจำหน่ายหมากแห้งไม่ได้ราคาเหมือนที่เคยส่งผลให้เกษตรกรบางส่วนมีความต้องการในการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าโดยร่วมกันทำผลิตภัณฑ์มัดย้อมจากสีน้ำหมาก หรือปรับตัวจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ แต่เนื่องจากเกษตรกรส่วนมากเป็นผู้สูงวัย ทำให้ความต้องการที่จะพัฒนาหรือต่อยอดผลิตภัณฑ์ทำได้น้อยลง ส่งผลถึงการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในพื้นที่ทำได้ยากขึ้นไปด้วย และในส่วนของ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ เกษตรกรต้องการให้มีการส่งเสริม และเพิ่มพูนองค์ความรู้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ เช่น การพัฒนาบรรจุภัณฑ์โดยใช้กาบหมาก ทั้งการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีในการขึ้นรูปกาบหมากหรือการนำเส้นจากกาบหมากมาประยุกต์ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ ทั้งนี้ อาจเป็นแนวทางที่จะสามารถทำให้เกษตรกรที่ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากเครื่องสาน สร้างอัตลักษณ์ และสร้างอาชีพเสริมให้แก่เกษตรกรผู้สูงวัย โดยจากความต้องการในด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมนั้น การส่งเสริมของทั้งภาครัฐรวมถึงภาคเอกชน ทั้งการเพิ่มทักษะ องค์ความรู้ในการสร้างมูลค่าเพิ่มด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกษตรกรได้ทดลองทำและสามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอด ประยุกต์ใช้ร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ให้เกิดเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น และการเข้าไปสนับสนุนปัจจัยการผลิต รวมถึงช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ หากเกษตรกรมีช่องทางการจำหน่ายที่แน่นอน จะทำให้ดึงดูดความสนใจของเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อให้เกิดการผลิต/พัฒนาผลิตภัณฑ์ จะเป็นการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทั้งการผลิต การจำหน่ายเพื่อให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงต่อไป

สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรผู้ปลูกหมากสวนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58.3) อายุเฉลี่ย 64.62 ปี สถานภาพสมรส (ร้อยละ 64.3) การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 56.0) จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำเกษตรเฉลี่ย 1.52 คน ประสบการณ์ทำการเกษตรเฉลี่ย 29.90 ปี มีขนาดพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 5.98 ไร่ ปริมาณผลผลิตหมากเฉลี่ย 788.69 กิโลกรัมต่อปี รายได้จากผลผลิตเฉลี่ย 26,261.90 บาทต่อปี ความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากอยู่ในระดับมาก เฉลี่ย 2.43 โดยมีความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาธุรกิจชุมชนมากที่สุด และการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากอยู่ในระดับปานกลาง เฉลี่ย 1.68 โดยการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากด้วยการรณรงค์การผลิตสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า เพศ ขนาดพื้นที่ทำการเกษตร รายได้ และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากมีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก โดยเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงสูงวัย ซึ่งมักจะทำงานอยู่ในสวนหรือบ้าน จึงค่อนข้างมีเวลาในการมีส่วนร่วมกิจกรรมในชุมชน รวมถึงเมื่อสถานการณ์การจำหน่ายหมากไม่ดี เกษตรกรก็มีความต้องการที่จะพัฒนาและแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากที่ไม่ต้องใช้กำลังหรือเงินทุนมาก โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีขนาดพื้นที่ทำการเกษตรมาก หมากสดซึ่งถือเป็นต้นทุนวัตถุดิบก็มีมากตามไปด้วย หากเกษตรกรต้องการทดแทนรายได้ที่ขาดหายไปก็จะทำให้เกษตรกรกลุ่มนี้มีความต้องการที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากได้ดียิ่งขึ้น ต้องการสร้างรายได้ให้เพิ่มมากขึ้นจากส่วนต่างที่เคยมีรายได้ในอดีตจากราคาหมากสดที่ตกต่ำลง เกษตรกรผู้ปลูกหมากในพื้นที่ตำบลบางดินเปิดยังขาดการมีส่วนร่วม เพื่อร่วมกันแก้ปัญหา

สถานการณ์หมากราคาตกต่ำ ขาดการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน ที่เกิดจากในอดีตที่ชาวสวนมักจะต่างคนต่างจำหน่าย จึงต้องมีการเข้าไปส่งเสริมของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนในการเข้าไปส่งเสริม สนับสนุน และเพิ่มองค์ความรู้ ค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนให้เกษตรกรมีการดำเนินกิจกรรมร่วมกันจากความต้องการและความสนใจของเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากได้ โดยแนวทางการมีส่วนร่วมในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมาก จากผลการศึกษาที่เกษตรกรมีความต้องการและมีส่วนร่วมในกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงควรมีการส่งเสริมเกี่ยวกับการพัฒนา/สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากจากกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นำวัตถุดิบในสวนหมาก/ท้องถิ่น ผสมผสานความรู้ ภูมิปัญญาของเกษตรกร อาจเริ่มจากการส่งเสริมทักษะ ความรู้เกี่ยวกับการทำเครื่องสานจากกาบหมากซึ่งเกษตรกรผู้สูงวัยก็สามารถมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมได้ และยังสามารถนำเครื่องสานไปพัฒนาต่อยอดเพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์สร้างมูลค่าเพิ่ม และในอนาคตสามารถต่อยอดให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มด้านการท่องเที่ยวเชิงเกษตร เนื่องจากมีทำเลที่ตั้งชุมชนติดกับแม่น้ำบางปะกง ใกล้กับแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดฉะเชิงเทราคือ วัดโสธรวรารามวรวิหาร เป็นเมืองรองที่ติดกับกรุงเทพมหานคร สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ทางภูมิปัญญาเกี่ยวกับหมาก ซึ่งเกษตรกรที่มีอายุมากก็สามารถเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ภูมิปัญญา เกษตรกรหรือคนในชุมชนก็สามารถสร้างรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ และถือเป็นการประชาสัมพันธ์ให้หมากตำบลบางดินเปิดเป็นที่รู้จักให้ผู้บริโภคได้รับรู้และนึกถึงหมากของตำบลบางดินเปิด และยังเป็นการสร้างช่องทางการตลาดของชุมชนกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่หมากในด้านอื่น ๆ เพื่อเชื่อมโยงกับการท่องเที่ยวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Department of Agricultural Extension. 1999. Growing betel nut for trade. Agricultural Extension Research and Development Division, Department of Agricultural Extension. [in Thai]
- Department of Agricultural Extension. 2013. Value added of agricultural products. Bureau of Technology Transfer Development, Department of Agricultural Extension. [in Thai]
- Krejcie, R.V. and D.W. Morgan. 1970. Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*. 30(3): 607-610.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2021. Ministry of Agriculture and Cooperatives five-year plan (2023-2027). Available: https://www.moac.go.th/action_plan-files-451891791833 (May 22, 2023). [in Thai]
- Ministry of Commerce. 2023. Report on the top 15 export markets in Thailand (betel nut). Available: <https://tradereport.moc.go.th/th> (November 17, 2023). [in Thai]
- Mueang Chachoengsao District Agriculture Office. 2023. Report on registration and improvement of farmer registration Available: https://farmer.doae.go.th/plants_detail/plants_report_66/report_all_breed66_select (November 16, 2023). [in Thai]
- On-un, R. 2021. Extension support for mangosteen processing of farmers in Khao Phra sub-district, Rattaphum district, Songkhla province. Master's Thesis in Agricultural Extension and Development, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]
- Satsue, P. and P. Phitthayaphinant. 2016. Status of dried betel nut production of farmers in Kong Ra district, Phatthalung province. *King Mongkut's Agricultural Journal* 34(3): 22-32. [in Thai]
- Sutthijiraphan, E. 2009. Factors affecting coffee processing requirement of farmers, Ban Mae Lod, Sop-Poeng sub-district, Mae Taeng district, Chiang Mai province. Master's Thesis in Science Program, Agricultural Extension, Chiang Mai University. [in Thai]
- Wichit, C., P. Sukprasert and S. Thongkaew. 2019. Factors relating to participation needs on ecotourism management of farmers in Samut Prakarn province. *King Mongkut's Agricultural Journal* 37(4): 703-712. [in Thai]

ความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอโวคาโดของเกษตรกรในตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Farmer's Need of Cultivation Extension of Avocado in Pang Hin Fon Subdistrict, Mae Chaem District, Chiang Mai Province

จินตนา สุทธาชีวิสิทธิ์ พุฒิสรรค์ เครือคำ* นครเรศ รังควัต และนภารัตน์ เวชสิทธิ์นिरภัย

Jintana Sutthachiwasi Phutthisun Kruekum* Nakarate Rungkawat and Napharat Vetchasitniraphai

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมเกษตร 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: 5 April 2024; Revised: 31 May 2024; Accepted: 28 June 2024)

Abstract

The objectives of this research were to 1) study basic personal characteristics, some economic and social aspects of avocado farmers 2) study farmers' knowledge on the avocado growing 3) study a level of needs towards avocado growing extension of the farmers 4) analyze factors related to the needs for the development of growing avocado farmers, and 5) study problems encountered and suggestions of the farmers in Pang Hin Fon sub-district, Mae Chaem district, Chiang Mai province. A questionnaire was used for data collection from the sample of 226 avocado farmers and analyzed by using descriptive statistics, including frequency, percentage, mean, maximum, minimum, and standard deviation. Including perform hypothesis testing to find relationships between independent variables and dependent variables by using multiple regression.

Results of the study revealed that most of the avocado farmers were male, with an average age of 45 years, married, and had elementary school certificate level. There was an average household of 4 with workforce of 2 people. It was found that the farmers had all the household income an average of 115,139 baht a year, had the land average of 15.20 rai per family and had contact with agricultural extension officers on average 2 times per year on the pests and diseases subject. In addition, there is a need to develop the processing and extension on growing avocado in Pang Hin Fon. Overall, we found that the farmers' requirement on extension was at a high level (average 4.07), as the most on section of planting area and seeds (average 4.26), farming and care (average 4.24), crop harvest management (average 4.22), and the last on the marketing (average 3.54) respectively.

For hypothesis testing, it was found that factors related to the needs of growing avocado in Pang Hin Fon sub-district, Mae Chaem district, Chiang Mai province had a positive relationship on age with the statistically significant ($p=0.001$) and on the knowledge about avocado growing ($p=0.005$) but showed the negative relation on the section of household workforce ($p=0.015$).

For problems encountered, we found that most members faced the problem of water shortages in summer -since avocado farming is a water-intensive activity-, the level of the farming/caring knowledges, pests and diseases condition respectively. Their needs and suggestions were that they want the government to support and develop on water systems, knowledge, innovation and technology for avocado farming.

Keywords: Needs of farmers, agricultural extension, avocado

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม 2) ความรู้ในการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร 3) ความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร 4) ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร 5) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 226 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (two-stage sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและแบบทดสอบความรู้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติพรรณนาการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ แบบคัดเลือกเข้าทั้งหมด (enter method)

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 45 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน มีรายได้ในครัวเรือนเฉลี่ย 115,139 บาทต่อปี มีพื้นที่ถือครองในครัวเรือนเฉลี่ย 15.20 ไร่ มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่หรือผู้ให้ความรู้ทางการเกษตรเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี โดยติดต่อในเรื่องการจัดการโรคและศัตรูของพืช มีการรับรู้ข่าวสารที่เกี่ยวกับการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโด รับรู้ข่าวสารมากจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐมากที่สุด เกษตรกรส่วนใหญ่มีความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.07) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับความต้องการการส่งเสริมมากที่สุด ได้แก่ ด้านการเตรียมพื้นที่และการเตรียมพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 4.26) ด้านการปลูกและการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 4.24) ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.22) และด้านการตลาดและการแปรรูป (ค่าเฉลี่ย 3.54) ตามลำดับ เกษตรกรส่วนใหญ่ในตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีความรู้เกี่ยวกับปลูกอาโวคาโดอยู่ในระดับความรู้ปานกลาง สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ อายุ ($p=0.001$) และความรู้ในการปลูกอาโวคาโด ($p=0.005$) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกัน จำนวนแรงงานในครัวเรือน ($p=0.015$) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เกษตรกรมีปัญหาหลักในด้านการปลูกและการดูแลรักษา ได้แก่ การขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตรในฤดูแล้ง ขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับการปลูกและการดูแลรักษา และการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช และมีข้อเสนอแนะ ได้แก่ ภาครัฐคือ ควรมีการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร สนับสนุนองค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีเพื่อการผลิตอาโวคาโด

คำสำคัญ: ความต้องการของเกษตรกร การส่งเสริมการเกษตร อาโวคาโด

คำนำ

อาโวคาโด เป็นพืชเศรษฐกิจทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจ ได้รับความนิยมสูงจากผู้บริโภค เนื่องจากเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง รวมถึงตลาดยังมีความต้องการอย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของผู้ประกอบการร้านอาหาร ร้านเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และการสกัดน้ำมันอาโวคาโดเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมความงาม ปัจจุบันพบการปลูกอาโวคาโดมากที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยคิดเป็นร้อยละ 97 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ แหล่งปลูกสำคัญอยู่บนพื้นที่สูงจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และตาก ซึ่งเกษตรกรบนพื้นที่สูงในเขตภาคเหนือหันมาปลูกอาโวคาโดเป็นพืชทางเลือกมากขึ้น เนื่องจากสามารถช่วยแก้ปัญหาพื้นที่ที่มีการปลูกพืชเชิงเดี่ยวเป็นจำนวนมาก (เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เป็นต้น) ซึ่งเป็นการทำลายที่ดินและบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรของอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีการปลูกข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก หลังเก็บเกี่ยวเกษตรกรในพื้นที่จะเผาตอซังข้าวโพด ทำให้เกิดหมอกและควันจำนวนมาก มีผลกระทบต่อสุขภาพและอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว (Open Development Thailand, 2019) โดยหน่วยงานสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงได้เข้ามามีบทบาทในการส่งเสริมพืชทางเลือกใหม่ให้กับเกษตรกร ซึ่งก็คือ อาโวคาโดที่เป็นไม้ยืนต้นที่มีใบเขียวตลอดทั้งปีสามารถเป็นป่าทดแทนได้

ปัจจุบันจังหวัดเชียงใหม่เป็นแหล่งผลิตอาโวคาโดอันดับ 1 ของภาคเหนือ (Matichon, 2019) อาโวคาโดเป็นอาหารสุขภาพที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติรณรงค์ส่งเสริมให้ปลูกและบริโภค เพราะมีคุณสมบัติช่วยลดไขมันในเส้นเลือดและโรคหัวใจวาย ป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งได้ เพื่อช่วยแก้ปัญหาด้านโภชนาการของโลก (Bunyakiat, 2019) อีกทั้งสามารถปลูกทดแทนพื้นที่เสื่อมโทรมและปลูกเป็นป่าได้ โดยปลูกได้ตั้งแต่พื้นราบ

จนถึงพื้นที่สูงมากกว่า 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีหลากหลายพันธุ์ จึงควรเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ เช่น พันธุ์ Peterson พันธุ์ Buccaneer พันธุ์ปากช่อง 3-3 ซึ่งสามารถปลูกได้ในพื้นที่ราบ (ต่ำกว่า 250 MSL) สำหรับพันธุ์ Buccaneer พันธุ์ Booth 7 พันธุ์ Booth 8 พันธุ์ Pinkerton พันธุ์ Hall และพันธุ์ Hass นั้นเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่สูง และพันธุ์การค้าที่ตลาดมีความต้องการสูง เนื้อผลดี มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง ด้านสถานการณ์ตลาดอาโวคาโด 5 สายพันธุ์ พบว่าผลผลิตส่วนใหญ่เกษตรกรจำหน่ายให้กับมูลนิธิโครงการหลวง ส่งจำหน่ายให้กับผู้รวบรวมในพื้นที่เพื่อกระจายสินค้าไปยังตลาดชายฝั่ง และส่งจำหน่ายให้กับสถาบันเกษตรกร/วิสาหกิจชุมชน ซึ่งจะกระจายสินค้าต่อไปยังตลาดไท และโรงงานแปรรูป (Highland Research and Development Institute, 2020)

จากสถานการณ์ความต้องการผลผลิตอาโวคาโดของตลาดทั้งในและต่างประเทศ สภาพการผลิตของเกษตรกรไทยยังมีน้อย และเกษตรกรยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับอาโวคาโด รวมถึงการส่งเสริมผ่านสื่อต่าง ๆ ไม่ตรงกับความต้องการของเกษตรกรในพื้นที่ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดใน ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยพิจารณาถึงลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร ศึกษาความรู้และความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโด ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโด และศึกษาปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร เพื่อประโยชน์ในการนำข้อมูลจากผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนงานส่งเสริมการผลิตอาโวคาโดในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม และจังหวัดเชียงใหม่ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ เกษตรกรทั่วไป ที่อยู่ในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่มที่ ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับสำนักงานเกษตรอำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2564 จำนวน 522 ครัวเรือน ซึ่งการดำเนินการเกี่ยวกับการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (Two-stage sampling) (Suwatthi, 1998) โดยขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างที่ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง ครัวเรือนเกษตรกร คือ 226 ครัวเรือน และขั้นตอนที่ 2 เป็นการสุ่มตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกรจากหมู่บ้าน ตัวอย่าง 8 หมู่บ้านด้วยวิธีการแบ่งสัดส่วนประชากรที่เหมาะสม (proportional to size) เพื่อทราบจำนวน ครัวเรือนตัวอย่างแต่ละหมู่บ้าน และกำหนดให้ผู้ตอบแบบสอบถามครัวเรือนละ 1 คน ซึ่งได้จำนวนเกษตรกร ตัวอย่างทั้งหมด 226 คน โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการ วิจัยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน ซึ่งจำแนกตามสถิติที่ใช้ในการอธิบาย ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐาน ส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรใน ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
- 2) การวัดระดับความรู้เกี่ยวกับการปลูก อาโวคาโดของเกษตรกร ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ใช้แบบทดสอบวัดความรู้แบบถูก - ผิด เป็นคำถามปรนัย จำนวน 20 ข้อ (ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน) โดยการหาค่าอันตรายภาคขึ้น จากสมการ อันตรภาคชั้น = (ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด)/ระดับชั้น (Thaweerat, 2000) ซึ่งจะได้ช่วงระดับคะแนนการทดสอบ หลังจากนั้นนำมาทดสอบความยากง่าย (difficulty index) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับคะแนน

ความหมายค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าคะแนนเฉลี่ย 15 - 20 หมายถึง ความรู้มาก ค่าคะแนนเฉลี่ย 8 - 14 หมายถึง ความรู้ปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ย 0 - 7 หมายถึง ความรู้น้อย และการตรวจสอบอำนาจการจำแนก (discrimination) เพื่อให้ทราบว่าแบบทดสอบในแต่ละ ข้อมีความยากง่าย และเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

3) การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการในการ ส่งเสริมปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.954 และใช้ การวัดระดับความต้องการการส่งเสริม 5 ระดับ ได้แก่

ความต้องการการส่งเสริมมากที่สุด ค่าคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 4.21 - 5.00

ความต้องการการส่งเสริมมาก ค่าคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 3.41 - 4.20

ความต้องการการส่งเสริมปานกลาง ค่าคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 2.61 - 3.40

ความต้องการการส่งเสริมน้อย ค่าคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 1.81 - 2.60

ความต้องการในการส่งเสริมน้อยที่สุด ค่าคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 1.00 - 1.80

4) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการ ในการส่งเสริมปลูกการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร ในพื้นที่ ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression)

5) การวิเคราะห์ปัญหา และข้อเสนอแนะของ เกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ นำมาวิเคราะห์ โดยจำแนกประเภท ปัญหา และข้อเสนอแนะ ตามที่เกษตรกรได้ตอบไว้ ในข้อคำถามปลายเปิด สรุปผลในลักษณะการบรรยาย โดยการพรรณนา

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิจัย พบว่า ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมบางประการของเกษตรกรใน ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีรายละเอียดผลการวิจัย ดังนี้

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 45 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จบการศึกษาในระดับ ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีสมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย 4 คน มีแรงงานทางการเกษตรเฉลี่ย 2 คน พบว่า เกษตรกร

มีรายได้ในครัวเรือนเฉลี่ย 115,139 บาทต่อปี มีพื้นที่ถือครองในครัวเรือนเฉลี่ย 15.20 ไร่ มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่หรือผู้ให้ความรู้ทางการเกษตรเฉลี่ย 2 ครั้ง โดยติดต่อในเรื่องการจัดการโรคและศัตรูพืชมากที่สุด มีการรับรู้ข่าวสารที่เกี่ยวกับการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดเกินครึ่ง ส่วนใหญ่รับรู้ข่าวสารมากจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐ และเกินครึ่งไม่ได้เข้าร่วมการฝึกอบรมและดูงานด้านการเกษตร

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

| | | (n = 226) | | |
|--|-------------------|-------------|------------|------------|
| | Variable | Frequency % | \bar{x} | S.D. |
| Gender | Male | 64.60 | 0.65 | 0.48 |
| | Female | 35.40 | | |
| Age (years) | | - | 44.99 | 10.86 |
| Marital status | Married | 91.60 | 2.13 | 0.72 |
| | Other | 8.40 | | |
| Education level | Elementary school | 70.30 | 1.60 | 1.55 |
| | Un-educated | 29.70 | | |
| Family member (number) | | - | 4.48 | 1.70 |
| Number of household labors (number) | | - | 2.24 | 1.25 |
| Household income (baht/year) | | - | 115,139.38 | 148,905.17 |
| Household debt (baht/year) | | - | 114,898.23 | 290,881.18 |
| Amount of land for hemp planting (rai) | | - | 15.20 | 11.71 |
| Social position (number) | | - | 0.12 | 0.33 |
| Contact with extension officer(times/year) | | - | 2.29 | 2.12 |
| Awareness of news about avocados (times/year) | | - | 0.82 | 0.60 |
| Agricultural training or educational trip (times/year) | | - | 0.61 | 0.82 |

ความรู้ในการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

จากผลการศึกษาความรู้ในการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.69

คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน โดยมีคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ 5 คะแนน และสูงสุด 18 คะแนน โดยเกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 6.2) เกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 82.3) และเกษตรกรมีความรู้อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 11.5) ดังแสดงผลใน Table 2

Table 2 Knowledge of growing avocados among farmers in Pang Hin Fon subdistrict, Mae Chaem district, Chiang Mai province

(n = 226)

| Level of knowledge in planting avocados | Frequency | Percentage |
|--|-----------|------------|
| Hight (15-20 scores) | 14 | 6.20 |
| Moderate (8-14 scores) | 186 | 82.30 |
| Low (0-7 scores) | 26 | 11.50 |
| \bar{X} = 11.69 , Min - Max = 5-18 , S.D. = 2.83 | | |

Remarks: Most =15-20 Moderate = 8-14 Low = 0-7

ความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร ภาพรวมทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.07) โดยเกษตรกรมีความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดอยู่ในระดับมาก โดยจัดลำดับได้ ดังนี้ ด้านการเตรียมพื้นที่และ

การเตรียมพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 4.26) ด้านการปลูกและการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 4.24) ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.22) และด้านการตลาดและการแปรรูป (ค่าเฉลี่ย 3.54) ตามลำดับ (Table 3) โดยเกษตรกรต้องการให้มีการส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับชนิด ประโยชน์ และลักษณะของอาโวคาโดแต่ละชนิด

Table 3 An average mean score, standard deviation, and a need level of farmers

(n = 226)

| Farmers' need to promote avocado cultivation | \bar{X} | S.D. | Interpret |
|--|-----------|------|-----------|
| Planting areas | 4.26 | 0.47 | Mostly |
| Planting and care of plants | 4.24 | 0.46 | Mostly |
| Crop harvest | 4.22 | 0.52 | Mostly |
| Marketing and plant processing | 3.54 | 0.79 | Most |
| Total | 4.07 | 0.41 | Most |

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

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันพบว่า ไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เกิน 0.75 ซึ่งจะไม่เกิดปัญหา multicollinearity (Maharattansakul, 2018) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่ ในภาพรวม พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมด 14 ตัวแปร มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม คือ ความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกร อยู่ร้อยละ 34.3 ($R^2 = 0.343$) โดยเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า มีทั้งหมด 3 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก 2 ตัวแปร ได้แก่ อายุ ($p = 0.001$) และความรู้เกี่ยวกับการปลูกอาโวคาโด ($p = 0.004$) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในขณะที่จำนวนแรงงานในครัวเรือน ($p = 0.015$) มีความสัมพันธ์ทางสถิติในเชิงลบ โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้สามารถอธิบายตัวแปรอิสระทั้งหมด 3 ตัวแปรที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่ (Table 4) ดังนี้

1. อายุ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโด สามารถอธิบายได้ว่าถ้าเกษตรกรที่มีอายุมากขึ้นจะมีความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่มีอายุมากขึ้น พลังกำลังในการทำกรเกษตรลดลง จึงมองหาความมั่นคงในอาชีพของตน ต้องการที่จะยกระดับรายได้และความเป็นอยู่ให้ที่ดีขึ้น เพื่อหลุดพ้นจากภาระหนี้สินและความยากจน จึงต้องการการส่งเสริมที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Sukamphaichit (2013) ความต้องการ

ความปรารถนาของบุคคล ที่จะได้รับการตอบสนอง ความต้องการนั้น ความต้องการแบ่งออกเป็นความต้องการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ความต้องการของมนุษย์ไม่มีที่สิ้นสุด ความต้องการในแต่ละคนจะไม่เหมือนกันแต่จะถูกจำกัดด้วยทรัพยากรที่มีอยู่และปัจจัยที่นำมาใช้ เป็นไปทิศทางเดียวกับ มีรายงานที่พบว่า อายุที่เพิ่มขึ้นนั้นทำให้เกษตรกรมีความปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จ หรือการมีรายได้ที่เพียงพอต่อการเลี้ยงชีพและดูแลสมาชิกในครัวเรือน

2. ความรู้เกี่ยวกับการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโด สามารถอธิบายได้ว่า เกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกอาโวคาโดเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมีความรู้ความเข้าใจมาจากความรู้ที่เกษตรกรได้รับนั้นส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความรู้ทั่วไปของอาโวคาโด ซึ่งนับได้ว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานให้เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจหรือประเมินจุดเด่น ข้อจำกัด หรือโอกาสต่าง ๆ ในการปรับเปลี่ยนจากการปลูกพืชตัวเดิม หรือสร้างแรงจูงใจในการปลูกอาโวคาโด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sujaritturakarn and Tanapanyaratchawong (2009) ที่พบว่า การมีความรู้เพิ่มเติมด้านการเกษตรนั้น อาจสามารถจูงใจให้เกษตรกรให้ทดลองการปลูกพืชชนิดใหม่ ๆ ได้ ในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Phonsaard (2012) ได้สรุปว่า ความรู้นั้นเริ่มต้นจากระดับง่ายก่อนแล้วเพิ่มขึ้นตามความสามารถในการนำความรู้นั้นไปใช้โดยมีการพัฒนาความรู้ตามลำดับด้วยสติปัญญาแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ซึ่งความรู้นั้นสามารถวัดได้โดยเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความรู้ หรือการนำไปปฏิบัติจริงโดยมีการเผยแพร่และแบ่งปันอย่างต่อเนื่อง

3. จำนวนแรงงานในครัวเรือนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโด สามารถอธิบายได้ว่า เกษตรกรมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้เกิดความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดลดลง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากบริบทเชิงพื้นที่ของอำเภอแม่แจ่ม ที่ส่วนใหญ่เป็นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือพืชเชิงเดี่ยว จึงเอื้อให้แรงงานซึ่งส่วนใหญ่ที่มาจากครัวเรือน และอยู่ในวัยผู้ใหญ่มีทักษะอาชีพที่สอดคล้องตามไปด้วย กล่าวคือ แรงงานจากครัวเรือนเกษตรกรจะมีความชำนาญในการปลูกพืชเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะการปลูกพืชเลี้ยงสัตว์ที่ให้รายได้สูงและมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน ตลอดจนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สามารถปลูกได้มากกว่า 1 รอบต่อปี อีกทั้งยังมีการเก็บเกี่ยวที่ง่าย ดังนั้น จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งถึงแม้แรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือนเกษตรกรจะเพิ่มจำนวนมากขึ้น แต่ก็ไม่อาจกระตุ้นให้เกษตรกรเกิดความ ต้องการในการรับการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดได้

อาจเนื่องมาจากการปลูกอาโวคาโดต้องใช้ระยะเวลา 3 - 5 ปี นับตั้งแต่เริ่มปลูกในการให้ผลผลิตครั้งแรก อีกทั้งสามารถเก็บเกี่ยวได้เพียง 1 ครั้งต่อปี ตลอดจนต้องปลูกในพื้นที่ที่สามารถให้น้ำได้อย่างเพียงพอ ซึ่งพื้นที่สูงส่วนใหญ่เป็นการปลูกพืชที่อาศัยน้ำฝน ซึ่งขัดแย้งกับ Thongrod *et al.* (2020) พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ขนาดใหญ่ในการทำสวนมังคุด มีความจำเป็นที่จะต้องใช้แรงงานในครัวเรือนจำนวนมาก เนื่องจากปัญหาแรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีน้อย และหายาก ทำให้เกษตรกรมีความต้องการรับความรู้ในการผลิตมังคุดและช่องทางการส่งเสริมการเกษตรมาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแรงงานในครัวเรือน เป็นไปทิศทางเดียวกับ Suwannarat (2013) ได้อภิปรายว่า เกษตรกรที่มีแรงงานในครัวเรือนมาก จะมีความต้องการพัฒนาอาชีพมาก การมีแรงงานในครัวเรือนมากทำให้เกิดการพูดคุย แลกเปลี่ยนความรู้ มีกำลังการผลิตมาก ทำให้มีความต้องการการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มโอกาสในการแสวงหาความรู้ และนำไปทดลองปฏิบัติ

Table 4 Factors having relationships with needs of farmers

(n = 226)

| Independent variables | Dependent variable | | |
|----------------------------------|---|--------|---------|
| | Farmer's need of cultivation extension of avocado | | |
| | B | t | Sig. |
| Gender | .010 | .205 | .838 |
| Age | .019 | 7.012 | <.001** |
| Marital status | -.078 | -1.257 | .210 |
| Education level | .000 | -.058 | .954 |
| Family member | .009 | .534 | .594 |
| Number of household labors | -.054 | -2.450 | .015 |
| Household income | 1.849E-7 | 1.165 | .245 |
| Household debt | -2.643E-8 | -.321 | .748 |
| Amount of land for hemp planting | .003 | 1.260 | .209 |

Table 4 Factors having relationships with needs of farmers (Cont.)

| Independent variables | Dependent variable | | |
|--|---|--------|---------|
| | Farmer's need of cultivation extension of avocado | | |
| | B | B | B |
| Social position | .059 | 1.354 | .177 |
| Contact with extension officer | .010 | .762 | .447 |
| Awareness of news about avocados | .075 | 1.591 | .113 |
| Agricultural training or educational trip | -.044 | -1.402 | .162 |
| Knowledge about growing avocados | .024 | 2.867 | .005** |
| Constant | 2.934 | 16.083 | <.001** |
| $R^2 = .343 (34.3\%)$ $F = 7.878$ $\text{Sig. } F < .001^{**}$ | | | |

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

ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการปลูกอโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

เกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีปัญหา อุปสรรค การปลูกอโวคาโด ดังนี้ 1) ด้านการปลูกและการดูแลรักษา มีปัญหาเรื่องน้ำเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากเป็นพื้นที่สูงทำให้การใช้น้ำในการทำเกษตรไม่เพียงพอ ตลอดจนการขาดแหล่งกักเก็บน้ำสำรองสำหรับการทำเกษตรไม่เพียงพอที่ทำเกษตร 2) การเตรียมพื้นที่และการเตรียมพันธุ์ เกษตรกรขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับการเตรียมพื้นที่และการเตรียมพันธุ์ เกษตรกรบางส่วนมีปัญหาเกี่ยวกับการเลือกต้นพันธุ์ที่จะนำมาปลูก เนื่องจากไม่รู้จักสายพันธุ์อโวคาโดทำให้เลือกซื้อต้นพันธุ์มาผิดไม่ตรงกับที่พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม

ดังนั้น เกษตรกรจึงมีข้อเสนอแนะที่ต้องการให้หน่วยงานของรัฐ เอกชน และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร มีการส่งเสริมและพัฒนาการทำเกษตรกรรมดังนี้ 1) ควรจัดหาแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อการทำเกษตรกรรมตลอดทั้งปี การจัดหาพื้นที่เพื่อสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ การเกษตร โดยการสำรวจแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อขยาย

แหล่งน้ำให้เข้าถึงพื้นที่ทำการเกษตรทั่วถึง ใ้ใช้ในฤดูแล้งเพื่อให้มีน้ำใช้ในการทำเกษตรกรรมตลอดทั้งปี 2) เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรให้ความรู้และคำปรึกษาทางการเกษตรขึ้นให้กับเกษตรกร เพื่อช่วยให้เกษตรกรในการเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูกอโวคาโดอย่างถูกวิธี โดยแนะนำพื้นที่ที่เหมาะสมกับการปลูกอโวคาโดแต่ละสายพันธุ์และทั้งให้มีนักส่งเสริมการเกษตรที่เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการเลือกต้นพันธุ์เข้าให้คำปรึกษาแก่เกษตรกรให้มากยิ่งขึ้น 3) เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรสนับสนุนองค์ความรู้และวิทยากรเกี่ยวกับผลผลิตและขั้นตอนการเก็บเกี่ยวดัชนีการเก็บเกี่ยวอโวคาโด รวมถึงส่งเสริมองค์ความรู้การตัดแต่งต้นอโวคาโด ให้เป็นทรง การตัดแต่งกิ่ง ตลอดจนยกระดับการผลิตอโวคาโดของเกษตรกรให้มีความปลอดภัยกับอโวคาโดที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 45 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกอโวคาโดอยู่ในระดับปานกลาง มีความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอโวคาโดอยู่ใน

ระดับมาก โดยด้านที่มีความต้องการการส่งเสริมมากที่สุด ได้แก่ ด้านการปลูกและการดูแลรักษา ด้านการแปรรูปและการตลาด ด้านการเตรียมพื้นที่และเตรียมพันธุ์ ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตามลำดับ และจากการศึกษาพบว่า ปัจจัย อายุ จำนวนแรงงานในภาคการเกษตร และความรู้เกี่ยวกับการปลูกอาโวคาโด มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะนำไปสู่รูปแบบการส่งเสริมปลูกอาโวคาโดที่ดีและเหมาะสมให้กับเกษตรกรต่อไป และส่วนใหญ่เกษตรกรมีปัญหาขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับอาโวคาโด ซึ่งองค์ความรู้ด้านที่ขาดมากที่สุดคือ การปลูกและการดูแลรักษา รองลงมาได้แก่ด้านตลาดและการแปรรูป ด้านการเตรียมพื้นที่และเตรียมพันธุ์ ด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว จากผลศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ขอเสนอแนะให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น มูลนิธิโครงการหลวง สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ และกรมวิชาการเกษตร ดังนี้

1. มูลนิธิโครงการหลวงควรมีนโยบายต่าง ๆ เพื่อการสร้างความสนใจให้แก่เกษตรกร เช่น การประกันราคา เงินช่วยเหลือเมื่อประสบกับภัยธรรมชาติ และการจัดหาสิ่งจำเป็นต่อการเพาะปลูกในราคาที่ต่ำกว่าท้องตลาด ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ อุปกรณ์ที่จำเป็น เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต ให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้นและนโยบายการประกันราคาอาโวคาโด ทำให้เกิดความต้องการในการปลูกอาโวคาโดเพิ่มขึ้น

2. หน่วยงานของกรมส่งเสริมการเกษตรควรพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกอาโวคาโดเพื่อช่วยเพิ่มความต้องการในการปลูกอาโวคาโด โดยให้ความสำคัญในการส่งเสริมกับเกษตรกรที่มีอายุมาก เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า อายุมีผลต่อความต้องการในการปลูกอาโวคาโดสูงกว่าเกษตรกรอายุน้อย และควรสร้างการรับรู้ที่ถูกต้อง ถึงประโยชน์วิธีการปลูกนี้

ไปใช้ โดยอาจจัดอบรมให้ความรู้ รวมถึงการพาเกษตรกรไปศึกษาดูงาน

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการเกษตรควรให้การสนับสนุนและส่งเสริมการเตรียมพื้นที่และเตรียมพันธุ์ เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าประเด็นความต้องการในการส่งเสริมการปลูกอาโวคาโดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ด้านการเตรียมพื้นที่และเตรียมพันธุ์ มีระดับความต้องการในการส่งเสริมมากที่สุด เนื่องจากอาโวคาโดเป็นพืชที่ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิดและสภาพแวดล้อมต้องให้เหมาะสมกับพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ว่าที่ร้อยตรีสมชาย ดอกแก้ว หัวหน้าโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน และเจ้าหน้าที่เกษตรสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนขอขอบคุณเกษตรกรตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์กรอกแบบสอบถามเพื่อการวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Bunyakiat, D. 2019. Evaluation of harvest index and postharvest quality of avocado fruit using near infrared spectroscopy. 93 p. In research report. Royal Project Foundation, Chiang Mai. [in Thai]
- Highland Research and Development Institute. 2020. How to grow avocados to survive. Available: <https://www.hrdi.or.th/Articles/Detail/82> (October 10, 2022). [in Thai]

- Maharattansakul, P. 2018. Research concepts principles and processes quantitative qualitative and combined methods Writing a thesis. Panyachon Publishing House. Bangkok. [in Thai]
- Matichon. 2019. Department of Agricultural Extension promotes "avocado" as a new alternative economic crop. Available: https://www.matichon.co.th/publicize/news_1668961 (October 10, 2022). [in Thai]
- Open Development Thailand. 2019. Mae Chaem model. Available: <https://thailand.opendevelopmentmekong.net/th/stories/the-mae-chaem-development-model> (October 10, 2022). [in Thai]
- Phonsaard, S. 2012. Perception of citizens who need public health services of the Wang Yen subdistrict Municipality, Plang Yao district, Chachoengsao province. Master's Thesis in Political Science. Department of Resource Management for Security (Phanat Nikhom). Faculty of Political Science and Law. Burapha University. [in Thai]
- Sujaritturakarn, W. and J. Tanapanyaratchawong. 2010. Factors influencing the adoption of production techniques and applications of organic fertilizer for farmers in Hatyai district, Songkhla province. Suranaree Journal of Social Science 4(1): 29-44. [in Thai]
- Sukamphaichit, N. 2013. Public needs for infrastructure service of Thab Chang sub-district municipality in Soidow district, Chanthaburi province. Independent Study in Local Government, Rambhai Barni Rajabhat University. [in Thai]
- Suwannarat, T. 2013. Career development needs of farmers. Mueang Rayong district Rayong province. Master's Thesis in Science. Department of Agricultural Extension, Kasetsart University.
- Suwatthi, P. 1998. Sampling methods for research. NIDA Development Journal 38(3):103-130. [in Thai]
- Thaweerat, P. 2000. Research methods in behavioral and social sciences. Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Thongrod, K., P. Tongdeelert and P. Sriboonruang. 2020. Needs for agricultural extension services of large agricultural land plot mangosteen growers in Langsuan district, Chumphon province. King Mongkut's Agricultural Journal 38(4): 555-562. [in Thai]
- Yamane T. 1973. Statistics: An introductory analysis. Harper International. New York.

การจัดการความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกร ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

Knowledge Management on Biochar Application in Hemp Cultivation by Farmers Ban Krang Subdistrict, Mueang District, Phitsanulok Province

ธนัท เพ่งจินดา ชลาธร จูเจริญ* และพัชราวดี ศรีบุญเรือง

Thanat Pengjinda Chalathon Choocharoen* and Patcharavadee Sriboonruang

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

* Corresponding author: fagrchch@ku.ac.th

(Received: 5 May 2024; Revised: 9 July 2024; Accepted: 12 July 2024)

Abstract

This research aimed to study 1) demographic and economic characteristics 2) knowledge of farmers in biochar production 3) knowledge management on biochar application in hemp cultivation 4) differences between demographic and economic characteristics and knowledge management on biochar application in hemp cultivation by farmers in Ban Krang subdistrict, Mueang district, Phitsanulok province. The sample was 152 households and collected data from January - February 2024 by using an interview form. Statistics used were frequency, percentage, mean, standard deviation, t-test, and F-test.

The research results found that farmers were male, average age 44.62 years old, with high school education or vocational certificate, average number of members was 4.57 people, average number of workers was 3.73 people. The average experience in making biochar was 1.01 years, average annual income was 24,730.26 baht and average annual expenses was 10,421.05 baht. Knowledge in biochar production was at a moderate level with an average of 16.37. Knowledge management in using biochar in growing hemp was at a moderate level with an average of 2.13. The hypothesis was found that household workers had an impact on knowledge management on biochar application in hemp cultivation by farmers regarding access to knowledge at a significant level of 0.05. Household expenses were affected knowledge management on biochar application in hemp cultivation by farmers regarding learning at a significant level of 0.05. Furthermore, Levels of knowledge in biochar production in households also affected knowledge management on biochar application in hemp cultivation by farmers with significant at 0.01.

Keywords: Knowledge management, biochar, hemp cultivation, farmer

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลและเศรษฐกิจ 2) ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพของเกษตรกร 3) การจัดการความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกร 4) ความแตกต่างระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลและเศรษฐกิจ ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพกับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูก

กัญชงของเกษตรกร ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 152 คน เก็บข้อมูล มกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ใช้แบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test และ F-test ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรเป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 44.62 ปี ระดับการศึกษามัธยมศึกษาหรือ ปวช. จำนวนสมาชิกเฉลี่ย 4.57 คน มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 3.73 คน มีประสบการณ์ในการทำถ่านชีวภาพเฉลี่ย 1.01 ปี รายได้เฉลี่ยต่อปี 24,730.26 บาท รายจ่ายเฉลี่ยต่อปี 10,421.05 บาท ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 16.37 การจัดการความรู้ในการใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย 2.13 ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกร ในด้านการเข้าถึงความรู้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 รายจ่ายในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกรในด้านการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญ 0.01

คำสำคัญ: การจัดการความรู้ ถ่านชีวภาพ การปลูกกัญชง เกษตรกร

คำนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเกี่ยวกับวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร ดังเช่นการผลิตถ่านชีวภาพ (biochar; BC) มีการนำมาประยุกต์ใช้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ชังข้าวโพด แกลบ ฟางข้าว และใบอ้อย เป็นต้น โดยนำไปผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ภายใต้อุณหภูมิสูงในสภาพไร้ออกซิเจนชีวภาพ ที่ได้จะมีฤทธิ์เป็นต่าง มีความพรุนสูง จึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของดิน แต่ยังไม่มีการศึกษาการนำถ่านชีวภาพ จากชังข้าวโพด แกลบ ฟางข้าว หรือใบอ้อย มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดินในการเพาะปลูกกัญชง ซึ่งถือว่าเป็นพืชที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างยอดเยี่ยมได้มากมาย และกำลังเป็นสินค้าที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพราะสามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ทั้งต้น ใบ เมล็ด เปลือก สามารถแปรรูปนำไปทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ตั้งแต่อุตสาหกรรมสิ่งทอที่นำเส้นใยมาทำเป็นเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม ทำเสื่อกระดาษ กระดาษคุณภาพสูง มีน้ำหนักเบา และสามารถใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น ทำเยื่อกระดาษ (โดยเฉพาะกระดาษพิมพ์ธนบัตร) วัสดุหีบห่อ ฉนวนกันความร้อน โปพลาสติก ทำอิฐ (hemp crete) หรือคอนกรีตสำหรับงานก่อสร้าง ทำส่วนประกอบรถยนต์ ทำเฟอร์นิเจอร์ เช่น

พรม แก้ว เป็นต้น ส่วนในต่างประเทศนั้น มีการใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเป็นพิเศษ สามารถดึงเอาลิกนิน (สารใยความแข็งแรง) ที่ผูกเส้นใยกัญชงออก ทำให้ได้เส้นใยที่อ่อนนุ่มเท่ากับเส้นใยของผ้าฝ้ายและผ้าขนสัตว์ สามารถนำมาทอเย็บได้เนื้อผ้าละเอียดนุ่มทนทาน ด้วยประโยชน์จากเส้นใยกัญชงที่เหนียวนุ่มแข็งแรงกว่าผ้าฝ้าย ให้ความอบอุ่นกว่าลินิน ดูดซับความชื้นได้ดีกว่า ไนลอน บังกันรังสียูวีได้ร้อยละ 90 และเนื้อผ้ายังมีเสน่ห์ สวยงามแปลกตา มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว กัญชงจึงถูกนำมาแปรรูป ทำเป็นเครื่องนุ่งห่มมาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น ชาวญี่ปุ่นถือว่า ใยกัญชงเป็นเส้นใยมงคล เชกเช่นเดียวกับข้าวเม็ง ชาวญี่ปุ่นจึงนิยมนำมาตัดกิโมโน เพราะเป็นผ้าที่มีความทนทาน นับร้อยปี ผ้าใยกัญชงกลายเป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าแบรนด์ดังระดับโลก เช่น Hermes Prada Converse Vans เป็นต้น ผลิตภัณฑ์จากใยกัญชงของประเทศไทยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ได้ถูกส่งออกไปญี่ปุ่น ส่วนที่เหลือได้ถูกส่งไปยุโรป เช่น สวีเดน สหรัฐอเมริกา ฯลฯ จากพืชท้องถิ่นสู่พืชเศรษฐกิจ Ministry of Agriculture and Cooperatives (2021) จากการมีนโยบายเร่งด่วนจากรัฐบาล ที่กำหนดไว้ว่า ด้วยนวัตกรรมทางการเกษตร ให้มีการคิดค้นดำเนินการปลูกพืชกัญชง โดยให้เน้นเพื่อสุขภาพและเศรษฐกิจ โดยให้ปฏิบัติตามกฎหมายที่มีอยู่

ในปัจจุบัน หรือการแก้ไขปรับปรุงกฎหมายในอนาคตต่อไป การใช้กัญชงเพื่อเศรษฐกิจ จึงควรมีการขับเคลื่อนการดำเนินงานในพื้นที่จริง ๆ โดยหน่วยงานของพื้นที่ดำเนินการนั้น โดยให้เริ่มจากระดับเขต ลงไปสู่ จังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน และระดับครอบครัว เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจในทุกครัวเรือนหรือทุกหมู่บ้าน ทุกตำบลในแต่ละเขต จะได้มีการส่งเสริมการปลูกกัญชง เพื่อการเศรษฐกิจและเพื่อสุขภาพด้วย (The 12th Health Office, 2020) ดังนั้น การผลิตถ่านชีวภาพที่ถือเป็นวัสดุในการปรับปรุง และบำรุงคุณภาพของดิน เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมทั้งเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนลงสู่ดิน จากคุณสมบัติที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงและความเป็นรูพรุน ส่งผลให้ถ่านชีวภาพสามารถกักเก็บแร่ธาตุในดิน และกักเก็บความชื้นในดินได้นาน Tansathit *et al.* (2016) เหมาะแก่การนำมาใช้ในการทำการเกษตร การปลูกพืช และการปลูกกัญชง แต่เกษตรกรยังขาดความรู้ในการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพ

ในประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากที่ดินเพื่อทำการเกษตรมากถึง 149.24 ล้านไร่ (Office of Agricultural Economics, 2014) แต่พื้นที่ทำการเกษตรกำลังประสบปัญหาดินเสื่อมคุณภาพจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศ โดยเฉพาะปัญหาดินเปรี้ยว มีค่า pH ต่ำกว่า 5.5 ทำให้พืชไม่สามารถนำแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินมาใช้ประโยชน์ได้ และยังได้รับความเป็นพิษของอลูมิเนียมในสารละลายดินเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตของพืชลดลง (Samac and Tesfaye, 2003) โดยเฉพาะในพื้นที่บางส่วนในจังหวัดพิษณุโลก มีข้อจำกัดทางกายภาพต่อการเพาะปลูก เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง และแหล่งน้ำ จึงควรสนับสนุนให้เข้าโครงการปรับเปลี่ยนการผลิต เช่น ทำการเกษตรผสมผสานหรือปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า (Land Development Department, 2021) ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีศักยภาพ

ประเทศหนึ่ง เนื่องจากมีผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์ม และข้าวโพด การเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลการเกษตรเหล่านี้ มีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร หรือชีวมวลจำนวนมาก เช่น ฟางข้าว แกลบ เศษไม้ยางพารา เหง้ามันสำปะหลัง กากอ้อย และ เศษข้าวโพด เป็นต้น โดยเฉพาะเศษข้าวโพด เป็นวัสดุที่มีปริมาณเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรเกี่ยวกับข้าวโพดมากเป็นลำดับต้น ๆ ของประเทศไทย (Angmanee *et al.*, 2017)

จากข้อมูลดังกล่าว เกษตรกรมีความจำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อปรับเปลี่ยนวิถีคิดและวิธีการจัดการความรู้ในการจัดทำเกษตรกรรมชุมชน เพื่อให้อยู่รอดในสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและสามารถดำรงตนให้อยู่ในสังคมได้อย่างยั่งยืน อีกทั้งจากสภาพความเป็นจริงที่ค้นพบทำให้มีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยที่ส่งผลต่อการจัดการความรู้ในการใช้นวัตกรรมถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกรในพื้นที่ หมู่ 7 ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการให้ความสนับสนุนช่วยเหลือ ส่งเสริมพัฒนาเกษตรกรและนำผลลัพธ์ของการค้นพบมาเป็นแนวทางเพื่อแก้ปัญหาของการจัดการความรู้ในการใช้นวัตกรรมถ่านชีวภาพในการปลูกกัญชงของเกษตรกร เพื่อนำไปสู่วิธีการผลิตทางการเกษตรอย่างถูกต้องและยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรที่อาศัยและทำการเกษตรที่ หมู่ 7 ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 250 คน (Bankrang Subdistrict Administrative Organization, 2020) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีของ Krejcie and Morgan (1970) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 152 คน เก็บข้อมูล ระหว่างเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างประกอบด้วยคำถามปลายเปิด (open-ended question) และคำถามปลายปิด (close-ended question) ซึ่งแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

- 1) ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล และเศรษฐกิจ
- 2) ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพของเกษตรกร
- 3) การจัดการความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกร
- 4) ความแตกต่างระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลและเศรษฐกิจ ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพกับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกร ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก นำแบบสัมภาษณ์ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบ (try out) กับเกษตรกรผู้ปลูกพืชกล้วยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามวิธีของ Kuder-Richardson 20 (KR-20) โดยการทดสอบว่า แบบทดสอบของแต่ละข้อมีความถูกต้องของข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรซึ่ง ได้ค่าเท่ากับ 0.709 และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามวิธีของ Cronbach's Alpha สำหรับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วย ได้เท่ากับ 0.910 (Niyamangkul, 2013)

ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพของเกษตรกรในภาพรวมโดยให้คะแนนจากการตอบคำถามแบบถูกหรือผิด จำนวน 25 ข้อ และกำหนดคะแนน โดยตอบผิดให้ 0 คะแนน และตอบถูกให้ 1 คะแนน การให้คะแนนโดยคิดจากข้อคำถาม 25 ข้อ

$$\begin{aligned} & \text{จากการคำนวณโดยใช้ อัตราราคาชั้น} \\ & = \text{พิสัย/จำนวนชั้น} \\ & = (\text{คะแนนสูงสุด}-\text{คะแนนต่ำสุด})/\text{จำนวนชั้น} \\ & = (25-0)/3 = 8.33 = 8.00 \end{aligned}$$

จากนั้นแบ่งช่วงคะแนนความรู้โดยใช้หลักเกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนตามการแบ่งอัตราราคาชั้น ดังนี้

- 17.00 - 25.00 หมายถึง ระดับความรู้มาก
- 9.00 - 16.00 หมายถึง ระดับความรู้ปานกลาง
- 1.00 - 8.00 หมายถึง ระดับความรู้น้อย

การจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรประกอบด้วย 1) ด้านการบ่งชี้ความรู้ 2) ด้านการสร้างและแสวงหาความรู้ 3) ด้านการจัดการความรู้ให้เป็นระบบ 4) ด้านการประมวลความรู้และกลั่นกรองความรู้ 5) ด้านการเข้าถึงความรู้ 6) ด้านการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ และ 7) ด้านการเรียนรู้ โดยวัดระดับการปฏิบัติออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

| เกณฑ์การให้คะแนน | ระดับการจัดการความรู้ |
|------------------|-----------------------|
| 3 | ปฏิบัติทุกครั้ง |
| 2 | ปฏิบัติบางครั้ง |
| 1 | ไม่ปฏิบัติ |

จากระดับระดับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรในตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก นำมาจัดกลุ่มอัตราราคาชั้น (Niyamangkul, 2013) ดังนี้

- 2.34 - 3.00 หมายถึง มีระดับการปฏิบัติทุกครั้ง
- 1.67 - 2.33 หมายถึง มีระดับการปฏิบัติบางครั้ง
- 1.00 - 1.66 หมายถึง ไม่ปฏิบัติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อสรุปลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลและเศรษฐกิจ วิเคราะห์ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพของเกษตรกร และการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรใน ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 2) การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยใช้สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistics) ได้แก่ ค่า t-test กรณีที่กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม และ F-test กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป กรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกันของปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลและเศรษฐกิจ ที่ส่งผลต่อการจัดการความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรในตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลและเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 55.90) อายุของเกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 48 - 65 ปี

(ร้อยละ 35.50) โดยมีอายุเฉลี่ย 44.63 ปี มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา หรือ ปวช. (ร้อยละ 43.40) มีจำนวนสมาชิกในครอบครัวมากกว่า 4 คนขึ้นไป (ร้อยละ 51.30) มีจำนวนสมาชิกเฉลี่ย 4.57 คน มีจำนวนแรงงานในครอบครัวมากกว่า 3 คนขึ้นไป (ร้อยละ 54.60) มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 3.73 คน ส่วนปัจจัยพื้นฐานและทางเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อปี 24,730.26 บาท รายจ่ายเฉลี่ยต่อปี 10,421.05 บาท มี เนื่องจากต้นทุนในการผลิตถ่านชีวภาพ ลงทุนน้อย สามารถใช้เศษเหลือทิ้งจากการทำการเกษตรอื่น ๆ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตได้ ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตถ่านชีวภาพได้ (Table 1)

Table 1 Demographic characteristics of the respondents

(n=152)

| Demographic characteristics | n (%) | Mean | Max | Min | S.D. |
|---------------------------------------|------------|-------|-----|-----|------|
| Gender | | | | | |
| Male | 85 (55.90) | | | | |
| Female | 67 (61.00) | | | | |
| Age (years old) | | | | | |
| < 41 | 50 (32.90) | 44.63 | 65 | 25 | 8.74 |
| 41 - 47 | 48 (31.60) | | | | |
| > 47 | 54 (35.50) | | | | |
| Education | | | | | |
| Primary school | 52 (34.20) | | | | |
| High school to vocational certificate | 66 (43.40) | | | | |
| Bachelor's degree or upper | 34 (22.40) | | | | |
| Family members | | | | | |
| 1 - 4 | 74 (48.70) | 4.57 | 8 | 2 | 1.08 |
| > 4 | 78 (51.30) | | | | |
| Labor members | | | | | |
| 1-3 | 69 (45.40) | 3.73 | 8 | 1 | 1.29 |
| > 3 | 83 (54.60) | | | | |

Table 1 Demographic characteristics of the respondents (Cont.)

| Demographic characteristics | n (%) | Mean | Max | Min | S.D. |
|---------------------------------|------------|-----------|--------|-------|-----------|
| Income per year per rai (Baht) | | 24,730.26 | 80,000 | 5,000 | 11,851.72 |
| < 17,000 | 53 (34.90) | | | | |
| 17,000 - 28,000 | 47 (30.90) | | | | |
| > 28,000 | 52 (34.20) | | | | |
| Outcome per year per rai (Baht) | | 10,421.05 | 45,000 | 1,000 | 8,261.08 |
| < 5,000 | 57 (37.50) | | | | |
| 5,000 - 11,000 | 38 (25.00) | | | | |
| > 11,000 | 57 (37.50) | | | | |

ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพของเกษตรกร

ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพของเกษตรกรในภาพรวม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับคะแนนความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพในระดับปานกลาง ร้อยละ 51.30 รองลงมาอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 48.70 มีระดับคะแนนความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 16.37 คะแนน ระดับคะแนนความรู้ต่ำสุด 10.00 คะแนน ระดับคะแนนความรู้สูงสุด 23.00 คะแนน (Table 2) ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Piangsub

et al. (2024) เรื่องการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทยของหน่อกะลา ตำบลเกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี พบว่า จากคะแนนเต็ม 31 คะแนน เกษตรกรร้อยละ 98.4 มีความรู้ในระดับมาก (20.67 - 31.00 คะแนน) รองลงมาคือ เกษตรกรร้อยละ 1.6 มีความรู้ในระดับปานกลาง (10.34 - 20.66 คะแนน) โดยมีคะแนนเฉลี่ย 26.63 คะแนน คะแนนสูงสุด คือ 31 คะแนน และคะแนนต่ำสุด คือ 20 คะแนน

Table 2 Knowledge of farmers on biochar production

| Knowledge level | Frequency | Percentage |
|--------------------------------|-----------|------------|
| High (17.00 - 25.00 scores) | 74 | 48.70 |
| Moderate (9.00 - 16.00 scores) | 78 | 51.30 |
| Low (1.00 - 8.00 scores) | 0 | 0.00 |
| Total | 152 | 100.00 |

Remark: Mean = 16.37, S.D. = 0.50, Minimum = 10.00, Maximum = 23.00

การจัดการความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกพืชของเกษตรกร

การจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพ พบว่าเกษตรกรมีการจัดการความรู้เกี่ยวกับถ่านชีวภาพ

โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.13) โดยแยกเป็นด้านการบ่งชี้ความรู้ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.18)

ด้านการสร้างและแสวงหาความรู้ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.10) ด้านการจัดการความรู้ให้เป็นระบบ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.12) ด้านการประมวลความรู้และกลั่นกรองความรู้ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.12) ด้านการเข้าถึงความรู้ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.13) ด้านการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.12) และด้านการเรียนรู้ พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.13) เนื่องจากเกษตรกรยังขาดข้อมูลในการสนับสนุนการปฏิบัติงานจากหน่วยงานด้านการเกษตรทั้งภาครัฐและเอกชน โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการความรู้ในการใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรและเมื่อพิจารณาจะเห็นว่าเกษตรกร

ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารส่วนบุคคลจากเพื่อนบ้านญาติพี่น้อง และเกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุค่อนข้างสูง ทำให้การจัดการความรู้ที่เกี่ยวกับถ่านชีวภาพนั้นยังไม่เป็นไปในรูปแบบที่เป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Thammawisut (2016) เรื่องการจัดการความรู้ของการยางแห่งประเทศไทย พบว่า การดำเนินการจัดการความรู้ของการยางแห่งประเทศไทย โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.27) โดยเรียงตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาค่าเฉลี่ยน้อย ดังนี้ ด้านการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.40) รองลงมาด้านการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.40) ด้านการบ่งชี้ความรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.31) ด้านการเข้าถึงความรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.27) ด้านการสร้างและแสวงหาความรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.20) ด้านการจัดการความรู้ให้เป็นระบบ (ค่าเฉลี่ย 3.16) และด้านการประมวลและกลั่นกรองความรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.12) ตามลำดับ

Table 3 Knowledge management for biochar application

| Knowledge management for biochar application | \bar{x} | S.D. | Level of knowledge management |
|--|-------------|-------------|-------------------------------|
| Identification of knowledge | 2.18 | 0.36 | Moderate |
| Creating and seeking knowledge | 2.10 | 0.42 | Moderate |
| Systematic knowledge management | 2.12 | 0.36 | Moderate |
| Compiling knowledge and filtering knowledge | 2.12 | 0.36 | Moderate |
| Access to knowledge | 2.13 | 0.39 | Moderate |
| Sharing and exchanging knowledge | 2.12 | 0.38 | Moderate |
| Learning | 2.13 | 0.39 | Moderate |
| Total | 2.13 | 0.27 | Moderate |

Remark: 2.34 - 3.00 = High, 1.67 - 2.33 = Moderate, 1.00 - 1.66 = Low

ความแตกต่างระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลและเศรษฐกิจ ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพกับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลกับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรในด้านแรงงาน (Table 3) พบว่า จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกร ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ในด้านการเข้าถึงความรู้แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อาจเพราะจำนวนแรงงานที่มีมากของในแต่ละครัวเรือน มีส่วนทำให้เกิดการเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับถ่านชีวภาพได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Chaivut *et al.* (2019) พบว่า จำนวนแรงงาน ส่งผลต่อการตัดสินใจปลูกมะดันของเกษตรกรแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 การดูแลต้นมะดันที่ต้องใช้แรงมาก ทำให้การทำสวนมะดันได้ยาก ถ้าไม่มีแรงงานในการเก็บผลผลิตและตัดกิ่ง

ความแตกต่างระหว่างปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจกับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกรในด้านรายจ่าย พบว่า รายจ่ายในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกร ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกในด้านการเรียนรู้แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งแตกต่าง

จากผลการวิจัยของ Saikaew (2013) เรื่อง การมีส่วนร่วมของสมาชิกในการทำธุรกิจกับสหกรณ์การเกษตรคลองน้ำเขียว จำกัด จังหวัดสระแก้วพบว่า รายจ่ายในครัวเรือนต่อปีแตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการทำธุรกิจกับสหกรณ์ไม่แตกต่างกัน ส่วนรายได้ในครัวเรือนที่แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในธุรกิจจัดสินค้ามาจำหน่ายและธุรกิจโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และ 0.01 ตามลำดับ

ความแตกต่างระหว่างความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพกับการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกร พบว่า ความรู้ในการผลิตถ่านชีวภาพในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้โดยใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกกล้วยของเกษตรกร ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kaewjareonsri *et al.* (2020) เรื่องความต้องการในการส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพร อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการทำเกษตรในระบบอินทรีย์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลให้เกษตรกรอำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ มีความต้องการในการส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพร ในระบบอินทรีย์ และ Durcikova *et al.* (2004) กล่าวว่า การรับรู้ต่อประโยชน์ของระบบการจัดการความรู้ ข้อจำกัดด้านเวลา และสิ่งอำนวยความสะดวกด้านนวัตกรรมและความเป็นนวัตกรรม รวมถึงการนำความรู้มาใช้ใหม่ เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมกรรมการจัดการความรู้

Table 4 Comparing the knowledge management for biochar application by demographic factors and knowledge

| Factor | Identification of knowledge | | Creating and seeking knowledge | | Systematic knowledge management | | Compiling knowledge and filtering knowledge | | Access to knowledge | | Sharing and exchanging knowledge | | Learning | | total | |
|-----------|-----------------------------|-------|--------------------------------|-------|---------------------------------|-------|---|-------|----------------------|-------|----------------------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| | t/F | p | t/F | p | t/F | p | t/F | p | t/F | p | t/F | p | t/F | p | t/F | p |
| Gender | -1.637 ^{ns} | 0.104 | -0.195 ^{ns} | 0.845 | -1.914 ^{ns} | 0.058 | -0.251 ^{ns} | 0.802 | -0.775 ^{ns} | 0.439 | -0.170 ^{ns} | 0.865 | -0.088 ^{ns} | 0.930 | -0.862 ^{ns} | 0.390 |
| Age | 0.003 ^{ns} | 0.997 | 0.055 ^{ns} | 0.946 | 0.389 ^{ns} | 0.679 | 0.159 ^{ns} | 0.853 | 0.321 ^{ns} | 0.726 | 0.192 ^{ns} | 0.825 | 0.186 ^{ns} | 0.830 | 0.106 ^{ns} | 0.900 |
| Education | 0.344 ^{ns} | 0.709 | 1.184 ^{ns} | 0.309 | 0.148 ^{ns} | 0.863 | 0.455 ^{ns} | 0.635 | 0.047 ^{ns} | 0.954 | 0.253 ^{ns} | 0.777 | 0.394 ^{ns} | 0.675 | 0.067 ^{ns} | 0.936 |
| Family | -0.152 ^{ns} | 0.879 | 0.310 ^{ns} | 0.757 | -1.485 ^{ns} | 0.140 | -0.433 ^{ns} | 0.666 | -0.769 ^{ns} | 0.443 | -0.107 ^{ns} | 0.915 | -0.642 ^{ns} | 0.522 | -0.624 ^{ns} | 0.533 |
| Labors | 0.722 ^{ns} | 0.471 | -0.351 ^{ns} | 0.726 | -2.042 ^{ns} | 0.043 | -0.714 ^{ns} | 0.476 | -2.430 [*] | 0.016 | -0.796 ^{ns} | 0.427 | -1.551 ^{ns} | 0.123 | -1.445 ^{ns} | 0.151 |
| Income | 0.288 ^{ns} | 0.750 | 0.497 ^{ns} | 0.609 | 0.399 ^{ns} | 0.672 | 1.166 ^{ns} | 0.314 | 0.768 ^{ns} | 0.466 | 0.634 ^{ns} | 0.532 | 3.010 [*] | 0.052 | 1.065 ^{ns} | 0.347 |
| Outcome | 0.006 ^{ns} | 0.994 | 0.265 ^{ns} | 0.768 | 0.278 ^{ns} | 0.757 | 0.260 ^{ns} | 0.772 | 1.687 ^{ns} | 0.189 | 1.412 ^{ns} | 0.247 | 3.145 [*] | 0.046 | 1.196 ^{ns} | 0.305 |
| Knowledge | -2.345 [*] | 0.020 | -0.155 ^{ns} | 0.877 | -1.513 ^{ns} | 0.132 | 1.545 ^{ns} | 0.125 | -2.090 [*] | 0.038 | -4.350 ^{**} | 0.000 | -1.720 ^{ns} | 0.088 | -2.677 ^{**} | 0.008 |

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

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาระบบการจัดการความรู้โดยใช้ผ่านชีวภาพในการปลูกถั่วเขียวของเกษตรกร ตำบลบ้านกว้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สรุปได้ว่า ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกร ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 48 - 65 ปี ระดับการศึกษามัธยมศึกษา หรือ ปวช. มีสถานภาพสมรส สมาชิกในครัวเรือนมากกว่า 4 คน จำนวนแรงงานมากกว่า 3 คน มีอาชีพทำการเกษตร มีประสบการณ์ในการทำถั่วเขียวเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 ปี ส่วนปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 24,730.26 บาท รายจ่ายเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 10,421.05 บาท เกษตรกรมีความรู้ในการผลิตถั่วเขียวของเกษตรกรอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 16.37 ระดับคะแนนความรู้ต่ำสุด 10.00 คะแนน ระดับคะแนนความรู้สูงสุด 23.00 คะแนน และการจัดการความรู้ในการใช้ถั่วเขียวในการปลูกถั่วเขียวของเกษตรกรภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 ประกอบด้วย ด้านการบ่งชี้ความรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.18 ด้านการสร้างและแสวงหาความรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10 ด้านการจัดการความรู้ให้เป็นระบบ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.12 ด้านการประมวลความรู้และกลั่นกรองความรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.12 ด้านการเข้าถึงความรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 ด้านการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.12 ด้านการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้โดยใช้ถั่วเขียวในการปลูกถั่วเขียวในการปลูกถั่วเขียวในการเข้าถึงความรู้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 รายจ่ายในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้โดยใช้ถั่วเขียวในการปลูกถั่วเขียวของเกษตรกร ในด้านการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และระดับความรู้ในการผลิตถั่วเขียวในครัวเรือน

ที่แตกต่างกันมีผลต่อการจัดการความรู้โดยใช้ถั่วเขียวในการปลูกถั่วเขียวของเกษตรกรที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรยังมีประสบการณ์ในการทำถั่วเขียวในการปลูกถั่วเขียวเป็นระยะเวลาสั้น ทำให้การจัดการความรู้ยังไม่เป็นรูปแบบที่เป็นระบบ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้และมีการใช้ถั่วเขียวในการปลูกถั่วเขียวให้มากขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเสริมสร้างภูมิปัญญาท้องถิ่น และส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้และจัดการความรู้อย่างเป็นระบบมาก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนายณรงค์ศักดิ์ หาญสำภา ประธานวิสาหกิจชุมชนไบโอชาร์ ขอขอบพระคุณเกษตรกร ตำบลบ้านกว้าง ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Angmanee, R., K. Chuangcham and U. Homchan. 2017. Properties of corn waste biochar and potential for soil improvement. VRU Research and Development Journal Science and Technology 12(1): 53-63. [in Thai]
- Bankrang Subdistrict Administrative Organization. 2020. Village and community committee, Ban Krang subdistrict, Mueang district, Phitsanulok province. Available: https://fa2.naxapi.com/bankrang.go.th/dnm_file/project/194261547_center.pdf (February 22, 2023). [in Thai]

- Chaivut, K., P. Sriboonruang and C. Choocharoen. 2019. Decision making of madan (*Garcinia schomburgkiana* Pierre.) cultivation of farmers, Nakhon Nayok province. the 16th National Academic Conference, December 3-4, 2019, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom. pp. 1972-1978. [in Thai]
- Durcikova, A., D. Galletta and B. Butler. 2004. The role of organizational climate in the use of knowledge. Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems, August 6 - 8, 2004, New York. pp. 2224-2229.
- Kaewjareonsri, W., P. Kruekum, N. Rungkawat and S. Fongmul. 2020. Need for organic herbal plants growing promotion of farmers in Phayuhakhiri district, Nakhon Sawan province. *Journal of Agriculture Research and Extension* 37(3): 39-48. [in Thai]
- Krejcie, R. V. and D. W. Morgan. 1970. Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement* 30(3): 607-610.
- Land Development Department. 2021. Guidelines for promoting appropriate agriculture based on the proactive agricultural map database, Phitsanulok province. Available: https://www.ldd.go.th/Agri-Map/Data/Guidelines_N.pdf (February 22, 2023). [in Thai]
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2021. Hemp the future economic crop of Thailand aims to be ASEAN's hemp hub. Available: <https://www.moac.go.th/news-preview-431991791574> (February 22, 2023). [in Thai]
- The 12th Health Office. 2020. Integrated cannabis and hemp drive project at province/district/subdistrict level. Ministry of Public Health. Available: <https://www.rh12.moph.go.th> (February 22, 2023). [in Thai]
- Niyamangkul, S. 2013. Social science and statistical research methods used. Book to You, Bangkok. [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. 2014. Agricultural economic information by product 2014. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. Available: <https://oae.go.th/home/article/386> (February 22, 2023). [in Thai]
- Piangsub, K., C. Choocharoen and S. Lertsiri. 2024. Thai geographical indications of Noh Kala (*Alpinia nigra* Burt) in Koh Kret sub-district, Pak Kret district, Nonthaburi province. *Maejo Journal of Agricultural Production* 6(1): 94-102. [in Thai]
- Saikaew, N. 2013. Member participation in the business of Khlong Nam Khieo agricultural cooperative, Limited, Sa Kaeo province. Master's Thesis in Business Administration in Cooperatives. School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]

Samac, D. A. and M. Tesfaye. 2003. Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils: A review. *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture* 75: 189-207.

Tansathit, T., S. Rojanamaeka and R. Thepwong. 2016. Producing biochar from rice husks and rice straw for soil amendment. The 1st National Academic Conference at Rajamangala University of Technology Rattanakosin, September 12-13, 2013, Mahasarakham. pp. 410-418. [in Thai]

Thammawisut, P. 2016. Knowledge management of rubber authority of Thailand. Master's Thesis in Public Administration, School of Management Science, Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]

การวิเคราะห์ปัจจัยของดินบางประการต่อการคงอยู่ของสารคลอโรไพริฟอสด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่สวนมะยงชิด อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก

Assessment of Soil Properties Influencing Chlorpyrifos Contamination Using Geoinformatics in Marian plum Farm (*Bouea burmanica* Griff.): A Case Study of Mueang Nakhon Nayok District, Nakhon Nayok Province

กิตติพิพัชญ์ วงษ์ภูธร* อธิเวทย์ ลิ้มโกมลวิลาส และสถาพร มนต์ประภัสสร

Kitpipat Wongputorn* Teerawate Limgomonvilas and Sathaporn Monprapussorn

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok 10110

* Corresponding author: sukontee.wongputorn@g.swu.ac.th

(Received: 18 May 2024; Revised: 26 June 2024; Accepted: 23 July 2024)

Abstract

Since the utilization of insecticides induces contamination in agricultural produce and the environment, the research aims to (1) study physical factors of the soil that affect the accumulation of Chlorpyrifos in Marian Plum's plantation (2) examine the risk of contamination by applying Analysis Hierarchy Process: AHP and Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP. The findings indicate that, according to the AHP method, the eigenvector of soil texture has the highest value (0.362), followed by soil pH (0.240), infiltration rate (0.138), soil depth (0.130), slope (0.081), topology wetness index: TWI (0.048), respectively. However, the findings from the FAHP method suggest that the eigenvectors respectively ranked from the highest to lowest as follows: soil texture (0.194), soil pH (0.181), soil depth (0.165), infiltration rate (0.162), slope (0.155), TWI (0.142). The spatial overlay analysis also reveals the risk of contamination in 5.41 sq.km of Marian Plum's plantation in Mueang District, Nakhon Nayok Province. Following the AHP method, the risk is highest at 3.36 sq.km, high at 2.01 sq.km, and moderate at 0.04 sq.km. The FAHP method, on the other hand, shows that the risk is highest at 0.23 sq.km, high at 4.66 sq.km, moderate at 0.52 sq.km, and low at 0.001 sq.km. Additionally, the contamination of Chlorpyrifos is not detected in the analysis of the soil sample. According to the findings from the field survey, the result is most likely due to the lack of agricultural Chlorpyrifos trade in the research site for at least a year.

Keywords: AHP, FAHP, insecticides, soil contamination

บทคัดย่อ

การใช้สารเคมีในภาคการเกษตรเพื่อกำจัดศัตรูพืชก่อให้เกิดการปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้มุ่งเน้นศึกษาปัจจัยทางกายภาพของดินที่มีผลต่อการสะสมตัวของสารคลอโรไพริฟอสในดินบริเวณพื้นที่ปลูกมะยงชิด วิเคราะห์ความเสี่ยงด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น และกระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้นแบบคลุมเครือ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความสำคัญของปัจจัยตามกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับ ขั้นปัจจัยเนื้อดินมีค่าคะแนนสูงสุด คือ 0.362 รองลงมาคือ ปัจจัยปฏิกริยาดิน (0.240) อัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดิน (0.138) ความลึกของดิน (0.130) ความลาดชัน (0.081) และดัชนีความชื้นของภูมิประเทศ (0.048) ตามลำดับ ส่วนค่าความสำคัญของ

ปัจจัยตามกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นแบบคลุมเครือ ปัจจัยเนื้อดินมีค่าคะแนนสูงสุด คือ 0.194 รองลงมา ได้แก่ ปัจจัยปฏิกริยาดิน (0.181) ความลึกของดิน (0.165) อัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดิน (0.162) ความลาดชัน (0.155) และดัชนีความชื้นของภูมิภาค (0.142) ตามลำดับ อำเภอเมืองนครนายกมีพื้นที่ปลูกมะยงชิด 5.41 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงการปนเปื้อนด้วยการซ้ดทับข้อมูลเชิงพื้นที่พบว่า พื้นที่ปลูกมะยงชิดมีความเสี่ยงปนเปื้อนด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น ระดับมากที่สุด 3.36 ตารางกิโลเมตร ระดับมาก 2.01 ตารางกิโลเมตร ระดับปานกลาง 0.04 ตารางกิโลเมตร และความเสี่ยงปนเปื้อนด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นแบบคลุมเครือ ระดับมากที่สุด 0.23 ตารางกิโลเมตร ระดับมาก 4.66 ตารางกิโลเมตร ระดับปานกลาง 0.52 ตารางกิโลเมตร ไร่ ระดับน้อย 0.001 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษามาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารคลอรีไพริฟอส ทั้งนี้เนื่องจากผลการสำรวจภาคสนามในพื้นที่ศึกษาไม่พบการจำหน่ายสารคลอรีไพริฟอสในการเกษตรมาเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี

คำสำคัญ: กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นแบบคลุมเครือ สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช การปนเปื้อนในดิน

คำนำ

คลอรีไพริฟอส เป็นสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มย่อยไพริไดนออร์กาโนไทโอฟอสเฟต โมเลกุลของสารประกอบไปด้วยธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ และคลอรีน ($C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$) มีการสังเคราะห์และพัฒนาโดยบริษัท Dow Chemical Company และ Dow Agro Sciences คลอรีไพริฟอสเป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลากหลาย ทั้งแมลงปากดูด และแมลงปากกัด มีคุณสมบัติทั้ง ถูกตัวตายหรือสัมผัส กินตาย การซึมผ่านใบ และเป็น ไอร์ระเหย โดยมีกลไกการออกฤทธิ์หลัก โดยการยับยั้ง เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ซึ่งทำหน้าที่ในการทำลายสารสื่อประสาทแอซิติลโคลีน (Acetylcholine) ในสมองและ ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของระบบประสาทในตัวแมลง (Suthep, 2017) เป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอีกหนึ่งชนิดที่ คงอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของระบบนิเวศ สารคลอรีไพริฟอสที่ ลงสู่ดินหรือที่เคลื่อนย้ายจากสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ อากาศ และสิ่งมีชีวิตในดิน จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ที่อาศัยอยู่ในดิน ค่าเฉลี่ยของครึ่งชีวิตในการย่อยสลาย ในดินที่ทำในห้องทดลองอยู่ที่ 63 วัน และในพื้นที่ เพาะปลูกอยู่ที่ 1 - 14 วัน (Suthep, 2018) สารคลอรีไพริฟอส ที่ปนเปื้อนในดินยังส่งผลต่อน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินและ

อาจเคลื่อนย้ายโดยการพัดพาโดยลม ถูกชะล้างด้วยน้ำ เกาะติดกับฝุ่นละออง ลงสู่แหล่งน้ำตกค้างในตะกอนดิน ในน้ำ ส่งผลให้เป็นอันตรายต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำ คลอรีไพริฟอสมีความเป็นพิษเฉียบพลันของในน้ำและ ตะกอนดินท้องถิ่นต่อไร่น้ำแดง (*Moina micrura* Kurz) และหนอนแดง (*Chironomus striatipennis* Kieffer) ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญในระบบนิเวศทางน้ำ (Sompam et al., 2012) รวมทั้งเป็นมีพิษร้ายแรงต่อผึ้ง มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลันน้อยกว่า 2 ไมโครกรัมต่อ ผึ้ง 1 ตัว และส่งผลกระทบต่อแม่และเด็ก โดยมีงานวิจัย ที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติที่ระบุว่า สารเคมี ชนิดนี้ ส่งผลต่อพัฒนาการทางสมองของเด็กที่แม่ได้รับ สารระหว่างตั้งครรภ์ ทำให้เด็กมีการพัฒนาการช้า ความจำสั้น สมาธิสั้น ควบคุมการเคลื่อนไหวของตัวเอง ได้แย่งลง หรือมีการตอบสนองช้า และมีผลต่อเนื่อง แม้เมื่อเด็กเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ไปจนถึงปัญหาด้านความ บกพร่องของพัฒนาการแบบรอบด้าน (Rauh et al., 2012) นอกจากนี้ ยังส่งผลต่อการทำงานของต่อมไร้ท่อ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความเสี่ยงและกระตุ้นการ เจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก (Ventura et al., 2016)

มะยมชนิด เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของจังหวัด นครนายก (geography index) มีความสำคัญทาง เศรษฐกิจของจังหวัดนครนายก ในปี พ.ศ. 2567 มีพื้นที่ เพาะปลูกมะยมชนิด 7,909 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ อยู่ในเขตอำเภอเมืองนครนายก รองลงมาคือ อำเภอ บ้านนา มีมูลค่าสินค้า 259.6 ล้านบาทต่อปี (Nakhon Nayok Provincial Agriculture Extension Office, 2024) มะยมชนิดมีแมลงศัตรูพืชที่สำคัญหลายชนิด เช่น โรค ราดำ เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง แมลงค่อมทอง ดัวงวงกัดใบ จึงมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาใช้ในการทำ การเกษตรจำนวนมากทุกปี ทั้งนี้เพื่อป้องกันความ เสี่ยงของผลผลิตและมีคุณภาพตรงตามความ ต้องการของตลาด ซึ่งคลอโรไพริฟอสมีประสิทธิภาพ ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ สำหรับการปลูกมะยมชนิด มีคำแนะนำให้ใช้คลอโรไพริฟอสในการป้องกันกำจัด เพลี้ยแป้ง (Sarut *et al.*, 2011) โดยการศึกษามุ่งเน้น ปัจจัยคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการตกค้างของสาร คลอโรไพริฟอส ในดินร่วมกับการบูรณาการระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และกระบวนการตัดสินใจหลาย หลักเกณฑ์ (multiple criteria decision making; MCDM) ช่วยทำให้กระบวนการพิจารณาคัดเลือกปัจจัยที่ มากกว่าหนึ่งปัจจัยอย่างมีประสิทธิภาพ คือ กระบวนการ วิเคราะห์ตามลำดับชั้น (analysis hierarchy process; AHP) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้วัดค่าระดับของการ ตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนในการ ดำเนินการที่ไม่ซับซ้อน และสามารถเข้าใจได้ง่ายกับ กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ (fuzzy analytic hierarchy process; FAHP) ที่เป็น กระบวนการเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ต้องใช้ การตัดสินใจที่มีความซับซ้อน โดยได้มีการตัดสินใจ ให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นร่วมกับทฤษฎี Fuzzy Set การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการตกค้าง ของสารคลอโรไพริฟอสในดินบริเวณพื้นที่ปลูกมะยมชนิด อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก ด้วยกระบวนการ

วิเคราะห์ตามลำดับชั้นและกระบวนการวิเคราะห์ ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ โดยการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ เพื่อศึกษาการกระจายและความสัมพันธ์ของสาร คลอโรไพริฟอสต่อปัจจัยคุณสมบัติของดิน เพื่อเป็น ฐานข้อมูลในการบริหารจัดการการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเพื่อส่งเสริมเกษตรปลอดภัยตามนโยบายและ แผนพัฒนายกระดับมาตรฐานการผลิตและผลผลิต ทางเกษตรให้เป็นสินค้าคุณภาพสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการประเมินระดับการตกค้างสารคลอโรไพริฟอส ในดินบริเวณพื้นที่สวนมะยมชนิด ทำการศึกษาถึงปัจจัย ที่ก่อให้เกิดการคงอยู่ของสารคลอโรไพริฟอสในดิน มีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดค่าความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ
เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านปฐพีวิทยา ด้านวัตถุอันตรายทาง การเกษตร ด้านพืชไร่-พืชสวน และด้านวางแผนการใช้ ที่ดิน เป็นต้น โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือเพื่อ การได้มาซึ่งข้อมูล จากปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมตัวของ สารคลอโรไพริฟอสในดิน ได้แก่ เนื้อดิน ปฏิกริยาดิน ความลึกของดิน อัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดิน ความลาดชัน และดัชนีความชื้นของภูมิประเทศ (topology wetness index; TWI) มาทำการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัย โดยการ กำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัยนั้นด้วยกระบวนการ วิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อหาค่า Eigenvector สำหรับ ใช้เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัยและตรวจสอบความ สอดคล้องกันของข้อมูล (Consistency Ratio; C.R.) แล้ว ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ไม่เกิน 0.1) จากนั้นคำนวณเมทริกซ์การเปรียบเทียบของแต่ละปัจจัย และแปลงข้อมูลจากตัวเลขทั่วไปให้อยู่ในรูปแบบของ ตัวเลขความคลุมเครือในรูปแบบสามเหลี่ยมที่เป็นเชิง

เส้นตรงและกระจายตัวแบบสมมาตร (triangular fuzzy numbers) และนำตัวเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยมมาแทนค่าการใช้ตัวเลขเดี่ยวแบบกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น

2. การจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1 การได้มาซึ่งข้อมูล

ข้อมูลของปัจจัยปฏิกริยาดิน การศึกษานี้ได้เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาอย่างเป็นระบบ (grid system) จำนวน 62 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างดินในพื้นที่ด้วยชุดตรวจสอบดินภาคสนาม ของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD pH test kit) ประมวลผลข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยวิธีการประมาณค่าช่วงเท่า (inverse distance wight) ในโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ปัจจัยเนื้อดิน ปัจจัยความลึกดิน และปัจจัยอัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดิน ใช้ข้อมูลชุดดินจัดตั้งของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2557 ในรูปแบบ shapefile

ปัจจัยความลาดชัน และปัจจัยดัชนีความชื้นของภูมิประเทศ ใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข (digital elevatior model; DEM) รายละเอียด 30 เมตร ของดาวเทียม Landsat-8

2.2 จัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในขั้นตอนนี้เป็นารเปลี่ยนข้อมูลปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ ดังนั้นข้อมูลที่ดำเนินการจึงต้องมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่ศึกษา โดยแบ่งช่วงชั้นของปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยเนื้อดิน

ดินมีความสามารถในการยึดเกาะกับอนุภาคของคลอไรไฟรฟอสได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะและเนื้อสัมผัส โดยทั่วไปการดูดซับสารคลอไรไฟรฟอสที่มาก โดยดินที่มีพื้นผิวละเอียดและในดินที่มีปริมาณดินเหนียวสูง และการดูดซับที่น้อยในดินเนื้อหยาบที่มี

ปริมาณแร่ดินเหนียวต่ำ (Mwevura *et al.*, 2021) ซึ่งสามารถจัดแบ่งข้อมูลตามหลักเกณฑ์การจำแนกเนื้อดินตามปริมาณของดินเหนียวของกรมพัฒนาที่ดิน ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด กลุ่มดินเหนียว
 - ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมาก กลุ่มดินร่วนปนเหนียว
 - ระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงปานกลาง กลุ่มดินร่วน
 - ระดับที่ 4 พื้นที่เสี่ยงน้อย กลุ่มดินทราย
 - ระดับที่ 5 พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด กรวดหรือหิน
- ปัจจัยปฏิกริยาดิน

อัตราการย่อยสลายคลอไรไฟรฟอสที่สูงในดินที่มีเป็นต่างนั้นเกิดจากการกระบวนการไฮโดรไลซิสทางเคมี ทำให้มีอัตราการสลายตัวของคลอไรไฟรฟอสในดินที่แตกต่างกันและการทดลองของ Muhamad (2004) กล่าวว่า ปฏิกริยาดินมีอิทธิพลต่ออัตราการย่อยสลายของคลอไรไฟรฟอส ไฮโดรไลซิสที่รวดเร็วยิ่งขึ้นภายใต้สภาวะที่เป็นต่าง โดยสามารถแบ่งลักษณะของข้อมูลตามการศึกษาของที่ศึกษาการย่อยสลายของสารคลอไรไฟรฟอสในดินในดินที่มีปฏิกริยาที่แตกต่างกันได้ 5 ระดับ ตามการศึกษาของ Racke *et al.* (1996) ดังนี้

ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด ค่าความเป็นกรดต่างของดิน น้อยกว่า 4.7

ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมาก ค่าความเป็นกรดต่างของดิน ระหว่าง 4.8 - 5.7

ระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงปานกลาง ค่าความเป็นกรดต่างของดิน ระหว่าง 5.8 - 6.7

ระดับที่ 4 พื้นที่เสี่ยงน้อย ค่าความเป็นกรดต่างของดิน ระหว่าง 6.8 - 7.7

ระดับที่ 5 พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด ค่าความเป็นกรดต่างของดิน มากกว่า 7.7

ปัจจัยอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน

การคงอยู่ของสารคลอไรไฟรฟอสมีความสอดคล้องกับการซึมผ่านของน้ำ การเคลื่อนที่ของน้ำจากผิวดินเข้าไปในดินตามช่องระหว่างเม็ดดินตาม

รอยแตกกระแหงด้วยแรงดึงดูดของโลกซึ่งแสดงถึงความสามารถในการซึมผ่าน แสดงให้เห็นถึงการเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของดิน ซึ่งรวมถึงความพรุนและขนาดและรูปร่างของอนุภาค การไหลของน้ำจะสามารถเคลื่อนย้ายสารคลอไรด์ที่ละลายในน้ำได้สู่ในดิน (Elizabeth and Shaik, 2015) จึงได้แบ่งช่วงชั้นข้อมูลออกเป็น 5 ระดับตามข้อมูลชุดดินจัดตั้งของกรมพัฒนาที่ดิน ได้ดังนี้

ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด การซึมของน้ำในดินช้า

ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมาก การซึมของน้ำในดินปานกลาง

ระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงปานกลาง การซึมของน้ำในดินค่อนข้างเร็ว

ระดับที่ 4 พื้นที่เสี่ยงน้อย การซึมของน้ำในดินเร็ว

ระดับที่ 5 พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด การซึมของน้ำในดินเร็วมาก

ปัจจัยความลึกของดิน

ความลึกของดินมีความสำคัญต่อความอ่อนไหวของพื้นที่ เนื่องจากสารคลอไรด์ที่ละลายสามารถกักเก็บไว้ในดินได้โดยการดูดซับไปยังอนุภาคดินในความลึกของดินที่ตื้นมาก สารคลอไรด์ที่ละลายจะไปถึงพื้นผิวหินได้เร็วกว่าผ่านการซึมผ่านลงสู่ดินชั้นล่าง เนื่องจากมีปริมาตรดินที่สามารถดูดซับสารคลอไรด์ที่ละลายได้ ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสี่ยงที่มากขึ้นต่อการแพร่กระจายในสิ่งมีชีวิตใต้ดินใต้ดินและน้ำใต้ดิน (Muhamad, 2004) โดยแบ่งลักษณะของข้อมูลตามชุดข้อมูลชุดดินจัดตั้งของกรมพัฒนาที่ดิน แบ่งช่วงชั้นข้อมูลออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด ดินตื้นมาก

ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมาก ดินตื้น

ระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงปานกลาง ดินลึกปานกลาง

ระดับที่ 4 พื้นที่เสี่ยงน้อย ดินลึก-ลึกมาก

ปัจจัยความลาดชัน

ภูมิประเทศของพื้นที่ที่มีความเชื่อมโยงกับการกระจายตัวของดินและพฤติกรรมของน้ำในภูมิภาค ดังนั้นจึงเป็นกระบวนการขนส่งสารปนเปื้อน น้ำสามารถทำหน้าที่เป็นทั้งการไหลบ่าของพื้นผิวหรือในการแทรกซึมและการซึมผ่านลงไปในพื้นที่ดินด้านล่าง โดยแบ่งช่วงชั้นข้อมูลออกเป็น 5 ระดับ ตามการศึกษาของ Ingrid (2018) ดังนี้

ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด ความลาดชันน้อยกว่า 5 องศา

ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมาก ความลาดชัน 5 - 9 องศา

ระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงปานกลาง ความลาดชัน 9 - 15 องศา

ระดับที่ 4 พื้นที่เสี่ยงน้อย ความลาดชัน 15 - 23 องศา

ระดับที่ 5 พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด ความลาดชันมากกว่า 23 องศา

ปัจจัยดัชนีความชื้นของภูมิภาค

ปัจจัยดัชนีความชื้นของภูมิภาค (TWI) เป็นปัจจัยที่วิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศกับอัตราการไหลสะสม (flow accumulation) แสดงถึงแนวโน้มของการเกิดการไหลของน้ำลงสู่พื้นที่ที่ลาดเอียงต่ำ ดัชนีเป็นฟังก์ชันของทั้งความลาดชันและพื้นที่รองรับน้ำต่อหน่วยความกว้างที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล พื้นที่สะสมและแทรกซึมของน้ำที่มีค่า TWI สูงจะถือว่ามีระดับสารปนเปื้อนที่ต่ำเนื่องจากการรั่วไหลและการขนส่งสารปนเปื้อนกับน้ำที่แทรกซึม ค่า TWI ต่ำเกี่ยวข้องกับระดับสารปนเปื้อนที่สูงขึ้นเนื่องจากการไหลบ่าของน้ำตามการศึกษาของ Ingrid (2018) ดังนี้

ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีค่า 0.55 - 1

ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมาก มีค่า 0.45 - 0.55

ระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีค่า 0.35 - 0.45

ระดับที่ 4 พื้นที่เสี่ยงน้อย มีค่า 0.25 - 0.35

ระดับที่ 5 พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด มีค่า 0 - 0.25

3. การประมาณพื้นที่ปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอส ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ

เมื่อได้ค่าความสำคัญของปัจจัยและข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาแล้ว จึงสามารถกำหนดระดับการจำแนกข้อมูล ค่าความสำคัญ ค่าคะแนน และคะแนนรวมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การประมาณพื้นที่ปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอสด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ จากนั้นนำเข้าประมวลผลผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถสร้างแผนที่พื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนของสารคลอโรไพริฟอสในดินได้ด้วยการนำปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัยซ้อนทับกันและตัดพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่น้ำออก และรวมผลคูณของค่าความสำคัญ และค่าคะแนน ทั้ง 6 ปัจจัย โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จัดแบ่งความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของพื้นที่ด้วยวิธีการคำนวณด้วยค่าสถิติแบบ Equal interval Classification ออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด พื้นที่เสี่ยงมาก พื้นที่เสี่ยงปานกลาง พื้นที่เสี่ยงน้อย พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด เมื่อได้พื้นที่ระดับต่าง ๆ พิจารณาในพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ปลูกมะยงชิด จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับที่ 1 และระดับที่ 3 ของ Land Development Department (2018) ในรูปแบบ shapefile

4. การตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณพื้นที่ปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอสด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ

โดยทำการเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่ม (completely randomized design; CRD) จำนวน 12 ตัวอย่าง ในแต่ละระดับความเสี่ยงปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอส โดยเก็บตัวอย่างในแปลงตัวอย่างแบบมีระบบ (system sampling) ในระดับความลึกจากผิวดิน 30 เซนติเมตร จากนั้นนำมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปภาชนะเพื่อนำกลับมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทดสอบ In-house method TE-CH-

328 based on QuEChERS Method EN 15662:2018 by GC/FPD Technique วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อหาปริมาณและชนิดของการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในตัวอย่างดิน

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ผลการกำหนดค่าความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการวิเคราะห์พบว่า อัตราความสอดคล้อง (consistency ratio; C.R.) ทั้งหมดด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญได้ทำการเปรียบเทียบรายคู่ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอสในดินได้อย่างสอดคล้องกัน โดยปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ เนื้อดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.362 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่สองคือ ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่ปฏิกริยา ดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.240 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่สามคือ อัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.138 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่สี่คือ ความลึกของดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.130 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่ห้าคือ ความลาดชัน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.081 และปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่หกคือ ดัชนีความชื้นของภูมิภาค มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.049 และผลการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ โดยปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ เนื้อดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.194 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่สองคือ ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่ปฏิกริยา ดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.181 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่สามคือ ความลึกของดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.165 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่สี่คือ อัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดิน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.165 ปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่ห้าคือ ความลาดชัน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.155 และปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับที่หกคือ ดัชนีความชื้นของภูมิภาค มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.142 (Table 1)

Table 1 Compare the weight factor between AHP and FAHP

| Factor | AHP | | FAHP | |
|------------------------|-------------|-------|-------------|-------|
| | Eigenvector | range | Eigenvector | range |
| Soil texture | 0.362 | 1 | 0.194 | 1 |
| Soil pH | 0.240 | 2 | 0.181 | 2 |
| Infiltration rate | 0.138 | 3 | 0.162 | 4 |
| Soil depth | 0.130 | 4 | 0.165 | 3 |
| Slope | 0.081 | 5 | 0.155 | 5 |
| Topology wetness index | 0.048 | 6 | 0.142 | 6 |

เมื่อพิจารณาเรียงลำดับปัจจัย จาก Table 1 พบว่า ทั้งสองวิธีให้ผลที่คล้ายคลึงกัน คือ เนื้อดิน มีค่าน้ำหนักมากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 ปฏิกริยาดิน มีค่าน้ำหนักมากเป็นอันดับที่ 2 อัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านผิวดินและความลึกของดิน มีค่าน้ำหนักอยู่ในอันดับที่ 3 และ 4 ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น แต่อยู่ในอันดับ 4 และ 3 ในการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ ส่วนความลาดชัน และดัชนีความชื้นของภูมิภาค มีค่าความสำคัญของปัจจัยอยู่ในอันดับ 5 และ 6 ตามลำดับ

2. ผลการประมาณพื้นที่ปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอส ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ

เมื่อนำข้อมูลจากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือเข้าสู่กระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถสร้างแผนที่พื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนของสารคลอโรไพริฟอสในดินด้วยการนำปัจจัยทั้งหมดซ้อนทับกัน ทำการคัดเลือกพื้นที่เสี่ยงปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอสในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นพบว่า พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่ 204.06 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 70.80 ของพื้นที่เกษตรกรรมในอำเภอเมืองนครนายก และด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่ 20.20 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 7.01 ของพื้นที่เกษตรกรรมในอำเภอเมืองนครนายก (Figure 1)

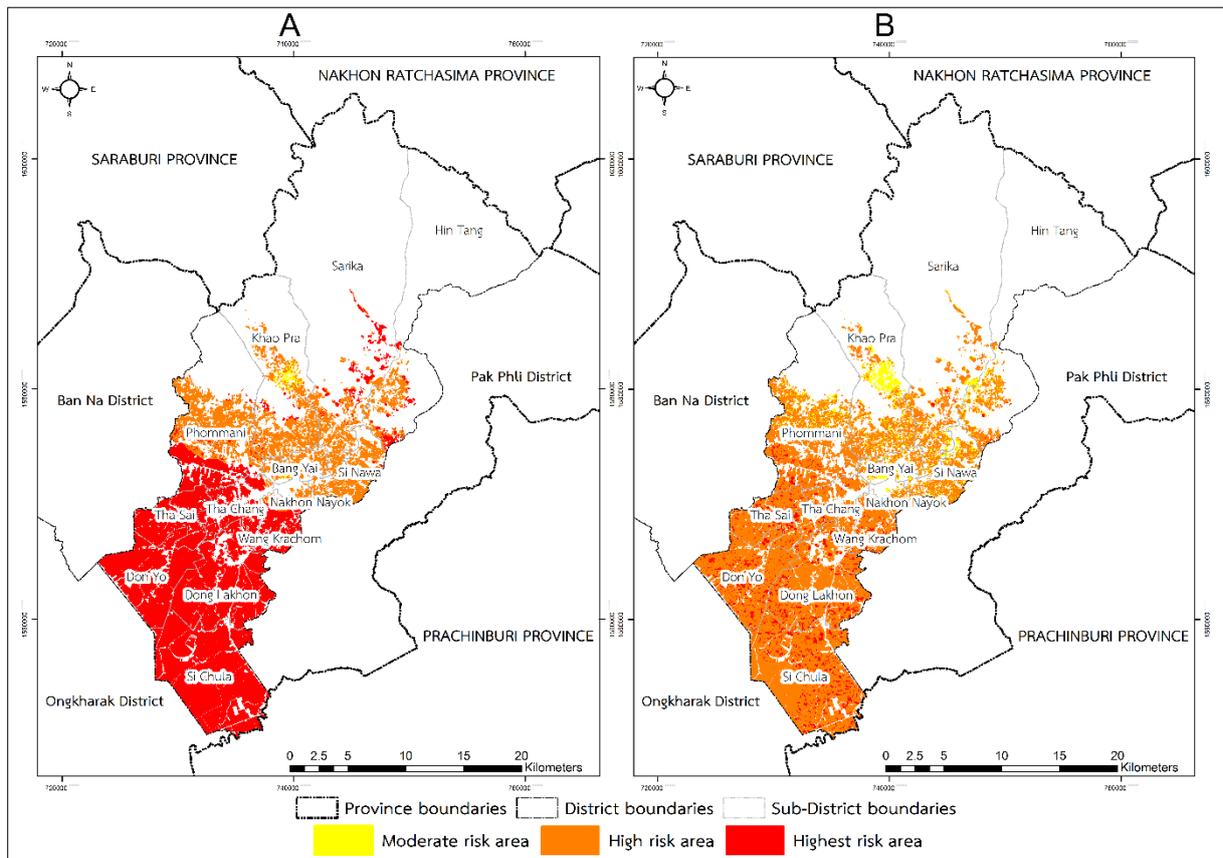


Figure 1 Map showing risk of chlorpyrifos contamination in agricultural areas in Mueang district, Nakhon Nayok province, with A) the AHP method and B) the FAHP method

จาก Figure 1 สามารถจำแนกความเสี่ยงปนเปื้อนของสารคลอโรไพริฟอสในดินตามการจำแนกการใช้ประโยชน์ประเภทพื้นที่เกษตรกรรม ระดับที่ 2 จากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ พื้นที่การปนเปื้อนส่วนใหญ่พบในบริเวณพื้นที่นาข้าว และจำแนกตามการเกษตรอื่น ๆ ดังนี้ (Table 2)

Table 2 Level 2 agricultural land use that is at risk of chlorpyrifos contamination, with the AHP method and the FAHP method

| Land use | Level | Highest risk | | High risk | | Moderate risk | | Low risk |
|--|-------|--------------|-------|-----------|--------|---------------|-------|----------|
| | | AHP | FAHP | AHP | FAHP | AHP | FAHP | FAHP |
| A1 Paddy field | | 138.13 | 13.67 | 66.71 | 178.97 | 1.87 | 14.08 | 0.03 |
| A2 Field crop | | 0.66 | | 0.77 | 1.36 | | 0.07 | |
| A3 Perennial | | 2.48 | 0.22 | 2.62 | 4.31 | 0.03 | 0.60 | |
| A3/A4 Perennial/Orchard | | 0.05 | | 0.06 | 0.11 | 0.01 | 0.02 | |
| A4 Orchard | | 8.04 | 0.46 | 9.89 | 14.82 | 0.12 | 2.77 | |
| A5 Horticulture | | 0.59 | 0.04 | 0.58 | 1.02 | | 0.11 | |
| A7 Pasture and farm house | | 0.20 | 0.02 | 0.28 | 0.40 | | 0.05 | |
| A7/A9 Pasture and farm house/Aquacultural land | | 4.38 | 0.41 | 0.01 | 3.97 | | 0.01 | |
| A8 Aquatic plant | | 0.05 | | 0.05 | 0.94 | | | |
| A9 Aquacultural land | | 49.48 | 5.38 | 1.10 | 44.95 | 0.01 | 0.27 | |

Remarks: Unit = sq.km

มะยงชิดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัด นครนายก มีพื้นที่เพาะปลูกในปี พ.ศ. 2565 เท่ากับ 5.41 ตารางกิโลเมตร ในการวิเคราะห์การประมาณพื้นที่ ปนเปื้อนสารคลอริไพริฟอสในดินด้วยกระบวนการ วิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีพื้นที่ปลูกมะยงชิดมีความเสี่ยง ปนเปื้อนมากที่สุด 3.36 ตารางกิโลเมตร มีการกระจาย ในพื้นที่เพาะปลูกมะยงชิดทั้งหมดของตำบลดงละคร ตำบลท่าทราย ตำบลท่าช้าง ความเสี่ยงปนเปื้อนมาก 2.01 ตารางกิโลเมตร มีการกระจายในพื้นที่เพาะปลูก มะยงชิดของตำบลพรหมณี ตำบลเขาพระ ตำบลสาริกา ตำบลหินตั้ง และตำบลศรีนาวา ความเสี่ยงปนเปื้อน ปานกลาง 0.04 ตารางกิโลเมตร และการวิเคราะห์การ ประมาณพื้นที่ปนเปื้อนสารคลอริไพริฟอสในดิน ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ มีพื้นที่ปลูกมะยงชิดมีความเสี่ยงปนเปื้อนมากที่สุด 0.23 ตารางกิโลเมตร มีการกระจายในพื้นที่เพาะปลูกมะยงชิด

บางส่วนของตำบลดงละคร ตำบลท่าทราย ตำบลท่าช้าง ความเสี่ยงปนเปื้อนมาก 4.65 ตารางกิโลเมตร มีการ กระจายในพื้นที่เพาะปลูกมะยงชิดของตำบลดงละคร ตำบลท่าทราย ตำบลท่าช้าง และตำบลพรหมณี มากที่สุด และกระจายในพื้นที่เพาะปลูกมะยงชิด บางส่วนของตำบลสาริกา ตำบลเขาพระ ตำบลหินตั้ง และตำบลศรีนาวา ความเสี่ยงปนเปื้อนปานกลาง 0.52 ตารางกิโลเมตร ความเสี่ยงปนเปื้อนน้อย 0.001 ตารางกิโลเมตร

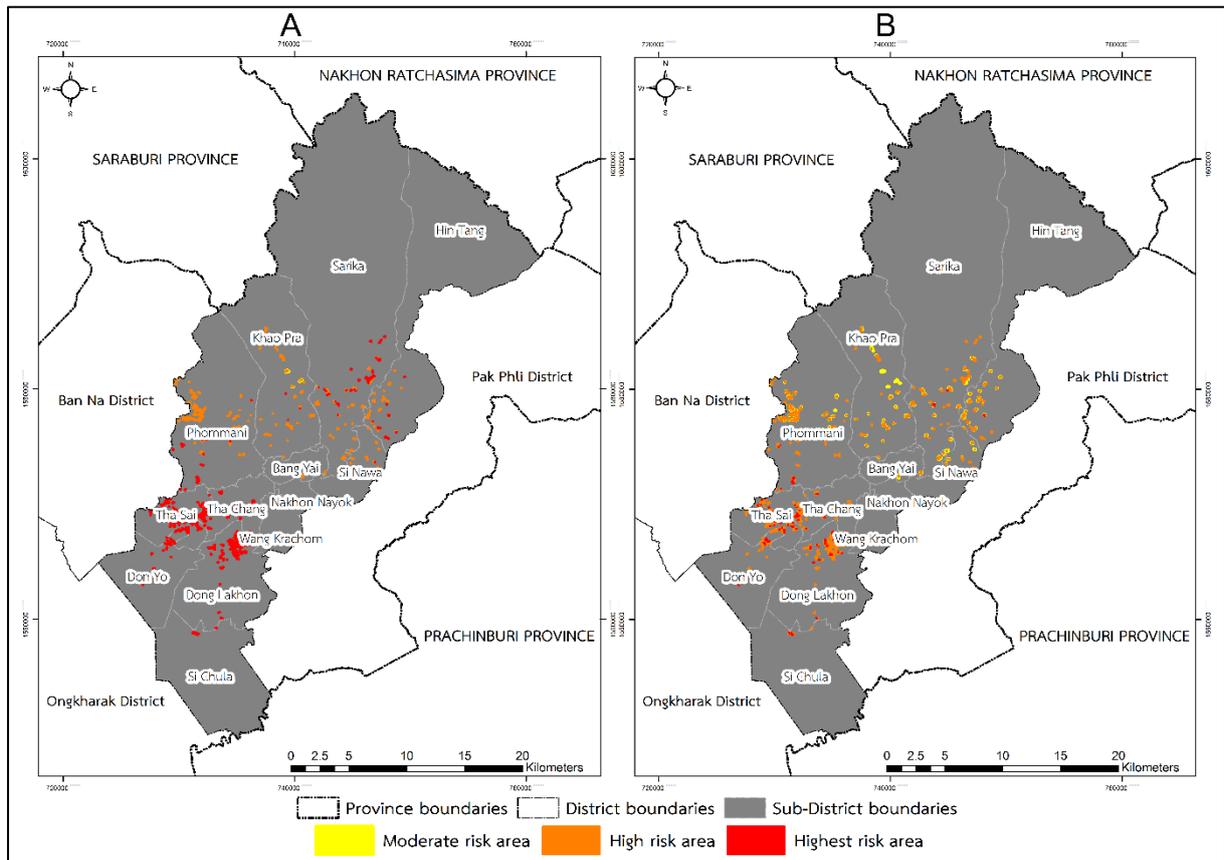


Figure 2 Map showing risk of chlorpyrifos contamination in Marian Plum's plantation in Mueang district, Nakhon Nayok province, with A) the AHP method and B) the FAHP method

3. ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณพื้นที่ปนเปื้อนสารคลอโรไพริฟอสด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในดินของพื้นที่เกษตรกรรม อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก พบว่า ไม่พบการปนเปื้อนของสารคลอโรไพริฟอสในดินของพื้นที่ตัวอย่างในกลุ่มของพื้นที่เพาะปลูกไม้ผล ได้แก่ ส้มโอ ส้มมะปรัง มะยงชิด และไม่พบการปนเปื้อนในพื้นที่นาข้าว

การศึกษาการประมาณการปนเปื้อนของสารคลอโรไพริฟอสในดินครั้งนี้ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ โดยมีพื้นที่เสี่ยงการปนเปื้อนในแต่ละ

ระดับที่แตกต่างกัน เนื่องจากค่าความสำคัญของปัจจัยที่แตกต่างกัน โดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นปัจจัยที่มีค่าความสำคัญ ได้แก่ เนื้อดิน มีค่าความสำคัญ 0.362 และมีค่าความสำคัญ 0.194 ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือที่มีความสำคัญสูงที่สุดเช่นเดียวกัน ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือเป็นกระบวนการที่พิจารณาร่วมกันระหว่างกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ที่ใช้วิธีการจัดลำดับความสำคัญและช่วยวิเคราะห์ปัญหาที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น ส่วนกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบคลุมเครือ สามารถจัดการกับความคลุมเครือหรือตรรกะความซับซ้อนในการตัดสินใจของมนุษย์ได้จากค่าความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นนั้นผ่านการ

พิจารณาและเป็นความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน จึงนับได้ว่าเป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงปนเปื้อน สารคลอโรไพริฟอสได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ (Mulubrhan *et al.*, 2016) ทั้งนี้การศึกษานี้ยังขาด การศึกษาแบบอนุกรมเวลาจึงทำให้ไม่ทราบถึงความ แม่นยำของแบบจำลอง อย่างไรก็ตามวิธีการกระบวนการ วิเคราะห์ตามลำดับขั้นใช้วิธีการตัดสินใจที่เรียบง่าย ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนของการตัดสินใจ โดย ธรรมชาติแล้วต้องคำนึงถึงความคลุมเครือเพื่อลด ความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดพลาด

การตรวจไม่พบการปนเปื้อนของ สาร คลอโรไพริฟอสในดินทั้ง 12 ตัวอย่าง ทั้งนี้เป็นเพราะ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางสังคมของพื้นที่ อธิบายได้ว่าคลอโรไพริฟอสมีความคงตัวในดิน โดยมี รายงานของ Singh *et al.* (2003) กล่าวว่าครึ่งชีวิตของ คลอโรไพริฟอสในดินอยู่ระหว่าง 20 ถึง 120 วัน โดยมีการ ก่อตัวของ 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (3,5,6-TCP) เป็นผลิตภัณฑ์การย่อยสลายหลัก ซึ่งในทางตรงกันข้าม TCP ที่เสื่อมสลายจะดูดซับบนอนุภาคดินได้เล็กน้อย และเคลื่อนที่ได้ปานกลางและคงอยู่ในดิน (Cheng *et al.*, 2023) ทั้งนี้การย่อยสลายยังเกิดจากปฏิกิริยา ออกซิเดชันหรือการไฮโดรไลซิสเป็นเอทิลฟอสเฟต และ TCP การย่อยสลายของคลอโรไพริฟอสจะเพิ่มขึ้น ตามอุณหภูมิที่สูง โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและ ความเป็นด่าง (Sakshi *et al.*, 2017) และจากการสำรวจ ภาคนามในพื้นที่อำเภอเมืองนครนายกไม่พบการใช้ สารคลอโรไพริฟอสเพื่อกำจัดศัตรูพืชและด้วยประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2563 ให้ยกเลิกการเกี่ยวกับวัตถุ อันตราย ได้แก่ คลอโรไพริฟอส คลอโรไพริฟอส-เมทิล พาราควอต และพาราควอตไดคลอไรด์ เป็นผลให้ไม่มีการ จำหน่ายสารคลอโรไพริฟอสแก่เกษตรกรในภายหลัง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้วย แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อการตกค้างของสาร คลอโรไพริฟอสในดิน ได้แก่ ปัจจัยเนื้อดิน ปัจจัยปฏิกิริยา ดิน ปัจจัยความลึกของดิน ปัจจัยอัตราการซึมผ่านของ น้ำผ่านผิวดิน ปัจจัยความลาดชันและปัจจัยดัชนี ความชื้นของภูมิภาค อัตราส่วนความสอดคล้องกัน ของข้อมูล อยู่ในช่วง 0.068 - 0.087 ผู้เชี่ยวชาญได้ทำ การเปรียบเทียบรายคู่ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนสาร คลอโรไพริฟอสในดินได้อย่างสอดคล้องกันซึ่งมีค่าไม่เกิน 0.10 เมื่อวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับ ขั้น ปัจจัยที่มีความสำคัญสูงสุดที่สุด คือ เนื้อดิน โดยมีค่า 0.362 และเมื่อวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ ตามลำดับขั้นแบบคลุมเครือ แม้ว่าปัจจัยเนื้อดินจะยังคง มีความสำคัญสูงสุด แต่มีค่าความสำคัญคือ 0.194 จากการประเมินพื้นที่ตกค้างสารคลอโรไพริฟอสในพื้นที่ สวนมะยมชิตด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น มีพื้นที่เสี่ยงตกค้างมากที่สุด 3.36 ตารางกิโลเมตร และ กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นแบบคลุมเครือมี พื้นที่ตกค้างมากที่สุด 0.23 ตารางกิโลเมตร แต่จากการ เก็บข้อมูลดินในพื้นที่ตกค้างเข้าตรวจในห้องปฏิบัติการ ไม่พบการตกค้างของสารคลอโรไพริฟอสในดินตัวอย่าง ทั้งนี้การคงอยู่ของคลอโรไพริฟอสมีความสัมพันธ์กับ คุณสมบัติของดิน ซึ่งรวมถึงชนิดของดิน ปฏิกิริยาของดิน ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณอินทรีย์วัตถุและเมแทบอลิซึม ของจุลินทรีย์ในดินต่อสารคลอโรไพริฟอส ด้วยอนุภาค ของดินที่มีผลต่อการเหนี่ยวรั้งกับอนุภาคของสารคลอโร ไพริฟอสทำให้เกิดการปนเปื้อนในดิน ปัจจัยที่สำคัญ อีกประการหนึ่งคือ คุณลักษณะของคลอโรไพริฟอส เช่น สูตรส่วนผสม สารประกอบเสริม และอัตราการใช้งาน ที่มีส่วนในการคงอยู่ของสารคลอโรไพริฟอส เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Cheng, C., W. Liu, K. Hou, J. Zhang, Z. Du, B. Li and L. Zhu. 2023. Ecological safety evaluation of chlorpyrifos on agricultural soil: Effects on soil microbes. *Soil Ecology* 189: 104954.
- Ingrid, S. 2018. Spatial assessment of soil contamination through GIS data management. Mater's Thesis in Environmental Engineering and Sustainable Infrastructure, KTH Royal Institute of Technology.
- John, E. M., and J.M. Shaik. (2015). Chlorpyrifos: Pollution and remediation. *Environmental Chemistry Letters*, 13(3), 269-291.
- Land Development Department. (2018). Land use data level 1 and level 3 [Geospatial database]. Available: https://tswc.ldd.go.th/DownloadGIS/Index_Lu.html (June 26, 2024). [in Thai]
- Muhamad, H., N. Mat and T. Ai 2004. Adsorption and desorption study of 14 C-Chlorpyrifos in two Malaysian agricultural soils. *Journal of Nuclear and Related Technologies* 1(1): 23-33.
- Mulubhan, F., A. Mokhtar and M. Muhammad. 2016. Comparative analysis between Fuzzy and traditional analytical hierarchy process. The 3rd International Conference on Mechanical Engineering Research. August 18-19, 2015. Perak, Malaysia. pp. 46-51.
- Mwevura, H., H. Kylin, T. Vogt and H. Bouwman. 2021. Dynamics of organochlorine and organophosphate pesticide residues in soil, water, and sediment from the Rufiji River Delta, Tanzania. *Regional Studies in Marine Science* 41: 101607.
- Nakhon Nayok Provincial Agriculture Extension Office. 2024. Marian plum. Available: https://nakhonnayok.doae.go.th/province/?page_id=21768 (February 23, 2024). [in Thai]
- Racke, K.D., K.P. Steele, R.N. Yoder, W.A. Dick and E. Avidov. 1996. Factors affecting the hydrolytic degradation of chlorpyrifos in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44(6): 1584-1592.
- Rauh, V.A., F.P. Perera, M.K. Horton, R.M. Whyatt, R. Bansal, X. Hao, J. Liu, D.B. Barr, T.A. Slotkin and B.S. Peterson 2012. Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(20): 7871-7876.
- Sakshi, J., K.B. Jyoti, S. Ritu and P. K. Shrivastava, P. 2017. Bioremediation of chlorpyrifos contaminated soil by microorganism. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology* 2(4): 1624-1630.
- Sarut, S., S. Srijumnun, M. Butsabong, W. Wanaphorn, K. Saranjit, S. Sanyanee, P. Wipada and C. Kriangkrai. 2011. Insect pests of fruit trees. 2nd Edition. The Agricultural Co-Operative Federation of Thailand. LTD. [in Thai]

- Singh, B. K., A. Walker, J.A. Morgan and D.J. Wright. 2003. Effects of soil pH on the biodegradation of chlorpyrifos and isolation of chlorpyrifos-degrading bacterium. *Applied and Environmental Microbiology* 69(9): 5198-5206.
- Somparn A., N. Barry and B.I. Chuleemas. 2012. Ecotoxicology of chlorpyrifos and cadmium on local Thai zooplankton and benthic invertebrate. The 13th Graduate Research Conference Khon Kaen University, February 17, 2012, Graduate School, Khon Kaen University, Khon Kaen. pp. 77-85.
- Suthep, S. 2017. Is chlorpyrifos dangerous? (final part). *House Agricultural Magazine* 41(8): 176-179. [in Thai]
- Suthep, S. 2018. Pesticide. *House Agricultural Magazine* 42(5): 171-174. [in Thai]
- Ventura, C., M.R. Nieto, N. Bourguignon, V. Lux-Lantos, H. Rodriguez and G. Cao. 2016. Pesticide chlorpyrifos acts as an endocrine disruptor in adult rats causing changes in mammary gland and hormonal balance. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 156: 1-9.

Factors Affecting the Acceptance to Use of Drone Among Cassava Farmers in Cassava Cultivation at Tha Bo District, Nong Khai Province

Angsana Watthanapanich Chalathon Choocharoen* Supaporn Lertsiri and Pornpinit Nualthet

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

* Corresponding author: fagrchch@ku.ac.th

(Received: 30 April 2024; Revised: 12 July 2024; Accepted: 26 July 2024)

Abstract

The objectives of this research were to study 1) basic personal factors, and socio-economics factors of farmers 2) acceptance to use drones in cassava cultivation 3) decision to use drones for cassava cultivation 4) problems and obstacles for farmers in cassava cultivation at Tha Bo district, Nong Khai province. Data were collected by using questionnaires and analyzed by using descriptive statistics, such as frequency, percentage, minimum value, maximum, value, mean, standard deviation and Pearson Chi-square test. A sample group was 302 farmers. Results showed that most farmers were female with an average age of 61 years old, and a bachelor's degree. The average number of family members was 4.74 people. There was an average of 1.85 agricultural laborers per household. The average experience of farmers in cassava cultivation was 2.25 years. The average income of farmers was 59,862.50 Baht per year. The average amount of land for cassava cultivation was 13.36 rai per family. A characteristic to use drones was spraying pesticides by gathering of farmers in the area. The overall acceptance for use of drones in cassava cultivation was at a high acceptance level. There was an average acceptance level of 2.15. The overall decision level to use drones for cassava cultivation was at the high decision level. The average decision level to use drones for cassava cultivation was 1.99. From the hypothesis testing, it was found that gender, age, education level, number of family's labors, experience in cassava cultivation, a characteristic to use drones was spraying pesticides by gathering of farmers in the area, and acceptance to use drones in cassava cultivation were related to the decision to use drones for cassava cultivation was statistically significant at the 0.01 level. The problem found was that farmers were lacking appropriate knowledge for using agricultural drones in cassava cultivation.

Keywords: Acceptance, decision, agricultural drone, cassava cultivation

Introduction

Cassava is the main economic crop of Thailand. It is expected that the income of farmers who grow cassava will increase to 790 billion baht or an expansion of 17.1%, with output volume and price expected to increase by 0.6% and 16.4%, respectively, even though the harvested area will decrease due to flooding during September and

October of 2021 which cause the cassava to be damaged and unable to harvest the cassava yield per Rai in 2022. The price of cassava is likely to improve due to the demand for processed cassava chips, pellets, cassava flour and ethanol, together with the increased price of crude oil, causing the price of cassava to increase. (Center for Economic Analysis TTB, 2022) Thailand is considered an

important producer of cassava in the world but little is used for consumption. Most of them are popularly processed into products for export. Thailand's cassava products are export products with high demand in international markets which has the largest export volume in the world.

In addition, the use of fertilizer herbicides, and insecticides are very necessary for growing cassava to produce high yields and weight while cassava also needs a high quality of soil, good quality of water, no weeds, and no aphids. The important factor that makes cassava have good quality lies in taking special care and attention during its lifespan as first 4 months therefore, during the care period, manpower and money must be used. Normally, spraying pesticides and sowing fertilizers, herbicides, and insecticides in plantations was applied manual labor which required many hours of work to be sprayed thoroughly. It may cause crop damage and there is a risk of danger from the diffusion of chemicals to the workers who sprayed them. Therefore, utilizing agricultural drones in farming helps keep farmers safe without having to directly touch biological products or chemicals including not having to walk into the planting area. With government support, more farmers are turning to growing cassava, but labor shortages and limited time are causing farmers to use agricultural drones on farms. The advantage of using a drone to spray chemicals reduces the time that people must use the tank to spray or spray the pesticides across the cassava fields. This will take a long time and will not allow spraying the pesticides thoroughly. Moreover,

there is a long-term plan, using drones to spray pesticides will be more cost-effective than hiring people to spray pesticides and can solve the problem of labor shortages previously, it took many people to do agriculture, which took several hours per 10 Rai but when drones are introduced, the number of workers can be reduced to just 1-2 people for supervision and reduce time to only 10 minutes. In the future, agricultural drones may be one of the important helpers for Thai farmers (Digital Economy Promotion Agency, 2019)

For these reasons, beginning to see the use of service of drones for decision on using drones for cassava cultivation in some groups, such as new generation farmers, large scale farming is increasing, causing some groups of farmers to hire people with licenses to spray various substances. Moreover, those farmers who join the group which is provided by government with One Tam Bon One Digital project (Digital Economy Promotion Agency, 2019). But in the early days of using drones for decision on using drones for cassava cultivation, it is not known exactly what factors affected the decision to use drones for decision on using drones for cassava cultivation. The researcher is therefore interested in studying the factors affecting farmers' decision on using drones for cassava cultivation in Tha Bo district, Nong Khai province. To provide a guideline for using drones in decision on using drones for cassava cultivation with efficiency and maximum benefit for farmers in the future.

Materials and Methods

Population and sample

The population and sample used in this study were 1,223 households in the year 2020 of farmers who grow cassava (Office of Agricultural Economics, 2020) in Tha Bo district, Nong Khai province. The sample size of 302 people was determined by using Taro Yamane's formula (Yamane, 1973) with the error value of 0.05 through simple random sampling method.

Research tools

The tool used in this research was a questionnaire, divided into 3 parts consisting of Part 1: Personal and socio-economic factors of farmers. Data in this section includes gender, age, educational level, family member, family members who are agricultural workers, experience in growing cassava, income from agricultural occupation, types of fertilizer used in growing cassava, Labor costs for fertilizing and spraying. Size of cassava planting area, characteristics of using the drone, channels for receiving news and the integration of farmers in the area. Part 2: acceptance to use of technology and Part 3: Decision to use drones for cassava cultivation by farmers in Tha Bo district, Nong Khai province.

Testing tools in this research checks the validity of the content by using 3 experts to check the accuracy of the content and the use of language in communication and improved until complete by testing with 30 sets of cassava farmers who were not the sample group to test. After that, the collected data will be used. Let's test the statistical reliability by finding the confidence

coefficient of the questionnaire using Cronbach's Alpha coefficient analysis method, the use of technology acceptance was 0.98, and the decision to use drones for cassava cultivation was 0.96.

Data analysis and processing

Data analysis is divided into 1) Descriptive statistics search for statistical values, including percentages, averages, maximum, minimum, and standard deviation 2) Inferential statistics test the hypothesis to find the relationship between the personal and socio-economic factors of farmers and the decision to use drones for cassava cultivation by using the Pearson Chi-square test and statistical significance was at the 0.01 and 0.05 levels.

The acceptance of the technology means acceptance to use drone, as group farmers not by buying drone directly. The criteria for interpreting the data are specified as follows:

An average score of 1.00 - 1.66 means a low level of acceptance.

An average score of 1.67 - 2.34 means a moderate level of acceptance.

An average score of 2.35 - 3.00 means a high level of acceptance.

Explaining the meaning of the average score obtained from data on the decision to use drones for cassava cultivation. The criteria for interpreting the data are specified as follows:

An average score of 1.00 - 1.66 means a low level of decision.

An average score of 1.67 - 2.34 means a moderate level of decision.

An average score of 2.35 - 3.00 means a high level of decision.

Results and Discussion

Personal and socio-economic factor of farmers

The research results found (Table 1) that the majority of farmers were female with 60.90 percent and 49.70 percent were over than at age of 51 years, average age was 61 years old, had a bachelor's degree with 50.00 percent, the number of family members was 4-6 people, 60.30 percent, an average 4.74 people and had 1 - 3 family members who were agricultural workers, 83.10 percent, an average of 1.85 people, had experience cassava cultivation for less than 4 years, with an average of 2.25 years. Farmer had an income from agricultural occupation of about 150,000 baht per year, with 49.70 percent, an average income was 59,862.50 baht per year. The type of fertilizer used in cassava cultivation was liquid with 60.30 percent. The average price for hiring fertilizer sprayers and sprayers in the area was less than 150 baht per Rai, with 46.40 percent, an average of 131.00 baht. There was an area for cassava cultivation 1-30 Rai, with 79.80 percent, an average of 13.36 Rai. Characteristics of using drones by

spraying was 56.60 percent. There were channels for receiving general news from the internet and social media such as YouTube/Facebook/Line/Website with 63.60 percent and there was a gathering of farmers in the area of 43.70 percent. Consistent with Apisithpinyo *et al.* (2022) studied the factors affecting the break-even point and safe surplus from cassava cultivation in Nakhon Ratchasima Province was found that the majority of farmers were female, 53.47 percent. The same as Wannok and Haputta (2023) studied factors related to the behavior of using pesticides among cassava farmers in Po Daeng subdistrict, Rural district, Khon Kaen province, found that 47.87% were aged 50 years and over. Similarly, Bunsongsree and Treewannakul (2023) studied farmers' compliance with measures to prevent and eliminate cassava leaf spot disease in Khon Buri district Nakhon Ratchasima province was found that the average number of workers in the household was 1 person, 53.52 percent and Nungarm *et al.* (2021) studied farmers' opinions on agricultural promotion of the Center for Agricultural Technology Promotion in Crop Protection, Suphanburi province found that there was less than 16 Rai of agricultural land, 34.62 percent.

Table 1 Personal and socio-economic factors of farmers

| Personal and socio-economic factors of farmers | n (%) | Mean | Max | Min | S.D. |
|---|------------|-----------|---------|--------|-------|
| Gender | | | | | |
| Female | 184 (60.9) | | | | |
| Age (years old) | | | | | |
| 21-35 years old | 61 (20.2) | 61 | 66 | 27 | 0.783 |
| 36-50 years old | 91(30.1) | | | | |
| > 51 years old | 150 (49.7) | | | | |
| Education | | | | | |
| Bachelor's degrees | 151 (50.0) | | | | |
| Number of family members (people) | | | | | |
| 1-3 people | 120 (39.7) | 4.74 | 6 | 1 | 0.490 |
| 4-6 people | 182 (60.3) | | | | |
| Family's labors (people) | | | | | |
| 1-3 people | 251 (83.1) | 1.85 | 6 | 1 | 0.375 |
| 4-6 people | 51 (16.9) | | | | |
| Experience in cassava cultivation (years) | | | | | |
| < 4 years | 130 (43.0) | 2.25 | 17 | 0 | 0.819 |
| 5-9 years | 92 (30.5) | | | | |
| > 10 years | 80 (26.5) | | | | |
| Income from agricultural occupation (Baht/year) | | | | | |
| < 150,000 Baht/year | 150 (49.7) | 59,862.50 | 900,000 | 10,000 | 0.861 |
| 150,000-300,000 Baht/year | 112 (37.1) | | | | |
| 300,001-500,000 Baht/year | 20 (6.6) | | | | |
| > 500,001 Baht/year | 20 (6.6) | | | | |
| Types of fertilizer used in cassava cultivation | | | | | |
| Water type | 182 (60.3) | | | | |
| Average price for hiring fertilizer sprayers and sprayers in the area (Baht) | | | | | |
| <150 Baht | 140 (46.4) | 131 | 6,000 | 120 | 0.888 |
| 151-300 Baht | 60 (19.9) | | | | |
| > 301 Baht | 102 (33.8) | | | | |

Table 1 Personal and socio-economic factors of farmers (Cont.)

| Personal and socio-economic factors of farmers | n (%) | Mean | Max | Min | S.D. |
|--|------------|-------|-----|-----|-------|
| Number of areas for cassava cultivation (Rai) | | 13.36 | 50 | 1 | 0.505 |
| 1-30 Rai | 241 (79.8) | | | | |
| 31-50 Rai | 50 (16.6) | | | | |
| > 51 Rai | 11 (3.6) | | | | |
| Drone used characteristics | | | | | |
| Spray | 171 (56.6) | | | | |
| Channels for receiving general news | | | | | |
| Internet and social media | 192 (63.6) | | | | |
| YouTube/ Facebook/Line/ Website | | | | | |
| Gathering of farmers in the area | 132 (43.7) | | | | |

Farmers' adoption on agricultural drone

The research results found that the overall level of acceptance of the use of drones for cassava cultivation was at a moderate level of acceptance. The average acceptance level was 2.15 when considering each aspect, was found that there was an acceptance level for the use of drones

for cassava cultivation. The perceived ease of use was the greatest (average score 2.24), followed by attitude toward using (average score 2.23), perceived usefulness (average score 2.21), and intention to use (average score 2.19) and perceived risk (average score 2.01), respectively (Table 2).

Table 2 Farmers' acceptance of the use of drone cassava cultivation

| Acceptance of the use of drone cassava cultivation | \bar{x} | S.D. | Acceptance level |
|--|-------------|--------------|------------------|
| Perceived usefulness | 2.21 | 0.648 | Moderate |
| Perceived ease of use | 2.24 | 0.700 | Moderate |
| Intention to use | 2.19 | 0.733 | Moderate |
| Perceived risk | 2.01 | 0.737 | Moderate |
| Attitude toward using | 2.23 | 0.650 | Moderate |
| Average | 2.15 | 0.580 | Moderate |

Remarks: 2.35 - 3.00 = High acceptance, 1.68 - 2.34 = Moderate acceptance, 1.00 - 1.67 = Low acceptance as the acceptance means acceptance to use of technology

Farmers’ decision on using drones for cassava cultivation

The research results found that the overall level of decision on using drones for cassava cultivation was at a moderate level of decision. There was an average level of decision on using drones of 1.99 when considering each aspect, was found that there was an average level of

decision on using drones for cassava cultivation. The convenience of drones used was the most (average score 2.11), followed by product description and clear price (average score of 2.02), cost reduction on farm management (average score 1.98), and available for trial service (average score 1.84) respectively (Table 3).

Table 3 Farmers’ decision on using drones for cassava cultivation

| Decision on using drones for cassava cultivation | \bar{x} | S.D. | Decision level |
|--|-------------|--------------|-----------------|
| Convenience of drones used | 2.11 | 0.607 | Moderate |
| Product description and clear price | 2.02 | 0.676 | Moderate |
| Available for trial service | 1.84 | 0.613 | Moderate |
| Cost reduction on farm management | 1.98 | 0.635 | Moderate |
| Average | 1.99 | 0.555 | Moderate |

Remarks: 2.35 - 3.00 = High, 1.68 - 2.34 = Moderate, 1.00 - 1.67 = Low

Relationship with factors affecting the decision on using drones for cassava cultivation

Results from the study found that gender is related to the decision to use drones for cassava cultivation. at the statistical significance level of 0.01, especially understanding of new technology perceived ease of use and perception of benefits and confirmed relationship with farmers' intentions to use it as they need labor for hard work. Consistent with Shi Zheng *et al.* (2019) a study of technology adoption among farmers in Jilin province, China, found that gender was an important factor affecting farmers' technology adoption intentions.

Age has a relationship with the decision to use drones for cassava cultivation. At the statistical

significance level of 0.01, which indicates that the age of cassava farmers increases, the decision to use drones for cassava cultivation will be increased as they don't have adequate labor work. Consistent with Wannok and Haputta, (2023), conducted a study of factors related to the behavior of using pesticides among cassava farmers in Po Daeng subdistrict, Rural district, Khon Kaen province. It was found that the age of the farmers was related to the behavior of using chemicals. Farmers' chemical pesticides are statistically significant at the 0.05 level.

The level of education is related to the decision to use drones for cassava cultivation at the statistical significance level of 0.01. Different levels of education granted farmers more knowledge,

better understanding of benefits of use and easier access to information on using agricultural drones. This makes it easier to influence the decision to use agricultural drones in cassava cultivation. Consistent with Sanprasert *et al.* (2020), studied the factors affecting satisfaction in forming a group of rubber farmers in Sanam Chai Khet district, Chachoengsao province found that the education level. It has an influence on the satisfaction of joining together as a member of the rubber farmer group. Statistically significant was at the 0.05 level.

The number of family labor is related to the decision to use drones for cassava cultivation at a statistical significance level of 0.01, indicating that the number of family's labor can be main labor work and from the study found that farmer had 1-3 labors which using drones for cassava cultivation can be support limited labor work. Consistent with Kaewlaima *et al.* (2017), a study of factors affecting the acceptance of organic farming by farmers in Mae Hor Phra subdistrict, Mae Taeng district, Chiang Mai province found that the number of laborers used in the agricultural sector was a factor affecting the acceptance of organic farming by farmers in Mae Hor Phra subdistrict, Mae Taeng district, Chiang Mai province. Statistically significant was at the 0.05 level.

Experience in growing cassava is related to the decision on using drones for cassava cultivation at a statistical significance level of 0.01, indicating that farmers with average 2.25 years experiences in cassava cultivation as farmer with less experience was better at applying technology

than farmers who had more experience. Consistent with Bunsongsree and Treewannakul (2023), studied the implementation of measures to prevent and eliminate cassava leaf spot disease among farmers in Khonburi district, Nakhon Ratchasima province found that experience in cassava cultivation was related to farmers' compliance with measures to prevent and eliminate cassava leaf spot disease at a statistical significance level of 0.01.

Drone used characteristics for spraying pesticides are related to the decision on using drones for cassava cultivation at a statistical significance level of 0.01. Most farmers used for spraying such as pesticide and chemical fertilizer lead farmers who have a lot of knowledge in using pesticides had a behavior in using pesticides more correctly than farmers with less knowledge. Consistent with Wannok and Haputta (2023), studied factors related to the behavior of using pesticides among cassava farmers in Po Daeng subdistrict, Rural district, Khon Kaen province. It was found that knowledge about the use of pesticides and knowledge about the effects of using pesticides. It is significantly related to farmers' pesticide use behavior at the 0.05 level.

The gathering group of farmers in the area is related to the decision on using drones for cassava cultivation at a statistical significance level of 0.01, indicating that the grouping of farmers who grow cassava in the area had desire to use drones for reducing the inputs. Additionally, farmers are able to share and exchange their information on using agricultural drones. Consistent with Panyayuen *et al.* (2020), a study was conducted on

the need of promoting the cultivation of vegetables safe from toxins among farmers in Mueang Pan district, Lampang province. It was found that being a member of the vegetable group safe from toxins It will result in the average demand for promoting the cultivation of vegetables safe from toxic substances reduced at a statistical significance of 0.01.

Acceptance of using technology related to the decision on using drones for cassava cultivation at a statistical significance level of 0.01, as farmers who accept technology that will be able to learn, sharing, exchange knowledge and will be

affected farmer to make decision on using agricultural drone which increase the efficiency of cassava cultivation. Consistent with Soyyana *et al.* (2022), studied the acceptance of the technology of using unmanned aerial vehicles for spraying chemicals among rice farmers, San Kamphaeng district, Chiang Mai province found that farmers' acceptance of drone technology on spraying chemicals in rice fields. It is to make farmers aware of the benefits and features of the technology that will be used in drone management with statistical significance at the 0.01 level.

Table 4 Relationship between farmers' personal and socio-economic factors and factors affecting the decision on using drones for cassava cultivation

| Farmers' personal and socio-economic factors | Factors affecting the decision on using drones for cassava cultivation | | |
|--|--|---------|--------------|
| | χ^2 | P-value | Significance |
| Gender | 10.618** | 0.005 | Sig. |
| Age | 65.855** | 0.000 | Sig. |
| Education | 30.650** | 0.000 | Sig. |
| Family's labors | 18.488** | 0.000 | Sig. |
| Experience in cassava cultivation | 60.742** | 0.000 | Sig. |
| Drone used characteristics | 34.842** | 0.000 | Sig. |
| Gathering of farmers in the area | 90.487** | 0.000 | Sig. |
| Technology acceptance | 407.889** | 0.000 | Sig. |

Remarks: **Significance level at 0.01, No cell with a frequency lower than 5 and not exceed 20%

Conclusion

Farmers had an overall acceptance level of using drones for cassava cultivation at a moderate level of acceptance. The average acceptance level was 2.15 when considering each

aspect, was found that the perceived ease of use was average score of 2.24, followed by attitude toward using at average score of 2.23, perceived usefulness at mean score of 2.21, intention to use at average score of 2.19 and perceived risk

at average score of 2.01). Farmers' overall level of decision to use drones for cassava cultivation was at the moderate level of decision. There was an average level of decision on using drones of 1.99 when considering each aspect, was found that a convenience of drones used was average score of 2.11, followed by product description and clear price average score of 2.02, cost reduction on farm management average score of 1.98, available for trial service average score of 1.84, and hypothesis testing found that personal economic and social factors such as gender, age, education, family members workers, experience in cassava cultivation, drone usage characteristics, gathering of farmers in the area, and technology acceptance of farmers in Tha Bo district, Nong Khai province. An acceptance of the use of drones related to the decision on using drones for cassava cultivation with statistical significance at the 0.01 level. The problem found that farmers were lack of knowledge and the benefits of using agricultural drones in cassava cultivation for increase efficiency in cassava cultivation.

References

- Apisithpinyo, B., N. Keeratiaurai, S. Burinwattana, W. Apisithpinyo and N. Kulsuphachote. 2022. The analysis of the factors influencing the breakeven point and margin of safety on cassava production in Nakhon Ratchasima province. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal* 16(3): 35-45. [in Thai]
- Bunsongsree, S. and P. Treewannakul. 2023. Practice on measures to prevent and eliminate a cassava mosaic disease of farmers in Khon Buri district, Nakhon Ratchasima province. *Agricultural Science Journal* 54(3): 210-223. [in Thai]
- Center for Economic Analysis TTB. 2022. TTB analytics expects farmer income of 5 economic crops in 2022 to grow 16.1%. Available: <https://www.ttbbank.com/th/newsroom/detail/thailand-economy-2565> (March 29, 2024). [in Thai]
- Digital Economy Promotion Agency. 2019. Drones and Thai agriculture technology series: Drone for smart farming. Available: <https://www.depa.or.th/th/article-view/tech-series-drone-smart-farming> (April 2, 2024). [in Thai]
- Kaewlaima, N., S. Sreshtaputra, B. Limmirankul and P. Kramo. 2017. Factors affecting farmers' adoption of organic agricultural practices, Mae Ho Phra subdistrict, Mae Taeng district, Chiang Mai province. *Agricultural Journal* 33(3): 387-395. [in Thai]
- Nungarm, M., T. Kongsila and J. Limprasertkul. 2021. Opinion towards agricultural extension of farmers in the agricultural technology protection center in Suphan Buri province. *Agricultural Science Journal* 51(3):209-220. [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. 2020. Overview information on growing 14 important economic crops. Available: <https://oae.go.th/home/article/386> (March 25, 2024). [in Thai]

- Panyayuen, S., S. Fongmul, P. Sakkatat and K. Kanokhong. 2023. Factors effecting needs for the promotion of non-toxin vegetable growing of farmers in Muang Pan district, Lampang province. *Journal of Agricultural Research & Extension* 40(3): 127-137. [in Thai]
- Sanprasert, T., C. Choocharoen, S. Lertsiri and P. Chintapitaksakul. 2020. Factors affecting satisfaction in group membership of rubber farmers in Sanam Chai Khet district, Chachoengsao province. *Agricultural Science Journal* 51(3): 248-258. [in Thai]
- Soyyana, A., Y. Chaovanapoonphol and K. Saeliw. 2022. Farmer's adoption of drone technology for spraying chemicals in Sankamphaeng district, Chiang Mai province. *Khon Kaen Agriculture Journal Supplement* 50(1): 385-391. [in Thai]
- Wannok, P. and P. Haputta. 2023. Factors Related to Pesticide Use Behavior of Cassava Farmers in Po Daeng subdistrict, Chonnabot district, Khon Kaen province. *Agricultural Journal* 39(2): 233-243. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. *Statistics: An Introductory analysis*. 3rd Edition. Harper and Row Publication, New York.
- Zheng, S., Z. Wang and C. J. Wachenheim. 2019. Technology adoption among farmers in Jilin province, China: The case of aerial pesticide application. *China Agricultural Economic Review* 11(1): 206-216.

ผลของกรดแอบไซซิกต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง

Effects of Abscisic Acid on Physiological Responses, Growth, Yield, and Quality of Peanut Seed under Water Deficit in Field Trial Conditions

กัณทิมา ทองศรี^{1*} ภาัสสร วัฒนากุลภาคิน² ศุภลักษณ์ สัตยสมิตสถิต¹ ธนัชชาติ ทรัพย์จี¹ และนิภาพรณ์ พรรณรา¹
Kantima Thongsri^{1*} Papassorn Wattanakulpakin² Supalak Sattayasamitsathit¹ Thanutchart Supjee¹ and Nipaporn Pannara¹

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65130

¹ Phitsanulok Seed Research and Development Center, Wang Thong, Phitsanulok, 65130

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชเชียงใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² Chiang Mai Seed Research and Development Center, San Sai, Chiang Mai, 50290

* Corresponding author: kantima_3816@hotmail.com

(Received: 7 May 2024; Revised: 15 July 2024; Accepted: 16 August 2024)

Abstract

The effect of abscisic acid (ABA) on physiological responses, growth, yield components, yield, and quality of peanut seed under water deficit in field trial conditions was evaluated. Seeds of peanut cv. DOA Khon Kaen 5 seeds were treated with foliar ABA at the rate of 0 10 20 and 30 ppm during pod initiation stage (R3 growth stage) in water-deprived plants compared to unapplied in water-deprived plants and well-watered plants. The results showed that photosynthetic rate, transpiration rate, and H₂O conductance under water deficit were less than those under well-watered. However, photosynthesis water use efficiency and vapor pressure deficit based on leaf temperature per air temperature increased more than those under well-watered. Foliar application of ABA at 10 ppm during pod initiation stage increased pod fresh weight and pod dry weight of peanut under water deficit. Moreover, seed moisture, germination, and vigor of peanut seeds tested by accelerated aging test under water deficit was not significantly different from under well-watered, according to the Department of Agriculture's registered peanut seed standards (standard germination \geq 75%)

Keywords: Water deficit condition, photosynthetic rate, transpiration rate, seed yield and quality

บทคัดย่อ

การประเมินผลของกรดแอบไซซิก (ABA) ต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลงทดลอง โดยใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ กวก. ขอนแก่น 5 เป็นพืชทดสอบ พ่นสาร ABA ที่ระยะติดฝัก (R3) ในสภาวะขาดน้ำ ความเข้มข้น 10 20 และ 30 ppm เปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารในสภาวะขาดน้ำและให้น้ำปกติ ผลการทดลองพบว่า ในสภาวะขาดน้ำอัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ และค่าน้ำไหลปากใบน้อยกว่าในสภาวะให้น้ำปกติ แต่ประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง และแรงดึงระเหยน้ำในใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศเพิ่มขึ้นกว่าในสภาวะให้น้ำปกติ การพ่นสาร ABA 10 ppm ที่ระยะติดฝัก (R3) มีผลทำให้น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักแห้งของถั่วลิสงเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะขาดน้ำ และคุณภาพ

เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงทั้งความชื้น ความงอก และความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุไม่แตกต่างกับสภาวะให้น้ำปกติ ซึ่งได้มาตรฐานเมล็ดพันธุ์ขั้นพื้นฐานของกรมวิชาการเกษตร (ความงอกมาตรฐาน $\geq 75\%$)

คำสำคัญ: สภาวะขาดน้ำ อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์

คำนำ

ประเทศไทยประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต้องเผชิญกับสภาวะภัยแล้ง อุณหภูมิที่สูงขึ้น และเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูแล้งหรือฤดูฝน ทำให้การปลูกพืชเลื่อนไม่สามารถกำหนดวันปลูกได้อย่างแน่นอน และมีผลต่อการอยู่รอดของพืช การเจริญเติบโตตั้งแต่การออกดอก การติดผล การเก็บเกี่ยวรวมไปถึงคุณภาพของผลผลิต (Ratree, 2018) การคาดการณ์สถานการณ์ภัยแล้งจากข้อมูลคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change) หรือ Intergovernmental Panel on Climate Change (2023) รายงานว่า สภาพภูมิอากาศภายใน 5 ปีข้างหน้า ช่วงปี พ.ศ. 2566 - 2569 อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1.50 องศาเซลเซียส ในปัจจุบันอุณหภูมิเพิ่มขึ้นประมาณ 1.15 องศาเซลเซียส ทำให้ประสบปัญหาภัยแล้งที่รุนแรงในรอบ 10 ปี ประมาณปี พ.ศ. 2568 - 2569 โดยสภาวะแห้งแล้งและอากาศที่ร้อนขึ้น มีผลทำให้พืชขาดน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลง (Sutthiyam, 2015) โดยเฉพาะฤดูแล้งเป็นฤดูที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง บางพื้นที่ประสบปัญหาสภาวะขาดน้ำทำให้ผลผลิตลดลงและไม่ได้คุณภาพ โดยเฉพาะช่วงออกดอกและติดผลทำให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงลดลงมากที่สุดถึง 35 - 40 เปอร์เซ็นต์ (Department of Agricultural Extension, 2019) ดังนั้น เกษตรกรมีความต้องการให้พืชทนทานต่อสภาวะขาดน้ำ มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นได้ผลผลิตและคุณภาพดี ปัจจุบันมีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตทางการเกษตรมาใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชภายใต้สภาวะเครียด

โดยเฉพาะกรดแอบซิวซิก (Abscisic acid; ABA) เป็นสารควบคุมกระบวนการเจริญเติบโตและตอบสนองต่อสภาวะขาดน้ำ โดย ABA ทำหน้าที่เป็นสัญญาณเคมีในการส่งสัญญาณความเครียดให้พืชรับรู้ เพื่อเกิดการตอบสนองและปรับตัวทำให้ปากใบปิดเพื่อลดการคายน้ำในสภาวะที่พืชขาดน้ำ และการให้ ABA กับพืชก่อนที่พืชจะได้รับ ความเครียด สามารถชักนำให้พืชทนต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำและความร้อนได้มากขึ้น (Aarati *et al.*, 2003; Lu *et al.*, 2009) จากการศึกษาของ Travaglia *et al.* (2010) และ Hussain *et al.* (2010) ได้พบว่า ABA ในข้าวสาลีและทานตะวันสามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะขาดน้ำ นอกจากนี้ การพ่นสาร ABA ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์แสง (photosynthesis water use efficiency; WUE) ส่งเสริมให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้นที่เกิดจากการใช้น้ำของพืชลดลง (Du *et al.*, 2013) สอดคล้องกับการศึกษา He *et al.* (2019) พบว่า การพ่นสาร ABA กระตุ้นการควบคุมปากใบ ปรับปรุงปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) และความทนทานต่อการดูดความชื้นของใบถั่วเหลืองพันธุ์ Zhonghuang 30 และ Jindou 19 ในสภาวะขาดน้ำ นอกจากนี้ การพ่นสาร ABA 10 ไมโครโมลต่อลิตรในข้าวสาลี ทำให้ความเข้มข้นของ ABA ในใบลดลง ทำให้อัตราการใช้น้ำต่ำลง ลดค่าน้ำไหลปากใบ (conductance; Cond) อย่างไรก็ตาม การพ่นสาร ABA เพิ่มประสิทธิภาพการคายน้ำของเมล็ด (transpiration rate; Tr) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในกระถางเพิ่มขึ้นและเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ แต่ไม่ได้ทำให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้น (Du *et al.*, 2013) การพ่นสาร ABA 100 ไมโครโมลต่อลิตร ทางใบในถั่วลิสงที่ระยะเริ่มออกดอก

(R1) หรือ 40 วันหลังปลูก มีผลทำให้เมล็ดถั่วลิสง สมบูรณ์เพิ่มขึ้นและลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของ ผลผลิต ซึ่งการใช้ ABA ในช่วงเริ่มออกดอกสามารถช่วยลด ผลกระทบจากสภาวะแห้งแล้งได้ (Gunathilaka *et al.*, 2020) ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการ ประเมินผลของกรดแอบซิวติคต่อการตอบสนองทาง สรีรวิทยา การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำ ในแปลงทดลอง เพื่อหาความเข้มข้นของกรดแอบซิวติค ที่เหมาะสมในการพ่นสารและใช้เป็นคำแนะนำในการ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในแปลง ของเกษตรกรภายใต้สภาวะขาดน้ำและแห้งแล้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแปลงปลูกถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำ ในแปลง

ดำเนินการทำแปลงทดลองการใช้กรดแอบซิวติค (ABA) ภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก

(16°50'16.7244"N, 100° 22'59.2320"E) ช่วงฤดูแล้ง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึง เมษายน พ.ศ. 2566 จำนวน 2 แปลง โดยแปลงที่ 1 ให้น้ำระดับสภาพความ จุความชื้นภาคสนาม 40-50 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง และแปลงที่ 2 ให้น้ำระดับสภาพความ จุความชื้น ภาคสนาม 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ ช่วงการเจริญเติบโตของ ถั่วลิสงในระยะเริ่มติดฝักถึงระยะเริ่มติดเมล็ด (R3 - R5) โดยใช้เครื่องวัดความชื้นดิน (TK100W, China) ตรวจสอบ ความชื้นดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ใช้ถั่วลิสง พันธุ์ กวก. ขอนแก่น 5 เป็นพืชทดสอบ วางแผนการทดลอง แบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี เป็นการพ่น กรดแอบซิวติค (ABA) ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ในสภาวะขาดน้ำ (water deficit) เปรียบเทียบกับการ ไม่พ่น ABA ในสภาวะขาดน้ำ (water deficit) และสภาวะ ให้น้ำปกติ (well-watered) เป็นชุดควบคุม โดยพ่นด้วย น้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (Table 1) ดังนี้

Table 1 Concentration and application rate of ABA in water deficit and well-watered conditions in experimental

| Treatment | Concentrations | ABA 10% SP rate per rai | Conditions |
|-----------|----------------|----------------------------|---------------|
| T1 | 0 | only 40 ml of water | water deficit |
| T2 | ABA 10 ppm | 1.13 mg per 40 ml of water | water deficit |
| T3 | ABA 20 ppm | 2.26 mg per 40 ml of water | water deficit |
| T4 | ABA 30 ppm | 3.39 mg per 40 ml of water | water deficit |
| T5 | 0 | only 40 ml of water | well-watered |

การศึกษาผลของกรดแอบซิวติคต่อการตอบสนอง ทางสรีรวิทยาของถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง

ปลูกถั่วลิสงพันธุ์ กวก. ขอนแก่น 5 โดยพื้นที่ ปลูกมีขนาดแปลงย่อย 24 ตารางเมตร มีระยะห่าง ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อหลุม คลุกเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสงด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม สำหรับถั่วลิสง

ของกลุ่มวิจัยจุลินทรีย์ดิน สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการ ผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร อัตรา 200 กรัม ต่อเมล็ด 20 กิโลกรัมต่อไร่ และให้น้ำหลังปลูกเสร็จ ปฏิบัติการดูแลรักษาแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงตาม คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture, 2004) โดยพ่นสารอะลาคลอร์ 48 เปอร์เซ็นต์ W/W EC อัตรา 100 มิลลิกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อกำจัด

วัชพืชก่อนงอก เมื่อถั่วลันเตาอายุ 7 และ 14 วันหลังปลูก ถอนแยกให้ได้จำนวน 3 ต้นต่อหลุม พร้อมพ่นสาร ไตรอะซิฟออส 40 เปอร์เซ็นต์ W/V EC อัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะลำต้น ถั่ว เมื่อถั่วลันเตาอายุ 20 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยเคมี 13-13-21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โรยข้างแถวแล้วกลบ และระยะ เริ่มออกดอก (R1) ใส่ปุ๋ยขี้หมูบนต้น อัตรา 50 กิโลกรัมต่อ ไร่ เมื่อถั่วลันเตาถึงระยะเริ่มติดฝัก (R3) ให้น้ำปกติเป็นเวลา 4 วัน แต่แปลงวัดความชื้นภาคสนามด้วย เครื่องวัดความชื้นดินอยู่ในระดับสภาพความจุความชื้น ภาคสนาม 40-50 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังให้น้ำเสร็จ เมื่อครบกำหนดทดสอบการพ่นสาร ABA ความเข้มข้น 10 20 30 ppm พ่นให้ทั่วทั้งต้นพืชตามกรรมวิธีกำหนด ที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ และหยุดให้น้ำทันทีเพื่อให้ถั่วลันเตา อยู่ในสภาวะขาดน้ำ วัดความชื้นภาคสนามด้วย เครื่องวัดความชื้นดินอยู่ในระดับความจุความชื้น ภาคสนามประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 1 อาทิตย์ และให้น้ำปกติทุกกรรมวิธีจนถึงระยะสุกแก่ ทางสรีรวิทยา

เก็บข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของ ถั่วลันเตาก่อนและหลังพ่นสาร ABA ในสภาวะให้น้ำปกติ และสภาวะขาดน้ำ ที่ระยะเวลา 0 4 8 12 16 20 และ 24 วันหลังระยะเริ่มติดฝัก ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์ แสง (photo) อัตราการคายน้ำ (tr) ค่าน้ำไหลปากใบ (cond) แรงดึงระเหยน้ำในใบและแรงดึงระเหยน้ำ ในอากาศ (vpdl leaf/air) ด้วยเครื่องวัดอัตราการ สังเคราะห์แสงของพืช (LI-6400, USA) เพื่อคำนวณ ประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง ตามวิธีของ Sun *et al.* (2011) จากสูตร $WUE = \text{Photo}/\text{Tr}$ WUE คือ ประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการ สังเคราะห์แสง(ไมโครโมลคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อมิลลิเมตรน้ำ)

Photo คือ การสังเคราะห์แสงสุทธิ (ไมโครโมลคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อวินาที)
Tr คือ อัตราการคายน้ำ (มิลลิเมตรน้ำต่อตารางเมตร ต่อวินาที)

การศึกษาผลของกรดแอบซิวซิกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของ เมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง

ดำเนินการเก็บเกี่ยวถั่วลันเตาแต่ละกรรมวิธี เมื่อเจริญเติบโตถึงระยะเก็บเกี่ยวหรือสุกแก่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเก็บเกี่ยวสุ่มเก็บต้นถั่วลันเตาจำนวน 10 ต้น จำนวน 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและ องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความสูง ความกว้างของ ทรงพุ่ม ความยาวราก จำนวนกิ่งต่อต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด เก็บเกี่ยวถั่วลันเตาในพื้นที่ เก็บเกี่ยว 15 ตารางเมตร จำนวน 4 ซ้ำ คัดแยกและ ทำความสะอาดฝัก และกะเทาะเพื่อชั่งน้ำหนักผลผลิต และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ น้ำหนักฝักสดต่อไร่ น้ำหนักฝักแห้งต่อไร่ และคำนวณเปอร์เซ็นต์กะเทาะ นำเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาหลังกะเทาะมาตรวจสอบคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการของ International Seed Testing Association (2023)

1) ความชื้นเมล็ดพันธุ์ (seed moisture content) สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตา จำนวน 10 กรัม ตัดเป็นชิ้น ให้มีขนาดไม่เกิน 7 มิลลิเมตร นำไปชั่งน้ำหนักและอบที่ 103±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก เมล็ดแห้งหลังอบ นำข้อมูลที่ได้คำนวณความชื้นจากสูตร เปอร์เซ็นต์ความชื้น =
$$\frac{\text{น้ำหนักสดของเมล็ดพันธุ์} - \text{น้ำหนักแห้งของเมล็ดพันธุ์}}{\text{น้ำหนักสดของเมล็ดพันธุ์}} \times 100$$

2) ความงอกมาตรฐาน (standard germination, SG) เพาะเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาด้วยวิธีทราย ตัวอย่างละ 100 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ และเก็บไว้ในห้องเพาะ ความงอกอุณหภูมิสลับ 20 - 30 องศาเซลเซียส ประเมิน

ความงอกที่ 5 และ 10 วันหลังเพาะ โดยนับต้นกล้าที่ โผล่พ้นวัสดุเพาะมีใบเลี้ยงแผ่กางและใบจริงเริ่มคลี่ออก ให้เห็นอย่างน้อย 2 ใบ เปอร์เซ็นต์ความงอกคำนวณจาก จำนวนต้นอ่อนที่สมบูรณ์เท่านั้น

3) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุ (accelerated aging test; AA test) โดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงตัวอย่าง ละ 100 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำ บ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง นำเมล็ดถั่วลิสงที่ผ่านการเร่งอายุเพาะความงอกมาตรฐาน และประเมินความงอกตามวิธีการที่ 2)

4) นำตัวอย่างฝักถั่วลิสงแต่ละกรรมวิธีเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 23±2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 53±2 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากเก็บรักษานำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบความงอกมาตรฐาน และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุ ตามวิธีการของ International Seed Testing Association (2023) ทุกเดือนเป็นระยะเวลา 6 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำ ในแปลงที่ได้จากการทดลอง วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$) โดยใช้โปรแกรม statistical software DSAASTAT (Onofri and Pannacci, 2014)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของกรดแอบซีสิดต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง

การศึกษาผลของการพ่นสาร ABA ที่ตอบสนองทางสรีรวิทยาของถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง

ผลการทดลองพบว่า เมื่อถั่วลิสงระยะเริ่มติดฝัก (R3) อยู่ในสภาวะให้น้ำปกติทุกกรรมวิธีก่อนพ่นสาร มีระดับความจุความชื้นภาคสนามไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอยู่ระหว่าง 44.1 - 50.9 เปอร์เซ็นต์ หลังหยุดให้น้ำ และอยู่ในสภาวะขาดน้ำ ที่ระยะเวลา 8 12 และ 16 วัน มีระดับความจุความชื้นภาคสนามอยู่ระหว่าง 25.8 - 33.0 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติกับสภาวะให้น้ำปกติ ซึ่งมีระดับความจุความชื้นภาคสนามสูงสุดอยู่ระหว่าง 49.4 - 50.9 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อกลับมาอยู่ในสภาวะให้น้ำปกติทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีระดับความจุความชื้นภาคสนามอยู่ระหว่าง 42.3 - 50.8 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1a)

อัตราการสังเคราะห์แสง (photo) ของถั่วลิสงทุกกรรมวิธี ก่อนและหลังหยุดให้น้ำและอยู่ในสภาวะให้น้ำปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีอัตราการสังเคราะห์แสงอยู่ระหว่าง 7.60 - 10.59 และ 9.55 - 14.05 ไมโครโมลคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำอัตราการสังเคราะห์แสงน้อยกว่าสภาวะให้น้ำปกติ การพ่นสาร ABA ทุกระดับความเข้มข้น หลังระยะเริ่มติดฝัก (R3) ที่ระยะเวลา 12 วัน ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงของถั่วลิสงสูงกว่าการไม่พ่นสารแตกต่างกันทางสถิติในสภาวะขาดน้ำ (Figure 1b) อัตราการคายน้ำ (tr) ของถั่วลิสงทุกกรรมวิธี ก่อนและหลังหยุดให้น้ำและอยู่ในสภาวะให้น้ำปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีอัตราการคายน้ำอยู่ระหว่าง 3.13 - 4.21 และ 2.33 - 5.13 มิลลิโมลน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำอัตราการคายน้ำน้อยกว่าสภาวะให้น้ำปกติ การพ่นสาร ABA ทุกระดับความเข้มข้น หลังระยะเริ่มติดฝัก (R3) ที่ระยะเวลา 12 วัน ส่งผลให้อัตราการคายน้ำของถั่วลิสงสูงกว่าการไม่พ่นสารแตกต่างกันทางสถิติในสภาวะขาดน้ำ (Figure 1c)

ในสภาวะให้น้ำปกติประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง (WUE) น้อยกว่าสภาวะขาดน้ำ ในสภาวะขาดน้ำที่ระยะเวลา 16 วัน หลังระยะเริ่มติดฝัก (R3) การไม่พ่นสาร ABA ภายใต้สภาวะให้น้ำปกติมีประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสงต่ำสุดเท่ากับ 2.74 ไมโครโมลคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมิลลิโมลน้ำ แตกต่างกันทางสถิติกับการพ่นสาร ABA ทุกระดับความเข้มข้นในสภาวะขาดน้ำ และการพ่นสาร ABA ทุกระดับความเข้มข้น มีประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสงเท่ากับ 3.48 - 3.57 ไมโครโมลคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมิลลิโมลน้ำ น้อยกว่าการไม่พ่นสารในสภาวะขาดน้ำ แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1d) ค่าน้ำไหลปากใบ (cond) ของถั่วลิสงทุกกรรมวิธี ก่อนและหลังหยุดให้น้ำและอยู่ในสภาวะให้น้ำปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าน้ำไหลปากใบอยู่ระหว่าง 0.05 - 0.08 และ 0.04-0.08 มิลลิโมลน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ ภายหลังระยะเริ่มติดฝัก (R3) ในสภาวะขาดน้ำ การพ่นสาร ABA ทุกระดับความเข้มข้นที่ระยะเวลา 12 วัน ส่งผลให้ค่าน้ำไหลปากใบของถั่วลิสงสูงกว่าการไม่พ่นสารแตกต่างกันทางสถิติ และที่ระยะเวลา 16 วัน ค่าน้ำไหลปากใบของถั่วลิสงที่ไม่พ่นสารภายใต้สภาวะให้น้ำปกติมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.08 มิลลิโมลน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารและพ่นสาร ABA ทุกระดับความเข้มข้นในสภาวะขาดน้ำ (Figure 1e) และในสภาวะให้น้ำปกติค่าแรงดึงระเหยน้ำในใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ (vpdl leaf/air) น้อยกว่าสภาวะขาดน้ำ ในสภาวะขาดน้ำที่ระยะเวลา 12 และ 16 วัน หลังระยะเริ่มติดฝัก (R3) มีค่าแรงดึงระเหยน้ำในใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ (vpdl leaf/air) เท่ากับ 5.44 และ 6.03 กิโลพาสคัล แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ ซึ่งก่อนและหลังหยุดให้น้ำและอยู่ในสภาวะ

ให้น้ำปกติแรงดึงระเหยน้ำในใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1f)

การพ่นสาร ABA ก่อนที่ถั่วลิสงจะได้รับ ความเครียดจากสภาวะขาดน้ำ สามารถชักนำให้พืชทนต่อสภาวะขาดน้ำได้มากขึ้น เนื่องจาก ABA ทำหน้าที่ส่งสัญญาณความเครียดให้พืชรับรู้ เพื่อเกิดการตอบสนองและปรับตัวทำให้ปากใบปิดเพื่อลดการคายน้ำในสภาวะที่พืชขาดน้ำ (Aarati *et al.*, 2003; Lu *et al.*, 2009) เห็นได้จากการพ่นสาร ABA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาวะขาดน้ำหลังระยะเริ่มติดฝัก (R3) ที่ระยะเวลา 12 วัน มีอัตราการสังเคราะห์แสงของถั่วลิสงสูงกว่าการไม่พ่นสารในสภาวะขาดน้ำ เช่นเดียวกับ Du *et al.* (2013) การพ่นสาร ABA ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (photo) และอัตราการคายน้ำ (tr) แต่อัตราการใช้น้ำในการสังเคราะห์แสงข้างล่าง (WUE) และค่าน้ำไหลปากใบ (cond) ลดลง ทำให้พืชทนในสภาวะขาดน้ำได้

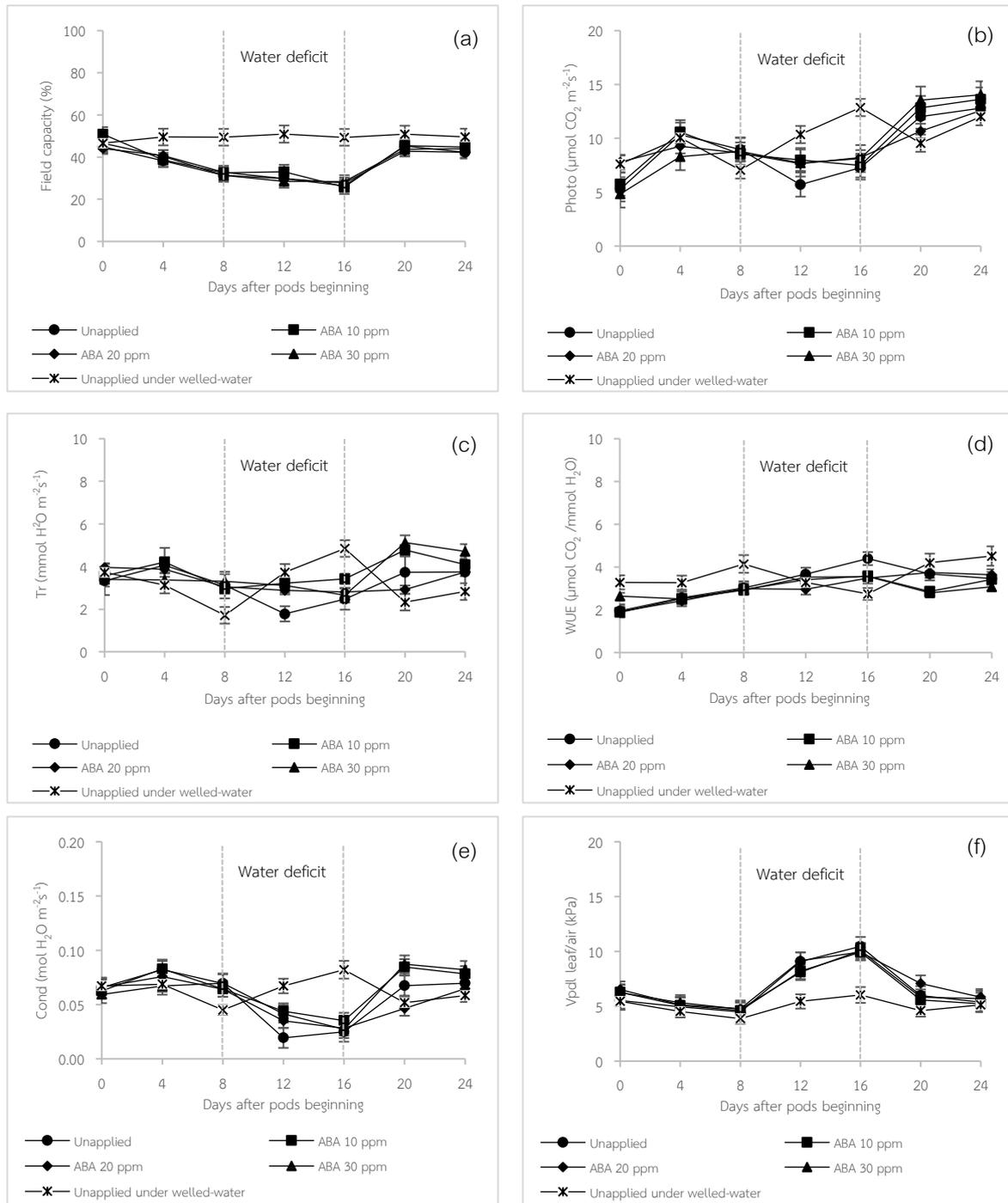


Figure 1 (a) Field capacity during pods beginning, (b) photosynthetic rate (photo), (c) transpiration rate (tr mmol), (d) photosynthesis water use efficiency (WUE), (e) conductance to H_2O (Cond), (f) vapor pressure deficit based on leaf temperature per air temperature (vpdl leaf/air) of peanut plant foliar applied with different concentrations of abscisic acid (ABA) under water deficit conditions

ผลของกรดแอบซิวสิคต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง

เมื่อเปรียบเทียบการพ่นสาร ABA ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันที่ระยะเริ่มติดฝัก (R3) ในแปลงต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต ภายใต้สภาวะขาดน้ำและสภาวะให้น้ำปกติ ผลการทดลองพบว่าการพ่นสาร ABA ทุกกรรมวิธีส่งผลให้การเจริญเติบโตของถั่วลิสงทางด้านความสูงเฉลี่ย 34.86 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 29.68 เซนติเมตร ความยาวรากเฉลี่ย 19.56 เซนติเมตร และน้ำหนักรากแห้งต่อต้น

เฉลี่ย 5.63 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร ABA ในสภาวะขาดน้ำและสภาวะให้น้ำปกติ แต่การพ่นสาร ABA 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้จำนวนกิ่งเท่ากับ 8.93 กิ่ง แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร ABA ในสภาวะขาดน้ำและสภาวะให้น้ำปกติ และการพ่นสาร ABA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้น้ำหนักต้นแห้งต่อต้นเพิ่มขึ้นเท่ากับ 56.14 กรัม แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร ABA ในสภาวะขาดน้ำและสภาวะให้น้ำปกติ (Table 2)

Table 2 Plant growth of peanut seeds foliar applied with different concentrations of abscisic acid (ABA) under water deficit and well-watered conditions

| Treatment | Plant height (cm) | Canopy width (cm) | Root length (cm) | Number of branches/plant ^{1/} | Dry weights of stem/plant (g) ^{1/} | Dry weights of root/plant (g) |
|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|--|---|-------------------------------|
| T1 Unapplied | 34.33 | 30.38 | 19.48 | 7.70 bc | 41.12 b | 4.72 |
| T2 ABA 10 ppm | 34.23 | 31.85 | 21.05 | 8.50 abc | 56.14 a | 6.42 |
| T3 ABA 20 ppm | 31.95 | 28.75 | 19.73 | 8.93 a | 45.19 ab | 5.52 |
| T4 ABA 30 ppm | 37.05 | 29.30 | 19.90 | 8.80 ab | 46.62 ab | 6.64 |
| T5 Unapplied | 36.75 | 28.13 | 17.63 | 7.45 c | 35.55 b | 4.86 |
| under well-watered | | | | | | |
| Mean | 34.86 | 29.68 | 19.56 | 8.28 | 44.92 | 5.63 |
| F-test | ns | ns | ns | * | * | ns |
| C.V. (%) | 8.46 | 7.20 | 10.79 | 8.29 | 16.17 | 18.51 |

Remarks: ^{1/} Means followed by a common lowercase letter within the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT

นอกจากนี้ ผลการพ่นสาร ABA ที่ระยะเริ่มติดฝัก (R3) ในแปลง มีผลการทดลองสอดคล้องกับองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ซึ่งพบว่า การพ่นสาร ABA 10 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 48.05 และ 43.85 ฝัก ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ

การไม่พ่นสาร ABA ในสภาวะขาดน้ำ และสภาวะให้น้ำปกติ ส่วนน้ำหนักฝักต่อต้น การพ่นสาร ABA 10 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักฝักต่อต้นเท่ากับ 47.41 44.24 และ 46.39 กรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่พ่นสารในสภาวะให้น้ำปกติแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่พ่นสาร ABA ใน

สภาวะขาดน้ำ แต่น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 57.85 กรัม น้ำหนักเมล็ดต่อต้นเฉลี่ย 27.60 กรัม และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 62.94 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร ABA ในสภาวะขาดน้ำและสภาวะให้น้ำปกติ (Table 3) ภายหลังจากเก็บเกี่ยว และปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ได้จากการเปรียบเทียบการพ่นสาร ABA ระดับความเข้มข้นที่

แตกต่างกันที่ระยะเริ่มติดฝัก (R3) ในแปลงผลการทดลองพบว่า การพ่นสาร ABA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักแห้งถั่วลิสงเท่ากับ 717.3 และ 478.2 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร ABA ในสภาวะขาดน้ำ และไม่แตกต่างกับการไม่พ่นสารสภาวะให้น้ำปกติ (Table 4)

Table 3 Yield components of peanut seeds foliar applied with different concentrations of abscisic acid (ABA) under water deficit and well-watered conditions

| Treatment | Number of pods/plant ^{1/} | 100 seed weights (g) | Weight of pods/plant (g) ^{1/} | Weight of seed/plant (g) | Pods threshed (%) |
|--------------------|------------------------------------|----------------------|--|--------------------------|-------------------|
| T1 Unapplied | 37.13 c | 59.70 | 39.84 ab | 26.70 | 67.03 |
| T2 ABA 10 ppm | 48.05 a | 55.25 | 47.41 a | 30.43 | 63.48 |
| T3 ABA 20 ppm | 38.65 bc | 61.90 | 44.24 a | 29.87 | 67.64 |
| T4 ABA 30 ppm | 43.85 ab | 59.83 | 46.39 a | 30.65 | 65.36 |
| T5 Unapplied | 33.38 c | 52.55 | 32.29 b | 20.35 | 62.94 |
| under well-watered | | | | | |
| Mean | 40.21 | 57.85 | 42.04 | 27.60 | 65.29 |
| F-test | ** | ns | ** | ns | ns |
| C.V. (%) | 9.23 | 8.76 | 12.54 | 19.05 | 7.22 |

Remarks: ^{1/} Means followed by a common lowercase letter within the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT

Table 4 Yield, seed yield, and seed quality of peanut seeds foliar applied with different concentrations of abscisic acid (ABA) under water deficit and well-watered conditions

| Treatment | Fresh weight of pods (kg/rai) ^{1/} | Dry weight of pods (kg/rai) ^{1/} | Seed moisture content (%) | Seed germination (%) | Seed vigor by AA (%) |
|--------------------|---|---|---------------------------|----------------------|----------------------|
| T1 Unapplied | 560.0 b | 373.3 b | 4.59 | 89.88 | 76.00 |
| T2 ABA 10 ppm | 717.3 a | 478.2 a | 4.23 | 94.88 | 80.75 |
| T3 ABA 20 ppm | 661.3 ab | 440.9 ab | 4.25 | 90.94 | 81.75 |
| T4 ABA 30 ppm | 570.7 b | 380.4 b | 4.11 | 92.00 | 82.13 |
| T5 Unapplied | 690.7 a | 460.4 a | 4.23 | 90.25 | 83.75 |
| under well-watered | | | | | |
| Mean | 640.0 | 426.7 | 4.28 | 91.59 | 80.88 |
| F-test | * | * | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 10.68 | 10.68 | 4.47 | 5.23 | 10.80 |

Remarks: ^{1/} Means followed by a common lowercase letter within the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT

การพ่นสาร ABA ที่ระยะเริ่มติดฝัก (R3) ในแปลงทดสอบถั่วลิสง ABA สามารถส่งเสริมให้น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักแห้งต่อไร่เพิ่มขึ้น เห็นได้จากผลผลิตถั่วลิสงที่พ่นสาร ABA10 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง เนื่องจากสาร ABA ควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองต่อสภาวะเครียดของพืช เป็นสัญญาณเคมีในการส่งสัญญาณความเครียดให้พืชรับรู้ ดังนั้น จึงส่งผลต่อกระบวนการต่าง ๆ เช่น การแบ่งเซลล์ การออกดอก การพัฒนาและสร้างเมล็ดพืช ส่งผลให้เสริมการเจริญเติบโตของพืชในส่วนต่าง ๆ และเพิ่มความทนทานต่อสภาวะแห้งแล้ง (De *et al.*, 2006; Liang *et al.*, 2007) จากการศึกษาวิจัยการพ่นสาร ABA ทางใบที่ผ่านมาของ Gunathilaka *et al.* (2020) ได้พ่นสาร ABA 100 ไมโครโมลต่อลิตร ในถั่วลิสงทางใบที่ระยะเริ่มออกดอก (R1) หรือ 40 วันหลังปลูก มีผลทำให้เมล็ดถั่วลิสงสมบูรณ์เพิ่มขึ้นและสามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลผลิต และ Gami *et al.* (2022) พ่นสาร ABA 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ในถั่วลิสงพันธุ์ TG37A ที่ระยะเริ่ม

ติดฝัก (R3) หรือ อายุ 75 วันหลังปลูก ส่งผลจำนวนฝักต่อต้นและผลผลิตฝักเพิ่มขึ้น

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแต่ละกรรมวิธีไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ก่อนและหลังการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ผลการทดลองพบว่า การพ่นสารและไม่พ่นสาร ABA ในสภาวะขาดน้ำและสภาวะให้น้ำปกติ ทุกกรรมวิธี ความชื้น ความงอกมาตรฐาน และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีความชื้นของเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 4.11 - 4.59 เปอร์เซ็นต์ ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 89.88 - 94.88 เปอร์เซ็นต์ และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีแรงอายุอยู่ระหว่าง 76.00 - 83.75 เปอร์เซ็นต์ (Table 4 และ Figure 2a, 2b) และภายหลังเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในสภาพควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พบว่า ความงอกมาตรฐานตั้งแต่เดือนที่ 1-6 ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่พ่นสารและไม่พ่นสารไม่มีแตกต่างกันมากนัก มีความงอกมาตรฐานอยู่ระหว่าง 89.88 - 99.13 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ตรงตามมาตรฐานชั้นพันธุ์ขยาย (ความงอกมาตรฐาน

≥ 75 เปอร์เซ็นต์) แต่ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุลดลงตั้งแต่เดือนที่ 4 - 6 อยู่ระหว่าง 49.44 - 74.38 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่มีการพ่นสารและไม่พ่นสาร มีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ระดับปานกลาง ซึ่งคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายหลังพ่นสาร ABA ไม่ส่งผลกระทบต่อการงอกและความแข็งแรงของเมล็ด แตกต่างกับการไม่พ่นสารทั้งสภาวะขาดน้ำและสภาวะให้น้ำปกติ แต่ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุ

ลดลงที่เก็บรักษาระยะเวลา 4 - 6 เดือน เนื่องจากคุณภาพเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับศักยภาพระหว่างการเก็บรักษา การเก็บเกี่ยวในช่วงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หรือน้ำหนักแห้งสูงสุดของเมล็ด และปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณสารอาหารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Copeland and McDonald, 1995)

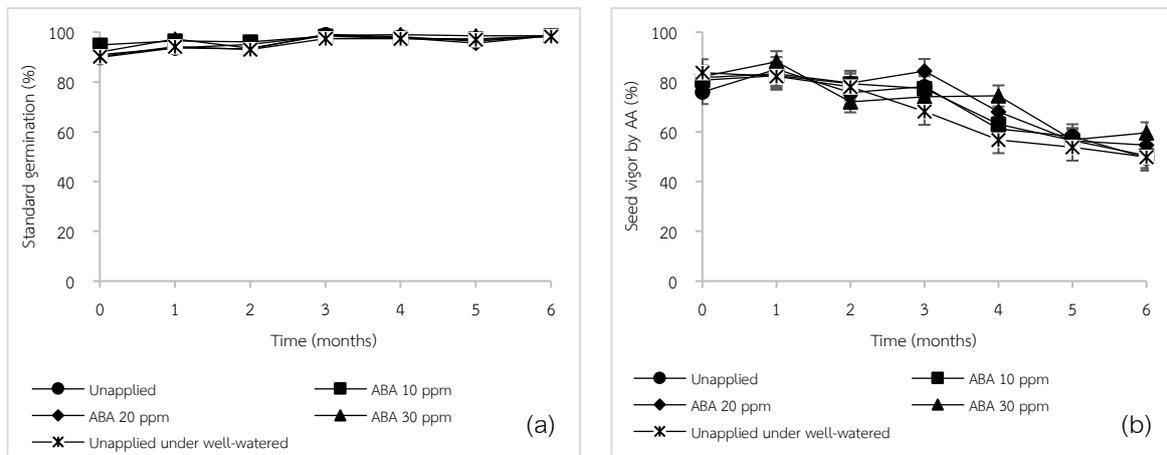


Figure 2 (a) Mean standard germination (b) seed vigor by accelerated aging (AA) after stored under 23±2°C, 53±2% RH for six months of DOA Khon Kaen 5 peanut seeds foliar applied with different concentrations of abscisic acid (ABA) under water deficit and well-watered conditions

ดังนั้น การพ่นสาร ABA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเริ่มติดฝัก (R3) เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลงสามารถช่วยลดการสูญเสียผลผลิตจากผลกระทบในภาวะแห้งแล้งและขาดน้ำได้ แต่ต้องนำไปศึกษาวิจัยในแปลงทดสอบในกลุ่มเครือข่ายเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง เพื่อหาวิธีการใช้สาร ABA ที่เหมาะสมเป็นเทคโนโลยีและคำแนะนำที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในแปลงเกษตรกรภายใต้สภาวะขาดน้ำและแห้งแล้งต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. ถั่วลิสงพันธุ์ กวก. ขอนแก่น 5 เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำที่ 12 - 16 วัน หลังระยะเริ่มติดฝัก (R3) อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ และค่าน้ำไหลปากใบ น้อยกว่าในสภาวะให้น้ำปกติ แต่ประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสงและแรงดึงระเหยน้ำในใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศเพิ่มขึ้นกว่าในสภาวะให้น้ำปกติ และการพ่นสาร ABA ทุกระดับความเข้มข้น การตอบสนองทางสรีรวิทยาของถั่วลิสงในสภาวะขาดน้ำไม่แตกต่างกัน แต่ต่างกับสภาวะให้น้ำปกติ

2. การพ่นสาร ABA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในถั่วลิสงพันธุ์ กวก. ขอนแก่น 5 ที่ระยะเริ่มติดฝัก (R3) ภายใต้สภาวะขาดน้ำในแปลง มีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักสด และน้ำหนักฝักแห้งต่อไร่สูงกว่าการไม่พ่นสารภายใต้สภาวะขาดน้ำ และไม่มีแตกต่างกับถั่วลิสงในสภาวะให้น้ำปกติ

3. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่พ่นสาร ABA ทุกกรรมวิธี ก่อนและหลังการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นระยะ 6 เดือน ไม่มีความแตกต่างกัน ตรงตามมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงชั้นพันธุ์ขยาย มีความชื้นของเมล็ดพันธุ์น้อยกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ และความงอกมาตรฐานมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ระดับปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สนับสนุนเงินอุดหนุนเพื่อการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ หน่วยงานภายใต้กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร สนับสนุนเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ กวก. ขอนแก่น 5 มาใช้ในการทดลอง และให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการดำเนินการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Aarati, P., B.T. Krishnaprasad, G.M. Savitha, R. Gopalakrishna, G. Ramamohan and M. Udayakumar. 2003. Expression of an ABA responsive 21 kDa protein in finger millet (*Eleusine coracana* Gaertn.) under stress and its relevance in stress tolerance. *Plant Science* 164(1): 25-34.

De, S.I., H. Zhang, D. Inze and T. Beeckman. 2006. A novel role for abscisic acid emerges from underground. *Trends in Plant Science* 11(9): 434-439.

Department of Agriculture. 2004. Academic documents of field crop production. Field Crops Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok. [in Thai]

Department of Agricultural Extension. 2019. Guidelines for growing low-water-demanding crops during the dry season. Agricultural Extension Service Center, Department of Agricultural Extension, Bangkok. Available: <https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2019/03/leaflet-04-2562.pdf> (February 3, 2020). [in Thai]

Du, Y.L., Z.Y. Wang, J.W. Fan, N.C. Turner, J. He, T. Wang and F.M. Li. 2013. Exogenous abscisic acid reduces water loss and improves antioxidant defense, desiccation tolerance and transpiration efficiency in two spring wheat cultivars subjected to a soil water deficit. *Functional Plant Biology* 40(5): 494-506.

Gami, J.K., A.S. Bhanvadia, S.K. Jadeja, and M.S. Aandani. 2022. Effect of maleic hydrazide and abscisic acid on growth, yield and seed quality on different varieties of groundnut. *The Pharma Innovation Journal* 11(9): 2702-2704.

Gunathilaka, W.M.N.D., T.S. Hewawitharana and D.L.D. Lakmali. 2020. Abscisic acid on mitigation of drought stress in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Symposium on Agriculture and Environment 2020*. University of Ruhuna, Sri Lanka. pp. 31.

- He, J., Y. Jin, J.A. Palta, H.Y. Liu, Z. Chen and F.M. Li. 2019. Exogenous ABA induces osmotic adjustment, improves leaf water relations and water use efficiency, but not yield in soybean under water stress. *Agronomy* 9(7): 395.
- Hussain, S., M.A. Maqsood and M. Rahmatullah. 2010. Increasing grain zinc and yield of wheat for the developing world: A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 22(5): 326-339.
- International Seed Testing Association. 2023. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. Wallisellen, Switzerland.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2023. Global warming of 1.5°C. Available: <https://www.ipcc.ch/sr15> (May 17, 2023).
- Copeland, L.O. and M. B. Mcdonald. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Springer Science & Business Media, Germany.
- Liang, Y., D.M. Mitchell and J.M. Harris. 2007. Abscisic acid rescues the root meristem defects of the *Medicago truncatula* latd mutant. *Developmental Biology* 304(1): 297-307.
- Lu, S., W. Su, H. Li and Z. Guo. 2009. Abscisic acid improves drought tolerance of triploid bermudagrass and involves H₂O₂- and NO-induced antioxidant enzyme activities. *Plant Physiology and Biochemistry* 47(2): 132-138.
- Onofri, A. and E. Pannacci. 2014. Spreadsheet tools for biometry classes in crop science programmes. *Communications in Biometry and Crop Science* 9(2): 43-53.
- Ratree, P. 2018. Farmer perception and adaptation to impacts of climate change on quality of longan yields in Chom Thong district, Chiang Mai province. Master of Economics (Applied Economics). Faculty of Economics, Maejo University. Available: <http://ir.mju.ac.th/dspace/bitstream/123456789/196/1/5912304002.pdf> (May 1, 2024). [in Thai]
- Sun, J.K., T. Li, J.B. Xia, J.Y. Tian, Z.H. Lu and R.T. Wang. 2011. Influence of salt stress on ecophysiological parameters of *Periploca sepium* bunge. *Plant, Soil and Environment* 57(4): 139-144.
- Sutthiyam, P. 2015. A summary of the current state of climate change research and development. Proceedings of the 2015 Annual Academic Conference, Field Crops and Alternative Energy Crops Research Institute, July 13-15, 2015, Imperial Phukaew Resort Hotel, Phetchabun, Thailand. pp. 87-91. [in Thai]
- Travaglia, C., H. Reinoso, A. Cohen, C. Luna, E. Tommasino, C. Castillo and R. Bottini. 2010. Exogenous ABA increases yield in field-grown wheat with moderate water restriction. *Journal of Plant Growth Regulation* 29(3): 366-374.

ผลของแคลเซียมคลอไรด์และสารเคลือบคาร์ราจีแนนต่อคุณภาพของมะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภคระหว่างการเก็บรักษา

Effect of Calcium Chloride and Carrageenan Coating on Quality of Fresh-Cut Papaya During Storage

ดวงใจ น้อยวัน^{1,2*} สุภาวดี ชนกเศรษฐี¹ จัตรีภัสรา พระเนตร¹ และวนิดา สุธรรม¹

Duangjai Noiwan^{1,2*} Supawadee Chanokseranee¹ Chatpatsara Pranet¹ and Wanida Sutham¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹Department of Postharvest Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

²หน่วยวิจัยและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอาหารเพื่ออนาคต มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² Future of Agriculture and Food Research Development Unit, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: duangjai_nw@mju.ac.th

(Received: 29 May 2024; Revised: 1 August 2024; Accepted: 23 August 2024)

Abstract

The effect of calcium chloride on texture and sensory quality acceptance of fresh-cut papaya was investigated. Papaya pieces were dipped in 0.5 1.0 and 1.5% w/v calcium chloride (CaCl₂) solution for 3 min. Pulp firmness and sensory quality were compared with the control treatment (without CaCl₂ dipping). Results indicated that dipping in 0.5 1.0 and 1.5% w/v CaCl₂ solution could help significantly increase the samples' firmness ($p \leq 0.05$). However, the increased CaCl₂ concentration caused the fresh-cut samples to be off-flavor. Calcium chloride and carrageenan's effect on fresh-cut papaya's quality were studied during storage at 5°C and 95% RH. Comparison of postharvest quality changes of fresh-cut papaya is as follows: control, 0.5% w/v CaCl₂ dipped, and 0.5% w/v CaCl₂ dipped + 0.5% w/v carrageenan coated. Changes in color, firmness, total soluble solids (TSS), and sensory quality were evaluated every 2 days. The fresh-cut papaya dipped in 0.5% w/v CaCl₂ maintained firmness and showed better sensory quality than fresh-cut papaya receiving the other treatments. Color and TSS were not significant for all treatments. The carrageenan coating had a negative effect on the sensory quality of fresh-cut papaya during storage.

Keywords: Fresh-cut papaya, calcium chloride, carrageenan coating, postharvest quality

บทคัดย่อ

ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยแช่ชิ้นมะละกอตัดแต่งด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 นาน 3 นาที วัดความแน่นเนื้อและประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย พบว่า การแช่มะละกอตัดแต่งด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทำให้ค่าความแน่นเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม การแช่สารละลายความเข้มข้นสูงส่งผลเสียต่อคุณภาพด้านกลิ่น ผลของแคลเซียมคลอไรด์และสารเคลือบคาร์ราจีแนนต่อคุณภาพของมะละกอตัดแต่งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 95 โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอตัดแต่งระหว่างชุดควบคุมชุดที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และชุดที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ร่วมกับการเคลือบด้วยคาร์ราจีแนนความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ตรวจวัดคุณภาพทุก 2 วัน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า การแช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 สามารถคงคุณภาพด้านความแน่นเนื้อและการยอมรับด้านประสาทสัมผัสได้ดีกว่ามะละกอตัดแต่งชุดทดลองอื่น ๆ คุณภาพด้านสีและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับการแช่สารเคลือบคาร์ราจีแนนทำให้เกิดผลกระทบด้านลบต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะละกอตัดแต่งระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: มะละกอตัดแต่ง แคลเซียมคลอไรด์ สารเคลือบคาร์ราจีแนน คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

คำนำ

ผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค เป็นผลไม้สดที่นำมาล้าง คัดเลือกขนาด ปอกเปลือก เอาเมล็ดออก ตัดแต่งหั่นชิ้น และบรรจุในบรรจุภัณฑ์ จากนั้นนำมาวางจำหน่ายในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อสนองตอบความต้องการสำหรับผู้บริโภค ที่เน้นความรวดเร็วและความสะดวกสบาย ดังนั้น ตลาดของผลิตภัณฑ์พร้อมใช้จึงมีการเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา มะละกอ (*Carica papaya* L.) เป็นไม้ผลที่มีการบริโภคสูงนิยมบริโภคแบบสุกและแบบดิบ การตัดแต่งมะละกอสุกพร้อมบริโภคถือเป็นการเพิ่มโอกาสในการจำหน่ายรวมทั้งสามารถเพิ่มมูลค่าลดความสูญเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ตำหนิหรือตกเกรดได้ อย่างไรก็ตาม การตัดแต่งมะละกอสุกจะทำให้อายุเก็บรักษา หรืออายุการวางจำหน่ายสั้นลง เพราะมีลักษณะเฉพาะโดยมีพื้นผิวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ และเนื้อเยื่อที่เสียหายจากการหั่นตัดซึ่งเกิดการเสื่อมเสียจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่าย (Berger *et al.*, 2010; Olaimat and Holley, 2012) รวมทั้งทำให้อัตราการหายใจสูง เกิดการสลายตัวของผนังเซลล์ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของมะละกออ่อนนุ่มมากขึ้น ดังนั้น คุณภาพของมะละกอตัดแต่งจึงลดลงระหว่างการวางจำหน่าย นอกจากนี้ ยังพบว่า การอ่อนตัวของผลไม้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงขนาดโมเลกุลของเฮมิ-เซลลูโลส และเกิดจากการสูญเสียแคลเซียมที่เชื่อมโยงโมเลกุลของเพกทิน ทำให้เกิดการสูญเสียแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเซลล์ (cell cohesion) มีผลทำให้

ความแข็งแรงของผนังเซลล์ลดลง สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ถือเป็นสารที่สามารถเติมแต่งในอาหาร เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นิยมนำมาใช้กับผักผลไม้ทั่วไป Techadilok *et al.* (2021) รายงานว่าการแช่ลำไยพร้อมบริโภคด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสของลำไยสดพร้อมบริโภคให้ดีขึ้นได้ แต่หากเพิ่มความเข้มข้นมากกว่านี้จะทำให้ลำไยมีรสชาติขม และเสียรสชาติ นอกจากนี้ แคลเซียมคลอไรด์ยังสามารถชะลอการสุก และกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ รวมถึงการสูญเสียทางคุณค่าทางอาหารและความไวต่อเชื้อโรคได้ อีกทั้งยังพบว่า มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อเยื่อ และยับยั้งความผิดปกติทางสรีรวิทยาได้ (Han *et al.*, 2023) ดังที่มีรายงานว่า การแช่ผลมะละกอสุกพันธุ์ฮอลแลนด์ทั้งผลด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่ามะละกอสุกที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์และทำให้อายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า ที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส โดยไม่พบอาการ chilling injury (Noiwan *et al.*, 2022) นอกจากนี้ แคลเซียมยังมีบทบาทสำคัญในการป้องกันโรคพืช อาจเป็นเพราะความสามารถของแคลเซียมในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เพกโตไลติกของเชื้อโรค แคลเซียมมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช เพราะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบเพกทิน ซึ่งมีอยู่

ทั้งผนังเซลล์ชั้นปฐมภูมิ เนื่องจากการใช้แคลเซียมคลอไรด์ช่วยให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรงมากขึ้น โดยแคลเซียมคลอไรด์ไอออนสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพกตินที่อยู่บริเวณผนังเซลล์ middle lamella และเชื่อมให้ผนังเซลล์ติดกัน ช่วยรักษาความคงรูปของเนื้อผลไม้ได้ (You *et al.*, 2024) แม้ว่าการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวจะดีต่อคุณภาพของผลไม้ แต่ความเข้มข้นของแคลเซียมที่มากเกินไปอาจทำให้ผลไม้มีผิดปกติ การใช้แคลเซียมคลอไรด์จะให้ผลดียิ่งขึ้นหากใช้ร่วมกับวิธีการหลังการเก็บเกี่ยวอื่น ๆ เช่น การเคลือบผิว ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ สารเคลือบผิวสำหรับผักและผลไม้มีหลายชนิดมีองค์ประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกันไป การเลือกใช้สารเคลือบผิวจะต้องเลือกใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลผลิตที่จะเคลือบ ดังเช่น การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการเคลือบผิวสตรอว์เบอร์รี่ด้วยไคโตซานและนาโนไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รี่ได้ (Eshghi *et al.*, 2014)

สารเคลือบผิวคาร์ราจีแนนเป็นสารสกัดจากสาหร่ายสีแดงที่บริโภคได้ มีคุณสมบัติเฉพาะตัวใช้สำหรับเพิ่มความหนืดเติมแต่งเพื่อให้เกิดความชื้นในอาหาร รวมทั้งเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ และย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จึงนิยมมาใช้เป็นสารเคลือบผิวเพื่อชะลอการเน่าเสียและยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยว มีรายงานว่า การเคลือบผิวลำไยด้วยคาร์ราจีแนนจะทำให้ผิวของลำไยสว่างขึ้นและทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของลำไยได้ (Lin *et al.*, 2018) จากการศึกษาของ Dwivany *et al.*, (2020) พบว่ามีการใช้คาร์ราจีแนนซึ่งเป็นสารเคลือบที่กินได้ชะลอการสุกของผลกล้วยพันธุ์คาร์เวชดิช กรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลกล้วยคือเคลือบคาร์ราจีแนนความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ (20 องศาเซลเซียส) จะทำให้อัตราการหายใจและการคายน้ำของผล รวมทั้ง

การเกิดเมตาบอลิซึมอื่น ๆ ลดลง ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับสารเคลือบคาร์ราจีแนน เพื่อรักษาคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภค

ใช้มะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์บ่มให้สุก ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ระหว่างร้อยละ 11-13 ทำการทดลองโดยปอกเปลือกมะละกอสุกและคว้านเมล็ดออก นั้นเป็นชิ้นขนาดโดยประมาณ 2x3 เซนติเมตร จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 นาน 3 นาที ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ตรวจสอบคุณภาพเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ โดยจัดการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ทำการทดลองกรรมวิธีละ 5 ซ้ำ สำหรับคุณภาพที่ตรวจวัด ได้แก่

1. การวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Texture Analyzer (Stable Micro System TAXT.Plus, United Kingdom) หัววัดทรงกระบอก (cylinder stainless) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร บริเวณจุดกึ่งกลางชิ้นมะละกอ แทะผ่านเนื้อลึก 5 มิลลิเมตร ด้วยอัตราเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ซึ่งค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คือรสชาติ กลิ่น สี เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยใช้ Hedonic 9 scale ดังนี้ คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด; 2 = ไม่ชอบมาก; 3 = ไม่ชอบปานกลาง; 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย; 5 = เฉย ๆ; 6 = ชอบเล็กน้อย; 7 = ชอบปานกลาง; 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด

ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับสารเคลือบคาร์ราจีแนนต่อคุณภาพของมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภคเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส

นำผลการทดลองจากการหาระดับความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมมาใช้ในการทดลองต่อ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบผลของแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับสารเคลือบคาร์ราจีแนนหลังจากแช่มะละกอในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ครบระยะเวลาที่กำหนด ทั้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ ใช้วิธีการจุ่มเคลือบด้วยคาร์ราจีแนน ฝั่งให้แห้งบนตะแกรงและบรรจุขึ้นมะละกอลงในกล่องพลาสติกใสชนิดพอลิพรอพิลีนปิดฝาแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส วัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก 2 วัน ดังนี้

1. การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS) โดยใช้เครื่อง Digital refractometer (ATAGO PAL1, Japan) ก่อนทำการวัดใช้น้ำกลั่นปรับสเกลให้เป็น 0 จากนั้นหยดน้ำคั้นของมะละกอลงบนเครื่องแล้วอ่านค่าที่ได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

2. การวัดความแน่นเนื้อเช่นเดียวกับการทดลองก่อนหน้า ซึ่งค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

3. การวัดการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณจุดกึ่งกลางขึ้นตัวอย่างมะละกอด้วยเครื่อง Color Reader (Minolta CR400, Japan) ค่าที่ได้จากการวัดจะแสดงออกมา คือ L*, a* และ b*

4. การวัดอัตราการหายใจโดยวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของมะละกอที่ปลดปล่อยออกมา โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography (SHIMASZU Class GC-14B, Japan) แบบ Thermal Conductivity Detector (TCD) อุณหภูมิเท่ากับ 180 องศาเซลเซียส โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน และฮีเลียมเป็นก๊าซตัวพา อัตราการไหลเท่ากับ 10 มิลลิลิตร/วินาที บันทึกผลการทดลองมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ($\text{mgCO}_2/\text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$)

5. การตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; TPC) ตามวิธี AOAC International (2002) ใช้น้ำคั้นจากตัวอย่างขึ้นมะละกอเจือจาง 3 ระดับอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard Plate Count Agar (PCA) ใช้วิธี pour plate บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีรายงานผลเป็นซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร (cfu/ml)

6. การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะละกอโดยพิจารณาจากการยอมรับคุณภาพโดยรวม (acceptability) ซึ่งใช้ Hedonic 9 scale

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภค

ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภคที่ความเข้มข้น 0.5 1.0 และร้อยละ 1.5 เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (control) จะเห็นได้ว่ามะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการแช่แคลเซียมคลอไรด์ทำให้ความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดที่ไม่ผ่านการแช่แคลเซียมคลอไรด์ (Figure 1) แต่ในทางกลับกันการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภคทุกกรรมวิธีมีคะแนนความชอบโดยรวม ความชอบด้านกลิ่น และความชอบด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกัน ซึ่งในด้านรสชาตินั้นการแช่ CaCl_2 ร้อยละ 0.5 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงที่สุด รองลงมาคือ CaCl_2 ร้อยละ 1 และ 1.5 ซึ่งมีคะแนนใกล้เคียงกัน (Figure 2) โดยมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการแช่แคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้เกิดรสขมและกลิ่นรสที่ไม่ยอมรับ (López-López *et al.*, 2023) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกการแช่ CaCl_2 ร้อยละ 0.5 ไปใช้ในการทดลองในขั้นตอนถัดไป

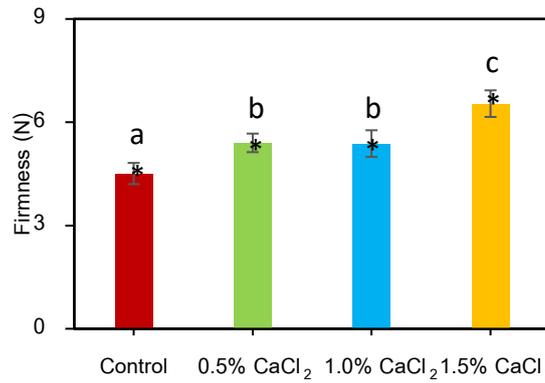


Figure 1 Effect of CaCl₂ on Firmness of fresh-cut papaya

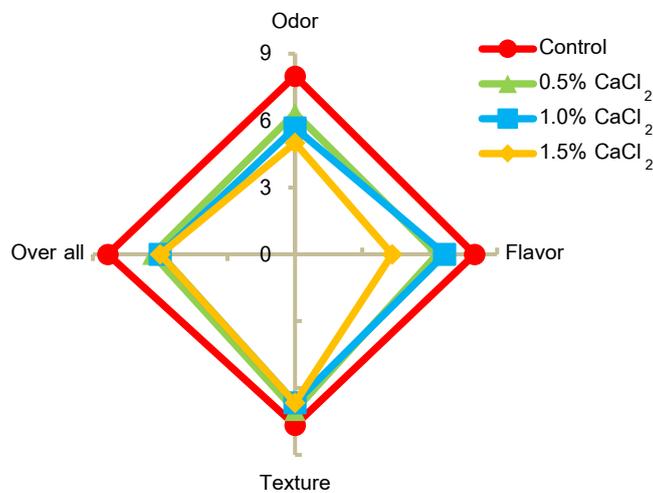


Figure 2 Effect of CaCl₂ on sensory quality of fresh-cut papaya

ผลของแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับสารเคลือบคาร์ราจีแนนต่อคุณภาพของมะละกอดัดแต่งพร้อมบริโภคเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ผลไม้มีกระบวนการเมตาบอลิซึมอาหารที่สะสมในรูปของแป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลทำให้มีรสหวานเกิดขึ้น ซึ่งตลอดการเก็บรักษา TSS ทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่า TSS ของชุดควบคุมสูงกว่ากรรมวิธีอื่นเท่ากับร้อยละ 12.60 ในขณะที่มะละกอสชุดการทดลอง

CaCl₂ ร้อยละ 0.5 และชุดการทดลองแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ร่วมกับการเคลือบด้วยคาร์ราจีแนนความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (0.5% CaCl₂ + 0.5% Carrageenan) มี TSS เท่ากับร้อยละ 11.40 และ 11.03 ตามลำดับ (Figure 3A) การใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ทำให้เกิดชั้นบาง ๆ บนผิวของผลไม้ ซึ่งชะลอกระบวนการย่อยสลาย โพลีแซคาไรด์ การเพิ่มขึ้นของ TSS เป็นผลมาจากกระบวนการคายน้ำและการเปลี่ยนเอนไซม์ของโพลีแซคาไรด์ที่สูงขึ้น เช่น แป้งและเพคตินให้เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว (Turmanidze *et al.*, 2016)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อเป็นดัชนีหลักในการยอมรับด้านคุณภาพของมะละกอ ซึ่งการสุกของมะละกอจะส่งผลต่อความแน่นเนื้อมากที่สุด ความแน่นเนื้อที่ลดลงสามารถเกิดขึ้นจากกลไกการทำงานสองแบบที่เป็นไปได้ กลไกแรกเกิดจากการสลายของพอลิเมอร์คาร์โบไฮเดรตที่เกิดขึ้นระหว่างการสุกและทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัวลง (Dharini *et al.*, 2023) จาก Figure 3B พบว่า วันแรกของการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การแช่มะละกอด้วย CaCl_2 ร้อยละ 0.5 และการแช่

ร่วมกันระหว่าง CaCl_2 ร้อยละ 0.5 และ Carrageenan ร้อยละ 0.5 มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ในขณะที่ชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อลดลงตลอดการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ทำให้ความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น เกิดจากการสร้างผนังเซลล์ที่ซับซ้อน และกรดพอลิกลาแล็กตินิกที่อยู่ตรงกลางซึ่งช่วยปรับปรุงความสมบูรณ์ของโครงสร้างสายเพคตินดีเอสเทอร์ฟายด์อาจเชื่อมขวางกับแคลเซียมภายในเนื้อเยื่อ ทำให้โครงสร้างแน่นและกระชับ (Han *et al.*, 2023)

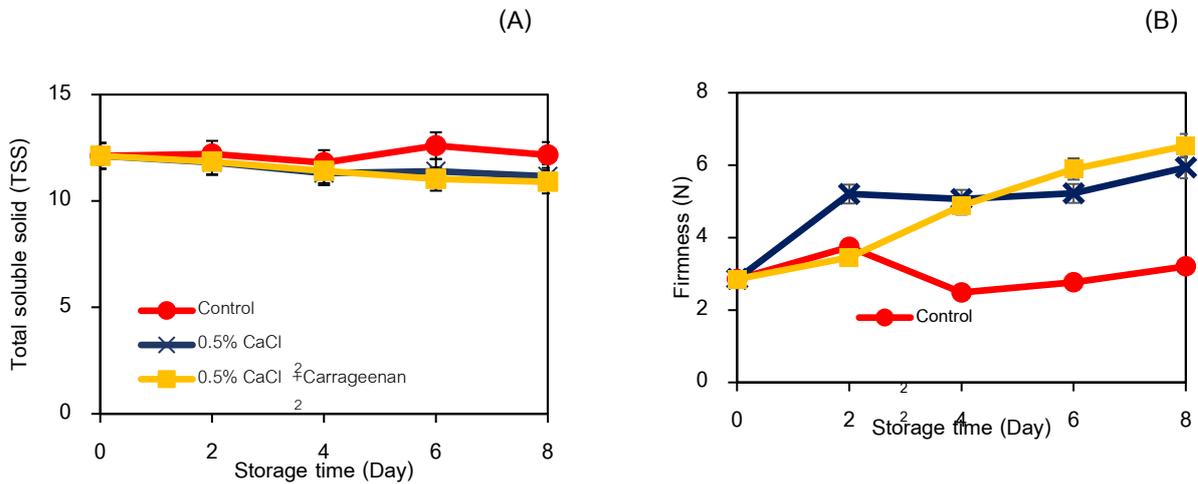


Figure 3 Effect of CaCl_2 on A) Total Soluble Solids and B) Firmness of fresh-cut papaya at $5 \pm 1^\circ\text{C}$, 95% RH

การเปลี่ยนแปลงสี

จาก Figure 4A แสดงถึง การเปลี่ยนแปลงสีของมะละกอพร้อมบริโภคนพบว่า ชุดควบคุมมีค่า L^* สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า a^* นั้น (Figure 4B และ Figure 7) ขึ้นมะละกอตัดแต่งในชุดทดลอง CaCl_2 ร้อยละ 0.5 และการแช่ร่วมกันระหว่าง CaCl_2 ร้อยละ 0.5 และ Carrageenan ร้อยละ 0.5 มีค่า a^* ต่ำลงกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา จากงานวิจัยของ Hamzah *et al.* (2013) ได้ทดลองเคลือบผลมะละกอด้วย carrageenan ร้อยละ

0.2-0.8 พบว่า สามารถชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษาของมะละกอได้ดี โดยแสดงให้เห็นจากค่า L , a^* และ b^* ของมะละกอที่ผ่านการเคลือบผิวจะต้องมีค่าต่ำกว่ามะละกอที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว

อัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของขึ้นมะละกอชุดควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ชุดทดลอง CaCl_2 ร้อยละ 0.5 และการแช่ร่วมกันระหว่าง CaCl_2 ร้อยละ 0.5 และ Carrageenan ร้อยละ 0.5

เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา จากนั้นมีค่าลดลง (Figure 5) เนื่องจากแคลเซียมคลอไรด์ช่วยชะลอ

การสุก ส่วนการเคลือบคาร์ราจีแนนทำให้อัตราการหายใจลดลง (Jingyi *et al.*, 2020; Lin *et al.*, 2018)

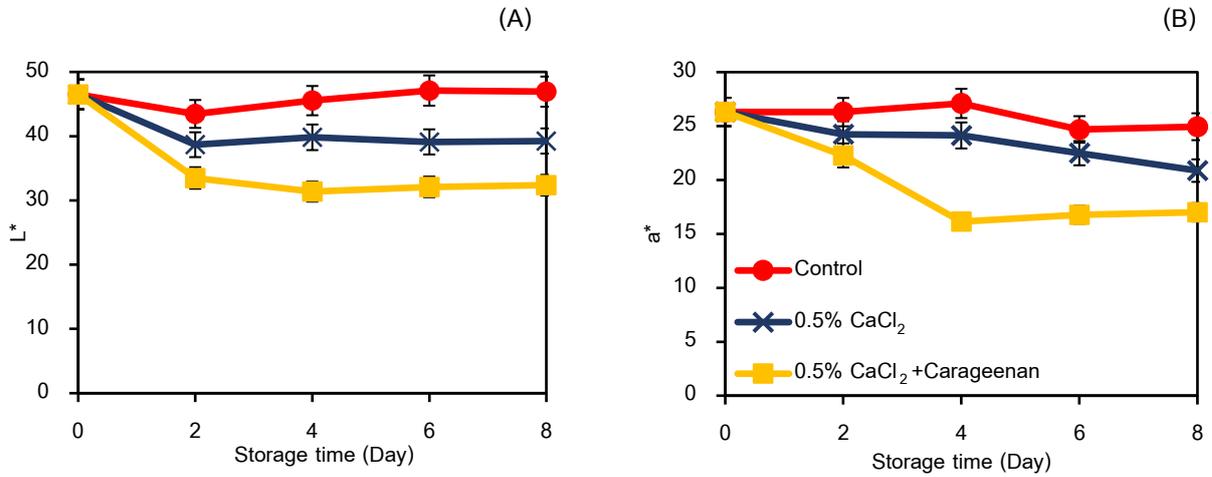


Figure 4 Effect of CaCl₂ on A) L* value and B) a* value of fresh-cut papaya at 5±1°C, 95% RH

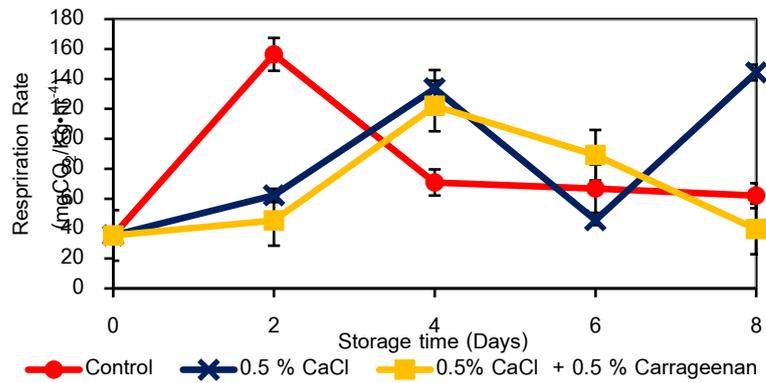


Figure 5 Effect of CaCl₂ on respiration rate and of fresh-cut papaya at 5±1°C, 95% RH

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

เมื่อเก็บรักษามะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภคไว้นานขึ้นจะมีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยพบว่า การเก็บรักษาด้วย CaCl₂ ร้อยละ 0.5 และการแช่ร่วมกันระหว่าง CaCl₂ ร้อยละ 0.5 และ Carrageenan ร้อยละ 0.5 มีผลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยเห็นได้จากมะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภคในชุดควบคุม มีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุด (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

Pranet *et al.* (2024) ที่ใช้ตัวปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของลองกองพร้อมบริโภคได้ สำหรับวันที่ 6 ของการเก็บรักษาเริ่มมีเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นในชั้นมะละกอลงหยุดทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ของชั้นมะละกอกทุกชุดการทดลองมีค่ามากกว่า 250 โคโลนี (ข้อมูลไม่ได้แสดงในตาราง)

Table 1 Effect of CaCl₂ on total plate counts of fresh-cut papaya at 5±1°C, 95% RH

| Treatments | Total Plate Counts (X10 ⁶ cfu/ml) | | | |
|--------------------------------------|--|------|------|------|
| | D0 | D2 | D4 | D6 |
| Control | 0.03 | 0.03 | 0.1 | 0.36 |
| 0.5% CaCl ₂ | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.16 |
| 0.5% CaCl ₂ + Carrageenan | 0.03 | 0.01 | 0.19 | 0.24 |

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส พบว่า ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา มะละกอด้วย CaCl₂ ร้อยละ 0.5 ผู้ทดสอบให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ส่วนคุณภาพด้านสี การแช่ร่วมกัน

ระหว่าง CaCl₂ ร้อยละ 0.5 และ Carrageenan ร้อยละ 0.5 มีการยอมรับมากที่สุด วันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่า ชุดควบคุมเป็นที่ยอมรับมากที่สุด เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น และด้านรสชาติสูง ส่วนของ CaCl₂ ร้อยละ 0.5 เริ่มมีกลิ่นของแคลเซียมคลอไรด์ ส่งผลต่อการยอมรับคุณภาพโดยรวมลดลง (Figure 6)

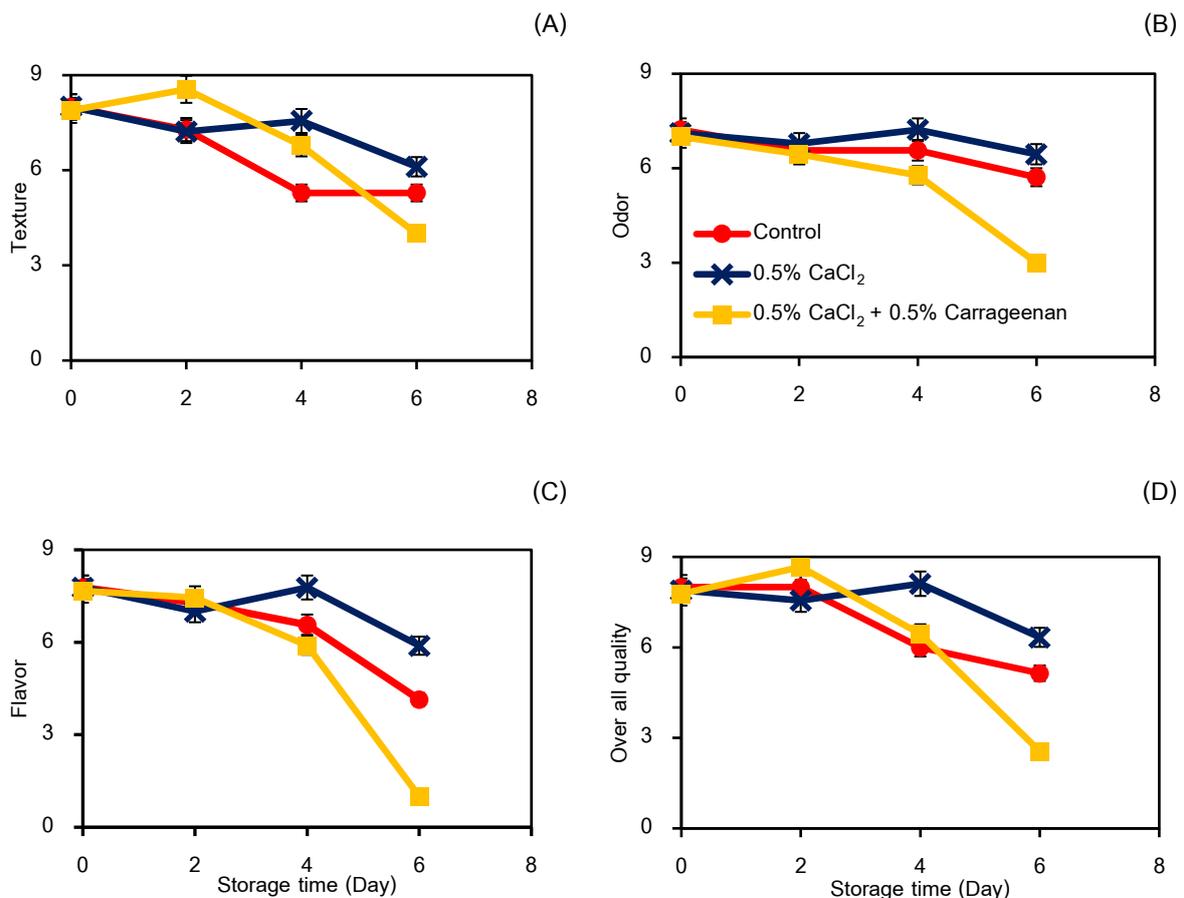


Figure 6 Effect of CaCl₂ on A) sensory quality of Texture, B) odor, C) flavor, and D) overall of fresh-cut papaya at 5±1°C, 95% RH

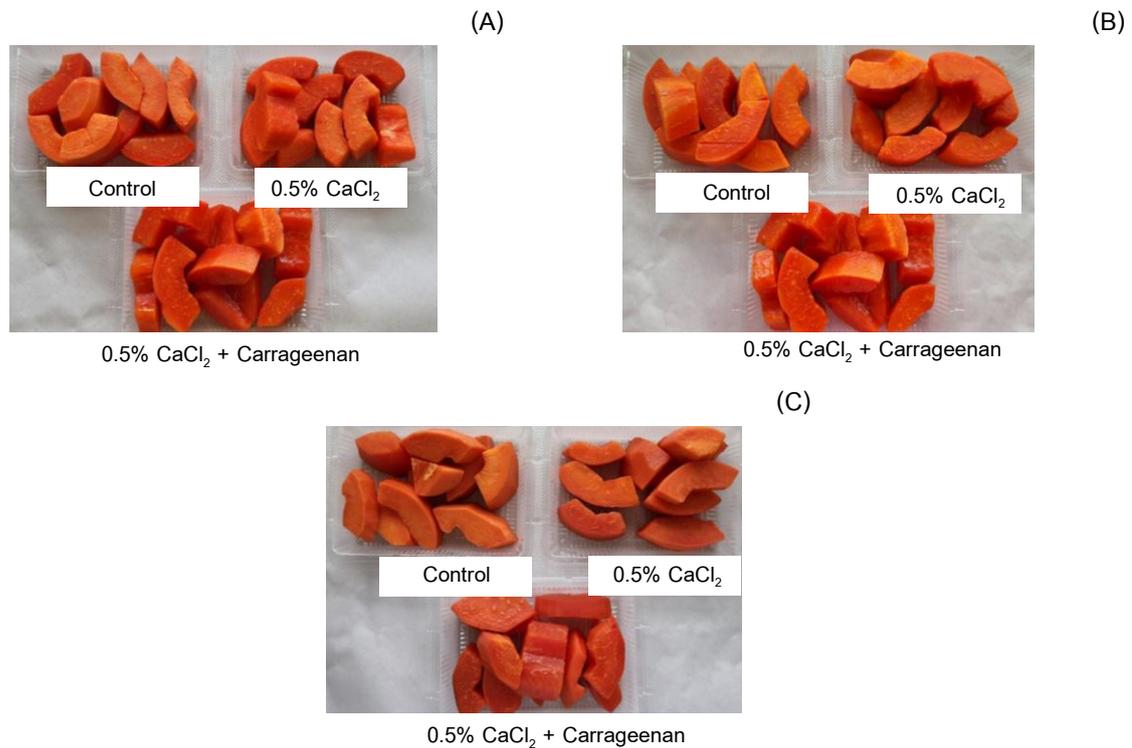


Figure 7 Visual appearance of papaya after A) 4, B) 6, and C) 8 days storage of fresh-cut papaya at 5±1 °C, 95% RH

สรุปผลการวิจัย

การแช่ชิ้นมะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยสารละลาย CaCl₂ ร้อยละ 0.5 และ 1.0 สามารถปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสได้โดยทำให้ความแน่นเนื้อสูงขึ้นได้ หากแช่ด้วยความเข้มข้นสูงกว่านี้จะทำให้ชิ้นมีรสชาติขมไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ชิ้นมะละกอตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการแช่สารละลาย CaCl₂ ร้อยละ 0.5 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสี อัตราการหายใจ และควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์รวมได้ตลอดการเก็บรักษา 6 วัน สำหรับการเคลือบคาร์ราจีแนนทำให้เกิดการสะสมของเชื้อจุลินทรีย์รวมมากขึ้นและคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาและผลิตกำลังคนของประเทศเพื่อรองรับนโยบาย Thailand 4.0 สำหรับมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในหลักสูตร “การผลิตบัณฑิตเกษตรพันธุ์ใหม่รุ่นที่ 6” และสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือจากห้องปฏิบัติการสาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

AOAC International. 2002. Official method of analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical, Washington DC.
 Berger, C.N., S.V. Sodha, R.K. Shaw, P.M. Griffin, D. Pink, P. Hand, and G. Frankel. 2010. Fresh fruits and vegetables as vehicles for

- the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology* 12(9): 2385-2397.
- Dharini, V., S. Selvam, J. Jayaramudu and R.E. Sadiku. 2023. Effect of functionalized hybrid chitosan/gum arabic bilayer coatings with lemongrass essential oil on the postharvest disease control and the physicochemical properties of papaya (*Carica papaya*.) fruits. *South African Journal of Botany* 160: 602-612.
- Dwivany, F.M., A.N. Aprilyandi, V. Suendo and N. Sukriandi. 2020. Carrageenan edible coating application prolongs cavendish banana shelf life. *Food Science*. 2020(1): 8861610.
- Eshghi, S., M. Hashemi, A. Mohammadi, F. Badii, Z. Mohammadhoseini and K. Ahmad. 2014. Effect of nanochitosan-based coating with and without copper loaded on physicochemical and bioactive components of fresh strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne) during storage. *Food and Bioprocess Technology*. 7: 2397-2409.
- Hamzah, H.M., A. Osman, C.P. Tan and F.M. Ghazali. 2013. Carrageenan as an alternative coating for papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika). *Postharvest Biology and Technology* 75: 142-146.
- Han, P., B.H. Tang, C.P. Guo, G.L. Shui, Z.Y. Pan and H.R. Lin. 2023. Combination of soy protein isolate and calcium chloride inhibits browning and maintains quality of fresh-cut peaches. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 35(6): 533-540.
- Jingyi, L., X. Han, L. Bai, D. Xu, S. Ding, Y. Ge, C. Li and J. Li. 2020. Effects of calcium chloride treatment on softening in red raspberry fruit during low-temperature storage. *Food Biochemistry* 44(10): 13419.
- Lin, M.G., O. Lasekan, N. Saari and S. Khairunniza-Bejo. 2018. Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits. *CYTA-Journal of Food* 16(1): 490-497
- López-López, A., J. M. Moreno-Baquero and A. Garrido-Fernández. 2023. Impact of salts mixtures on the physicochemical and sensory characteristics of spanish-style manzanilla green table olives during packaging. *Foods* 12(9): 1-21.
- Noiwan, D., N. Manphrao, N. Mathai, A. Muenrin and T. Keawkham. 2022. Effect of storage temperature and calcium chloride on postharvest qualities of papaya cv. Holland. *Khon Kaen Agriculture Journal* 50(1) 1: 605-609.
- Olaimat, A.N. and R.A. Holley. 2012. Factors influencing the microbial safety of fresh produce. *Food Microbiology* 32(1): 1-19.
- Pranet, C., W. Sutham, W. Kanin and D. Noiwan. 2024. Effects of vapor ethanol emitter on the qualities of ready-to-eat longkong during storage, Amari Pattaya Hotel, Chonburi province, In Proceeding the 4th National Conference on Learning Innovation in Science and Technology, NCLIST 4, March

21-23, 2024, Faculty of Industrial Education and Technology, Bangkok, Thailand. pp.632-640. [in Thai]

Techadilok, S., K. Kalayanamitra, T. Kaewkham, P. Jomngam and D. Noiwan. 2021. Effects of calcium chloride and modified atmosphere packaging on qualities of fresh-cut longan. *Agricultural Science Journal* 52(2): 2: 93-96. [in Thai]

Turmanidze, T., G. Levan, J. Merab and L. Wicker. 2016. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of blackberry, raspberry and strawberry fruits after cold storage. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology* 4(12): 1127-1133.

You, W., J. Zhang, X. Ru, F. Xu, Z. Wu, P. Jin, Y. Zheng and S. Cao. 2024. Exogenous CaCl_2 delays flesh softening by inhibiting the degradation of cell wall in fresh-cut cantaloupe. *Postharvest Biology and Technology*. 213: 112934.

ผลของสารเคลือบผิวชนิดบรีโภาคได้ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของ กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบรีโภาค

Effects of Edible Coating on Postharvest Quality and Shelf Life of Fresh-Cut Cabbage

แพรวพรรณ จอมงาม^{1*} กชกรบดินทร์ สุขวัฒนาสินิทธิ์¹ ชาญณรงค์ กุลเพชร¹ ดวงใจ น้อยวัน¹ และปวาลี
ชมภูรัตน์ ฤทธิธนเกียรติ²

Praewphan Jomngam^{1*} Kotchakonbodin Sukwatthanasinit¹ Channarong Kulphet¹ Duangjai Noiwan¹ and Pavalee
Chompoorat Trititanakiat²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Division of Postharvest Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

² สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100

² Division of Product Development Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Mueang, Chiang Mai 50100

* Corresponding author: praewphan_jg@mju.ac.th

(Received: 22 April 2024; Revised: 14 August 2024; Accepted: 3 August 2024)

Abstract

Due to enzymatic browning, fresh-cut cabbage has a short shelf life, affecting its quality and being rejected by consumers. The study aimed to investigate the effects of edible coatings (Natacoat and Sucrose fatty acid ester) on the postharvest qualities of fresh-cut cabbage. The experimental design was completely randomized design. The cabbage was peeled, cut, and coated with 0.05% Natacoat, 0.5% Sucrose fatty acid ester, or Control (distilled water), then dried and stored at 5°C. The results showed that coating with Natacoat and Sucrose fatty acid ester provided better qualities in terms of external appearance, inhibited browning, reduced weight loss, retarded respiration rate, and maintained higher firmness than the control during storage ($p \leq 0.05$). However, fresh-cut cabbage coated with Sucrose fatty acid ester had off-flavor after 8 days of storage. These results indicated that the coating with Natacoat was more effectively maintained the quality of fresh-cut cabbage, preventing an unpleasant smell, and was accepted by consumers and extending shelf life for 8 days at 5°C.

Keywords: Fresh-cut cabbage, natacoat, sucrose fatty acid ester

บทคัดย่อ

กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบรีโภาคมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากเกิดสีน้ำตาลซึ่งส่งผลต่อคุณภาพและไม่เป็นที่
ยอมรับของผู้บริโภค การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเคลือบผิวชนิดบรีโภาคได้ (Natacoat และ Sucrose
fatty acid ester) ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบรีโภาค วางแผนการ
ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยนำกะหล่ำปลีมาลอกใบด้านนอกออก ตัดแต่งและเคลือบผิวด้วย Natacoat ความเข้มข้น
ร้อยละ 0.05 Sucrose fatty acid ester ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 หรือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) ฝั่งให้แห้งและเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า การเคลือบผิวด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester สามารถรักษาคุณภาพ
ของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบรีโภาคทั้งลักษณะภายนอก ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลออัตราการ
หายใจและมีความแน่นเนื้อมากกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) แต่การเคลือบผิวด้วย Sucrose

fatty acid ester เริ่มมีกลิ่นที่ผิดปกติเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ดังนั้น การเคลือบผิวด้วย Natacoat มีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยไม่พบกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 8 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค นาทาโคท น้ำตาลซูโครสในรูปเอสเทอร์ของกรดไขมัน

คำนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมผักตัดแต่งพร้อมบริโภคขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผู้บริโภคมีความต้องการผักที่สด มีประโยชน์ต่อสุขภาพและสะดวกในการปรุงอาหารหรือพร้อมรับประทาน (Ansah *et al.*, 2018) กะหล่ำปลี (*Brassica oleracea* L.) เป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและนิยมนำมาทำเป็นผักตัดแต่งพร้อมบริโภค แต่กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคมักมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากผ่านกระบวนการแปรรูปขั้นต้น เช่น การล้าง การปอก ตัดแต่งและหั่น ซึ่งทำให้เซลล์หรือเนื้อเยื่อของผักถูกทำลาย เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่รวดเร็ว ส่งผลให้กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคเกิดการเสื่อมคุณภาพและมีลักษณะทางกายภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

สารเคลือบผิวชนิดบริโภคได้ (edible coating) ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เนื้อสัตว์ ปลา ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม ผักและผลไม้ การเคลือบผิวเป็นการสร้างชั้นป้องกันแบบกึ่งซึมผ่านได้รอบ ๆ พื้นผิวของผักและผลไม้ เกิดการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ผักและผลไม้ ทำให้ช่วยลดอัตราการหายใจ สังเคราะห์เอทิลีน และชะลอการสุกได้ (Yadav *et al.*, 2022) Sucrose fatty acid ester เป็นเอสเทอร์ที่ได้จากส่วนประกอบของแอลกอฮอล์และกรดไขมัน (Teng *et al.*, 2020) นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารในอุตสาหกรรมอาหาร โภชนเภสัช เครื่องสำอาง และเภสัชอุตสาหกรรม (Farran *et al.*, 2015) สำหรับผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว Sucrose fatty acid ester ถูกนำมาใช้เป็นสารเคลือบผิวชนิด

บริโภคได้ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าออกของก๊าซ ออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ ทำให้อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนลดลง ชะลอการเกิดสีน้ำตาลและช่วยยืดอายุของผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น (Dhall, 2013) การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า การเคลือบผิวเงาะด้วย Sucrose fatty acid ester ส่งผลให้เกิดการดัดแปลงสภาพบรรยากาศทำให้เกิดการหายใจน้อยลงและลดการสูญเสียน้ำได้ดี (Kaewsuksaeng and Tatmala, 2015) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเคลือบผิวผลลำไยด้วย Sucrose fatty acid ester ร่วมกับกรดออกซาลิก พบว่า ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผลและชะลอการเน่าเสียของผลลำไยเป็นเวลา 25 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Jomngam and Phimphimol, 2023)

Natacoat เป็นชื่อทางการค้าของสารเคลือบผิวในกลุ่มของ Natamycin ซึ่งเป็น polyene macrolide ธรรมชาติที่ได้จากการหมัก *Streptomyces* spp. และได้รับการอนุญาตให้นำมาใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารกว่า 40 ประเทศ รวมทั้งได้รับการพิจารณาให้เป็นสารเคมีกลุ่ม Generally recognized as safe (GRAS) จาก FDA (Koontz *et al.*, 2003) นิยมนำมาใช้เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Aparicio *et al.*, 2016) Natamycin มีความเป็นพิษต่ำมากต่อเซลล์ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Arima *et al.*, 2014) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวจึงเป็นที่น่าสนใจสำหรับการนำมาใช้ในยืดอายุการเก็บรักษาและการควบคุมการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับผักและผลไม้ ก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาผลของการใช้ Natamycin ในสตอเบอรี่ (Duran *et al.*, 2016) เห็ดหอม (Jiang *et al.*, 2013)

เห็ดกระดุม (Jiang, 2012) เมล่อนพันธุ์ Hami (Cong *et al.*, 2007) และมัลเบอร์รี่ (Wen *et al.*, 2019) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Natamycin มีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวได้ดี รวมทั้งไม่มีสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ Natacoat และ Sucrose fatty acid ester เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ดังนั้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาผลของการใช้สารเคลือบผิว Natacoat และ Sucrose fatty acid ester ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมผลิตภัณฑ์

เก็บเกี่ยวกะหล่ำปลีพันธุ์แพชชั่นในระยะความแก่ทางการค้าหรืออายุประมาณ 60 วันหลังจากปลูก ณ แปลงปลูกใน ตำบลแม่สา อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ คัดเลือกกะหล่ำปลีที่มีขนาดและคุณภาพทางด้านกายภาพให้มีลักษณะใกล้เคียงกัน ปราศจากตำหนิและร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลง จากนั้นนำกะหล่ำปลีมาลอกใบด้านนอกออก ตัดแต่งให้มีขนาดประมาณ 200 กรัม/ชิ้น เพื่อนำมาใช้ในการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 กรรมวิธี ๗ ละ 10 ซ้ำ ดังนี้ 1) Natacoat ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 โดยปริมาตรต่อปริมาตร 2) Sucrose fatty acid ester ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และ 3) ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) กะหล่ำปลีที่ผ่านการตัดแต่ง จะถูกนำมาสเปรย์ด้วยสารเคลือบผิวตามกรรมวิธีที่กำหนด ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้วนำมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และบันทึกการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเป็นเวลา 8 วัน

การบันทึกข้อมูล

การสูญเสียน้ำหนัก: บันทึกน้ำหนักของกะหล่ำปลีก่อนและหลังการเก็บรักษาทุก 2 วัน จากนั้นนำค่าของน้ำหนักที่วัดได้มาคำนวณ ดังสมการ

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)} = \frac{[\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}]/\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}] \times 100}{}$$

ความแน่นเนื้อ: วัดความแน่นเนื้อของกะหล่ำปลีด้วยเครื่อง Texture analyzer (Stable Micro System, TAXT.Plus, England) ใช้หัวกดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร กดลงบนกะหล่ำปลีลึก 1 เซนติเมตร ด้วยความเร็ว 10 มิลลิเมตร/นาที ขนาดแรงกด 5 กรัม ซึ่งค่าที่วัดได้จะแสดงเป็นหน่วยนิวตัน (N)

อัตราการหายใจ: วัดอัตราการหายใจด้วยระบบปิด (static system) ดัดแปลงจากวิธีของ Manasikan *et al.* (2011) บรรจุกะหล่ำปลีลงในกล่องพลาสติกปริมาตร 1.5 ลิตร ปิดฝากล่องพลาสติกให้สนิท เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สุ่มเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่กะหล่ำปลีปลดปล่อยออกมาด้วย syringe 1 มิลลิลิตร ฉีดเข้าเครื่อง Gas chromatography (GC-2014, Japan) แบบ Thermal conductivity detector (TCD) อุณหภูมิเท่ากับ 180 องศาเซลเซียส โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนและฮีเลียมเป็นก๊าซตัวพา อัตราการไหลเท่ากับ 10 มิลลิลิตร/วินาที บันทึกผลการทดลองมีหน่วยเป็น mgCO₂/kg.hr

pH: บดกะหล่ำปลีให้ละเอียด ชั่งน้ำหนัก 3 กรัม ใส่ลงบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (SevenEasy, Switzerland) ในขณะสภาพที่กำลังหมุนด้วย Magnetic stirrer

การเปลี่ยนแปลงสี: วัดการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัดของกะหล่ำปลี ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR - 400, Japan) ตามระบบ CIE บันทึกข้อมูลด้วยค่า L^* , a^* และ b^*

ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล: นำค่าการเปลี่ยนแปลงสีของกะหล่ำปลี (ค่า L^* , a^* และ b^*) มาคำนวณเพื่อหาดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของกะหล่ำปลีตามวิธีของ Ergunes and Tarhan (2006) ดังสมการ

$$\text{Browning Index} = [100 (x - 0.31)] / 0.17$$

$$\text{เมื่อ } x = (a^* + 1.75L^*) / (5.645L^* + a^* - 0.3012b^*)$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ CRD เปรียบเทียบความแตกต่างด้วย Duncan's multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics version 22

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของสารเคลือบผิว Natacoat และ Sucrose fatty acid ester ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วัน พบว่า การสูญเสียน้ำหนักของกะหล่ำปลีตัดแต่งเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลองเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคมีการหายใจเกิดขึ้นตลอดเวลา โดยกระบวนการหายใจดังกล่าวเป็นการดึงเอาอาหารที่สะสมอยู่ในกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคออกไปใช้ในกระบวนการหายใจและปลดปล่อยความร้อนออกมา จึงทำให้อาหารสะสมภายในเซลล์ลดลงและเกิดการสูญเสียน้ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Siriphanich, 2010; Jomngam and Phimphimol, 2023) กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา โดยในชุดควบคุมเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด ร้อยละ 1.41 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ

การเคลือบผิวด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester เกิดการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า หรือเท่ากับ ร้อยละ 0.73 และ 0.76 ตามลำดับ ซึ่งสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาได้ (Figure 1A) เนื่องจากสารเคลือบผิวจะทำหน้าที่เสมือนเป็นเยื่อเลือกผ่านที่ปกป้องผิวด้านนอกของผลิตผลที่ได้รับความเสี่ยงสูง เนื่องจากกระบวนการตัดแต่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซกับบรรยากาศน้อยลง จึงสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำและชะลออัตราการหายใจของผลิตผลได้ (Galus *et al.*, 2012) Baipong *et al.* (2022) รายงานว่า มะม่วงมันขุนศรีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบผิวด้วย Natacoat ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักตลอดระยะเวลาเก็บรักษา เช่นเดียวกับการใช้ Natamycin ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกับ Natacoat ช่วยลดการสูญเสียน้ำและชะลอการเสื่อมสภาพของผลเมล็ดพันธุ์ Hami ในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Cong *et al.*, 2007) นอกจากนี้ Jomngam and Phimphimol (2023) รายงานว่า การเคลือบผิวผลลำไยพันธุ์ต๋องด้วย Sucrose fatty acid ester สามารถลดการสูญเสียน้ำและชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน สอดคล้องกับ Jung and Choi (2021) ที่พบว่า Sucrose fatty acid ester สามารถยึดเกาะปกคลุมเนื้อเยื่อชั้น cuticle ของผลแอปเปิ้ลได้อย่างสม่ำเสมอและสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำและยืดอายุการเก็บรักษาผลแอปเปิ้ลได้นานถึง 28 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

การสูญเสียความแน่นเนื้อของผลิตผลเป็นตัวบ่งชี้สำคัญในการบ่งชี้ถึงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้และมีอิทธิพลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมและปริมาณน้ำในผลิตผล (Nongtaodum and Jangchud, 2009; Sanchez *et al.*, 2015) ความแน่นเนื้อของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในชุด

ควบคุมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 43.7 นิวตัน ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Figure 1B) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นผลจากการสูญเสียน้ำ หรือจากการทำงานของเอนไซม์ Pectinolytic เนื่องจากการแตกของผนังเซลล์ภายหลังการตัดแต่ง (Sanchez *et al.*, 2015) การเคลือบผิวด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester มีความแน่นเนื้อระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคลือบผิว Natacoat และ Sucrose fatty

acid ester มีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพในคุณภาพของเนื้อสัมผัสของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคและทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับ Yaman and Bayoindrili (2002) รายงานว่า Sucrose fatty acid ester ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลเชอร์รี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ Hamanaka and Izumi (2008) พบว่า Natamycin สามารถยับยั้งการอ่อนตัวของผลมัลเบอร์รี่ หรือคงสภาพความแน่นเนื้อของผลและสีผิวผลมัลเบอร์รี่ได้ดี รวมทั้งช่วยชะลอการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษาได้

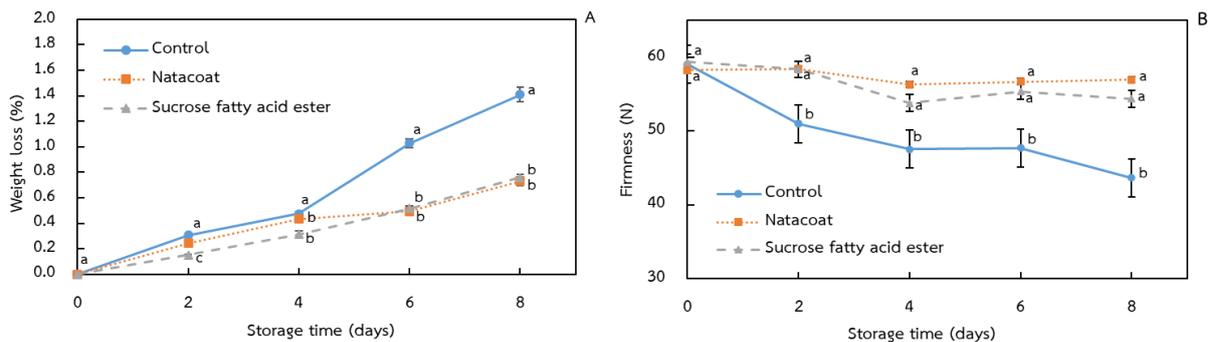


Figure 1 Effect of coating treatment on weight loss (A) and firmness (B) of fresh-cut cabbage during storage at 5°C. Error bars indicate the mean SE (n = 10). Difference letters indicate significant differences between treatments ($p \leq 0.05$)

Figure 2A แสดงอัตราการหายใจของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วัน พบว่า อัตราการหายใจของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในทุกชุดการทดลองค่อนข้างสูงในวันที่ 2 เนื่องจากเนื้อเยื่อของกะหล่ำปลีได้รับความเสียหายจากการตัดแต่งจึงมีผลทำให้อัตราการหายใจสูง จากนั้นอัตราการหายใจของทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาหรือวันที่ 8 พบว่า อัตรา

การหายใจของชุดควบคุมสูงสุด เท่ากับ 26.13 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ขณะที่การเคลือบ Sucrose fatty acid ester และ Natacoat มีอัตราการหายใจน้อยกว่า หรือเท่ากับ 18.84 และ 15.87 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ หลักการทำงานของสารเคลือบผิวมีลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีการดัดแปลงบรรยากาศ โดยสารเคลือบจะสร้างสิ่งกีดขวางทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างก๊าซภายในและบรรยากาศ

รอบ ๆ ผลผลิต (Bodbodak and Moshfeghifar, 2016) ซึ่งสภาพแวดล้อมนี้สามารถลดอัตราการหายใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ (Nor and Ding, 2020) สอดคล้องกับ Wen *et al.* (2019) พบว่าการใช้ Natamycin ช่วยชะลออัตราการหายใจและการเกิดโรคในผลมันฝรั่งที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เช่นเดียวกับ Hamanaka and Izumi (2008) รายงานว่า การเคลือบผิวกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วย Mustard extract agent ร่วมกับ Sucrose fatty acid ester ช่วยชะลอการใช้ก๊าซออกซิเจนและการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์แบบ MA ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสได้

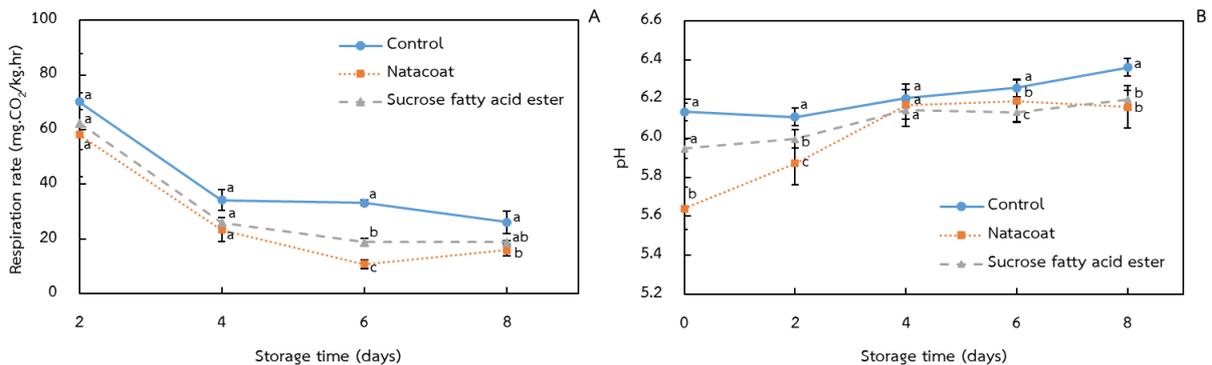


Figure 2 Effect of coating treatment on respiration rate (A) and pH (B) of fresh-cut cabbage during storage at 5°C. Error bars indicate the mean SE (n = 10). Difference letters indicate significant differences between treatments ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคแสดงดัง Figure 2B จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester มีผลทำให้ค่า pH ของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคลดลงทันทีหลังจากเคลือบผิว โดยมีค่า pH เท่ากับ 5.64 และ 5.95 ตามลำดับ เนื่องจากสารเคลือบผิวทั้ง 2 ชนิดมีสภาพความเป็นกรดจึงทำให้กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค มีค่า pH ลดลง ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่า pH มากกว่าหรือมีค่าเท่ากับ 6.13 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ค่า pH กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคทุกชุดการทดลองเพิ่มขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ภายในเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเข้าสู่การเสื่อมสภาพ ซึ่งมีผลทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น และส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย

ได้ง่ายขึ้น (Siriphanich, 2010) แต่การใช้สารเคลือบผิว Natacoat และ Sucrose fatty acid ester ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Cong *et al.* (2007) ที่รายงานว่าการเคลือบผิวผลผลิตช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า pH และสามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการเคลือบผิวผลผลิตถือเป็นการตัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในผลผลิต โดยทำให้การแลกเปลี่ยนของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลผลิตมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพได้นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า ค่า pH มีความสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลในผลผลิตหลายชนิด (Caro and Joas, 2005; Hai *et al.*, 2014) ดังนั้น การลดลงของค่า pH สามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลในกะหล่ำปลีตัดแต่ง

พร้อมบริโภคน้ำตาล และมีความสอดคล้องกับค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่เคลือบด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester (Figure 3D) การเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เป็นผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยการทำงานของเอนไซม์ PPO ซึ่งเมื่อค่า pH ต่ำ PPO จะเสียสภาพอย่างถาวรไม่สามารถ

กลับคืนมาอยู่ในรูปที่ active ได้อีก หรือทำให้เอนไซม์ PPO มีกิจกรรมลดลง จึงสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ (Yoruk and Marshall, 2003) อย่างไรก็ตามผลของค่า pH ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO นี้ ยังขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ (Siriphanich, 2010)

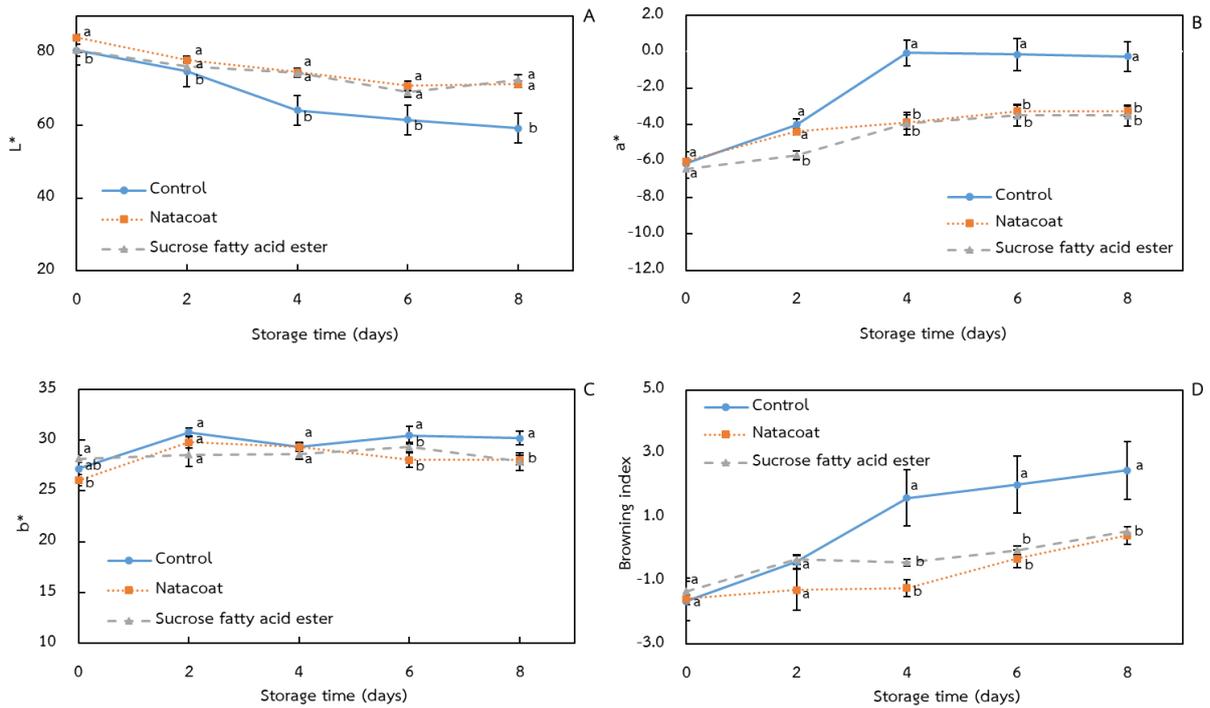


Figure 3 Effect of coating treatment on color; L* value (A), a* value (b), b* value (C), and browning index (D) of fresh-cut cabbage during storage at 5°C. Error bars indicate the mean SE (n = 10). Difference letters indicate significant differences between treatments ($p < 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงสีของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาล (ค่า L* a* และ b*) ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน แสดงดัง Figure 3 พบว่า ค่า L* หรือค่าความสว่างลดลง ค่า a* และ b* เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งบ่งชี้ถึงการเสื่อมสภาพของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลในทุกชุดการทดลอง โดยกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่เคลือบผิวด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester มีค่า L* สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ค่า L* ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษา

นานขึ้น (Figure 3A) Thommohaway *et al.* (2007) รายงานว่า การเคลือบผิวฟรุ้งตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลด้วย Sucrose fatty acid ester ความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกฟรุ้งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ซึ่งสอดคล้องกับ Baipong *et al.* (2022) ที่รายงานว่าการเคลือบผิวมะม่วงมันขุนศรีตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสี โดยเฉพาะการลดลงของค่า L* ตลอด

ระยะเวลาการเก็บรักษาและช่วยบรรเทาการเกิดสีน้ำตาลได้ ส่วนค่า a^* และ b^* ของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคมักพบการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในชุดที่เคลือบผิวด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester ในระหว่างการเก็บรักษา ขณะที่ชุดควบคุมมีค่า a^* และ b^* สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 3B และ 3C) เนื่องจากมีการเกิดสีน้ำตาลขึ้นในกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าสี b^* สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cho and Moon (2014) รายงานว่า การเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดแต่งของผักกาดหอมตัดแต่งพร้อมบริโภคส่งผลให้ค่าสี b^* เพิ่มขึ้นตามด้วย

ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลในกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วง 2 - 8 วันหลังจากเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากกะหล่ำปลีที่ผ่านการตัดแต่งทำให้เนื้อเยื่อได้รับความเสียหายหรือเกิดการฉีกขาด จึงเป็นการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้น ส่งผลให้กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคมีสีคล้ำขึ้นหรือปรากฏอาการสีน้ำตาล (Banerjee *et al.*, 2015) จาก Figure 3D พบว่า กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบผิวด้วย Natacoat และ Sucrose fatty acid ester มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเคลือบผิวส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพทางด้านสีของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภค เนื่องจากการเคลือบ

ผิวทำให้พื้นที่ผิวของผลิตผลสัมผัสกับออกซิเจนได้น้อยลง ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันช้าลงและลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO จึงสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ (Rezapour *et al.*, 2016) Kaewsuksaeng and Tatmala (2015) รายงานว่า การเคลือบผิวผลเงาะด้วย Sucrose fatty acid ester ทำให้เกิดสภาพบรรยากาศตัดแต่งทำให้เกิดการหายใจที่น้อยลงและลดการสูญเสียน้ำในผลิตผลได้ ส่งผลให้การเกิดสีน้ำตาลที่ผลเงาะลดน้อยลง เช่นเดียวกับการเคลือบผิวด้วย Natacoat สามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงมันขุนศรีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน (Baipong *et al.*, 2022) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการใช้ Natamycin ในผลมัลเบอร์รี่ช่วยชะลอการเน่าเสีย ยับยั้งอัตราการหายใจ และลดกิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Wen *et al.*, 2019) ถึงแม้ว่าการเคลือบผิวด้วย Sucrose fatty acid ester ช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 4) แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นหรือในวันที่ 8 พบว่า กะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เคลือบผิวด้วย Sucrose fatty acid ester เริ่มมีกลิ่นที่ผิดปกติและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ขณะที่การเคลือบผิวกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วย Natacoat ยังคงมีกลิ่นและรสชาติปกติ (ไม่ได้แสดงข้อมูลในผลการทดลอง)

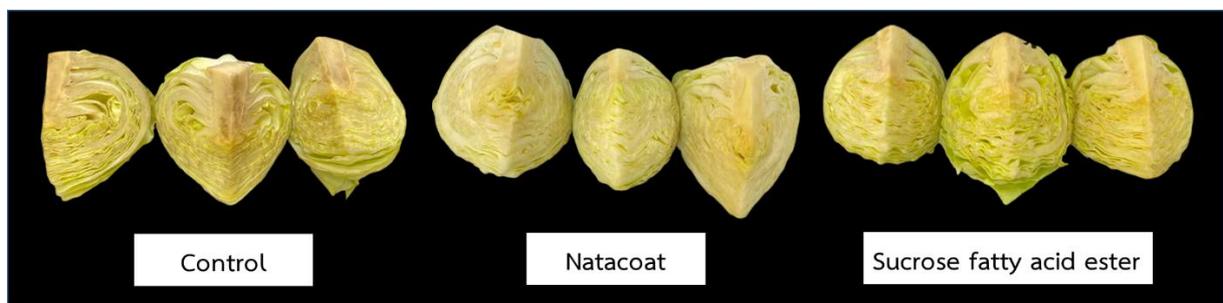


Figure 4 External appearance of fresh-cut cabbage with different treatments during storage at 5°C for 8 days

สรุปผลการวิจัย

การเคลือบผิวด้วย Natacoat ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 มีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพของกะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้งลักษณะภายนอก การสูญเสียน้ำหนัก ชะลออัตราการหายใจและการเปลี่ยนแปลงของสี ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดและคงความแน่นเนื้อได้ดี โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 8 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิว Natacoat เพื่อการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษากะหล่ำปลีตัดแต่งพร้อมบริโภคอาจเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมผักตัดแต่งพร้อมบริโภคที่กำลังขยายตัวในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Ansah, F.A., M.L. Amodio and G. Colelli. 2018. Quality of fresh-cut products as affected by harvest and postharvest operations. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 98(10): 3614-3626.

Aparicio, J.F., E.G. Barreales, T.D. Payero, C.M. Vicente, A. de Pedro and A.J. Santos. 2016. Biotechnological production and application of the antibiotic pimaricin: Biosynthesis and its regulation. *Applied Microbiology and Biotechnology* 100: 61-78.

Arima, A.A., F.J. Pavinatto, O.N. de Oliveira and E.R.P. Gonzales. 2014. The negligible effects of the antifungal natamycin on cholesterol-dipalmitoyl phosphatidylcholine monolayers may explain its low oral and topical toxicity for mammals. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 122: 202-208.

Baipong, R., S. Chanokseranee, K. Yamsai and P. Jomngam. 2022. Effects of edible coating on quality and storage life of fresh-cut mango cv. Mun Kun Si. *Agricultural Science Journal* 53(3): 48-51. [in Thai]

Banerjee, A., S. Penna, P.S. Variyar and A. Sharma. 2015. Gamma irradiation inhibits wound induced browning in shredded cabbage. *Food Chemistry* 173: 38-44.

Bodbodak, S. and M. Moshfeghifar. 2016. Advances in modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. pp. 127-183. *In* M.W. Siddiqui (ed.). *Eco-friendly technology for postharvest produce quality*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Caro, Y. and J. Joas. 2005. Postharvest control of litchi pericarp browning (cv. Kwai Mi) by combined treatments of chitosan and organic acids: II. Effect of the initial water content of pericarp. *Postharvest Biology and Technology* 38(2): 137-144.

- Cho, J.S. and K.D. Moon. 2014. Comparison of image analysis methods to evaluate the degree of browning of fresh-cut lettuce. *Food Science and Biotechnology* 23: 1043-1048.
- Cong, F., Y. Zhang and W. Dong. 2007. Use of surface with natamycin to improve the storability of Hami melon at ambient temperature. *Postharvest Biology and Technology* 46: 71-75.
- Dhall, R.K. 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53(5): 435-450.
- Duran, M., M.S. Aday, N.N.D. Zorba, R. Temizkan, M.B. Buyukcan and C. Caner. 2016. Potential of antimicrobial active packaging containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating to extend shelf life of fresh strawberry. *Food and Bioproducts Processing* 98: 354-363.
- Ergunes, G. and S. Tarhan. 2006. Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. *Journal of Food Engineering* 76(3): 446-452.
- Farran, A., C. Cai, M. Sandoval, Y. Xu, J. Liu, M. J. Hernaiz and R. J. Linhardt. 2015. Green solvents in carbohydrate chemistry: From raw materials to fine chemicals. *Chemical reviews* 115(14): 6811-6853.
- Hai, L.H., A. Joomwong, Y. Chanbang and J. Uthaibutra. 2014. Effect of oxalic acid dipping and wax coating on pericarp browning and storage life of fresh Vietnamese longan fruit cv. Long. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 3(2): 670-677.
- Hamanaka, D. and H. Izumi. 2008. Combined effect of mustard and hop extract agents with emulsifier on microbial quality and physiology of fresh-cut vegetables. *Food Science and Technology Research* 14(6): 565-572.
- Galus, S., H. Mathieu, A. Lenart and F. Debeaufort. 2012. Effect of modified starch or maltodextrin incorporation on the barrier and mechanical properties, moisture sensitivity and appearance of soy protein isolate-based edible films. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 16: 148-154.
- Jiang, T.J. 2012. Effect of natamycin in combination with pure oxygen treatment on postharvest quality and selected enzyme activities of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 2562-2568.
- Jiang, T.J., L.F. Feng, X.L. Zheng and J.R. Li. 2013. Physicochemical responses and microbial characteristics of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) to gum arabic coating enriched with natamycin during storage. *Food Chemistry* 138: 1992-1997.

- Jomngam, P. and J. Phimphimol. 2023. Effect of oxalic acid and sucrose fatty acid ester on the postharvest quality of longan fruit cv. Daw. *Agricultural Science Journal* 54(2): 181-192. [in Thai]
- Jung, S.K. and H.S. Choi. 2021. Fruit quality and antioxidant activities of yellow-skinned apple cultivars coated with natural sucrose monoesters. *Sustainability* 13: 2423.
- Kaewsuksaeng, S. and N. Tatmala. 2015. Color change and effect of coating with sucrose fatty acid ester on postharvest quality and storage life on off-season rambutan cv. Rongrian. *Khon Kaen Agriculture Journal Supplement* 43(1): 811-817. [in Thai]
- Koontz, J.L., J.E. Marcy, W.E. Barbeau and S.E. Duncan. 2003. Stability of natamycin and its cyclodextrin inclusion complexes in aqueous solution. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(24): 7111-7114.
- Manasikan, T., K. Tomako, N. Nobutaka, Y. Makoto, S. Ayaka and S. Takeo. 2011. Influence of impact stress on postharvest physiological and chemical properties of cabbage heads. *Food Preservation Science* 37(6): 273-282.
- Nongtaodum, S. and A. Jangchud. 2009. Effects of edible chitosan coating on quality of fresh-cut mangoes (Fa-lun) during Storage. *Agriculture and Natural Resources* 43: 282-289.
- Nor, S.M. and P. Ding. 2020. Trends and advances in edible biopolymer coating for tropical fruit: A review. *Food Research International* 134: 109208.
- Rezapour, I., T. Jasemizad, M. Ayatollahi, M. Zamani, S. Aghaei and A. Jebali. 2016. The presentation of a new inhibitor to prevent enzymatic browning in mushroom, banana, and apple. *International Journal of Environmental Science and Technology* 13(4): 1109-1122.
- Sanchez, C., F.C. Lidon, M. Vivas, P. Ramos, M. Santos and M.G. Barreiro. 2015. Effect of chitosan coating on quality and nutritional value of fresh-cut 'Rocha' pear. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 27(2): 206-214.
- Siriphanich, J. 2010. Postharvest biology and plant senescence. Kasetsart University, Bangkok, Thailand. [in Thai]
- Teng, Y., S.G. Stewart, Y.W. Hai, X. Li, M.G. Banwell and P. Lan. 2020. Sucrose fatty acid esters: synthesis, emulsifying capacities, biological activities and structure-property profiles. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 19(61): 3297-3317.
- Thommohaway, C., A. Uthairatanakij and P. Jitareerat. 2007. Effects of sucrose fatty acid ester on the quality of fresh-cut guava (*Psidium guava*). *Acta Horticulturae* 746: 455-460.

- Wen, M., X. Lin, Y. Yu, J. Wu, Y. Xu and G. Xiao. 2019. Natamycin treatment reduces the quality changes of postharvest mulberry fruit during storage. *Journal of Food Biochemistry* 43(8): 1-12.
- Yadav, A., N. Kumar, A. Upadhyay, S. Sethi and A. Singh. 2022. Edible coating as postharvest management strategy for shelf-life extension of fresh tomato (*Solanum lycopersicum* L.): An overview. *Journal of Food Science* 87: 2256-2290.
- Yaman, O. and L. Bayoindrili. 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries. *LWT-Food Science and Technology* 35(2): 146-150.
- Yoruk, R. and M.R. Marshall. 2003. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review. *Journal of Food Biochemistry* 27(5): 361-422.

ผลของ Forchlorfenuron และ Boric acid ต่อการกระตุ้นการแตกตาดอกขององุ่น Effect of Forchlorfenuron and Boric Acid on Flower Bud Initiation of Table Grape

ภุริทัต กองบุญสุข^{1*} วาริน สุทนต² อรพินธุ์ สฤษดีน้ำ¹ และชินพันธ์ ธนารุจ¹

Puritus Kongboonsuk^{1*} Warin Suton² Orapin Saritnum¹ and Chinnapan Thanarut¹

¹สาขาวิชาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

²สาขาวิชาสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

* Corresponding author: baspuritus@gmail.com

(Received: 20 May 2024; Revised: 19 August 2024; Accepted: 9 September 2024)

Abstract

Grapes can grow well in all climates. However, after pruning, there is often a problem of non-simultaneous bud breakage. Therefore, hydrogen cyanamide is often used (the commercial bud-breaking agent). However, it is a substance that is dangerous to users and is highly toxic. Therefore, the effects of Forchlorfenuron (CPPU) and boron (boric acid) on the stimulation of flower bud break of grape 'Gold Bailey A' were investigated to compare with 2.5% of hydrogen cyanamide. The results showed that hydrogen cyanamide at 2.5 percent gave the highest bud break percentage of 30.0 percent, which was not significantly different from CPPU at 10 mg/L with bud break percentages of 16.6 percent. CPPU at 10 mg/L also gave the highest flower bud percentage of 10.6 percent without significant differences found when compared to hydrogen cyanide and boric acid at 1,000 mg/L (9 and 8.3 percent of flower bud percentages, respectively). For the fruit set, CPPU 10 mg/L showed the highest fruit set at 13.3 percent. CPPU 10 mg/L and boric acid 1,000 mg/L can be used as the stimulating substances for flower buds and replace toxic substances (hydrogen cyanamide) that are harmful to grape farmers. Furthermore, using CPPU and boric acid can reduce costs by up to 4.75 percent (35.4 baht) and 4.7 percent (35.85 baht), respectively, when compared to using hydrogen cyanamide (per liter of water mixing rate).

Keywords: CPPU, boric acid, flower bud initiation, reduce costs

บทคัดย่อ

องุ่นสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพอากาศ แต่เมื่อหลังจากตัดแต่งกิ่ง มักพบปัญหา คือ การแตกตาดอกไม่พร้อมกัน จึงนิยมใช้สาร hydrogen cyanamide ซึ่งเป็นสารที่ใช้กระตุ้นการเปิดตาดอกขององุ่น และพืชเขตร้อน แต่เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นจึงศึกษาสาร CPPU และ boron (boric acid) ต่อการกระตุ้นการแตกตาดอกขององุ่นพันธุ์ 'Gold Bailey A' เพื่อเปรียบเทียบกับสาร hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่า การพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอกสูงสุด 30.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก 16.6 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก พบว่าการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตก

ตาดอกสูงสุด 10.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นสาร hydrogen cyanamide และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก เท่ากับ 9 และ 8.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผล พบว่าการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด 13.3 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลอง CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ออกดอก และใช้ทดแทนสาร hydrogen cyanamide ซึ่งเป็นอันตรายต่อเกษตรกรที่ปลูกองุ่นได้ อีกทั้ง CPPU และ boric acid ยังสามารถลดต้นทุนได้ถึง 4.75 เปอร์เซ็นต์ (35.4 บาท) และ 4.7 เปอร์เซ็นต์ (35.85 บาท) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สาร hydrogen cyanamide (ต่ออัตราการผลิตน้ำ 1 ลิตร)

คำสำคัญ: ไฮโดรโคติน โบรอน แตกตาดอก ลดต้นทุน

คำนำ

องุ่น (Grape) อยู่ในวงศ์ Vitaceae สกุล *Vitis* การแบ่งองุ่นตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ องุ่นยุโรป องุ่นพื้นเมืองอเมริกา และองุ่นลูกผสม ส่วนการแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ องุ่นบริโภคสด องุ่นทำไวน์ องุ่นแห้ง และองุ่นผลิตเหล้า ส่วนที่นิยมนำมาปลูกมากที่สุด คือ องุ่นยุโรป (*Vitis vinifera*) ซึ่งมีมากกว่า 8,000 สายพันธุ์ (Lertwattanakit, 2018) เนื่องจากสามารถปรับตัวให้เข้ากับทุกสภาพอากาศได้ดี ทำให้เจริญเติบโตได้ดีทั้งในพื้นที่เขตกึ่งร้อน เขตร้อน และเขตร้อน โดยทั่วไปองุ่นเป็นไม้ผลัดใบ ซึ่งจะผลัดใบเมื่อเข้าสู่ฤดูใบไม้ร่วง จากนั้นจะพักตัวในฤดูหนาว และเริ่มแตกตาในฤดูใบไม้ผลิและมีการเจริญเติบโตจนถึงฤดูร้อน ส่วนองุ่นที่นำมาปลูกในเขตร้อนลักษณะไม่ผลัดใบ เพราะไม่มีการพักตัวตามธรรมชาติ จึงต้องมีการตัดแต่งกิ่งและปลิดใบทิ้ง เพื่อให้เกิดการแตกตาและออกดอกได้ (Surasak and Thakhieo, 1999) ในประเทศไทยไม่มีอุณหภูมิเพียงพอสำหรับให้องุ่นมีการพักตัว จึงมีการเจริญทางกิ่งใบได้ดีตลอดทั้งปี และสามารถบังคับให้ผลผลิตได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์และความพร้อมของดินที่ต้องมีการผสมอาหาร เพื่อการพัฒนาตาดอก ซึ่งมีปัจจัยต่าง ๆ มาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ แสง ธาตุอาหาร ฮอริโมน ความเครียด และความสม่ำเสมอของกิ่ง เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การให้ผลในรุ่นที่ 2 อาจน้อยลงเนื่องจากการสะสมอาหารที่ไม่มากพอ หรือช่วงเวลาสะสมอาหารสั้น รวมถึงสภาพพื้นที่และการดูแลรักษา และยังขึ้นอยู่กับชนิด และพันธุ์ขององุ่น ซึ่งนิยมใช้สารในการกระตุ้นให้เกิดการแตกตา เนื่องจากมีความหนาวเย็นไม่เพียงพอ โดยสารที่นิยมใช้ ยกตัวอย่างเช่น ไฮโดรเจนไซยาไนด์ โพแทสเซียมไนเตรต ไฮโดรยูเรีย ไดโนโตรฟินอล จิบเบอเรลลิน และไฮโดรโคติน (Erez and Lavi, 1984; Shulman *et al.*, 1986) ทั้งนี้สารที่นิยมใช้ในการกระตุ้นการแตกตาขององุ่นที่นำมาใช้มากที่สุด คือ Hydrogen cyanamide ที่มีชื่อการค้าว่า Dormex ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการแตกตาของไม้ผลเขตกึ่งร้อน และเขตอบอุ่นที่ได้รับความหนาวเย็นไม่เพียงพอ (Mohamed, 2008) การพักตัวของตาพืชมีส่วนเกี่ยวข้องกับ endogenous abscisic acid และ reactive oxygen species (ROS) ส่งผลให้องุ่นที่ได้รับช่วงแสง และอุณหภูมิที่ลดลงเกิดการพักตัว ซึ่งการใช้สาร hydrogen cyanamide จะส่งผลให้เกิดการเผาผลาญพลังงาน เช่น คาร์โบไฮเดรตที่จำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังกระตุ้นการทำงานของโปรตีนที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระให้เกิดการทำงาน เพื่อทำลายอนุมูลอิสระ (ROS) ดังนั้นเมื่อได้รับสาร hydrogen cyanamide จึงเกิดการเผาผลาญพลังงาน และส่งสัญญาณไปสู่เนื้อเยื่อเจริญบริเวณส่วนปลายรากและปลายยอดให้เกิดการทำงาน การใช้ hydrogen cyanamide จึงสามารถใช้เป็นสารทำลาย

การพักตัวตามธรรมชาติ (endodormancy) (Rehman *et al.*, 2020) แต่ตาที่แตกออกมาอาจเป็นได้ทั้งตาดอกหรือยอดอ่อน หากการสะสมอาหารไม่เพียงพอต่อการสร้างตาดอก นอกจากนี้สาร hydrogen cyanamide เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโต Forchlorfenuron (CPPU) เป็นฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนิน โดยทั่วไปแล้วจะทำหน้าที่ในการสร้างตำแหน่งของ Anlagen ในต้นองุ่น ซึ่งทางกายภาพและสัณฐานวิทยาขององุ่นที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอก (flower bud differentiation) โดยเริ่มจากการเกิดตำแหน่งของ Anlagen (flower initiation) ซึ่งแยกออกมาจากส่วนปลาย (apices) โดย Anlagen สามารถพัฒนาเป็นช่อดอก มือจับ (หนวด) หรือยอดอ่อน หากมีฮอร์โมนจิบเบอเรลลินสูงกว่าไซโตไคนิน Anlagen จะพัฒนาไปเป็นยอดอ่อน แต่ถ้าหากฮอร์โมนไซโตไคนินสูงกว่าจิบเบอเรลลิน Anlagen จะถูกพัฒนาไปเป็นช่อดอก (Jaidee, 2010) ธาตุโบรอน ซึ่งเป็นธาตุอาหารรองสามารถอยู่ในรูปของสารประกอบได้หลายชนิด เช่น boric acid หรือ sodium borate ในงานวิจัยได้นำสาร boric acid 99 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนประกอบของโบรอน 17 เปอร์เซ็นต์ มาทำการวิจัยในครั้งนี้ โบรอนมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเรณู (pollination) Sharafi and Raina (2020) กล่าวว่า บริเวณที่พบการทำงานของโบรอนมากที่สุดไนเกสร คือ บริเวณยอดเกสรตัวเมีย (stigma) หลอดเรณู (pollen tube) จนใกล้ถึงบริเวณรังไข่ (ovary) โบรอนยังสามารถช่วยเพิ่มอัตราการงอกของละอองเรณู (pollen grain) ในองุ่นได้อีกด้วย (Alva *et al.*, 2015) นอกจากนี้ ยังพบอีกว่า การพ่นโบรอนทางใบจะถูกสะสมที่ใบแก่ และจะเคลื่อนย้ายผ่านทางท่ออาหาร (phloem) ไปสะสมที่เปลือกไม้ชั้นใน (inner bark) ที่อยู่ระหว่างท่อลำเลียง (vascular cambium) และเปลือก (cork cambium) ชั้นในสุด เพื่อรอใช้สำหรับ

การแตกตาแฝงและช่อดอกขององุ่น (Hanson, 1991) จึงศึกษาหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร CPPU และ boric acid โดยเปรียบเทียบกับสาร hydrogen cyanamide ต่อการกระตุ้นการแตกตา และกระตุ้นการแตกตาขององุ่น

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกองุ่นพันธุ์ 'Gold Bailey A' อายุ 5 ปี ปลูกในโรงเรือนพลาสติก สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยให้ปุ๋ยเพิ่มการสะสมอาหารก่อนการทดลอง คือ 15-15-15 และ 8-24-24 ทุก 15 วัน โดยเริ่มทำการทดลอง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยคือ 15.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยคือ 30.5 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 8 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ (ต้น) ซ้ำละ 10 กิ่ง โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 น้ำเปล่า (control)

กรรมวิธีที่ 2 Hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (check)

กรรมวิธีที่ 3 CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 4 CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 5 CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 6 Boric acid ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 7 Boric acid ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 8 Boric acid ที่ระดับความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ทำการตัดแต่งกิ่งและปลดใบออกเหลือตาไว้ 5 ตา พ่นสาร CPPU และ boric acid ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี เพื่อเปรียบเทียบสาร hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ วิธีการทดลองโดยพ่นทางใบ (พ่นช่วงเย็นหรือช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดด) ในทุกกรรมวิธีจะพ่น 4 ครั้ง (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง) ใน 2 ครั้งแรกพ่นก่อนการตัดแต่งกิ่ง (สัปดาห์ที่ 1 และ 2) อีก 2 ครั้ง พ่นหลังตัดแต่งกิ่ง (สัปดาห์ที่ 3 และ 4) ส่วน hydrogen cyanamide พ่นตามคำแนะนำการใช้ คือ พ่นเพียง 1 ครั้ง และพ่นภายใน 7 วัน หลังจากตัดแต่งกิ่ง และเป็นกรรมวิธีที่ใช้เปรียบเทียบ (check) ทุกกรรมวิธี หลังจากพ่นสารให้น้ำทันที (ในแต่ละกรรมวิธีจะพ่นสาร 1,000 มิลลิลิตร ใน 1 กิ่งจะทำการพ่นสารเฉลี่ยโดยประมาณ 100 มิลลิลิตร)

บันทึกข้อมูล ดังนี้ วันที่เริ่มแตกตา (วัน) การแตกตา (เปอร์เซ็นต์) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 2 สัปดาห์ การแตกตาดอก (เปอร์เซ็นต์) การแตกตาใบ (เปอร์เซ็นต์) ความยาวยอดตาดอก (เซนติเมตร) และความยาวยอดตาใบ (เซนติเมตร) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ ความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 5 สัปดาห์ เปอร์เซ็นต์การติดผล (เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักช่อผล (กรัม) ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่ง 12 สัปดาห์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

วันที่เริ่มแตกตา พบว่า การพ่นด้วย hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีการแตกตาเร็วที่สุด 9.1 วัน ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง รองลงมา ได้แก่ การพ่น CPPU ที่ 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้องุ่นเริ่มแตกตาในวันที่ 15.5 และ 15.7 วัน ตามลำดับ แต่พบว่า การพ่นด้วย boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้องุ่นมีการแตกตาช้าที่สุด 20.7 วัน (Table 1) ทั้งนี้สาร hydrogen

cyanamide เป็นสารกระตุ้นการทำงานของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญพลังงานน้ำตาล ที่จำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์และเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณสำหรับเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic) ที่เกี่ยวข้องกับการ

การพักตัวของพืช (Chang *et al.* 2018) จากการรายงานของ Or *et al.* (2000) พบว่า hydrogen cyanamide กระตุ้นโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญแอลกอฮอล์ (alcohol dehydrogenase) ที่เกิดจากความเครียดออกซิเดชัน จึงทำให้พืชเกิดการหายใจเมื่ออยู่ภายใต้ความเครียด เช่น การพักตัวของตาพืช (dormancy) ซึ่งสามารถทดแทนชั่วโมงความหนาวเย็นในการพักตัวของพืชเขตหนาวที่มีความหนาวเย็นไม่เพียงพอได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rehman *et al.* (2020) ที่กล่าวว่า ในองุ่นพันธุ์ 'Shine Muscat' หลังจากใช้ hydrogen cyanamide ระยะเวลา 6 12 18 และ 21 วัน พบว่าให้เปอร์เซ็นต์การแตกตาที่สูงกว่าชุดควบคุม

เปอร์เซ็นต์การแตกตา หลังจากพ่นสารกระตุ้นการแตกตาที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นทำการบันทึกผลเปอร์เซ็นต์การแตกตาหลังจากตัดแต่งกิ่งได้ 2 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาสูงสุด คือ 30.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตกตา (16.6 เปอร์เซ็นต์) แต่พบว่ามีผลแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นด้วยสารอื่น ๆ รวมถึงน้ำเปล่า โดยพบว่า การพ่น CPPU ที่ 5 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร การพ่น boric acid ที่ 500 1,000 และ 2,000 และการพ่นด้วยน้ำเปล่า ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาอยู่ในช่วง 3.0-11.3 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattamas and Nilsamranichit (2009) กล่าวว่า กิ่วฟรุตพันธุ์ 'Bruno' ที่ได้รับสาร hydrogen cyanamide ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยกระตุ้นการแตกตา และมีจำนวนตา

ต่อกิ่งมากกว่าชุดควบคุม แต่ทั้งนี้การพ่นสาร CPPU อาจส่งผลให้ endogenous cytokinin มีการเพิ่มขึ้น มีรายงานของ Lombard *et al.* (2006) ที่กล่าวว่า การพ่น hydrogen cyanamide ส่งผลให้ endogenous zeatin riboside เพิ่มขึ้นอย่างมากที่บริเวณ xylem sap ส่วนปลายยอดของต้นองุ่น

เปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก เมื่อเก็บข้อมูล หลังจากตัดแต่งกิ่งได้ 3 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก สูงสุด คือ 10.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้องุ่น มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอก 9.0 และ 8.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่พบว่า มีค่าแตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (3.3 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำเปล่า ที่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอกเท่ากัน คือ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ การพ่นด้วย boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ทำให้องุ่นไม่เกิดการแตกตาดอก (Table 1) ทั้งนี้ เนื่องจากสาร CPPU จัดอยู่ในกลุ่มไซโตไคนิน ซึ่งเป็น สารที่เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างช่อดอกขององุ่น ระยะเวลาก่อนการพัฒนาเป็นช่อดอกจะมีสัดส่วนของ ไซโตไคนินสูง การให้ไซโตไคนินสังเคราะห์จากภายนอก จะส่งผลให้เปลี่ยนจากยอดอ่อนเป็นช่อดอกได้ (Srinivasan and Mullins, 1981) สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Assad (2013) ที่กล่าวว่า พลับพันธุ์ 'Hollywood' และ 'Santarosa' ที่ได้รับสาร CPPU 10 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากดอกบาน 1 สัปดาห์ ช่วยให้เปอร์เซ็นต์การ ติดผลสูงสุดเมื่อเทียบกับทุกสิ่งการทดลอง งานวิจัย ของ Mohamed *et al.* (2013) กล่าวว่า เมื่อให้ CPPU 1 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากดอกบาน 1 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักของช่อดองพันธุ์ 'Meski' มากกว่าชุดควบคุม

ส่วนโบราณมีผลต่อระยะช่อดอกที่กำลังพัฒนาจะ ส่งผลต่อความมีชีวิตของละอองเรณู (pollen grain) และช่วยให้หลอดเรณู (pollen tube) มีความแข็งแรง (Hanson, 1991) ซึ่งจะพบโบราณมากที่เกสร (pollen) ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) และรังไข่ (ovary) (Mengel and Kirkby, 1987; Abd-Allah, 2006) หรือระยะที่ดอก มีการเจริญเติบโตเต็มที่ (anthesis) งานวิจัยของ Souza *et al.* (2017) กล่าวว่า พ่น Boric acid 400 มิลลิกรัม ต่อลิตร ช่วงระยะดอกบาน ช่วยให้เปอร์เซ็นต์การติด ผลของพืชพันธุ์ 'Centenario' สูงสุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การแตกตาใบ เมื่อทำการบันทึก ข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การ แตกตาใบสูงสุดคือ 31.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่าง ทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาใบ เท่ากับ 21.6 และ 21.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น boric acid ที่ 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (13.3 และ 12.6 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ น้ำเปล่า (12.0 เปอร์เซ็นต์) CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (10.6 เปอร์เซ็นต์) ส่วน boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาใบ น้อยที่สุด 7.3 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

เปอร์เซ็นต์การติดผล เมื่อบันทึกข้อมูลหลังจาก ตัดแต่งกิ่ง 12 สัปดาห์ พบว่า การพ่นด้วย CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด คือ 13.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ (10.3 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์ การติดผลเท่ากัน คือ 8 เปอร์เซ็นต์ CPPU ที่ 5 มิลลิกรัม ต่อลิตร (5.6 เปอร์เซ็นต์) แต่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นด้วย น้ำเปล่า มีเปอร์เซ็นต์ การติดผล 3.6 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ boric acid

ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (3 เปอร์เซ็นต์) ส่วน boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การติดผลน้อยที่สุด 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zabadal and Bukovac

(2006) กล่าวว่าพ่น CPPU 15 มิลลิกรัมต่อลิตรทางใบกับองุ่นพันธุ์ 'Himrod' ระยะติดผลขนาดเล็กส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดเฉลี่ย 145 ซ่อต่อกรรมวิธี

Table 1 Effect of CPPU and boric acid on days to bud break and percentage of bud break, flower bud, leaf bud and fruit set

| Treatment | Days to bud break ¹ (days) | Bud break ² (%) | Flower bud ³ (%) | Leaf bud ³ (%) | Fruit set ⁴ (%) |
|-----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Water (Control) | 16.1 a | 3.0 c | 2.0 c | 12.0 bc | 3.6 ab |
| HC 2.5 % (check) | 9.1 b | 30.0 a | 9.0 a | 31.0 a | 10.3 ab |
| CPPU 5 mg/L | 15.5 a | 11.3 bc | 2.0 c | 21.6 ab | 5.6 ab |
| CPPU 10 mg/L | 15.7 a | 16.6 ab | 10.6 a | 21.3 ab | 13.3 a |
| CPPU 15 mg/L | 16.5 a | 4.6 bc | 3.3 bc | 10.6 bc | 8.0 ab |
| Boric acid 500 mg/L | 20.7 a | 3.0 c | 0 c | 7.3 c | 0.6 b |
| Boric acid 1,000 mg/L | 16.7 a | 10.0 bc | 8.3 ab | 13.3 bc | 8.0 ab |
| Boric acid 2,000 mg/L | 16.3 a | 7.3 bc | 2.0 c | 12.6 bc | 3.0 ab |
| F-test | ** | ** | ** | ** | * |
| CV % | 26.36 | 44.65 | 42.86 | 31.08 | 57.00 |

Remarks: HC: Hydrogen cyanamide, ¹: after pruned, ²: after pruned 2 weeks, ³: after pruned 3 weeks, ⁴: after pruned 12 weeks

** =significance at $p \leq 0.01$, * =significance at $p \leq 0.05$

ความยาวยอดตาดอก เมื่อทดลองการพ่นสารกระตุ้นการสร้างตาดอกและการแตกตา และทำการเก็บข้อมูลหลังจากการตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ พบว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วย boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรให้ความยาวยอดตาดอกสูงสุดคือ 13.4 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (12.2 เซนติเมตร) รองลงมา คือ hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ (11.1 เซนติเมตร) น้ำเปล่า (5 เซนติเมตร) CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (4.2 เซนติเมตร) boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (4.0 เซนติเมตร)

แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า ยังไม่เกิดการแตกตาออก (Table 2)

ความยาวยอดตาใบ เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 3 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นด้วยสาร CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวยอดตาใบสูงสุดคือ 8.8 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ (6.1 เซนติเมตร) รองลงมาคือ CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความ

ยาวยอดตาใบเท่ากัน คือ 5.7 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (4.9 เซนติเมตร) CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (3.9 เซนติเมตร) น้ำเปล่า (3.4 เซนติเมตร) ส่วน boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวยอดตาใบน้อยสุด (2.9 เซนติเมตร) (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากการให้สารไซโตไคนินมีผลต่อการตอบสนองของคาร์โบไฮเดรต และโพลีเอมีน ทำให้กลูโคสซึ่งเป็นสารอินทรีย์ตั้งต้นที่สังเคราะห์บริเวณส่วนปลายยอดเกิดการเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของตาพืชที่พัฒนาไปเป็นตายอดอ่อน (Aragao *et al.*, 2016)

ความยาวช่อดอก เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 5 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวช่อดอกสูงสุดคือ 13.3 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวช่อดอกรองลงมาคือ 10.3 เซนติเมตร ส่วน CPPU ที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ความยาวช่อดอกเท่ากันคือ 8 เซนติเมตร CPPU ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (5.7 เซนติเมตร) น้ำเปล่า (3.6 เซนติเมตร) boric acid ที่ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (3 เซนติเมตร) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่

500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าให้ความยาวช่อดอกน้อยสุด 0.6 เซนติเมตร (Table 2 and Figure 1)

น้ำหนักช่อดอก เมื่อเก็บข้อมูลหลังจากตัดแต่งกิ่ง 12 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร hydrogen cyanamide 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักช่อดอกสูงสุดคือ 139.1 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (107.6 และ 100.3 กรัม) ตามลำดับ CPPU ที่ 5 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (66.8 94.1 และ 103.2 กรัม) ตามลำดับ และน้ำเปล่า (87.7 กรัม) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น boric acid ที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้น้ำหนักช่อดอกน้อยสุด 21.8 กรัม (Table 2 and Figure 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khayyat *et al.* (2007) กล่าวว่าพ่น boric acid 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทางใบกับต้นอินทผลัมพันธุ์ 'Phoenix dactylifera' พบว่า ให้น้ำหนักช่อดอกสูงสุดเฉลี่ย 15 กรัมต่อผล

การพ่นสาร CPPU ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ boric acid ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทดแทนสาร hydrogen cyanamide ต่อการแตกตาดอก การติดผล และน้ำหนักช่อดอก รวมถึงความเป็นพิษของสาร hydrogen cyanamide ที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และลดต้นทุนการผลิตในราคาที่แพงกว่า (Table 3)

Table 2 Effect of CPPU and boric acid on length of flowering shoots, length of shoots without flowers, inflorescence length and cluster weight

| Treatment | Length of flowering shoots ¹ (cm) | Length of shoots without flowers ¹ (cm) | Inflorescence length ² (cm) | Cluster weight ³ (g) |
|-----------------------|---|---|---|------------------------------------|
| Water (Control) | 5.0 ab | 3.4 b | 3.6 ab | 87.69 ab |
| HC 2.5% (check) | 11.1 ab | 6.1 ab | 10.3 ab | 139.14 a |
| CPPU 5 mg/L | 4.2 ab | 5.7 ab | 5.7 ab | 66.78 ab |
| CPPU 10 mg/L | 12.2 ab | 8.8 a | 13.3 a | 94.10 ab |
| CPPU 15 mg/L | 3.0 ab | 3.9 b | 8.0 ab | 103.2 ab |
| Boric acid 500 mg/L | 0 b | 2.9 b | 0.6 b | 21.85 b |
| Boric acid 1,000 mg/L | 13.4 a | 5.7 ab | 8.0 ab | 107.65 a |
| Boric acid 2,000 mg/L | 4.0 ab | 4.9 b | 3.0 ab | 100.33 ab |
| F-test | * | ** | * | ** |
| CV % | 67.49 | 22.94 | 57.00 | 32.37 |

Remarks: HC: Hydrogen cyanamide, ¹: after pruned 3 weeks, ²: after pruned 5 weeks, ³: after pruned 12 weeks

** =significance at $p \leq 0.01$, * =significance at $p \leq 0.05$

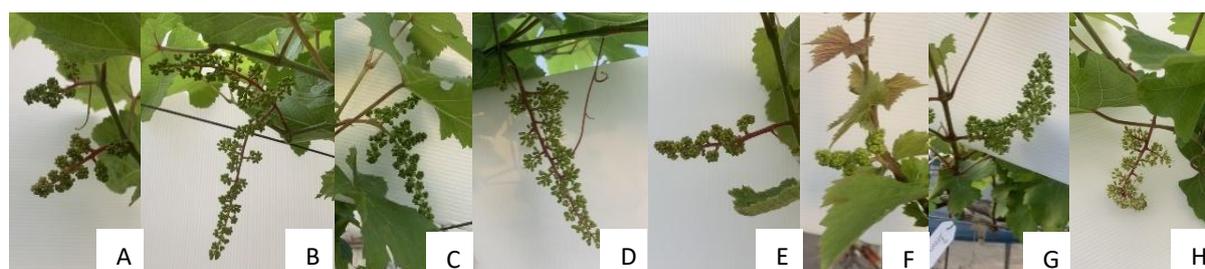


Figure 1 The characteristics of the inflorescence length: (A) Water (control), (B) Hydrogen cyanamide 2.5 percent (check), (C) CPPU 5 mg/L, (D) CPPU 10 mg/L, (E) CPPU 15 mg/L, (F) Boric acid 500 mg/L, (G) Boric acid 1,000 mg/L and (H) Boric acid 2,000 mg/L

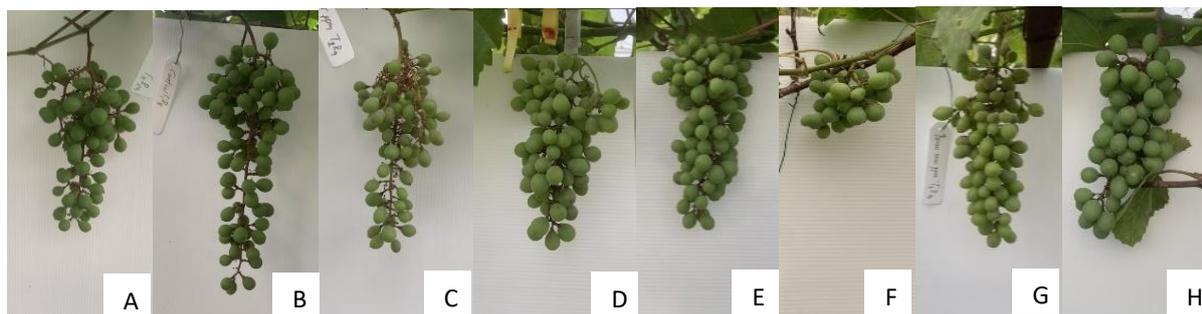


Figure 2 The characteristics of the cluster weight: (A) Water (control), (B) Hydrogen cyanamide 2.5 percent (check), (C) CPPU 5 mg/L, (D) CPPU 10 mg/L, (E) CPPU 15 mg/L, (F) Boric acid 500 mg/L, (G) Boric acid 1,000 mg/L and (H) Boric acid 2,000 mg/L

Table 3 Comparison the costs of various substances use in this study

| Substances | Price | Use rate | Price (baht) |
|---------------------------|----------------|----------|----------------|
| Hydrogen cyanamide at 52% | 750 baht / L | 48 mL | 36 |
| CPPU at 2% | 1,200 baht / L | 0.5 mL | 0.6 |
| Boric acid at 99% | 150 baht / kg | 1 g | 0.15 |

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของสารกระตุ้นการแตกตาพบว่า การพ่น CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การแตกตา 16.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การแตกตาในการพ่นสาร hydrogen cyanamide แต่กลับพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาดอกและเปอร์เซ็นต์การติดผลที่มากกว่าการพ่นสาร hydrogen cyanamide ดังนั้น การพ่น CPPU ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงสามารถทดแทนสาร hydrogen cyanamide ซึ่งเป็นสารที่มีความเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ปลูกองุ่น อีกทั้งยังลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่า

เอกสารอ้างอิง

Abd-Allah, A.S.E. 2006. Effect of spraying some macro and micronutrients on fruit-set, yield and fruit quality of Washington Navel orange trees. *Journal of Applied Sciences Research* 2(11): 1059-1063.

Alva, O., R.N Roa-Roco, R. Perez-Diaz, M. Yanez, J. Tapia, Y. Moreno, S. Ruiz-Lara and E. Gonzalez. 2015. Pollen morphology and boron concentration in floral tissues as factors triggering natural and GA induced parthenocarpic fruit development in grapevine. *PLoS ONE*, 10(10): e0139503. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139503>.

- Aragao, V.P.M., Y.R.S. Ribeiro, R.S. Reis, A.F. Macedo, E.I.S. Floh, V. Silveira and C. Santa-Catarina. 2016. *In vitro* organogenesis of *Cedrela fissilis* Vell. (MELIACEAE): The involvement of endogenous polyamines and carbohydrates on shoot development. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 124: 611- 620. Available: <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0919-8>.
- Assad, S.A. 2013. Effect of CPPU on fruit set, drop, yield and fruit quality of 'Hollywood' and 'Santarosa' plum cultivars. *Egyptian Journal of Horticulture* 40(2): 187- 204. Available: <https://doi.org/10.21608/EJOH.2013.1343>.
- Chang, E., N. Deng, J. Zhang, J. Liu, L. Chen, X. Zhao, M. Abbas, Z. Jiang and S. Shi. 2018. Proteome-level analysis of metabolism- and stress-related proteins during seed dormancy and germination in *Gnetum parvifolium*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(11): 3019- 3029. Available: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05001>.
- Erez, A. and B. Lavi. 1984. Breaking bud rest of several deciduous fruit tree species in the Kenyan Highlands. *African Symposium on Horticulturae Crops* 158: 239-248. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1985.158.29>.
- Hanson, E. J. 1991. Sour Cherry trees respond to foliar boron applications. *HortScience* 26(9): 1142-1145. Available: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.26.9.1142>.
- Jaidee, S. 2010. Effects of growth regulators on yield and quality of table grapes in tropic humidity. Master's Thesis in Crop Production Technology, Suranaree University of Technology. [in Thai]
- Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Eshghi and S. Rajaei. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of date palm. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 2(3): 289-296.
- Lertwattanakit, S. 2018. Manual of principles for vineyard management. Horticulture Research Institute, Department of Agriculture. [in Thai]
- Lombard, P.J., N.C. Cook and D.U. Bellstedt. 2006. Endogenous cytokinin levels of table grape vines during spring budburst as influenced by hydrogen cyanamide application and pruning. *Scientia Horticulturae* 109(1): 92-96. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.021>.
- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland.
- Mohamed, A.K.A. 2008. The effect of chilling defoliation and hydrogen cyanamide on dormancy release, bud break and fruiting of Anna apple cultivar. *Scientia Horticulturae* 118(1): 25- 32. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.05.015>.
- Mohamed, H. B., A. Zrig and H. Khemira. 2013. Effect of date of spraying CPPU (Sitofex) on fruit quality of 'Meski' table grapes. *Food Global Science* 7(1): 41-43.

- Or, E., I. Viložny, Y. Eyal and A. Ogródovitch. 2000. The transduction of the signal for grape bud dormancy breaking induced by hydrogen cyanamide may involve the SNF-like protein kinase GDBRPK. *Plant Molecular Biology* 43: 483-494. Available: <https://doi.org/10.1023/A:1006450516982>.
- Pattamas, T. and S. Nilsamranchit. 2009. Effects of branch girdling and Hydrogen cyanamide on bud break and fruit quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* C. F. Liang et. A. R. Ferguson). *Journal Agricultural Science* 25(3): 191-200. [in Thai]
- Rehman, M.K.U., W. Wang, H. Zheng, M. Faheem, S. Iqbal, Z. G. Shen and J. Tao. 2020. Role of hydrogen cyanamide (HC) in grape bud dormancy. *3 Biotech* 10: 1-9. Available: <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02194-5>.
- Sharafi, Y. and M. Raina. 2020. Effect of boron on pollen attributes in different cultivars of *Malus domestica* L. *National Academy Science Letters* 44(3): 189-194. Available: <https://doi.org/10.1007/s40009-020-00986-0>.
- Shulman, Y., G. Nir and S. Lavee. 1986. Oxidative process in bud dormancy and the uses of hydrogen cyanamide in breaking dormancy. *Acta Horticulturae* 179(11): 141-148. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.179.11>.
- Souza, F.B.M.D., R. Pio, M. H. Tadeu, C. R. Zambon and G. Reighard. 2017. Boric acid in germination of pollen grains and fruit set of peach cultivars in subtropical regions. *Revista Ciencia Agronomica* 48(3): 496-500. Available: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170058>.
- Srinivasan, C. and M.G. Mullins. 1981. Physiology of flowering in the grapevine: A review. *American Journal of Enology and Viticulture* 32(1): 47-63. Available: <https://doi.org/10.5344/ajev.1981.32.1.47>.
- Surasak, N. and S. Thakhieo. 1999. Grape's cultivation. Pomology pamphlet, 2nd Edition, Royal project foundation. [in Thai]
- Zabadal, T.J. and M. J. Bukovac. 2006. Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. *HortScience* 41(1): 154-157. Available: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.1.154>.

ผลของกากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่

Effect of Adding Fermented Black Sesame (*Sesamum indicum* L.) Meal in Laying Hen Diet on Egg Production Performance and Quality

นุชจรินทร์ ปิมปา¹ บัวเรียม มณีวรรณ² อภิญญา บุญบรรลุ² รัชชานนท์ สมบูรณ์ชัย¹ และผานิตย์ นาขยัน^{1*}

Nucharin Pimpa¹ Buaream Maneewan² Apinya Boonbanlu² Ratchanon Somboonchai¹ and Phanit Nakayan^{1*}

¹สาขาการพัฒนากฎมสังคมาอย่างยั่งยืน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹Program of Geosocial Based Sustainable Development Faculty of Agricultural Development, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

²คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

²Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: phanit1515@gmail.com

(Received: 24 June 2024; Revised: 2 October 2024; Accepted: 22 October 2024)

Abstract

The study on the effect of adding fermented black sesame meal (FSM) in laying hen diet on egg production performance and quality was conducted in 160 Lohmann Brown laying hens at 25 weeks old. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with 4 groups. Each group consisted of 4 replications, and each replication had 10 laying hens. Group 1, the control group, the hens were fed a control diet without FSM. Group 2 3 and 4 of the hens were fed a diet containing 2.50 5.00 and 10.00% FSM diet, respectively. The experiment was observed for 6 weeks. The results showed that egg production, feed intake, and egg quality of all groups were not significantly different ($p>0.05$). Except for the conversion ratio and egg yolk index of 5.00% FSM group and Haugh unit of 5% and 10% FSM groups were significantly lower than control group ($p\leq 0.05$). However, the egg yolk color of the 2.50% FSM group was higher than that of the control group ($p\leq 0.05$). Therefore, level of FSM in a laying hen diet suitable for improving egg yolk color and feed conversion ratio should be between 2.50% - 5.00%.

Keywords: Laying hen, fermented black sesame meal, egg production, egg quality

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ได้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์โลห์มันน์บราวน์ อายุ 25 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งแม่ไก่ออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม แม่ไก่ได้รับอาหารที่ไม่มีกากงาดำหมัก กลุ่มที่ 2 3 และ 4 แม่ไก่ได้รับอาหารที่มีกากงาดำหมัก ระดับ 2.50 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กินไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($p\leq 0.05$) คุณภาพไข่โดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ยกเว้นค่าดัชนีไข่แดงของกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($p\leq 0.05$) ค่า Haugh unit ของกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์ และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($p\leq 0.05$) และสีของไข่แดงในกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 2.50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p\leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่าง

กับกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$) ดังนั้น ระดับการใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ เพื่อปรับปรุงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่และสีของไข่แดงควรอยู่ระหว่าง 2.50 และ 5.00 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ไก่ไข่ กากงาดำหมัก ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่

คำนำ

งาดำ (*Sesamum indicum* L.) เป็นพืชที่มีโปรตีนสูงถึง 23.78 เปอร์เซ็นต์ และมีไขมัน 47.01 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันงามีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วย ลิโนเลอิก (Linoleic acid) 37-47 เปอร์เซ็นต์ โอลิอิก (Oleic acid) 35-43 เปอร์เซ็นต์ และปาล์มิติก (Palmitic acid) 9-11 เปอร์เซ็นต์ (Pathak *et al.*, 2014) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าน้ำมันงามีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพมนุษย์ เช่น ส่งเสริมภูมิคุ้มกัน ด้านการอักเสบ และช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Oboulbiga *et al.*, 2023) จึงมีการบริโภคน้ำมันงาอย่างแพร่หลายทั้งในรูปการประกอบอาหาร การรับประทานโดยตรง และการนำน้ำมันงามาบรรจุแคปซูลเพื่อสะดวกในการบริโภค วิสาหกิจชุมชนคนปงยังม้า อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ในการปลูกและผลิตเมล็ดงาดำเพื่อสกัดน้ำมันมากกว่า 100 ไร่ มีผลผลิตน้ำมันงาจากกระบวนการสกัดเย็นจำนวน 510 กิโลกรัม/ปี และส่งผลให้มีกากงาดำเป็นผลพลอยได้ 4-5 ตัน/ปี ซึ่งจำหน่ายได้ในราคาต่อตันต่ำเพียง 10 บาท/กิโลกรัม กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกากงาดำจึงมีความประสงค์เพิ่มมูลค่าให้แก่กากงาดำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ในชุมชนที่มีการเลี้ยงแบบฟาร์มขนาดเล็ก เพื่อบริโภคในครัวเรือนโดยเลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย ได้มีการผสมอาหารใช้เอง จึงมีความต้องการวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกกว่าท้องตลาดเพื่อลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งกากงาดำเป็นแหล่งโปรตีนที่น่าสนใจ เนื่องจากมีราคาถูก และไม่มีภาวะค่าขนส่ง สามารถหาได้ในชุมชน ประกอบกับปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืช เช่น กากถั่วเหลือง โดยปี พ.ศ. 2566

ได้มีการนำเข้ากากถั่วเหลืองสูงถึง 3 ล้านตัน (Prachachat Thurakit, 2023) มีราคาจำหน่ายเฉลี่ย 20.55 บาท/กิโลกรัม (CPF Thailand, 2024) มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย การหมักวัตถุดิบอาหารสัตว์พบว่า สามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ลดสารต้านโภชนาการ อาทิ กรดไฟติก แทนนิน ทริปซินอินฮิบิเตอร์ (Trypsin inhibitor) ส่งเสริมให้สัตว์สามารถนำโภชนาการไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น การหมักถั่วพรีช่วยลดกรดไฟติก และสารต้านโภชนาการควานีน (Egounlety and Aworh, 2003) การหมักกากงาดำสามารถลดสารต้านโภชนาการและปริมาณเยื่อใยรวม ในขณะเดียวกันช่วยเพิ่มกรดอะมิโนอิสระ กรดไขมันและแร่ธาตุ (Das and Ghosh, 2015) รวมทั้งช่วยลดออกซาเลต (Oxalate) และเพิ่มปริมาณโปรตีนรวม (Hajimohammadi *et al.*, 2020) จากการศึกษาของ Tangtaweewipat and Cheva-sarakul (1992) รายงานว่า กากงาสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ที่ระดับ 32 - 100 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ ทั้งนี้ระดับการใช้กากงาในอาหารสัตว์ผันแปรตามกระบวนการสกัดน้ำมัน ชนิดของงา และกระบวนการหมัก ดังการศึกษาของ Olagunju and Ifesan (2013) พบว่า การหมักงาเป็นระยะเวลา 4 วัน ช่วยลดสารต้านโภชนาการ และเพิ่มระดับโปรตีนและกรดอะมิโนในงาหมักได้ และ Hajimohammadi *et al.* (2020) รายงานว่า สามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของกากงาดำดิบ โดยทำให้ออกซาเลตและกรดไฟติกที่ขัดขวางการดูดซึมฟอสฟอรัสมีปริมาณลดลง ในขณะที่โปรตีนรวม ไขมัน และฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Bansiddhi *et al.* (2013) ยังพบว่า การหมักกากงาดำสกัดเย็นด้วย *Aspergillus oryzae* ช่วยลดไฟเตทซึ่งขัดขวางการดูดซึมฟอสฟอรัสได้ ทำให้สัตว์สามารถดูดซึมฟอสฟอรัส

จากกากงาดำสกัดเย็นได้มากขึ้น เช่นเดียวกับ Aziz-
Aliabadi *et al.* (2024) ที่รายงานว่า เมื่อใช้กากงาดำ
ทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ในอาหาร
ไก่เนื้อ ช่วยปรับปรุงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการ
เปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และปริมาณอาหารที่กิน ส่วน
ในไก่ไข่ มีรายงานของ Yasang *et al.* (2023) พบว่า
การใช้กากงาดำที่ระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ
สาหร่ายเกลียวทอง (*spirulina*) ที่ระดับ 0.4 เปอร์เซ็นต์
ช่วยปรับปรุงผลผลิตไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น
น้ำหนักไข่ให้ดีขึ้น และยังช่วยลดคอเลสเตอรอลในไข่
แดงได้ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีแนวคิดในการใช้
ประโยชน์จากกากงาดำหมักเพียงอย่างเดียวไม่ใช้ร่วมกับ
สารเสริมชนิดอื่น โดยนำไปใช้ในสูตรอาหารไก่ไข่เพื่อหา
ระดับที่เหมาะสมก่อนนำไปเผยแพร่ให้เกษตรกรใน
ชุมชนปวงยังมาเพื่อนำไปผลิตอาหารไก่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวม
ข้อมูลและดำเนินการวิจัย ดังขั้นตอนต่อไปนี้

สัตว์ทดลอง

ใช้แม่ไก่สายพันธุ์โลห์มันน์บราวน์คลาสสิก
(Lohmann brown-classic) อายุ 25 สัปดาห์ จำนวน
160 ตัว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
(completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น
4 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว โดย
กลุ่มที่ 1 ให้อาหารควบคุม ไม่มีกากงาดำหมัก
ในสูตรอาหาร กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ใช้กากงาดำหมัก
ในสูตรอาหารที่ระดับ 2.50 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์
ตลอดระยะเวลาการทดลองให้อาหารแม่ไก่อย่างจำกัด
ที่ 115-120 กรัม/ตัว/วัน โดยเลี้ยงไก่ในโรงเรือนที่ควบคุม
สภาพแวดล้อมได้ (evaporative cooling system)
ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 26 องศาเซลเซียส และความชื้น
สัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองที่ฟาร์มสัตว์ปีก
คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 -
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

การเตรียมกากงาดำหมัก

นำกากงาดำ ซึ่งเหลือจากการสกัดเย็นเพื่อ
ผลิตน้ำมันงาดำ ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกร
คนปวงยังมา อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ มาทำการ
หมักโดยผสมกากงาดำ น้ำตาล และเกลือ ในอัตราส่วน
100 : 4 : 1 ตามวิธีของ Kasyxongdeth *et al.* (2021)
เติมน้ำกลั่นลงไป 65 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนผสม จากนั้น
ผสมให้เข้ากันก่อนบรรจุในถุงดำ ดูดอากาศออกจากถุง
ให้หมด มัดปากถุงให้แน่น และหมักเป็นเวลา 7 วัน
เมื่อครบเวลา นำกากงาดำหมักไปอบในตู้อบลมร้อน
ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงหรือ
จนกว่าจะแห้ง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด เก็บในถุง
ที่มีซิปิดสำหรับใช้ผสมในสูตรอาหารทดลองต่อไป
ทำการสุ่มกากงาดำหมักปริมาณ 400 กรัม เพื่อวิเคราะห์
คุณค่าทางโภชนาการตามวิธีของ AOAC (1998) โดยทำการ
วิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการทางสัตวศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

อาหารทดลอง

แบ่งออกเป็น 4 สูตรทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1
อาหารสูตรควบคุมผสมกากงาดำหมัก 0.00 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 2 อาหารสูตรผสมกากงาดำหมัก 2.50 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 3 อาหารสูตรผสมกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์
และ กลุ่มที่ 4 อาหารสูตรผสมกากงาดำหมัก 10.00
เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการสุ่มอาหารทดลองสูตรละ
400 กรัม เพื่อทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและ
คำนวณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลอง
องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารและคุณค่าทาง
โภชนาการจากการวิเคราะห์ แสดงใน Table 1

Table 1 Ingredients and nutrient composition of experiment diets

| Item | Levels of fermented black sesame meal (%) | | | |
|---|---|---------|---------|---------|
| | 0.00 | 2.50 | 5.00 | 10.00 |
| Corn | 58.29 | 57.29 | 56.41 | 53.00 |
| Rice bran | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 8.80 |
| Full fat soybean (37%CP) | 2.47 | 2.52 | 2.54 | 3.00 |
| Soybean meal (44 %CP) | 18.97 | 17.42 | 15.75 | 13.50 |
| Meat and bone meal (61%CP) | 3.47 | 3.47 | 3.50 | 2.00 |
| Grits | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 |
| Limestone | 2.53 | 2.53 | 2.53 | 2.53 |
| Dicalcium phosphate | 1.77 | 1.77 | 1.77 | 1.77 |
| Sodium chloride | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Vitamin-mineral premix | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Methionine | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| fermented unroasted black sesame meal | 0.00 | 2.50 | 5.00 | 10.00 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Nutrient composition (% air dry basis) | | | | |
| Crude protein | 17.00 | 17.02 | 17.00 | 16.92 |
| Crude fiber | 3.86 | 4.03 | 4.19 | 4.70 |
| Crude fat | 4.42 | 5.09 | 5.77 | 6.12 |
| Calcium | 3.52 | 3.56 | 3.60 | 3.58 |
| Available phosphorus | 0.58 | 0.60 | 0.63 | 0.63 |
| Metabolizable energy (Kcal/kg) | 2816.20 | 2856.00 | 2897.22 | 2947.82 |
| Feed cost (THB/kg) | 13.54 | 13.11 | 12.68 | 11.72 |

การบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่

บันทึกน้ำหนักไข่และจำนวนไข่ทุกวันเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และบันทึกน้ำหนักอาหารในวันแรกของสัปดาห์ เมื่อครบ 1 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักอาหารพร้อมบันทึกน้ำหนักอาหาร และรวมน้ำหนักไข่

ที่ได้ชั่งและบันทึกทุกวันตลอดสัปดาห์ เพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่และมวลไข่ ในด้านคุณภาพไข่ทำการวิเคราะห์คุณภาพไข่ทุก 2 สัปดาห์ โดยทำการสุ่มไข่ไก่จากแต่ละกลุ่มทดลองมาซ้าละ 6 ฟอง รวมทั้งหมด

24 ฟอง/กลุ่ม ข้อมูลที่บันทึก ประกอบด้วย การชั่งน้ำหนักไข่ด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล (N38110 Ohaus Corporation, China) วัดสีเปลือกไข่ (shell colour) โดยใช้เครื่องวัดการสะท้อนสี (QCR-PS, England) วัดความหนาเปลือกไข่ด้วยเครื่องดิจิทัลไมโครมิเตอร์ (Mitutoyo Series 103-137, Japan) โดยในเปลือกไข่แต่ละฟองทำการวัด 3 จุด ได้แก่ บริเวณด้านป้าน บริเวณตรงกลาง และบริเวณด้านแหลมแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย วัดความแข็งเปลือกไข่ด้วยเครื่องวัดค่าความแข็งเปลือกไข่ (Robotmat MODEL II, Japan) โดยจะวัดบริเวณด้านป้านของฟองไข่ วัดสีของไข่แดง 2 วิธี คือ วัดค่าความสว่าง (L^*) ความเป็นสีแดง (a^*) และความเป็นสีเหลือง (b^*) โดยใช้เครื่องมือโครมาโนมิเตอร์ (Chroma meter CR-410, Japan) ทำการวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และวัดสีไข่แดงด้วยพัคสีโรช (Roche yolk color fan) ซึ่งมีระดับความเป็นสีแดง 1-15 คะแนนตามความเข้มของสีแดง วัดความกว้างไข่แดง ความสูงไข่แดง และความสูงไข่ขาว โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (Insize-IP54, China) นำข้อมูลค่าความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางไข่แดงมาคำนวณค่าดัชนีไข่แดง (yolk index) ตามวิธีของ Copur *et al.* (2008) และคำนวณค่าฮอกยูนิต (Haugh Unit) จากค่าความสูงไข่ขาวและน้ำหนักไข่ตามวิธีของ Laudsadio and Tufarelli (2011)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 28.0.0 (190). โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนตาม

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของสูตรอาหารทดลอง ซึ่งแสดงไว้ใน Table 1 พบว่า มีโปรตีนไขมันรวม เยื่อใย และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกัน อาหารทดลองทุกสูตรมีโปรตีนรวมตรงตามความต้องการของไก่ในระยะให้ไข่ (National Research Council, 1994) มีเพียงไขมันที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการให้กากงาดำหมัก และเมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาของกากงาดำหมักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กากงาดำหมัก มีโปรตีนรวม 31.89 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ซึ่งมากกว่าปริมาณโปรตีนรวมในกากงาดำดิบที่มีเพียง 16.96 เปอร์เซ็นต์ (Hajimohammadi *et al.*, 2020) เช่นเดียวกับปริมาณเยื่อใย และไขมันรวมของกากงาดำหมักที่มีปริมาณ 11.61 และ 28.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากากงาดำดิบที่มีปริมาณเยื่อใย และไขมันรวมเป็น 29.56 และ 48.00 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Nagendra *et al.* (2012) และ Malaviya and Yadav (2022) ที่พบว่าในกระบวนการหมักช่วยเพิ่มระดับของโปรตีนให้สูงขึ้น และลดระดับเยื่อใยรวม ไขมันรวม อย่างไรก็ตามปริมาณโปรตีนและไขมัน รวมถึงคุณค่าทางโภชนาชนิดอื่นในกากงาดำขึ้นอยู่กับกระบวนการสกัดน้ำมันและความสามารถในการสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดงาดำ

Table 2 Chemical composition of fermented black sesame meal

| Items | Fermented black sesame meal (%) |
|------------------------|---------------------------------|
| Moisture | 4.87 |
| Ash | 8.14 |
| Crude protein | 31.89 |
| Crude fiber | 11.61 |
| Crude fat | 28.73 |
| Calcium | 1.77 |
| Phosphorus | 1.14 |
| Carbohydrates | 14.76 |
| Gross energy (Kcal/kg) | 4,281.81 |

Remarks: Analyzed at Faculty of Animal Science and Technology Laboratory, Maejo University

ผลการศึกษากาการใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ แสดงไว้ใน Table 3 พบว่า การใช้กากงาดำหมักไม่มีผลต่อผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่และมวลไข่ ยกเว้นอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 5.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($p \leq 0.05$) แสดงว่า ไก่มีการนำอาหารไปใช้ประโยชน์ในการสร้างไข่ได้ดี คาดว่าเป็นผลมาจากการหมักกากงาดำ ทำให้สารต้านโภชนะหลายชนิดลดลง เช่น ทริปซินอินฮิบิเตอร์ เทนนิน และไฟเตต ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ของอาหารดีขึ้น (Onyango *et al.*, 2013) นอกจากนี้การหมักยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของกากงาดำได้ (Knez *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตาม การใช้กากงาดำหมักในระดับที่สูงขึ้นทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักลดลง ดังการใช้ที่ระดับ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่เนื้อในระดับที่สูง 11.52 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่เนื้อ พบว่า ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุม

(Hajimohammadi *et al.*, 2020) การใช้กากงาดำหมักในสูตรอาหารไก่ไข่ยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม ($p \leq 0.05$) ในส่วนของคุณภาพไข่ด้านความหนาของเปลือกไข่ ความแข็งเปลือกไข่ สีเปลือกไข่ และค่าความสว่าง (L^*) ความเป็นสีแดง (a^*) และความเป็นสีเหลือง (b^*) ในไข่แดง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ยกเว้นค่าดัชนีไข่แดงของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักระดับ 5.00 เปอร์เซ็นต์ และ Haugh unit ของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักระดับ 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่ยังคงอยู่ในค่ามาตรฐานระดับชั้นคุณภาพ AA คือมีค่ามากกว่า 72 ขึ้นไป (Narushin *et al.*, 2021) ในขณะที่สีของไข่แดงของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีระดับคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งคาดว่า เป็นผลจากปริมาณเมลานิน (Melanin) ในกากงาดำที่มีถึง 60 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งเมลานินให้สีดำ น้ำตาล และสีเหลือง (Dossou *et al.*, 2022) ทำให้สารสีดังกล่าวเพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งสัตว์ปีกไม่สามารถสังเคราะห์สารสีภายในร่างกายได้เองต้อง

ได้รับจากอาหารเท่านั้น (Nys, 2000) การใช้กากงาดำหมักที่มีเมลาโนลินที่เป็นแหล่งสารสีเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารทำให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้น (Promma, 2007) จึงเป็นแนวทางในการใช้กากงาดำในการเพิ่มสีของไข่แดงทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ ซึ่งจากการศึกษาของ El-Wahab and Moram (2013) ได้ทำการใช้สารสีสังเคราะห์ในอาหารหนู พบว่า ทำให้น้ำหนักตัว ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และเซลล์เม็ดเลือดแดง

ลดลง และเป็นพิษต่อตับ (Truhaut *et al.*, 1989) ดังนั้นการใช้กากงาดำหมักเป็นแหล่งสารสีจากธรรมชาติสำหรับผลิตไข่ไก่จะทำให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยกว่าการใช้สารสีสังเคราะห์ เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ กล่าวได้ว่าการใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 2.50 และ 5.00 เปอร์เซ็นต์เหมาะสมในการนำไปใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่

Table 3 Effect of dietary fermented black sesame seed meal on egg production performance and egg quality

| Item | Levels of fermented black sesame meal (%) | | | | SEM | p-value |
|--|---|----------------------|--------------------|---------------------|-------|---------|
| | 0.00 | 2.50 | 5.00 | 10.00 | | |
| Egg production performance: | | | | | | |
| Feed intake (g/b/d) | 109.98 | 108.96 | 107.85 | 111.22 | 0.51 | 0.10 |
| Hen-day production (%) | 92.80 | 91.78 | 95.53 | 94.28 | 0.62 | 0.41 |
| Egg mass (g/day) | 50.00 | 50.27 | 51.46 | 52.00 | 0.42 | 0.29 |
| Feed conversion ratio (kg.feed/kg.egg) | 2.20 ^a | 2.15 ^{ab} | 2.08 ^b | 2.14 ^{ab} | 0.02 | 0.04 |
| Feed cost/kg.egg (THB) | 14.89 ^a | 14.29 ^b | 13.68 ^c | 13.04 ^d | 0.19 | <0.01 |
| Egg quality: | | | | | | |
| Egg weight (g) | 55.96 | 56.88 | 56.50 | 56.12 | 0.29 | 0.72 |
| Yolk index | 0.49 ^a | 0.47 ^a | 0.46 ^b | 0.47 ^a | <0.01 | 0.01 |
| Shell thickness (mm) | 0.39 | 0.40 | 0.39 | 0.38 | <0.01 | 0.35 |
| Shell strength (kg/cm ²) | 4.75 | 4.89 | 4.88 | 4.79 | 0.40 | 0.55 |
| Shell color (% Light) | 14.82 | 14.81 | 14.92 | 14.07 | 0.16 | 0.24 |
| Haugh unit | 101.49 ^a | 101.18 ^{ab} | 99.08 ^c | 99.39 ^{bc} | 0.38 | 0.03 |
| Yolk color (score) | 7.78 ^b | 8.45 ^a | 8.06 ^{ab} | 8.18 ^{ab} | 0.09 | 0.04 |
| Color value L* a* b*: | | | | | | |
| L* | 62.09 | 61.61 | 62.07 | 62.46 | 0.13 | 0.15 |
| a* | 6.14 | 6.62 | 6.44 | 6.45 | 0.09 | 0.30 |
| b* | 40.21 | 41.39 | 41.13 | 40.72 | 0.18 | 0.10 |

สรุปผลการวิจัย

การใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 2.50 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ และคุณภาพไข่โดยรวม แต่การใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 2.50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้น และการใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 5.00 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ดังนั้นระดับการใช้กากงาดำหมักในสูตรอาหารไก่ไข่ควรอยู่ที่ระดับ 2.50 ถึง 5.00 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้กากงาดำหมักยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนคนบึงยั้งม้า อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนับสนุนกากงาดำในงานทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณ มูลนิธิชัยพัฒนา เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ในการสนับสนุนสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 1998. Official method of analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

Aziz-Aliabadi, F., F. Amirzade-Garou, A. Hassanabadi and H. Noruzi. 2024. Investigating the effect of sesame meal replacement for soybean meal in diets with different levels of calcium and phytase enzyme in broiler chickens. *Veterinary Medicine and Science* 10(2): e1379.

Bansiddhi, K. , A. Pongrat, D. Bansiddhi, N. Singthongla and W. Kaewluan. 2013. Effects of fermenting periods with *Aspergillus oryzae* on phytate in cold-pressed sesame black seed meal. *Khon Kaen Agriculture Journal* 41(1): 363-368. [in Thai]

Copur, G., O. Camci, N. Sahinler and A. Gul. 2008. The effect of propolis eggshell coatings on interior egg quality. *European Poultry Science* 72(1): 35-40.

CPF Thailand. 2024. Price of soybean meal raw material. Available: <https://www.cpffeed.com/material6> (April 25, 2024). [in Thai]

Das, P. and K. Ghosh. 2015. Improvement of nutritive value of sesame oil cake in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) after bioprocessing through solid state fermentation by a phytase-producing fish gut bacterium. *International Journal of Aquatic Biology* 3(2): 89-101.

Dossou, S.S.K., Z. Luo, Z. Wang, W. Zhou, R. Zhou, Y. Zhang, D. Li, A. Liu, K. Dossa, J. You and L. Wang. 2022. The dark pigment in the sesame (*Sesamum indicum* L.) seed coat: Isolation, characterization, and Its potential precursors. *Frontiers in Nutrition* 9: 858673.

- Egounlety, M. and O. C. Aworh. 2003. Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). Journal of Food Engineering 56(2-3): 249-254.
- El-Wahab, H. M. F. A. and G.S.E.D. Moram. 2013. Toxic effects of some synthetic food colorants and/or flavor additives on male rats. Toxicology and Industrial Health 29(2): 224-232.
- Hajimohammadi, A. , M. Mottaghitlab and M. Hashemi. 2020. Effects of microbial fermented sesame meal and enzyme supplementation on the intestinal morphology, microbiota, pH, tibia bone and blood parameters of broiler chicks. Italian Journal of Animal Science 19(1): 457-467.
- Kasyxongdeth, S., J. Panatuk, T. Buwjoom and B. Maneewan. 2021. The effect of dietary fermented of boiled organic soybean instead boiled organic soybean on growth performance, carcass composition and meat quality in Thai native chicken (Hybrid Pradu Hang Dam)(9-13 weeks). Khon Kaen Agriculture Journal 49(3): 711-720. [In Thai]
- Knez, E., K. Kadac-Czapska and K. Grembecka. 2023. Effect fermentation on the nutritional quality of the selected vegetables and legumes and their health effects. Life 13: 655.
- Laudsdio, V. and V. Tufarelli. 2011. Influence of substituting dietary soybean meal for dehulled-micronized lupin (*Lupinus albus* cv. *Multitalia*) on early phase laying hens' production and quality. Livestock Science 140: 184-188.
- Malaviya, R. and N. Yadav. 2022. Exploring nutritional and functional properties of different varieties of sesame seed cakes: an industrial by-product. Plant Archives 22(1): 328-333.
- Nagendra Prasad, M.N., K.R. Sanjay, D.S. Prasad, N. Vijay, R. Kothari and S. Nanjunda Swamy. 2012. A review on nutritional and nutraceutical properties of sesame. Journal of Nutrition & Food Sciences 2(2): 1-6.
- Narushin, V.G., M.N. Romanov and D.K. Griffin. 2021. A novel egg quality index as an alternative to Haugh unit score. Journal of Food Engineering 289: 110176.
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition. National Academie Press, Washington, DC.
- Nys, Y. 2000. Dietary carotenoids and egg yolk coloration. Archiv für Geflügelkunde 64(2): 45-54.

- Oboulbiga, E. B., Z. Douamba, D. Compaoré-Séréme, J. N. Semporé, R. Dabo, Z. Semde, F.W.B. Tapsoba, F. Hama-Ba, L.T. Songré-Ouattara and C. Parkouda. 2023. Physicochemical, potential nutritional, antioxidant and health properties of sesame seed oil: A review. *Frontiers in Nutrition* 10:1127926.
- Olagunju, A.I and B.O.T. Ifesan. 2013. Changes in nutrient and antinutritional contents of sesame seeds during fermentation. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2(6): 2407-2410.
- Onyango, C. A., S.O. Ochanda, M.A. Mwasaru, J.K. Ochieng, F. M. Mathooko and J. N. Kinyuru. 2013. Effects of malting and fermentation on anti-nutrient reduction and protein digestibility of red sorghum, white sorghum and pearl millet. *Journal of Food Research* 2(1): 41.
- Pathak, N., A.K. Rai, R. Kumari and K.V. Bhat. 2014. Value addition in sesame: A perspective on bioactive components for enhancing utility and profitability. *Pharmacognosy Reviews* 8(16): 147.
- Prachachat Thurakit. 2023. Thailand economy. Available: <https://www.prachachat.net/economy/news-1455142> (April 26, 2024). [in Thai]
- Promma, S. 2007. Animal feed ingredients and restrictions of use [Teaching material]. Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai. [in Thai]
- Tangtaweewipat, S. and B. Cheva-Isarakul. 1992. Sesame meal as soybean meal substitute in poultry diets. *Journal of Agriculture* 8(3): 295-308. [in Thai]
- Truhaut, R., B. Le Bourhis, M. Attia, R. Glomot, J. Newman and J. Caldwell. 1989. Chronic toxicity/ carcinogenicity study of trans-anethole in rats. *Food and Chemical Toxicology* 27(1): 11-20.
- Yasang, S., T. Buwjoom, B. Maneewan, T. Sawangarom, U. Kheawkham, J. Panompanopai, S. Dokya and N. Dokya. 2023. The effect of fermented black sesame meal and broken rice with spirulina (*Spirulina platensis*) supplementation in laying hen diet on egg production performance, egg quality, antioxidant activity and egg yolk cholesterol concentration. In the 11 National Animal Science Conference of Thailand 2023, July 5-8, 2023, Naresuan University, Pisanulok. pp. 288. [in Thai]

ความคิดเห็นในการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน ในภาคตะวันออก ประเทศไทย

Farmer's Opinion on the Utilization of Line Official Account Platform to Manage Durian Cultivation in Eastern Thailand

ชญาวัด ขำน้อย ชลาธร จูเจริญ* และพัชราวดี ศรีบุญเรือง

Chayawat Khamnoy Chalathon Choocharoen* and Patcharavadee Sriboonruang

ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding author: fagrchch@ku.ac.th

(Received: 13 August 2024; Revised: 10 October 2024; Accepted: 12 November 2024)

Abstract

This research aimed to study 1) demographic characteristics of farmers, 2) media exposure of farmers on utilization to make decisions in managing durian cultivation, 3) the need for knowledge in managing durian cultivation through the use of the Line Official Account platform by farmers, and 4) information on the use of the Line Official Account platform by farmers in managing durian cultivation. The sample were 396 durian farmers in the Eastern region. Data was collected by using a questionnaire. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation, and chi-square test. The results of the research found that most farmers were male, with an average age of 36.88 years, and most of them studied at the secondary level. They had an average durian growing experience of 11.31 years, an average planting area of 18.78 rai, an average annual income of 6,039,744.96 baht, and an average annual expenditure of 1,845,616.16 baht. The results of the hypothesis testing found that level of education, durian growing experience, average annual income, average annual expenses, channels for receiving information, and farmers' need for knowledge in managing durian cultivation were related to farmers' use of the Line Official Account platform in managing durian cultivation at a statistical significance level of 0.01. Farmers' gender and planting area size were related to farmers' use of the Line Official Account platform in managing durian cultivation at a statistical significance level of 0.05. The problem faced by farmers' lack of knowledge and in detail managing durian cultivation. The recommendation is relevant sector agencies should create modern media from the durian cultivation management database that farmers can access more easily than the existing media.

Keywords: Line Official Account, durian, durian cultivation management, eastern region

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม 2) การเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน 3) ความต้องการองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียนผ่าน การใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน 4) ข้อมูลการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกร

ผู้ปลูกทุเรียนภาคตะวันออก จำนวน 396 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ด้วยค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบไคสแควร์

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 36.88 ปี การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับมัธยมศึกษา ประสบการณ์ที่ปลูกทุเรียนเฉลี่ย 11.31 ปี ขนาดพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 18.78 ไร่ รายได้ต่อปีเฉลี่ย 6,039,744.96 บาท รายจ่ายต่อปีเฉลี่ย 1,845,616.16 บาท ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ระดับการศึกษา ประสบการณ์ปลูกทุเรียน รายได้เฉลี่ยต่อปี รายจ่ายเฉลี่ยต่อปี ช่องทางการรับข่าวสาร ความต้องการองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียนของเกษตรกร มีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 เพศ ขนาดพื้นที่ปลูกของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ปัญหาพบว่า เกษตรกรบางส่วนยังขาดองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียน ข้อเสนอแนะคือ หน่วยงานภาคส่วนที่เกี่ยวข้องควรสร้างสื่อสมัยใหม่จากฐานข้อมูลการจัดการการผลิตทุเรียนที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้นกว่าสื่อที่มีอยู่ต่อไป

คำสำคัญ: บัญชีไลน์สำหรับสื่อสารองค์กร ทุเรียน การจัดการการผลิตทุเรียน ภาคตะวันออก

คำนำ

ทุเรียนจัดเป็นราชาแห่งผลไม้ (king of fruits) เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในเขตพื้นที่สภาพอากาศร้อนชื้นมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ประมาณ 10 - 46 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายตัวของฝนอยู่ในระดับดี ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงประมาณร้อยละ 75 ถึง 85 ทุเรียนเป็นผลไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Tropical fruits หรือกลุ่มผลไม้ในเขตร้อนชื้น ทุเรียนถือว่าเป็นผลไม้สำคัญของประเทศไทย ที่นอกจากบริโภคในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกทำรายได้ให้กับประเทศในแต่ละปีจำนวนมาก โดยทุเรียนไทยสามารถสร้างมูลค่าการส่งออกได้เป็นลำดับต้น ๆ ในปี พ.ศ. 2564 ทุเรียนไทยมีมูลค่าส่งออกสูงถึง 3.5 พันล้านเหรียญสหรัฐ มีอัตราการขยายตัวของการส่งออกสูงถึงร้อยละ 68 รองลงมาได้แก่ ลำไย และมังคุด ซึ่งได้รับความนิยมสูงต่อเนื่องในต่างประเทศ มีอัตราการขยายตัวค่อนข้างคงที่ ผลไม้ส่งออกทั้งสามชนิดนี้ครองส่วนแบ่งการส่งออกผลไม้สูงถึงร้อยละ 84 จากข้อมูล Trade Map ของ International Trade Center (ITC) พบว่า ในตลาดนำเข้าทุเรียนทั่วโลก

ทุเรียนไทยได้รับความนิยมสูงสุด มีส่วนแบ่งทางการตลาดร้อยละ 76 ของการนำเข้าทุเรียนจากประเทศผู้ผลิตทุเรียนทั่วโลก รองลงมาจากประเทศไทยคือ ทุเรียนจากฮ่องกง และเวียดนาม ตามลำดับ (Dumree and Jaroensuk, 2022)

ปัจจุบันถือเป็นยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีบทบาทสำคัญในทุกภาคส่วน การใช้แพลตฟอร์มสื่อสังคมออนไลน์จึงถือเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรจากข้อมูลพฤติกรรมคนไทยในการใช้สื่อออนไลน์ ปี พ.ศ. 2567 พบว่า แอปพลิเคชัน LINE มีผู้ใช้งานถึง 78 เปอร์เซ็นต์ (Spring News, 2024) โดยแอปพลิเคชัน LINE เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของคนไทยมากกว่า 54 ล้านคน (Khamchana, 2023) ซึ่งแพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน LINE ถือเป็นหนึ่งใน Digital Technology ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการเกษตรออนไลน์ ทำให้เกษตรกรสามารถหาข้อมูลในด้านการผลิตทุเรียนและด้านต่าง ๆ อย่างแม่นยำ โดยเป็นวิธีการที่เข้าถึงง่าย เข้าใจง่าย และใช้งานง่าย นำไปสู่การเป็นช่องทางในการแก้ไขปัญหาให้แก่เกษตรกรได้

โดยในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 หมายความว่า 1 ได้ประกาศให้ไทยเป็นประเทศชั้นนำด้านสินค้าและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง เพื่อนำไปสู่สินค้าคุณภาพสูง ที่ “ผลิตน้อยแต่สร้างรายได้มาก” โดยประเทศไทยยังมีประเด็นที่ต้องยกระดับคือ ฐานข้อมูลภาคการเกษตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมากยังขาดการเชื่อมโยงและใช้ประโยชน์ในการจัดการการเกษตร โดยมีกลยุทธ์ในการพัฒนาข้อที่ 9 คือ การพัฒนาฐานข้อมูลและคลังข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร รวมทั้งผลักดันให้มีการใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการพัฒนาแพลตฟอร์มและแอปพลิเคชันสำหรับการเข้าถึงคลังข้อมูลต่าง ๆ Office of the National Economic and Social Development Council (2023) ซึ่งการศึกษาเรื่องการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account (LINE OA) ของเกษตรกร ในการจัดการการผลิตทุเรียนภาคตะวันออก ประเทศไทย สามารถตอบสนองต่อความต้องการของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับนี้ได้โดยตรง รวมถึงการสร้าง Line Official Account ให้เกษตรกรได้เข้าถึงข้อมูลการจัดการการผลิตทุเรียนอย่างทันที่วงที่ยังสอดคล้องกับกระแสการเกษตรดิจิทัล หรือที่รู้จักกันในชื่อ การทำฟาร์มเกษตรอัจฉริยะ (smart farming) หรือการเกษตรอิเล็กทรอนิกส์ (e-agriculture) ซึ่งเป็นการเกษตรที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ในส่วนของ Line Official Account เกี่ยวข้องกับเกษตรดิจิทัลในบทบาทของการสร้างข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (decision support system) บนแพลตฟอร์มเพื่อให้บริการข้อมูลแบบทันทีแก่ผู้ผลิตทุเรียน เพื่อใช้ในการวางแผนงาน จัดหาปัจจัยการผลิต และจัดการปัญหาได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตทุเรียนคุณภาพดียิ่งขึ้น (Lertrat and Patanothai, 2023) จากปัญหาการควบคุมคุณภาพในการผลิตทุเรียน ที่ส่งผลมาจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มต้นทุนในการจัดการการผลิตทุเรียน

เป็นอย่างมาก ทั้งการบำรุงรักษาสภาพต้นให้พร้อมสำหรับการออกดอก ไปจนถึงการดูแลป้องกันต้นทุเรียนและผลผลิตให้มีคุณภาพที่ดี ปลอดภัยจากศัตรูพืช ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า การสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการการผลิต และการสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการแมลงศัตรูทุเรียน จะเป็นแนวทางหนึ่ง ที่ช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน สามารถบริหารจัดการการผลิตทุเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทั้งประเด็นความนิยมในการบริโภคทุเรียน ความนิยมในการปลูกทุเรียน การแข่งขันในแง่ของการผลิต การขยายพื้นที่ปลูกทุเรียน และต้นทุนการจัดการการปลูกทุเรียนที่เพิ่มมากขึ้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการที่จะศึกษาถึงการใช้สื่อออนไลน์ประเภทไลน์ (Line) หรือ Line Official Account ในการเป็นช่องทางหนึ่งที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจในการจัดการการผลิตทุเรียนให้มากขึ้น และเพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการการผลิตทุเรียนของตนเองได้อย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนภาคตะวันออก ประเทศไทย โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน - เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2567 มีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนภาคตะวันออก 3 จังหวัดคือ ระยอง จันทบุรี และตราด ซึ่งเป็นผู้ปลูกทุเรียนมากที่สุดในภาคตะวันออก จำนวน 34,028 คน จากจังหวัดจันทบุรี 20,806 คน จังหวัดระยอง 7,511 คน และจังหวัดตราด 5,711 คน (Regional Office of Agricultural Economics 6, 2023) คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีของ Yamane (1973)

ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 396 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างจังหวัดจันทบุรี 241 คน จังหวัดระยอง 88 คน และจังหวัดตราด 67 คน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) การจับสลากรายชื่อโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการสุ่มคัดเลือก เพื่อตอบแบบสอบถามและเก็บข้อมูลจนครบจำนวนกลุ่มตัวอย่างตามที่กำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้ 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม 2) การเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน 3) ความต้องการองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียนผ่านการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน 4) ข้อมูลการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน

การทดสอบเครื่องมือโดยการนำแบบสอบถามไปตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบสอบถามไปทดสอบ (try out) กับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามวิธีของ Cronbach's alpha (Niyamangkul, 2013) สำหรับข้อมูลการเปิดรับข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน ได้เท่ากับ 0.915 ความต้องการองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียน ผ่านการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนได้เท่ากับ 0.977 และข้อมูลการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนได้เท่ากับ 0.983

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน ประกอบด้วย 1) แหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียนประเภทสื่อบุคคล 2) แหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียนประเภทสื่อกิจกรรม และ 3) แหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียนประเภทสื่อมวลชน ถูกประเมินโดยให้คะแนนจากการตอบแบบสอบถามจำนวน 25 ข้อ แบ่งการวัดระดับความคิดเห็นออกเป็น 3 ระดับ (Niyamangkul, 2013) คือ มาก ปานกลาง และน้อย ตามช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

2.33 - 3.00 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

1.67 - 2.32 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

1.00 - 1.66 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

ความต้องการองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียนผ่านการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน โดยภาพรวมของการจัดการการผลิตทุเรียน มีการให้คะแนนจากการตอบแบบสอบถามจำนวน 16 ข้อ แบ่งการวัดระดับความต้องการออกเป็น 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง และน้อย ตามช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

2.33 - 3.00 หมายถึง มีความต้องการอยู่ในระดับมาก

1.67 - 2.32 หมายถึง มีความต้องการอยู่ในระดับปานกลาง

1.00 - 1.66 หมายถึง มีความต้องการอยู่ในระดับน้อย

ความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน ประกอบด้วยการรับรู้ประโยชน์จากการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account และการรับรู้ความง่ายในการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account มีการให้คะแนนจากการตอบแบบสอบถามจำนวน 38 ข้อ แบ่งการวัดระดับความคิดเห็นออกเป็น 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง และน้อย ตามช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

2.33 - 3.00 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

1.67 - 2.32 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

1.00 - 1.66 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ช่องทางการรับข่าวสารที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน ความต้องการองค์ความรู้ของเกษตรกรที่ต้องการจากการใช้ Line Official Account และการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน ด้วยค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard

deviation; S.D.) 2) วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคม ช่องทางการรับข่าวสารที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน ความต้องการองค์ความรู้ของเกษตรกรที่ต้องการจากการใช้ Line Official Account ที่มีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน โดยการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และ 0.01

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 64.50 อายุระหว่าง 23 - 62 ปี มีอายุเฉลี่ย 36.88 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 43.40 จำนวนสมาชิกในครัวเรือนระหว่าง 4 - 8 คน ร้อยละ 62.90 เฉลี่ย 2 คน ประสบการณ์ที่ปลูกทุเรียนระหว่าง 13-34 ปี ร้อยละ 34.80 เฉลี่ย 11.31 ปี ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมพบว่า เกษตรกรมีขนาดพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ระหว่าง 21-50 ไร่ ร้อยละ 38.10 เฉลี่ย 18.78 ไร่ มีจำนวนแรงงานระหว่าง 2 - 40 คน ร้อยละ 65.90 เฉลี่ย 2 คน รายได้ต่อปีเฉลี่ย 5,938,734.00 บาท รายจ่ายเฉลี่ยต่อปี 1,845,616.16 บาท

Table 1 Demographic characteristics of farmers

| (n=396) | | | | | |
|--|-------------|-------|------|------|-------|
| Demographic characteristics of farmers | n (%) | Mean | Max. | Min. | S.D. |
| Gender | | | | | |
| Male | 255 (64.50) | | | | |
| Female | 141(35.50) | | | | |
| Age | | 36.88 | 62 | 23 | 7.784 |
| 23-31 years old | 123 (31.10) | | | | |
| 32-39 years old | 124 (31.30) | | | | |
| 40-62 years old | 149 (37.60) | | | | |
| Education | | | | | |
| Primary school | 124 (31.40) | | | | |
| High school to vocational certificate | 172 (43.40) | | | | |
| Bachelor's degree or upper | 100 (25.20) | | | | |
| Family members | | 1.27 | 8 | 1 | 0.446 |
| 1-3 Person | 147 (37.10) | | | | |
| 4-8 Person | 249 (62.90) | | | | |
| Durian growing experience | | 11.31 | 34 | 0 | 6.915 |
| 0-6 Year | 123 (31.10) | | | | |
| 7-12 Year | 135 (34.10) | | | | |
| 13-34 Year | 138 (34.80) | | | | |
| Planting area size | | 18.78 | 50 | 0.5 | 7.435 |
| 0.5-15 Rai | 115 (29.00) | | | | |
| 16-20 Rai | 130 (32.90) | | | | |
| 21-50 Rai | 151(38.10) | | | | |
| Labor members | | 2 | 7 | 0 | 0.841 |
| 0-1 Person | 135 (34.10) | | | | |
| 2-40 Person | 261(65.90) | | | | |

Table 1 Demographic characteristics of farmers (Cont.)

| Demographic characteristics of farmers | n (%) | Mean | Max. | Min. | S.D. |
|--|------------|--------------|---------------|-----------|--------------|
| Income per year | | 5,938,734.00 | 67,500,000.00 | 0 | 4,721,246.06 |
| 0-4,800,000 Baht | 122(31.60) | | | | |
| 4,900,000-6,800,000 Baht | 143(34.80) | | | | |
| 6,900,000-67,500,000 Baht | 131(33.60) | | | | |
| Expense per year | | 1,845,616.16 | 5,000,000.00 | 10,000.00 | 988,403.50 |
| 10,000-1,280,000 Baht | 131(33.10) | | | | |
| 1,300,000-2,250,000 Baht | 113(31.50) | | | | |
| 2,300,000-5,000,000 Baht | 152(35.40) | | | | |

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียนพบว่า เกษตรกรมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.24) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นมากที่สุดคือ การเปิดรับข่าวสารจากสื่อบุคคล (ค่าเฉลี่ย

2.45) โดยรับข้อมูลจากปราชญ์ชาวบ้านหรือบุคคลที่ทำสวนจนประสบความสำเร็จมาก่อนมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 2.66) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดรับข่าวสารทางสื่อมวลชนอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.15) โดยรับข้อมูลจากการติดตามเพจ Facebook ของหน่วยงานภาคเอกชน (บริษัทเคมีเกษตร ร้านเคมีเกษตร) มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 2.74) และมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดรับข่าวสารทางสื่อกิจกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.12) โดยรับข้อมูลจากการลงพื้นที่ศึกษาเองตามสวนต่าง ๆ มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 2.77) ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Opinions on the accessibility of media exposure of farmers use to make decisions in managing durian cultivation

| Opinions on the accessibility of media exposure | \bar{x} | S.D. | Level of opinion |
|---|-------------|--------------|------------------|
| Personal media | 2.45 | 0.545 | High |
| Activity media | 2.12 | 0.539 | Moderate |
| Mass media | 2.15 | 0.540 | Moderate |
| Total | 2.24 | 0.541 | Moderate |

Remarks: 2.35 - 3.00 = High, 1.68 - 2.34 = Moderate, 1.00 - 1.67 = Low

ความต้องการองค์ความรู้ของเกษตรกรที่ต้องการจากการใช้ Line Official Account

จากการวิเคราะห์ความต้องการองค์ความรู้ของเกษตรกรที่ต้องการจากการใช้ Line Official Account พบว่า เกษตรกรต้องการองค์ความรู้โดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.62) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า เกษตรกรต้องการองค์ความรู้จากการใช้ Line Official Account มากที่สุด คือ องค์ความรู้ด้านการผลิตทุเรียนที่เป็นการอธิบายแบบภาพเป็นส่วนใหญ่ มากกว่าการอ่านบทความ (ค่าเฉลี่ย 2.74) รองลงมาคือด้านองค์ความรู้ที่มีผลการศึกษาวิจัยจนได้รับการยอมรับ ด้านจัดการแปลงปลูกทุเรียนและด้านการ

ควบคุมโรคพืชในทุเรียน (ค่าเฉลี่ย 2.70) ด้านองค์ความรู้ในการลดต้นทุนการผลิตทุเรียน (ค่าเฉลี่ย 2.65) ด้านการใช้สารเคมี ด้านการควบคุมแมลงศัตรูพืชในทุเรียน และด้านนวัตกรรมเกษตรในทุเรียน (ค่าเฉลี่ย 2.64) ด้านองค์ความรู้ในการผลิตทุเรียนที่ฝึกทำตามได้ง่าย ด้านองค์ความรู้ที่ผ่านการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการใช้ปุ๋ยทางดินและทางใบ ด้านการสลับกลุ่มสารเคมีควบคุมศัตรูพืชและด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 2.61) ด้านการใช้สารชีวภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ย 2.60) ด้านการลดแรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ค่าเฉลี่ย 2.59) และด้านองค์ความรู้ที่ง่ายต่อการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 2.37) ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Farmers' knowledge needs from using Line Official Account

| Farmers' knowledge needs from using Line Official Account | \bar{x} | S.D. | Level of needs |
|---|-------------|--------------|----------------|
| Easy to understand | 2.37 | 0.499 | High |
| Visual knowledge | 2.74 | 0.452 | High |
| Practical and easy to follow | 2.61 | 0.499 | High |
| Knowledge that has been researched and accepted | 2.70 | 0.468 | High |
| Knowledge that helps reduce costs | 2.65 | 0.487 | High |
| Proven knowledge | 2.61 | 0.498 | High |
| Plot management | 2.70 | 0.469 | High |
| Chemical use | 2.64 | 0.491 | High |
| Effective labor reduction methods | 2.59 | 0.502 | High |
| Disease control in durian | 2.70 | 0.469 | High |
| Pest control | 2.64 | 0.492 | High |
| Use of biological substances | 2.60 | 0.521 | High |
| Use of soil and foliar fertilizers | 2.61 | 0.504 | High |
| Agricultural innovation | 2.64 | 0.492 | High |
| Switching pest control groups | 2.61 | 0.503 | High |
| Post-harvest management | 2.61 | 0.499 | High |
| Total | 2.62 | 0.490 | High |

Remarks: 2.35 - 3.00 = High, 1.68 - 2.34 = Moderate, 1.00 - 1.67 = Low

การใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน

จากการวิเคราะห์การใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน พบว่า เกษตรกรมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ในการจัดการ

การผลิตทุเรียนโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.61) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นในการรับรู้ประโยชน์จากการใช้มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 2.62) และเกษตรกรมีความคิดเห็นในการรับรู้ความง่ายอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.60) ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Farmers' use of the Line Official Account platform to manage durian cultivation

| Farmers' use of the Line Official Account platform | \bar{x} | S.D. | Level of opinion |
|--|-------------|--------------|------------------|
| 1. Perceived ease of use | 2.60 | 0.486 | High |
| 2. Perceived usefulness | 2.62 | 0.487 | High |
| Total | 2.61 | 0.487 | High |

Remarks: 2.35 - 3.00 = High, 1.68 - 2.34 = Moderate, 1.00 - 1.67 = Low

ความสัมพันธ์ของปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม การเปิดรับข้อมูลข่าวสาร ความต้องการองค์ความรู้ของเกษตรกรที่ต้องการจากการใช้ Line Official Account กับ การใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียน

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนภาคตะวันออก ประเทศไทย พบว่า เพศของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน มีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (Table 4) เนื่องจากในครัวเรือนเกษตรกรส่วนใหญ่ เพศชายจะเป็นผู้ตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียนเกือบทุกขั้นตอนตั้งแต่การวางแผนการผลิตรวมทั้งตัดสินใจในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแปลงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaipiriyakit *et al.* (2019) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลพะวง อำเภอสอยดาว จังหวัดตาก พบว่า เพศมีความสัมพันธ์

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกที่ระดับ 0.01 โดยเกษตรกรเพศชายมีแนวโน้มที่จะยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากกว่าเกษตรกรเพศหญิง อาจเนื่องมาจากกระบวนการตั้งแต่เริ่มเพาะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว เกษตรกรเพศชายจะเป็นแรงงานหลัก ทั้งการจัดการหรือควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ในการปลูก เกษตรกรเพศชายจึงเป็นผู้ตัดสินใจนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการผลิตของตนเอง

ระดับการศึกษาของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 (Table 5) เนื่องจากเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาที่สูงกว่า อาจมีความสามารถในการเปิดรับข่าวสาร หรือเข้าถึงแหล่งข้อมูลมากกว่าเกษตรกรคนอื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Purintrapibal (2023) ได้ศึกษาเรื่องความต้องการสื่อเพื่อการส่งเสริมการเกษตรสำหรับเกษตรกรรุ่นใหม่ (YSF) ในภาคเหนือตอนบน ประเทศไทย พบว่า ระดับการศึกษาที่สูงขึ้นจะทำให้เกษตรกรรุ่นใหม่เปิดรับข้อมูลข่าวสารและมีการรับรู้ข่าวสารทางการเกษตร

ดีกว่าเกษตรกรในกลุ่มอื่น ส่งผลให้เกิดความต้องการสื่อทางการเกษตรมากขึ้นไปด้วย

ประสบการณ์ปลูกทุเรียนของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 (Table 5) โดยเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกทุเรียนมาก มักหาข้อมูลความรู้ในการจัดการแปลงปลูกอยู่ตลอดเวลา จึงมีความสามารถในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่าย และเกษตรกรที่มีประสบการณ์ปลูกทุเรียนในระยะเริ่มต้นมักสนใจที่จะเข้าถึงข้อมูลในการผลิตทุเรียนของตนเองอยู่ตลอดเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattanayindee (2019) ได้ศึกษาเรื่อง การยอมรับการผลิตข้าวตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว พบว่า ประสบการณ์ในการผลิตข้าวมีความสัมพันธ์กับการยอมรับการผลิตข้าวตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรนาแปลงใหญ่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการผลิตข้าวมาก มีผลให้เกษตรกรยอมรับการผลิตข้าวตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีมากกว่าเกษตรกรในกลุ่มอื่น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thongrod (2003) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตทุเรียนคุณภาพของเกษตรกรจังหวัดชุมพร พบว่า ประสบการณ์การปลูกทุเรียน มีความเกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตทุเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และมีความสัมพันธ์ทางบวก อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีประสบการณ์มากจะได้เห็นข้อแตกต่างหรือข้อเปรียบเทียบระหว่างการใช้เทคโนโลยีและกรณีที่ไม่ใช้เทคโนโลยีว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ทำให้เกษตรกรที่มีประสบการณ์มากยอมยอมรับเทคโนโลยีการผลิตได้ง่ายและเร็วขึ้น

รายได้และรายจ่ายเฉลี่ยต่อปีมีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกร

ในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 (Table 5) เนื่องจากการผลิตทุเรียนในปัจจุบันมีต้นทุนสูง การจัดการปัจจัยการผลิตให้มีต้นทุนที่ต่ำลง โดยอาศัยแหล่งข้อมูลที่ต้องการเพื่อลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นแนวทางที่เกษตรกรต้องการทำให้มีรายจ่ายที่ต่ำลง และมีรายได้ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Isarakul and Sriboonruang (2022) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรู้เท่าทันสื่อสังคมออนไลน์ของเกษตรกรรุ่นใหม่ พบว่ารายได้ รายจ่าย มีความสัมพันธ์กับการรู้เท่าทันสื่อสังคมออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ Suwannarat (2013) ได้ศึกษาความต้องการพัฒนาอาชีพของเกษตรกร อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง พบว่า รายได้และรายจ่ายทางการเกษตรเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเกษตรกรผู้มีรายจ่ายทางการเกษตรน้อยจะมีความต้องการพัฒนาอาชีพด้านการตลาดในระดับมาก

ขนาดพื้นที่ปลูกทุเรียนมีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (Table 5) เนื่องจากการจัดการการผลิตทุเรียนจำเป็นต้องอาศัยความแม่นยำหรือความละเอียดในการผลิต ยิ่งจำนวนพื้นที่มาก การจัดการที่ผ่านการวางแผนจากแหล่งข้อมูลที่ต้องการจะทำให้เกษตรกรสามารถจัดการพื้นที่ได้ดีและใช้ปัจจัยการผลิตได้อย่างคุ้มค่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumloi *et al.* (2018) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติการทางการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับกล้วยไม้ตัดดอกของเกษตรกรตำบลบางยาง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร พบว่า จำนวนพื้นที่ในการปลูกกล้วยไม้ มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติการทางการเกษตรที่ดีสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกในด้านการบันทึกข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูก

กล้วยไม้จำนวนมากจำเป็นต้องบันทึกข้อมูลเพื่อสามารถนำกลับมาดูย้อนหลังได้เมื่อเกิดปัญหา เพื่อทำการแก้ไขได้ถูกต้องและทันเวลา

การเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียนมีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 (Table 5) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sawangsawai *et al.* (2019) ได้ศึกษาการเปิดรับสื่อของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี พบว่า เกษตรกรมีการรับข่าวสารจากสื่อบุคคล ผ่านเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร สื่อมวลชนจากเอกสารวิชาการและหนังสือการเกษตร สื่อกิจกรรมจากการจัดประชุม และสื่อออนไลน์ โดยเกษตรกรใช้ไลน์ (Line) ในการหาข้อมูลและศึกษาเรื่องการผลิตทั้งข้อมูลที่เป็นภาพนิ่ง ข้อความ และภาพเคลื่อนไหว

ความต้องการองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียนมีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 (Table 5) เนื่องจากเกษตรกรยังมีความต้องการความรู้ในด้านต่าง ๆ มากขึ้น เพื่อให้การผลิตทุเรียนมีคุณภาพสามารถจัดการศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความต้องการที่จะได้รับองค์ความรู้เพิ่มขึ้นในด้านที่สนใจจากการใช้ Line Official Account สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nanna (2016) ได้ศึกษาความต้องการความรู้ในการผลิตข้าวหอมมะลิตามมาตรฐาน GAP ของเกษตรกรพื้นที่ทุ่งสัมฤทธิ์ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา พบว่า เกษตรกรมีความต้องการความรู้ในระดับปานกลาง ความรู้ในด้านที่เกษตรกรต้องการคือ ด้านพื้นที่ปลูก การจัดการคุณภาพก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

Table 5 The relationship between demographic characteristics of farmers, media exposure, knowledge needs of farmers from using Line Official Account and farmers' use of the Line Official Account platform in managing durian production

| Factors | Farmer's utility of Line Official Account platform | |
|----------------------------------|--|---------|
| | χ^2 | p-value |
| Gender | 9.331* | 0.002 |
| Educational level | 84.127** | 0.000 |
| Experience of durian cultivation | 26.084** | 0.000 |
| Income from selling durian | 30.166** | 0.000 |
| Cost of durian planting | 27.854** | 0.000 |
| Size of durian area | 12.104* | 0.002 |
| Media exposure | 42.340** | 0.000 |
| Needs of knowledge | 217.512** | 0.000 |

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

สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในภาคตะวันออกส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 64.50) อายุเฉลี่ย 36.88 ปี การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับมัธยมศึกษา (ร้อยละ 53.90) มีรายได้เฉลี่ยต่อปี 6,039,744.96 บาท เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนภาคตะวันออกมีการเปิดรับข้อมูลข่าวสารในการผลิตทุเรียนจากสื่อบุคคล สื่อกิจกรรม และสื่อมวลชน ในระดับมาก เฉลี่ย 2.24 คะแนน มีความต้องการองค์ความรู้เพื่อใช้ในการจัดการการผลิตทุเรียนในระดับมาก เฉลี่ย 2.62 คะแนน มีการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.61 คะแนน ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม การเปิดรับข่าวสารที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน ความต้องการองค์ความรู้ของเกษตรกรที่ต้องการจากการใช้ Line Official Account ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ปลูกทุเรียนของเกษตรกร รายได้และรายจ่าย ขนาดพื้นที่ปลูกทุเรียน การเปิดรับข้อมูลข่าวสาร และความต้องการองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียน มีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ในการจัดการการผลิตทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และ 0.05 จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนมีความต้องการความรู้ผ่านการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account เนื่องจากเกษตรกรยังมีความต้องการความรู้ในด้านการผลิตเพื่อให้การผลิตทุเรียนมีคุณภาพมากขึ้น

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า เกษตรกรบางส่วนยังไม่มีองค์ความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียนอยู่ในระดับที่สามารถตัดสินใจทำกิจกรรมในแปลงปลูกทุเรียนของตัวเองได้อย่างอิสระ โดยยังต้องการข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ จากบุคคลอื่น ซึ่งไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบถึงความแตกต่าง หรือผลกระทบ

จากการปฏิบัติตามคำแนะนำของบุคคลดังกล่าว รวมถึงต้นทุนการผลิตที่อาจจะมากขึ้นกว่าการปฏิบัติตามพื้นฐานการผลิตทุเรียนที่ถูกต้อง การวิจัยครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะรายละเอียดดังต่อไปนี้ ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม การเปิดรับข่าวสารที่เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดการการผลิตทุเรียน ความต้องการองค์ความรู้ของเกษตรกรที่ต้องการจากการใช้ Line Official Account ที่มีความสัมพันธ์กับการใช้แพลตฟอร์ม Line Official Account ของเกษตรกรในการจัดการการผลิตทุเรียนภาคตะวันออก ประเทศไทย สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการสร้างช่องทางหรือสร้างฐานข้อมูลในการจัดการการผลิตทุเรียนให้แก่เกษตรกรบนแพลตฟอร์มหรือสื่อสังคมออนไลน์ประเภทต่าง ๆ ต่อไป เพื่อให้เกิดความง่ายในแก่เกษตรกรในการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการจนสามารถสร้างเกษตรกรที่มีความรู้ในการจัดการการผลิตทุเรียนให้สามารถผลิตทุเรียนที่มีคุณภาพออกสู่ท้องตลาด และสามารถทำการเกษตรอย่างยั่งยืนได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Chaipiriyakit, A., S. Fongmul, P. Kruekum, P. Jeerat, N. Vetchasitniraphai and T. Khamtavee. 2019. Factors affecting adoption corn planting technology of farmers in Phawo sub-district, Mae Sot district, Tak province. *Journal of Agricultural Production* 1(1): 43-53. [in Thai]
- Dumme, J. and W. Jaroensuk. 2022. Hottest Thai fruits invade the world market amid COVID-19. Available: <https://www.bangkokbiznews.com/columnist/1006198> (August 1, 2023). [in Thai]

- Isarakul, N. and P. Sriboonruang. 2022. Factors relating to social media literacy of young "Smart Farmers". *King Mongkut's Agricultural Journal* 40(1): 85-93. [in Thai]
- Khamchana, W. 2023. LINE seizes Thai communication channels, users reach 54 million, using 4 growths strategies. Available: <https://www.bangkokbiznews.com/tech/gadget/1090399>. (September 8, 2024). [in Thai]
- Kumloi, S., P. Sriboonruang and S. Rangsiaphat. 2018. Factors related to Good Agricultural Practice (GAP) for cut flower rchids of farmers Bang Yang Sub-district Krathum Baen district Samut Sakhon province. *King Mongkut's Agricultural Journal* 36(2): 62-72. [in Thai]
- Lertrat, K. and A. Patanothai. 2023. Digital agriculture: Progress and impacts on plant agriculture in Thailand. National Research Council of Thailand (NRCT).
- Nanna, N. 2016. The need in production knowledge of GAP Thai jasmine rice of farmers in Thungsumrith, Phimai district, Nakhon Ratchasima province. Master's Thesis in Agricultural Extension, Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. [in Thai]
- Niyamangkul, S. 2013. Social science and statistical research methods used. Book to You, Bangkok. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Council. 2023. The thirteenth plan (2023-2027) Available: https://www.nesdc.go.th/download/Plan13/Doc/Plan13_DraftFinal.pdf (June 1, 2023). [in Thai]
- Purintrapibal, T. 2023. Media needs for agriculture extension of young smart farmers in upper northern Thailand. Master's Thesis in Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]
- Pattanayindee, A. 2019. An adoption of rice production according to good agricultural practice by collaborative farmers in Bang Nam Piao district, Chachoengsao province. Master's Thesis in Agricultural Extension and Development, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]
- Regional Office of Agricultural Economics 6. 2023. Agricultural economics. Available: <https://catalog.oae.go.th/dataset/dataset-12-15> (July 8, 2023). [in Thai]
- Sawangswai, T., P. Sriboonruang and P. Thongdeelert. 2019. Media exposure of durian farmers in Tha Mai district, Chanthaburi province. *Agricultural Science Journal* 50(2): 156-166. [in Thai]
- Spring News. 2024. Revealing the behavior of Thai people using online media in 2024 70% and Thais will use social media with LINE being number one. Available: <https://www.springnews.co.th/digital-tech/technology/851758> (September 8, 2024). [in Thai]

- Suwannarat, T. 2013. Needs on occupational development of farmers in Mueang Rayong district, Rayong province. Master's Thesis in Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. [in Thai]
- Thongrod, S. 2003. Factors Affecting in Adoption of Durian Production Technology by Farmers in Chumphon province. Master's Thesis in Agricultural Extension and Development, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. Statistics: An introductory analysis. 3rd Edition. Harper and Row Publication, New York.

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช และปริมาณรอยเท้าน้ำของกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่อาศัยน้ำฝน จังหวัดเชียงใหม่

Crop Water Use Coefficient and Water Footprint of Arabica Coffee under Rainfed Condition in
Chiang Mai Province

รัฐกร สืบคำ* अनुสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ พัชรินทร์ นามวงษ์ ฤทัยรัตน์ ห้อยสัน วุฒิ ศรีวิชัย และสุจิตตรา ปะนันโต
Ratgon Suebkam* Anusorn Tiensiriroek Patcharin Namwong Ruethairat Hoysan Wut Sriwichai and Sujittra Pananto

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

Khon Kaen Field Crops Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture,
Muang, Khon Kaen 40000

* Corresponding author: ratgonsuebkam@gmail.com

(Received: 29 August 2024; Revised: 31 October 2024; Accepted: 22 November 2024)

Abstract

The rationale of the research was to study the crop water coefficient of Arabica coffee under rainfed conditions for database not only water management but also water footprint computing for coffee production in Thailand. The results revealed that crop water coefficient of the Catimor coffee cultivar 8 - 9 years on both seasonal (from 1 March 2022 to 28 February 2023 until 1 March 2023 to 29 February 2024) in flowering stage average 0.50 ± 0.40 subsequently fruit development to ripeness stage averaged 1.39 ± 0.01 and harvested until bud formation averaged 0.08 ± 0.08 , which have average crop water coefficient whole season and cherry fresh yield were 0.91 ± 0.09 and 2.78 ± 1.54 tons/yielded rai. While the H420 coffee cultivar 6-7 years in flowering stage averaged 0.51 ± 0.37 after that fruit development to ripeness stage averaged 1.53 ± 0.05 and harvested until bud formation averaged 0.05 ± 0.05 , which have average crop water coefficient whole season and cherry fresh yield were 0.99 ± 0.10 and 2.41 ± 0.12 tons/rai respectively. For the water footprint amount of the Catimor coffee cultivar such as green, blue, grey, total water footprint and rainfall amount averaged $1,094.2 \pm 738.4$, 0.0 ± 0.0 , 0.9 ± 0.6 , $1,095.1 \pm 739.1$ liters/kilogram and $2,406.5 \pm 386.5$ mm/crop seasonal whereas the H420 coffee cultivar averaged $1,007.2 \pm 238.1$, 21.4 ± 21.4 , 0.2 ± 0.1 , $1,028.8 \pm 259.4$ liters/kilogram and $2,627.5 \pm 211.9$ mm/crop seasonal respectively.

Keywords: Crop water use coefficient, water footprint, Arabica coffee

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟอาราบิก้าที่ให้ผลผลิตแล้วในพื้นที่อาศัยน้ำฝน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการให้น้ำ และเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการนำไปคำนวณปริมาณขอต่อไร่ของการผลิตกาแฟในประเทศไทย พบว่า สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์อายุ 8 - 9 ปี ทั้ง 2 ฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ตั้งแต่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2565 ถึง 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 และ 1 มีนาคม พ.ศ. 2566 ถึง 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) ในช่วงระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.50 ± 0.40 ระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลมีค่าเฉลี่ย 1.39 ± 0.01 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาตอกมีค่าเฉลี่ย 0.08 ± 0.08 โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลเก็บเกี่ยวและผลผลิตสดเชอรี่

เท่ากับ 0.91 ± 0.09 และ 2.78 ± 1.54 ต้นต่อไร่ ขณะที่สายพันธุ์ H420 อายุ 6 - 7 ปี ในช่วงระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.51 ± 0.37 ระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลมีค่าเฉลี่ย 1.53 ± 0.05 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกมีค่าเฉลี่ย 0.05 ± 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลเก็บเกี่ยวและผลผลิตสดเชอร์รี่เท่ากับ 0.99 ± 0.10 และ 2.41 ± 0.12 ต้น/ไร่ เนื้อที่ให้ผลตามลำดับ สำหรับปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว สีน้ำเงิน สีเทา ปริมาณรอยเท้าน้ำรวมของสายพันธุ์คาติมอร์และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ $1,094.2 \pm 738.4$ 0.0 ± 0.0 , 0.9 ± 0.6 $1,095.1 \pm 739.1$ ลิตร/กิโลกรัม และ $2,406.5 \pm 386.5$ มิลลิเมตร/ฤดูกาล ขณะที่สายพันธุ์ H420 ที่มีปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว สีน้ำเงิน สีเทา ปริมาณรอยเท้าน้ำรวมและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ $1,007.2 \pm 238.2$ 21.4 ± 21.4 0.2 ± 0.1 $1,028.8 \pm 259.4$ ลิตร/กิโลกรัม และ $2,627.5 \pm 211.9$ มิลลิเมตร/ฤดูกาลตามลำดับ

คำสำคัญ : สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ปริมาณรอยเท้าน้ำ กาแฟอะราบิกา

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยมีผลผลิตกาแฟ 16,575 ตัน แบ่งเป็นพันธุ์อะราบิกา และโรบัสตา ร้อยละ 48.2 และ 51.8 ตามลำดับ โดยพบว่า การส่งออกกาแฟของประเทศไทยขยายตัวตั้งแต่วันที่ พ.ศ. 2564 สำหรับปี พ.ศ. 2566 ไทยมีมูลค่าการส่งออกกาแฟ 125.89 ล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยแบ่งเป็นการส่งออกในรูปแบบเมล็ดกาแฟดิบ 255.18 ตัน (2.20 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) กาแฟคั่ว 243.23 ตัน (2.75 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) และกาแฟสำเร็จรูป 24,517.72 ตัน (120.95 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) ที่ส่งออกในรูปแบบของกาแฟสำเร็จรูปไปยังประเทศกัมพูชา สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และฟิลิปปินส์ ตามลำดับ ขณะที่การนำเข้ากาแฟเป็นการนำเข้าเมล็ดกาแฟดิบจากประเทศเวียดนาม อินโดนีเซีย และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตามลำดับ พบว่า มีการนำเข้าเมล็ดกาแฟดิบ 62,171.01 ตัน (184.76 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) กาแฟคั่ว 1,647.14 ตัน (27.55 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) และกาแฟสำเร็จรูป 15,947.11 ตัน (126.11 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) ตลาดกาแฟของไทยมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งการบริโภคในประเทศ และการแปรรูปเพื่อส่งออก ทำให้ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟดิบของโรงงานแปรรูปกาแฟในประเทศมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น สำหรับผู้บริโภคทั่วไปนิยมบริโภค

กาแฟอะราบิกา เนื่องจากมีความหอม รสชาติดี และปริมาณคาเฟอีนต่ำ ดังนั้น การเพิ่มศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟทั้งทางด้านการผลิต และการแปรรูปเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง (Trade Policy and Strategy Office, 2024) ส่งผลทำให้อุตสาหกรรมการผลิตกาแฟมีแนวโน้มการใช้ทรัพยากรน้ำที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ พบว่า ปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดต่อผลผลิตเชอร์รี่สดของกาแฟทั่วโลกเฉลี่ย 17,373 ลิตรต่อกิโลกรัม มากกว่าผลผลิตมะพร้าว น้ำหอม และผลผลิตปาล์มสดเฉลี่ย 2,545 และ 1,053 ลิตรต่อกิโลกรัม (Hoekstra and Chapagain, 2008) ในอดีตทรัพยากรน้ำไม่ได้คิดเป็นต้นทุนในการผลิตพืช ผลิตภัณฑ์ และสินค้า แต่ในปัจจุบันทรัพยากรน้ำกำลังขาดแคลนในอนาคตเพราะหลายประเทศกำลังประสบกับภาวะภัยแล้งที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น ปริมาณรอยเท้าน้ำเริ่มมีการใช้เป็นเครื่องมือประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อมในประเทศเนเธอร์แลนด์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2545 และได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย (Ratthamma, 2012) จากสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มอุณหภูมิที่สูงมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้อยสามารถส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของผลเชอร์รี่สดของกาแฟ ขณะที่ในช่วงฤดูแล้งถ้ามีปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณตาดอกของกาแฟอะราบิกาออกอย่างประปราย ให้ผลผลิตต่ำ ยกแก่

การดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว เพราะการเจริญเติบโตของตาดอกต้องอาศัยสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้งประมาณ 2 ถึง 3 เดือน ในการพัฒนาของตาดอกให้สมบูรณ์ (Visser and Mallon, 2021) จากปัญหาดังกล่าวการทราบปริมาณการใช้น้ำของกาแพะราบิภาในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการน้ำ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ ศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแพะราบิภาที่ให้ผลผลิตแล้วในพื้นที่อาศัยน้ำฝนเป็นข้อมูลพื้นฐาน และการคำนวณปริมาณรอยให้น้ำจากความตื้นเขินของผลกระทบบที่เกิดจากการผลิตกาแพต่อการใช้ทรัพยากรน้ำเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้มาตรฐานสากล (Hoekstra and Hung, 2005; Patthanapichai *et al.*, 2019)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ที่ปลูกกาแพพันธุ์คาติมอร์อายุ 8 - 9 ปี ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 1,450 เมตร และแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) ที่ปลูกกาแพพันธุ์ H420 อายุ 6 - 7 ปี ที่จากระดับความสูงน้ำทะเล 1,288 เมตร ในช่วงมีนาคม พ.ศ. 2565 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 และ มีนาคม พ.ศ. 2566 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

2. วางแผนการทดลอง

คัดเลือกต้นกาแพที่มีอายุ สภาพดิน และสภาพภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกัน โดยไม่มีการใส่สารอาหารทดลอง (non-experimental method) ในแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ของกาแพพันธุ์คาติมอร์จำนวน 4 ต้น ซึ่ง Highland Research and Development Institute (2015) กล่าวว่า กาแพพันธุ์คาติมอร์ เป็นสายพันธุ์กาแพะราบิภาที่ต้านทานต่อโรคราสนิม ลักษณะทรงต้นเตี้ย ผลผลิตสูง และผลที่สุกแล้วมีสีเหลืองแดงเข้ม หรือสีส้ม ปี พ.ศ. 2525 มีการปลูกทดสอบในแปลง

เกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จึงเริ่มเป็นที่รู้จักและเผยแพร่ไปยังหน่วยงานรวมทั้งโครงการต่าง ๆ สำหรับแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) ของกาแพพันธุ์ H420 จำนวน 6 ต้น Department of Agriculture (2019) กล่าวว่า กาแพพันธุ์ H420 เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์ Mundo Novo 1535/33 กับพันธุ์ H.W. 26/14 (832/1 Hibrio de Timor x 19/1 Caturra) มีลักษณะต้นสูงปานกลาง ข้อยาวปานกลาง และผลสุกสีแดงตามลำดับ สำหรับข้อมูลสภาพภูมิอากาศมีการเก็บข้อมูลในพื้นที่ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม และข้อมูลชั่วโมงแสงต่อวันที่ได้จากข้อมูลเว็บไซต์ www.accuweather.com เพื่อคำนวณปริมาณรังสีสุทธิ (Rn) และการคายน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) โดยใช้โปรแกรม Cropwat version 8.0 ในการประมวลผลดังแสดง Equation 2

3. วิธีปฏิบัติการทดลอง

3.1 ทำการล้อมต้นกาแพโดยใช้สังกะสีขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร ฝังที่ระดับความลึกดิน 50 เซนติเมตร เนื่องจากระดับความลึกของรากกาแพะราบิภาที่มีประสิทธิภาพควรมีความลึกอย่างน้อย 50 เซนติเมตร โดยพิจารณาจาก 1/2 ของความยาวรากสูงสุดอย่างน้อย 1 เมตร (Niyibigira, 2019) โดยให้ขอบสังกะสีสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร รวมทั้งติดตั้งถังดักน้ำขนาดความจุ 200 ลิตร ฝังลงในดินให้ความสูงของปากถังสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร ทำการเจาะรูทางด้านข้างของถังขนาด 2 นิ้ว เพื่อดักน้ำไหลป่าของดินตลอดจนฝังกระเปาะวัดความชื้นดินทั้ง 2 จุด ที่ระดับความลึกดิน 60 เซนติเมตร เพื่อวัดความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลง โดยเครื่องมือ Prob-meter (PR 2) ที่มีการเก็บข้อมูลทุก ๆ สัปดาห์

3.2 สำหรับสังกะสีที่ล้อมรอบพื้นที่ทรงพุ่มของต้นกาแพพันธุ์คาติมอร์มีความกว้างและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error; S.E.) เฉลี่ย 2.16 ± 0.08 เมตร และความยาวเฉลี่ย 3.60 ± 0.14 เมตร

สำหรับต้นกาแฟพันธุ์ H420 มีความกว้างเฉลี่ย 1.64 ± 0.08 เมตร และความยาวเฉลี่ย 2.12 ± 0.26 เมตร

3.3 การคำนวณปริมาณน้ำไหลบ่าของดิน ใช้ไม่วัดความสูงระดับน้ำที่ตกได้ในถังแปลงเป็นหน่วย มิลลิเมตร เพื่อมาคูณกับพื้นที่หน้าตัดของถังที่มีค่าเท่ากับ 0.22 ตารางเมตร ได้ผลลัพธ์เป็นหน่วยลิตร โดยนำผลลัพธ์หน่วยลิตรหารด้วยพื้นที่ทรงพุ่มของต้นกาแฟ ตารางเมตร เพื่อแปลงเป็นหน่วย มิลลิเมตร/พื้นที่ทรงพุ่ม/สัปดาห์ ทำให้ทราบปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน (RF) เพื่อนำไปคำนวณในสมการการคายน้ำของพืชแท้จริง (ET_c) ดัง Equation 1 และคำนวณสัมประสิทธิ์การระคายน้ำ (α) ดัง Equation 6.1 เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา (WF_{grey}) ดัง Equation 6

3.4 เก็บความชื้นของดินที่เปลี่ยนแปลงโดยปริมาตรรายสัปดาห์ (θ_v) โดย Prob-meter (PR2) แล้วคูณกับระดับความลึกดิน (SD) ที่มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร ต่อสัปดาห์ ดัง Equation 1.4 and 1.5

3.5 ผลผลิตกาแฟ (กิโลกรัม/ไร่ หรือ ต้น/เฮกตาร์) เก็บเกี่ยวผลผลิตเชอร์รี่สดของกาแฟตั้งแต่ปลายมกราคม ถึงปลายกุมภาพันธ์ ชั่งน้ำหนักของผลเชอร์รี่สด/ต้น เนื่องจากระยะปลูกกาแฟของแปลงทดลองมีระยะปลูกที่ไม่ชัดเจน ดังนั้น การคำนวณผลผลิตน้ำหนักสดของผลเชอร์รี่/ไร่ คำนวณจากพื้นที่ให้ผลผลิต 1 ไร่ หารด้วยระยะปลูกกาแฟอะราบิกาที่เหมาะสมคือ 2×2 เมตร คิดเป็นจำนวนต้นกาแฟที่ให้ผลผลิต 400 ต้น/พื้นที่ 1 ไร่ (Department of Agriculture, 2019) เพื่อนำไปคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว ปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงิน และปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทาดัง Equation 4 to 6

3.6 การใส่ปุ๋ยในแปลงทดลองเกษตรหลวง เชียงใหม่ (ขุนวาง) ทั้ง 2 ฤดูกาลปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1 สูตร 46-0-0 + 15-15-15 อัตราส่วน 1:1 ปริมาณ 150 กรัม/ต้นในเดือนพฤษภาคม ครั้งที่ 2 สูตร 13-13-21 อัตรา 200 กรัม/ต้นในเดือนสิงหาคม และ ครั้งที่ 3 สูตร

0-0-60 อัตรา 200 กรัม/ต้นในเดือนพฤศจิกายน ปริมาณธาตุอาหาร (N) เท่ากับ 72 กรัมต่อต้น แล้วคำนวณเป็น 28.8 กิโลกรัม (N) /400 ต้น/ไร่ ขณะที่แปลงเกษตรหลวง เชียงใหม่ (แม่จอน) มีการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กรัม/ต้นในเดือนกุมภาพันธ์ คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร (N) 15 กรัม/ต้น แล้วคำนวณเป็น 6.0 กิโลกรัม (N)/400 ต้น/ไร่ เพื่อคำนวณ กิโลกรัม/เฮกตาร์ (apply) ของปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา (WF_{grey}) ดัง Equation 6

4. การบันทึกข้อมูล

4.1 เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพบางประการเช่น เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ค่าการนำน้ำของดิน และความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินที่ระดับความลึกดิน 0 - 50 เซนติเมตร (Jermsiri, 2003)

4.2 เก็บข้อมูลค่าการคายน้ำแท้จริงของพืช ($ET_{c-weekly}$) จากสมการสมดุลน้ำดัง Equation 1 (Allen *et al.*, 1998)

$$ET_{c-weekly} = I_{weekly} + P_{weekly} - DP_{weekly} - RF_{weekly} \pm \Delta SW_{weekly} \quad (1)$$

$$DP_{weekly} = P_{weekly} - P_{eff-weekly} - RF_{weekly} \quad (1.1)$$

$$P_{eff-daily} = \begin{cases} P \times (125 - (0.2 \times 3 \times P)) / 125 & \text{When } P \leq 250/3 \\ 125/3 + 0.1 \times P & \text{When } P > 250/3 \end{cases} \quad (1.2)$$

$$\Delta SW_{weekly} = \frac{\theta_{mass} (after-before) \times BD_{soil} \times SD}{BD_{water}} \quad (1.4)$$

$$\Delta SW_{weekly} = \theta_{volume} (after-before) \times SD \quad (1.5)$$

$ET_{c-weekly}$ = ปริมาณการคายน้ำแท้จริงของกาแฟ (มิลลิเมตร/สัปดาห์)

I_{weekly} = ปริมาณน้ำที่ให้ชลประทาน (มิลลิเมตร/สัปดาห์) สำหรับแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) มีการให้น้ำชลประทานเดือน มี.ค. พ.ศ. 2565 เฉลี่ย 20.7 ± 2.7 มิลลิเมตร/เดือน และเดือนเมษายน พ.ศ. 2565 เฉลี่ย

21.3±2.1 มิลลิเมตร/เดือน เนื่องจากความชื้นดินในช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีความชื้นดินอยู่ในระดับต่ำประกอบกับเพื่อรักษาความสมบูรณ์ของต้นกาแฟก่อนเริ่มต้นการทดลอง

P_{weekly} = ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/สัปดาห์)

$P_{\text{eff-weekly}}$ = ปริมาณน้ำฝนที่ใช้การรายสัปดาห์ (มิลลิเมตร/สัปดาห์) หมายถึง ส่วนของฝนที่ตกลงพื้นที่เพาะปลูกโดยพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้คำนวณสมการ USDA Soil Conservation Service (Meteorological Department, 2019; Xu *et al.*, 2015) โดยใช้โปรแกรม Cropwat version 8.0 ในการประมวลผลดัง Equation 1.1 and 1.2

DP_{weekly} = ปริมาณการทรานสปิเรชันของน้ำ (มิลลิเมตร/สัปดาห์) ดัง Equation 1.3 (Meteorological Department, 2019)

RF_{weekly} = ปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน (มิลลิเมตร/สัปดาห์), Department of Soil Science (2001)
 $\pm \Delta SW_{\text{weekly}}$ = ปริมาณน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลง (มิลลิเมตร/สัปดาห์)

θ_{mass} = ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงโดยน้ำหนัก (กรัม/กรัม)

θ_{volume} = ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงโดยปริมาตร (ตารางเซนติเมตร/ตารางเซนติเมตร)

BD_{soil} = ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัม/ตารางเซนติเมตร)

BD_{water} = ความหนาแน่นรวมของน้ำ (1.004 กรัม/ตารางเซนติเมตร)

SD = ความลึกดิน 500 (มิลลิเมตร)

4.3 เก็บข้อมูลการคายน้ำของพืชอ้างอิงรายวัน ($ET_{\text{O-daily}}$ มิลลิเมตร/วัน) โดยใช้สมการ Penman-Monteith ดัง Equation 2 (Allen *et al.*, 1998)

$$ET_{\text{O-daily}} = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma 900 / (T+273) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} \quad (2)$$

$ET_{\text{O-daily}}$ = การคายน้ำของพืชอ้างอิง (ET_o มิลลิเมตร/วัน)

R_n = ปริมาณรังสีสุทธิ (เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน)

G = ค่าความไหลของความร้อนพื้นดิน (เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน)

T = อุณหภูมิของอากาศ (องศาเซลเซียส)

Δ = ค่าความลาดเทของเส้นแรงดันไอ (กิโลปาสคาล/องศาเซลเซียส)

γ = ค่าคงที่ของ psychrometric (กิโลปาสคาล/องศาเซลเซียส)

U_2 = ค่าความเร็วของลม (เมตร/วินาที) และ

$(e_s - e_a)$ = ค่าความต่างของแรงดันไอน้ำ (กิโลปาสคาล)

4.4 คำนวณสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชรายเดือน ($K_c \text{ monthly}$) คือสัดส่วนของการคายน้ำของพืชในสภาวะจริงต่อการคายน้ำของพืชอ้างอิงดัง Equation 3 (Allen *et al.*, 1998)

$$Kc \text{ monthly} = \frac{ET_{\text{c-monthly}}}{ET_{\text{o-monthly}}} \quad (3)$$

$Kc \text{ monthly}$ = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

$ET_{\text{c-monthly}}$ = ปริมาณการคายน้ำของกาแฟ (มิลลิเมตร /เดือน)

$ET_{\text{O-monthly}}$ = การคายน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตร /เดือน)

4.5 ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว (green water footprint) หมายถึง ปริมาณการคายน้ำของพืชหรือปริมาณน้ำฝนที่ถูกใช้ไปเพื่อการเจริญเติบโตของพืชในการให้ผลผลิตดัง Equation 4

$$WF_{\text{green}} = \frac{10 \times \text{minimum } (ET_{\text{c-seasonal}} \text{ or } P_{\text{eff-seasonal}})}{Y} \quad (4)$$

When $ET_c \geq P_{eff}$ using $WF_{green} = P_{eff-seasonal}$ (4.1)

When $ET_c < P_{eff}$ using $WF_{green} = ET_{c-seasonal}$ (4.2)

WF_{green} = ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว
(ลูกบาศก์เมตร/ตัน หรือ ลิตร/กิโลกรัม)

$P_{eff-seasonal}$ = ปริมาณน้ำฝนทำการในตลอด
ฤดูกาลให้ผลผลิตพืช (มิลลิเมตร)

$ET_{c-seasonal}$ = การคายน้ำของพืชตลอดฤดูกาล
ให้ผลผลิตพืช (มิลลิเมตร)

Y = ผลผลิตของพืช (ตัน/เฮกตาร์) และ $10 =$
ค่าการกลีบหน่วยจาก (มิลลิเมตร) เป็น (ลูกบาศก์เมตร/
เฮกตาร์) (Babel *et al.*, 2011)

4.6 ปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงิน (blue water footprint) คือ ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้กับพืชดัง
Equation 5

$$WF_{blue} = \frac{10 \times \text{maximum} (0 \text{ or } I_{seasonal})}{Y} \quad (5)$$

When $I_{seasonal} \geq 0$ using $WF_{blue} = I_{seasonal}$ (5.1)

WF_{blue} = ปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงิน
(ลูกบาศก์เมตร/ตัน หรือ ลิตร/
กิโลกรัม)

$I_{seasonal}$ = ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้กับพืช
(มิลลิเมตร)

Y = ผลผลิตของพืช (ตัน/เฮกตาร์) และ $10 =$
ค่าการกลีบหน่วยจาก (มิลลิเมตร) เป็น (ลูกบาศก์เมตร/
เฮกตาร์) (Babel *et al.*, 2011)

4.7 ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา (grey water footprint) หมายถึง ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการปลูก
พืชโดยพิจารณาปริมาณไนโตรเจน (NO_3^-) ที่สูญเสียไปกับ
ปริมาณการให้น้ำชลประทานโดยมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
ให้กับพืชให้กลายเป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐานของแต่ละ

ประเทศเพราะไนโตรเจนเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง (Picetti
et al., 2022) ดัง Equation 6

$$WF_{grey} = \frac{(\alpha \times apply)/(C_{max} - C_{nat})}{Y} \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{DP_{seasonal} + RF_{seasonal}}{P_{seasonal} + I_{seasonal}} \quad (6.1)$$

WF_{grey} = ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา
(ลูกบาศก์เมตร/ตัน หรือ ลิตร/
กิโลกรัม)

α = สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ คือสัดส่วนของ
การระบายน้ำของดินในรูปไหลบ่าผิวดินและซาบซึมลึก
หารด้วยผลบวกของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำ
ชลประทานที่ให้กับพืช

$apply$ = อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน
(กิโลกรัม/เฮกตาร์)

C_{max} = มาตรฐานของน้ำดื่มที่ให้มีไนโตรเจน
ปนเปื้อนสำหรับมาตรฐานยุโรปได้ไม่เกิน 10 (มิลลิกรัม/
ลิตร)

C_{nat} = การปนเปื้อนของไนโตรเจนในแหล่งน้ำ
ตามธรรมชาติสำหรับมาตรฐานยุโรปมีค่าเท่ากับ 0.2
(มิลลิกรัม /ลิตร)

$DP_{seasonal}$ = การระบายของน้ำในดินในรูปซาบ
ซึมลึก (มิลลิเมตร)

$RF_{seasonal}$ = ไหลบ่าผิวดิน (มิลลิเมตร)

$P_{seasonal}$ = ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูกาลให้
ผลผลิตพืช (มิลลิเมตร)

$I_{seasonal}$ = ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้กับพืช
(มิลลิเมตร)

Y = ผลผลิตของพืช (ตัน/เฮกตาร์) (Chapagain
et al., 2009; Liu *et al.*, 2012; Sun *et al.*, 2010)

4.8 ปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดคือผลรวม
ของปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงิน ปริมาณรอยเท้าน้ำ
สีเขียวและปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทาดัง Equation 7

$$WF_{TOTAL} = WF_{green} + WF_{blue} + WF_{grey} \quad (7)$$

WF_{Total} = ปริมาณรอยเท้าน้ำรวม
(ลูกบาศก์เมตร/ตัน หรือ ลิตร/กิโลกรัม)

WF_{green} = ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว
(ลูกบาศก์เมตร/ตัน หรือ ลิตร/กิโลกรัม)

WF_{blue} = ปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงิน
(ลูกบาศก์เมตร/ตัน หรือ ลิตร/กิโลกรัม)

WF_{grey} = ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา
(ลูกบาศก์เมตร/ตัน หรือ ลิตร/กิโลกรัม)
(Babel *et al.*, 2011)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. สภาพดินและภูมิอากาศ

สมบัติทางกายภาพของดินก่อนทำการทดลองในแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ที่ระดับความลึกของดิน 0 - 50 เซนติเมตร พบว่า เป็นดินร่วนทราย มีลักษณะเป็นดินเนื้อหยาบที่ระดับความลึกดิน 20 - 30 เซนติเมตร ขณะที่ระดับความลึกดิน 0 - 20 เซนติเมตร และ 30 - 50 เซนติเมตร เป็นดินร่วนปนเหนียวปนทราย ถึงดินร่วนที่มีลักษณะเป็นเนื้อดินปานกลางมีความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.15 ± 0.02 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าการนำน้ำของดินเฉลี่ย 1.58 ± 0.38 เซนติเมตร/ชั่วโมง และความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินทั้งหมด 43.47 มิลลิเมตร สำหรับแปลงการทดลองเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) พบว่า เป็นดินร่วนทราย มีลักษณะเป็นดินเนื้อหยาบที่ระดับความลึกดิน 10 - 40 เซนติเมตร ถึงดินร่วนปนเหนียวปนทรายมีลักษณะเนื้อดินปานกลาง และดินเหนียวปนทรายมีลักษณะเนื้อดินละเอียดที่ระดับความลึกดิน 0 - 10 และ 40 - 50 เซนติเมตร มีความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.42 ± 0.06 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าการนำน้ำของดินเฉลี่ย 4.22 ± 1.67 เซนติเมตร/ชั่วโมง และความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินทั้งหมด 31.05 มิลลิเมตรตามลำดับสามารถสรุปได้ว่าแปลงทดลองของเกษตรหลวง

เชียงใหม่ (แม่จอน) มีการระบายน้ำของดินดีกว่าแปลงทดลองเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เนื่องจากที่ระดับความลึกดิน 10 - 40 เซนติเมตร เป็นดินร่วนปนทราย มีลักษณะเนื้อดินหยาบส่งผลทำให้ค่าการนำน้ำของดินมากกว่าแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เป็นดินร่วนปนทรายแค่เพียงที่ระดับความลึกดิน 20 - 30 เซนติเมตร ขณะที่ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินที่ระดับความลึกดิน 0 - 50 เซนติเมตร น้อยกว่าแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) Department of Agriculture (2019) การปลูกกาแฟอะราบิกาควรมีชั้นดินลึกไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร และมีการระบายน้ำที่ดีสอดคล้องกับ Arphasiripon (1986) กล่าวว่า กาแฟอะราบิกามีความต้องการดินที่มีการระบายน้ำที่ดี เพราะรากแขนงและรากฝอยของกาแฟอะราบิกามีการเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความลึกดิน 0 - 30 เซนติเมตร ขณะที่ Niyibigira (2019) กล่าวว่าระดับความลึกของรากที่มีประสิทธิภาพของกาแฟอะราบิกาควรมีความลึกอย่างน้อย 50 เซนติเมตร โดยพิจารณาจากค่า $\frac{1}{2}$ ของความยาวรากสูงสุดควรมีความลึกของรากอย่างน้อย 1 ม. คล้ายคลึงกับ Allen *et al.* (1998) กล่าวว่า ความยาวรากสูงสุดของกาแฟทุกพันธุ์อยู่ในช่วง 0.9 ถึง 1.5 เมตร ขึ้นอยู่กับว่ามีชั้นดานของดินที่ระดับความลึกดินหรือไม่

สำหรับสภาพภูมิอากาศในแปลงทดลอง ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝน เพื่อคำนวณปริมาณรังสีสุทธิ (R_n) และปริมาณการคายน้ำของพืชอ้างอิง (ET_0) ของแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวางและแม่จอน) ทั้ง 2 ช่วงฤดูกาลปลูก พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 26.3 ± 0.7 และ 21.7 ± 1.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 16.2 ± 0.7 และ 17.3 ± 0.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 85.0 ± 2.7 และ 86.1 ± 1.7 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลมเฉลี่ย 0.83 ± 0.26 และ 1.78 ± 0.20 เมตร/วินาที ปริมาณรังสีสุทธิ (R_n) เฉลี่ย 16.7 ± 0.8 และ 17.8 ± 1.0 เมกะจูล/ตารางเมตร/วัน การคายน้ำของพืชอ้างอิง (ET_0) รวม

ทั้งหมดเท่ากับ 1,134.8 และ 1,144.4 มิลลิเมตร/ฤดูการ รวมทั้งปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่เท่ากับ 2,792.9 และ 2,020.0 มิลลิเมตร/ฤดูการ คิดเป็นน้ำฝนใช้การ (P_{eff}) 1,117.7 และ 907.0 มิลลิเมตร/ฤดูการตามลำดับ Figure 1 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลองเกษตรหลวง เชียงใหม่ (แม่จอน) ที่มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 26.2 ± 0.7 และ 25.2 ± 0.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 15.3 ± 1.1 และ 15.8 ± 0.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 86.3 ± 1.4 และ 85.8 ± 2.3 เปอร์เซ็นต์

ความเร็วลมเฉลี่ย 0.50 ± 0.08 และ 0.92 ± 0.09 ม./วินาที ปริมาณรังสีสุทธิที่ตกกระทบพื้นดิน (R_n) 16.6 ± 0.8 และ 18.0 ± 1.1 เมกะจูล/ม²./วัน การคายน้ำของพืชอ้างอิง (ET_0) รวมทั้งหมดเท่ากับ 1,117.3 และ 1,171.7 มิลลิเมตร/ฤดูการ รวมทั้งปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่เท่ากับ 2,839.3 และ 2,415.6 มิลลิเมตร/ฤดูการ คิดเป็นน้ำฝนใช้การ (P_{eff}) 1,197.5 และ 942.5 มิลลิเมตร/ฤดูการตามลำดับ Figure 2

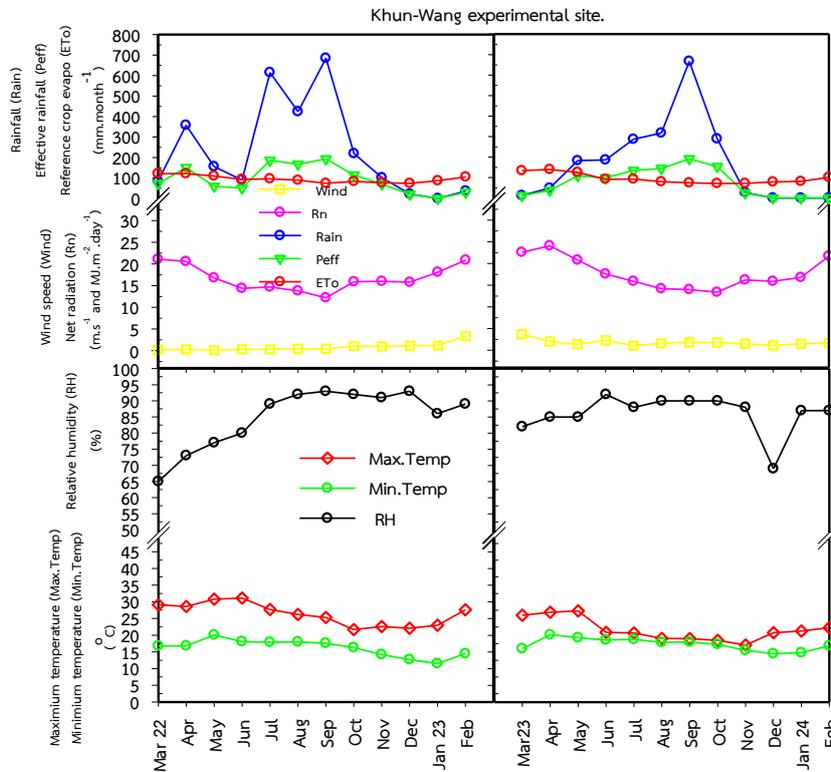


Figure 1 Weather data collected of Khun-Wang agricultural experiment center at msl 1,450 meters

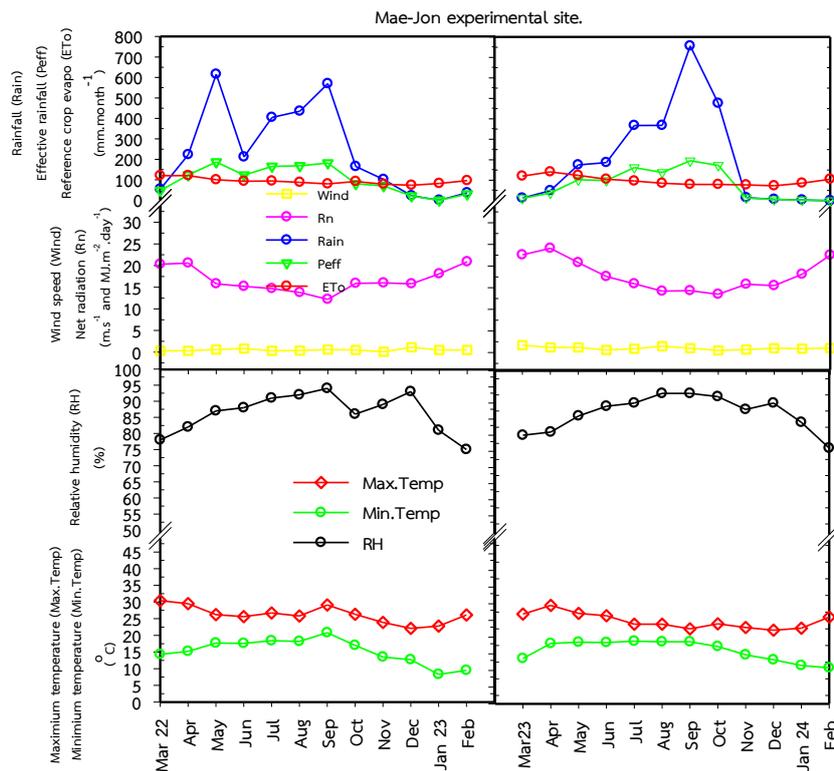


Figure 2 Weather data collected of Mae-Jon agricultural experiment center at msl 1,288 meters

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า พบว่า ฤดูกาลปลูกทั้ง 2 ฤดูกาลปลูก (มีนาคม พ.ศ. 2565 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) ทั้งแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง และแม่จอน) อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 21.7 ถึง 26.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 15.3 ถึง 17.3 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 85.0 ถึง 86.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับการปลูก กาแฟอะราบิกา Haggar and Schepp (2012) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับกาแฟอะราบิกาอยู่ในช่วง 14 - 28 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับ Department of Agriculture (2019) กล่าวว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 15 - 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูกาลปลูกครั้งที่ 1 (มีนาคม พ.ศ. 2565 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566) ทั้งแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวางและแม่จอน) อยู่ในช่วง 2,792.9 ถึง 2,839.3 มิลลิเมตร/ฤดูกาลปลูก มากกว่าปริมาณ

น้ำฝนแนะนำที่ตกในพื้นที่ สำหรับฤดูกาลปลูกครั้งที่ 2 (มีนาคม พ.ศ. 2566 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 2,020.0 ถึง 2,415.6 มิลลิเมตร/ฤดูกาล เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกพอเหมาะในพื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับ Haggar and Schepp (2012) กล่าวว่า ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ควรอยู่ในช่วง 1,400 - 2,400 มิลลิเมตร/ฤดูกาล สอดคล้องกับ Willson (1985) กล่าวว่าปริมาณน้ำฝนควรอยู่ในช่วง 1,750 - 2,000 มิลลิเมตร/ฤดูกาล ช่วงระยะเวลาในการกระจายตัวของฝนควรนานถึง 9 เดือน ส่วนอีก 3 เดือนควรเป็นหน้าแล้งซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดตาดอกของกาแฟ สอดคล้องกับ Visser and Mallon (2021) กล่าวว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-กันยายน) ถ้ามีปริมาณน้อยสามารถส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของผลเชอร์รี่สดของกาแฟได้ ขณะที่ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) ถ้ามีปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่ที่สามารถส่งผลกระทบต่อ

ปริมาณตาดอกออกอย่างประปราย ให้ผลผลิตต่ำ ยกแก่การดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว เพราะการเจริญเติบโตของตาดอกต้องอาศัยสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง สอดคล้องกับ Department of Agriculture (2019) กล่าวว่าควรมีปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี และต้องมีการกระจายน้ำฝนอย่างน้อย 5 - 8 เดือน

2. การคายน้ำและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟอะราบิกา

การคายน้ำแท้จริง (ET_c) ของกาแฟอะราบิกา สายพันธุ์คาติมอร์ในแปลงเกษตรหลวงขุนวางช่วงฤดูการผลิตครั้งที่ 1 (มีนาคม พ.ศ. 2565 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566) ในช่วงระยะดอกบาน (มีนาคม-เมษายน) มีค่าเฉลี่ย 108.7 ± 43.1 มิลลิเมตร/เดือน ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผล (พฤษภาคม-พฤศจิกายน) เฉลี่ย 121.1 ± 23.4 มิลลิเมตร/เดือน และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอก (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) เฉลี่ย 13.8 ± 8.5 มิลลิเมตรต่อเดือน ที่มีค่าการคายน้ำแท้จริง (ET_c) ตลอดฤดูปลูก 1,106.5 มิลลิเมตร/ฤดูปลูก สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ในช่วงฤดูการผลิตครั้งที่ 1 ของช่วงระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.90 ± 0.36 ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลเฉลี่ย 1.39 ± 0.29 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกเฉลี่ย 0.15 ± 0.08 มม./มม./เดือน ทั้งตลอดฤดูปลูกครั้งที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ย 1.00 ± 0.23 สำหรับช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 (มีนาคม พ.ศ. 2566 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) ค่าการคายน้ำของพืชแท้จริง (ET_c) ในช่วงระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 13.5 ± 10.8 มิลลิเมตร/เดือน ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลเฉลี่ย 116.6 ± 21.9 มิลลิเมตร/เดือน และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกเฉลี่ย 0.00 ± 0.00 มิลลิเมตร/เดือน ที่มีค่าการคายน้ำแท้จริง (ET_c) ตลอดฤดูปลูก 843.3 มิลลิเมตร/ฤดูปลูก

สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ในช่วงระยะดอกบานเฉลี่ย 0.10 ± 0.08 ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลเฉลี่ย 1.38 ± 0.30 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกเฉลี่ย 0.00 ± 0.00 มม./มม./เดือน ทั้งตลอดฤดูปลูกครั้งที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 ± 0.26 ดัง Figure 3 สำหรับแปลงเกษตรหลวงแม่จอนที่ปลูกกาแฟอะราบิกา สายพันธุ์ H420 ช่วงฤดูการผลิตครั้งที่ 1 ในช่วงระยะดอกบาน (มีนาคม-เมษายน) มีค่าเฉลี่ย 102.4 ± 47.2 มิลลิเมตร/เดือน ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผล (พฤษภาคม-พฤศจิกายน) เฉลี่ย 140.1 ± 19.7 มิลลิเมตร/เดือน และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอก (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) เฉลี่ย 9.3 ± 9.3 มิลลิเมตร/เดือน ที่มีค่าการคายน้ำแท้จริง (ET_c) ตลอดฤดูปลูก 1,213.5 มิลลิเมตร/ฤดูปลูก สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ในช่วงฤดูการผลิตครั้งที่ 1 ของช่วงระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.85 ± 0.39 ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลเฉลี่ย 1.57 ± 0.22 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกเฉลี่ย 0.10 ± 0.10 มม./มม./เดือน ทั้งตลอดฤดูปลูกครั้งที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ย 1.08 ± 0.23 สำหรับช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 (มีนาคม พ.ศ. 2566 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) มีค่าการคายน้ำของพืชแท้จริง (ET_c) ในช่วงระยะดอกบานเฉลี่ย 23.7 ± 18.4 มิลลิเมตร/เดือน ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลเฉลี่ย 135.3 ± 24.5 มิลลิเมตร/เดือน และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกเฉลี่ย 0.00 ± 0.00 มิลลิเมตร/เดือน ที่มีค่าการคายน้ำแท้จริง (ET_c) ตลอดฤดูปลูก 994.2 มิลลิเมตร/ฤดูปลูก ตามลำดับ สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ในช่วงระยะดอกบานเฉลี่ย 0.17 ± 0.13 ตามด้วยระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลเฉลี่ย 1.48 ± 0.30 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกเฉลี่ย

0.00±0.00 ทั้งตลอดฤดูกาลปลูกครั้งที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ย 0.89±0.27 ดัง Figure 4

จากข้อมูลดังกล่าวค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแพคาติมอร์ของเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตลอดฤดูกาลปลูกทั้ง 2 มีค่าเฉลี่ย 1.00±0.23 และ 0.82±0.26 ขณะที่สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแพ H420 ของเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) มีค่าเฉลี่ย 1.08±0.23 และ 0.89±0.27 มีค่าใกล้เคียงกับ Allen *et al.* (1988) รายงานค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแพที่ไม่มีวัชพืชปกคลุมในพื้นที่ตลอดฤดูกาลเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 0.90 ถึง 0.95 และสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแพที่มีวัชพืชปกคลุมในพื้นที่อยู่ในช่วง 1.05 ถึง 1.10 สอดคล้องกับ Doorenbos and Pruitt (1977) และ Silva *et al.* (2008) ได้มีการศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแพอะราบิกาอายุ 3 ถึง 5 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำตลอดฤดูกาลเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแพในช่วงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอก (ธันวาคม - กุมภาพันธ์) ของแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ทั้ง 2 ฤดูกาลปลูกมีค่าเฉลี่ย 0.15±0.08 และ 0.00±0.00 สอดคล้องกับแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) มีค่าเฉลี่ย 0.10±0.10 และ 0.00±0.00 Thongaram *et al.* (1999) กล่าวว่าสำหรับระยะการสร้างตาดอก (flowering bud formation) ต้องผ่านช่วงแล้งระยะเวลาหนึ่งส่งผลทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 0.00 ตามลำดับ

3. ผลผลิตสดเชอร์รี่และปริมาณรอยเท้าน้ำของกาแพอะราบิกา

ผลผลิตสดเชอร์รี่ของกาแพอะราบिकासายพันธุ์คาติมอร์ในแปลงเกษตรหลวง (ขุนวาง) ในช่วงฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 1 (มีนาคม พ.ศ. 2565 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566) ให้ผลผลิตสดเชอร์รี่เฉลี่ย 1.24±0.28 ตัน/ไร่เนื้อที่ให้ผล (เนื้อที่ให้ผลคำนวณจากระยะระหว่างแถวและต้น 2 x 2 เมตร จำนวน 400 ต้นที่ให้ผลผลิตทุกต้น/ไร่)

ขณะที่ฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 2 เฉลี่ย 4.31±0.86 ตัน/ไร่ ตามลำดับ สำหรับกาแพอะราบिकासายพันธุ์ H420 ในแปลงเกษตรหลวง (แม่จอน) ฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 1 ให้ผลผลิตสดเชอร์รี่เฉลี่ย 2.29±0.78 ตัน/ไร่ ขณะที่ฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 2 เฉลี่ย 2.53±0.51 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ดัง Figure 5 จากข้อมูลดังกล่าวผลผลิตเชอร์รี่สดของกาแพทั้ง 2 สายพันธุ์ให้ผลผลิตแต่ละฤดูกาลค่อนข้างมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ Usva *et al.* (2020) ได้ทำการสำรวจผลผลิตสดเชอร์รี่ของแปลงเกษตรกรที่ปลูกกาแพอะราบิกาในประเทศบราซิล ฮอว์นดูร์ส และนิคารากัวมีผลผลิตเฉลี่ย 1.78 0.89 และ 0.76 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ Silva *et al.* (2022) รายงานว่าผลผลิตเชอร์รี่สดของกาแพอะราบิกาในสภาพอากาศประเทศบราซิลให้ผลผลิตเฉลี่ย 0.82 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ในฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 2 ให้ผลผลิตมากกว่าฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 1 เนื่องจากระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอก (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) มีปริมาณน้ำฝนที่ตกในฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 2 เฉลี่ย 1.7±1.1 มิลลิเมตร/เดือน น้อยกว่าฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 1 เฉลี่ย 19.5±6.7 มิลลิเมตร/เดือน เพราะ Visser and Mallon (2021) กล่าวว่าในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม - กุมภาพันธ์) ถ้ามีปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณตาดอกออกอย่างประปราย ให้ผลผลิตต่ำยากแก่การดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว เพราะการเจริญเติบโตของตาดอกต้องอาศัยสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้งประมาณ 2 ถึง 3 เดือน ดังกล่าวในการพัฒนาของตาดอกให้สมบูรณ์ (bud formation stage) สำหรับปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทาและปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมด แปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ในฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 1 (มีนาคม พ.ศ. 2565 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566) มีปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียวเฉลี่ย 1,832.6±636.2 ลิตร/กิโลกรัม ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทาเฉลี่ย 1.5±0.5 ลิตร/กิโลกรัม รวมเป็นปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมด

เฉลี่ย $1,834.1 \pm 636.8$ ลิตร/กิโลกรัม ขณะที่ในฤดูการผลิตครั้งที่ 2 (มีนาคม พ.ศ. 2566 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) มีปริมาณรอยเท้าสีเขียว ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา และปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดลดลง เนื่องจากมีผลผลิตเชอร์รี่สดต่อไร่ที่เพิ่มขึ้นจากฤดูการผลิตครั้งที่ 1 จากค่าเฉลี่ย 1.24 ± 0.28 ตัน/ไร่เนื้อที่ให้ผล เป็น 4.31 ± 0.86 ตัน/ไร่เนื้อที่ให้ผล ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร/หน่วยผลิตผลเชอร์รี่สด) ของกาแฟอะราบิกาลดลงที่มีปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียวเฉลี่ย 355.8 ± 71.7 ลิตร/กิโลกรัม ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทาเฉลี่ย 0.3 ± 0.1 ลิตร/กิโลกรัม รวมเป็นปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดเฉลี่ย 356.0 ± 71.7 ลิตร/กิโลกรัมตามลำดับดัง Figure 5 คล้ายคลึงกับแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) ในฤดูการผลิตครั้งที่ 1 มีปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียวเฉลี่ย $1,245.3 \pm 294.1$ ลิตร/กิโลกรัม ปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงินเฉลี่ย 42.8 ± 10.0 ลิตร/กิโลกรัม ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทาเฉลี่ย 0.2 ± 0.0 ลิตร/กิโลกรัม รวมเป็นปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดเฉลี่ย $1,288.2 \pm 303.1$ ลิตร/กิโลกรัมตามลำดับ เนื่องจากมีการให้น้ำชลประทานเสริมในฤดูการผลิตครั้งที่ 1 เพียงระยะเวลา 2 เดือน ในช่วงมีนาคม พ.ศ. 2565 ที่มีการให้น้ำเฉลี่ย 20.7 ± 2.7 มิลลิเมตร/เดือน และเดือน เม.ย. 65 เฉลี่ย 21.3 ± 2.1 มิลลิเมตร/เดือน เนื่องจากความชื้นดินในช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีความชื้นดินอยู่ในระดับต่ำประกอบกับเพื่อรักษาความสมบูรณ์ของต้นกาแฟสายพันธุ์ H420 ในการ

เริ่มต้นการทดลองและเก็บข้อมูลดังกล่าวทำให้มีการแสดงผลของปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงินในช่วงฤดูการผลิตครั้งที่ 1 ดังกล่าว ขณะที่ในฤดูการผลิตครั้งที่ 2 (มีนาคม พ.ศ. 2566 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) มีปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา และปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดลดลง เนื่องจากมีผลผลิตเชอร์รี่สดต่อไร่ที่เพิ่มขึ้นจากฤดูการผลิตครั้งที่ 1 จากค่าเฉลี่ย 2.29 ± 0.78 ตัน/ไร่เนื้อที่ให้ผล เป็น 2.53 ± 0.51 ตัน/ไร่เนื้อที่ให้ผล ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำลิตรต่อหน่วยผลิตผลเชอร์รี่สดของกาแฟอะราบิกาลดลงที่มีปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียวเฉลี่ย 769.2 ± 175.0 ลิตร/กิโลกรัม ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทาเฉลี่ย 0.1 ± 0.0 ลิตร/กิโลกรัม รวมเป็นปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดเฉลี่ย 769.4 ± 175.0 ลิตร/กิโลกรัมตามลำดับดัง Figure 5 จากผลดังกล่าวทั้งหมดพบว่า ปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมด ทั้ง 2 ฤดูการผลิตทั้งในแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวางและแม่จอน) มีปริมาณรอยเท้ารวมทั้งหมดน้อยกว่า Silva *et al.* (2022) รายงานว่าปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดของกาแฟอะราบิกาในสภาพอากาศของประเทศบราซิลมีปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดของกาแฟอะราบิกาเฉลี่ย $2,498.7$ ลิตร/กิโลกรัมของผลสดเชอร์รี่ ขณะที่ Hoekstra and Chapagain (2008) รายงานว่าปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดต่อผลผลิตเชอร์รี่สดของกาแฟทั่วโลกเฉลี่ย $17,373$ ลิตร/กิโลกรัม

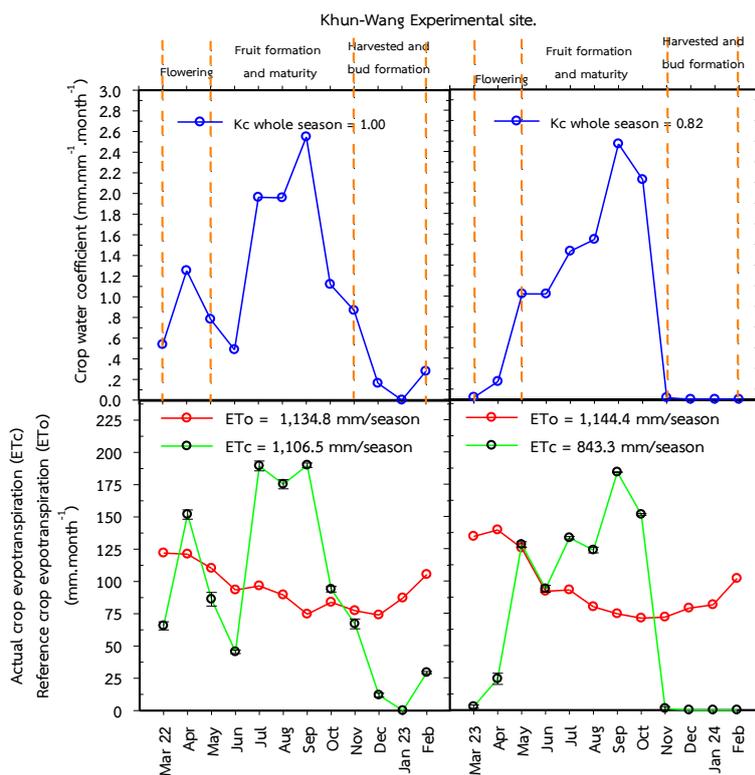


Figure 3 Actual crop evapotranspiration (ETc) and crop water coefficient (Kc) of Catimor cultivar

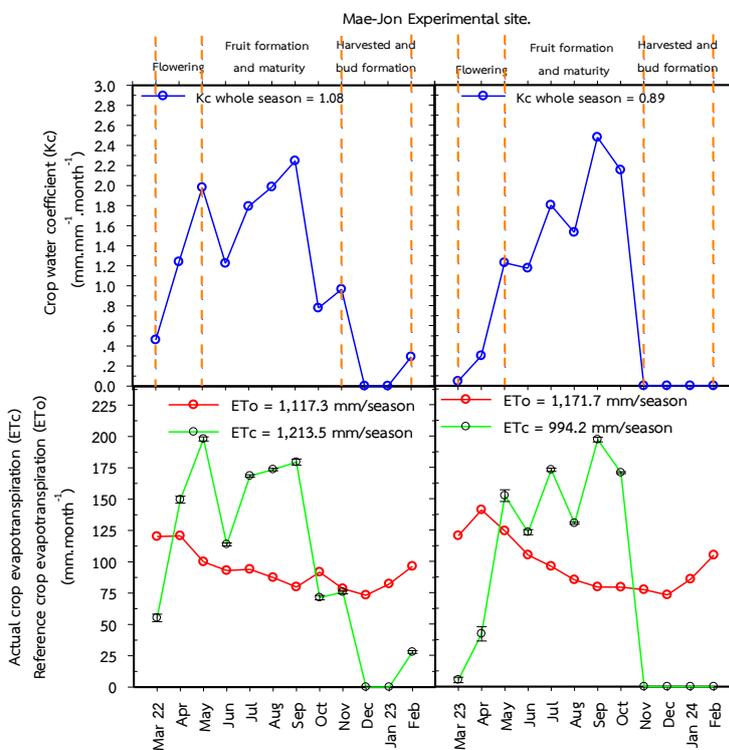


Figure 4 Actual crop evapotranspiration (ETc) and crop water coefficient (Kc) of H420 cultivar

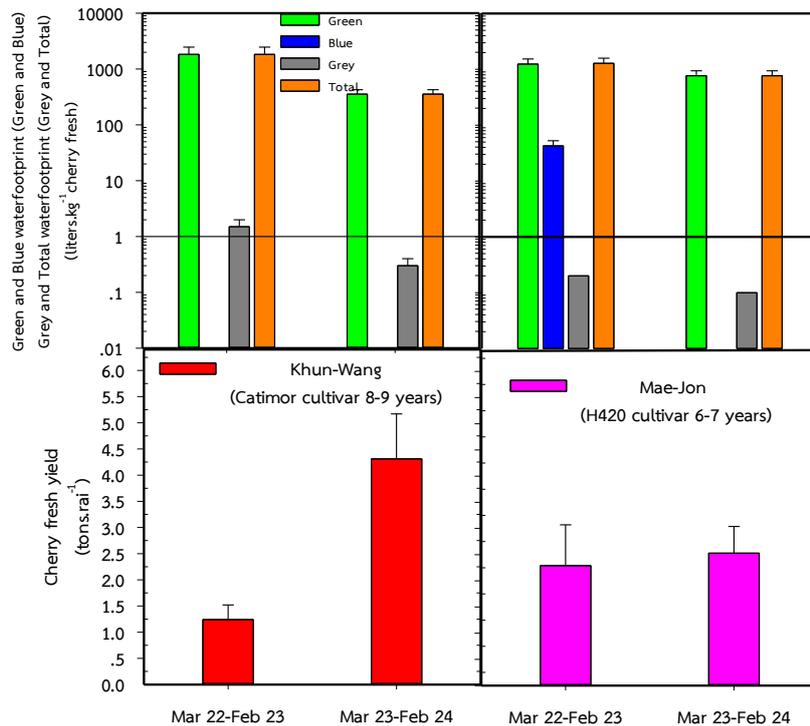


Figure 5 Cherry fresh yield and water footprint amount on both experimental sites

สรุปผลการทดลอง

สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของกาแพอะราบिकासายพันธุ์คาติมอร์อายุ 8-9 ปี ของแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ช่วงฤดูการผลิตครั้งที่ 1 (มีนาคม พ.ศ. 2565 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566) ช่วงระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.90±0.36 ระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลมีค่าเฉลี่ย 1.39±0.29 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกมีค่าเฉลี่ย 0.15±0.08 ที่มีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลเท่ากับ 1.00±0.23 สำหรับช่วงผลผลิตครั้งที่ 2 (มีนาคม พ.ศ. 2566 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) ช่วงระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.10±0.08 ระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลมีค่าเฉลี่ย 1.38±0.30 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกมีค่าเฉลี่ย 0.00±0.00 ที่มีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลเท่ากับ 0.82±0.26 ขณะที่แปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) ที่ปลูกกาแพอะราบिकासายพันธุ์ H420 อายุ 6 - 7 ปี ในช่วงฤดูการผลิตครั้งที่ 1 ระยะ

ดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.85±0.39 ระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลมีค่าเฉลี่ย 1.57±0.22 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกมีค่าเฉลี่ย 0.10±0.10 มม./มม./เดือน ที่มีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลเฉลี่ย 1.08±0.23 สำหรับช่วงผลผลิตครั้งที่ 2 (มีนาคม พ.ศ. 2566 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567) ระยะดอกบานมีค่าเฉลี่ย 0.17±0.13 ระยะพัฒนาจนถึงการสุกแก่ของผลมีค่าเฉลี่ย 1.48 ± 0.30 และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงสร้างตาดอกมีค่าเฉลี่ย 0.00±0.00 ที่มีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลเท่ากับ 0.89±0.27 สำหรับผลผลิตสดเชอร์รี่ของกาแพอะราบิกาของแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ในช่วงฤดูการผลิตทั้ง 2 ฤดูกาลให้ผลผลิตสดเชอร์รี่มีค่าเฉลี่ย 1.24±0.28 และ 4.31±0.86 ตัน/ไร่ ขณะที่กาแพอะราบิกาของแปลงเกษตรหลวงแม่จอน ทั้ง 2 ฤดูกาลให้ผลผลิตสดเชอร์รี่เฉลี่ย 2.29±0.78 และ 2.53±0.51 ตัน/ไร่ สำหรับปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว สีน้ำเงิน สีเทาและปริมาณรอยเท้าน้ำรวมทั้งหมดใน

ฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1,832±636.2 0.0±0.0 1.5±0.5 และ 1,834.1±636.8 ลิตร/กิโลกรัมของผลเชอร์รี่สดตามลำดับ ขณะที่ปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว สีนํ้าเงินสีเทา และปริมาณรอยเท้านํ้ารวมทั้งหมดเฉลี่ยในฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 355.8±71.7 0.0±0.0 0.3±0.1 และ 356.0±71.7 ลิตร/กิโลกรัมของผลเชอร์รี่ตามลำดับ ขณะที่แปลงเกษตรหลวงแม่จอนที่มีปริมาณรอยเท้านํ้าสีเขียว สีนํ้าเงิน สีเทา และปริมาณรอยเท้านํ้ารวมทั้งหมดเฉลี่ยในฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1,245.3±294.1 42.8±10.0 0.2±0.0 และ 1,288.2±303.1 ลิตร/กิโลกรัมของผลเชอร์รี่สดตามลำดับ ขณะที่ปริมาณรอยเท้านํ้าสีเขียว สีนํ้าเงิน สีเทา และปริมาณรอยเท้านํ้ารวมทั้งหมดเฉลี่ยในฤดูกาลผลผลิตครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 769±175.0, 0.0±0.0 0.1±0.0 และ 769.4±175.0 ลิตร/กิโลกรัมของผลเชอร์รี่สดตามลำดับ ภายใต้สภาวะที่มีปริมาณน้ำฝนตกของแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ทั้ง 2 ฤดูกาลเก็บเกี่ยวเท่ากับ 2,792.9 และ 2,020.0 มิลลิเมตร/ฤดูกาลปลูก ตลอดจนแปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เท่ากับ 2,839.3 และ 2,415.6 มิลลิเมตร/ฤดูกาลปลูก ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนวิจัยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งกรมวิชาการเกษตรที่สนับสนุนสถานที่ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Allen, R. G., L. S. Perreira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome.
- Arphasiripon, P. 1986. Coffee plantation. Horticultural Research Institute, Department of Agriculture. [in Thai]
- Babel, M. S., B. Shrestha and S. R. Perret. 2011. Hydrological impact of biofuel production: A case study of the Khlong Phlo watershed in Thailand. Agriculture Water Management 101(1): 8-26.
- Chapagain, A. K., A. Y. Hoekstra, H. H. G. Savenije and R. Gautam. 2009. The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. Ecological Economics 60(1): 186-203.
- Department of Agriculture. 2019. Arabica coffee production management handbook. Horticultural Research Institute, Ministry of Agriculture and Cooperative. [in Thai]
- Department of Soil Science. 2001. Soil science fundamental. Faculty of Agriculture, Kasetsart University. [in Thai]
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper, Rome.

- Haggar, J. and K. Schepp. 2012. Coffee and climate change: Impacts and options for adaptation in Brazil, Guatemala, Tanzania and Vietnam. *Climate change, Agriculture and Natural Resources*. University of Greenwich, London.
- Highland Research and Development Institute. 2015. Quality arabica coffee production and cultivation handbook. Royal Project. [in Thai]
- Hoekstra, A.Y. and A. K. Chapagain. 2008. *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*. Blackwell Publishing, UK.
- Hoekstra, A. Y. and P. Q. Hung. 2005. Globalization of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environment Change* 15(1): 45-56.
- Jermisiri, C. 2003. Soil physical properties analysis methodology. *Agricultural Production Sciences Research and Development Bureau, Department of Agriculture*. [in Thai]
- Liu, C., C. Kroeze, A.Y. Hoekstra and W. Gerbens-Leenes. 2012. Past and future trends in grey water footprints of anthropogenic nitrogen and phosphorus input to major world rivers. *Ecological Indicators* 18: 42-49.
- Meteorological Department. 2019. *Meteorology. The Promotion of Academic Olympiad and Development of Science Education Foundation, Ministry of Digital Economy and Society*. [in Thai]
- Niyibigira, E. I. 2019. Arabica coffee handbook a sustainable coffee industry with high stakeholder value for social economic transformation. Coffee Development Authority, Uganda.
- Patthanapichai, S., T. Hongchotithanawadee, I. Kritsom, W. Ngamsomjit and N. Wongsuphaluk. 2019. Robusta coffee water use coefficient in yield early stage. *Irrigation Agricultural New Journal* 23(88): 6-14. [in Thai]
- Picetti, R., M. Deeney, S. Pastorino, M. R. Miller, A. Shah, D. A. Leon, A. D. Dangour and R. Green. 2022. Nitrate and nitrite contamination in drinking water and cancer risk. A system review with meta-analysis. *Environmental Research* 210: 112988.
- Ratthamma, P. 2012. An efficient water usage about water footprint. *The Department of Science Service Journal* (60) 189: 35-37. [in Thai]
- Silva, C.A., R.E.F. Teodoro and B. Melo. 2008. Productivity and yield of coffee plant under irrigation levels. *Pesq Agropecu Bras* 43(3): 387-394.
- Silva, L. M. R., M. F. Ribeiro, W. P. M. Ferreira, P. R. R. Junior and R. B. A. Fernandes,. 2022. Water footprint of Arabica coffee from "Matas de Minas" under shade management. *Revista Ceres* 69(4): 488-494.
- Sun, H., Y. Shen, Q. Yu, G. N. Flerchinger, Y. Zhang, C. Liu and X. Zhang. 2010. Effect of precipitation change on water balance and WUE of the winter wheat-summer maize rotation in the north China plain.

Agricultural Water Management 97(8) :
1139-1145.

Thongaram, D., W. Tangkoskul, N. Jiracheewee and
I. Nanthakrit. 1999. Design and water
supply technology. Kehakaset Magazine.
[in Thai]

Trade Policy and Strategy Office. 2024. Present
Thailand coffee situation. Ministry of
Commerce.

Usva K., T. Sinkko, F. Silvenius, L. Riipi and H.
Hannele. 2020. Carbon and water footprint
of coffee consumed in Finland-life cycle
assessment. The International Journal of
Life Cycle Assessment 25: 1976-1990.

Visser, M. and G. Mallon. 2021. The water footprint
of Arabica and Robusta coffee bean
production in South America. Thesis Faculty
Spatial Science is powered, University of
Southampton.

Willson, K.C. 1985. Climate and soil. Springer Nature
Link 97-98.

Xu, Y., K. Huang, Y. Yu and X. Wang. 2015. Changes
in water footprint of crop production in
Beijing from 1978 to 2012: A logarithmic
mean Divisia index decomposition analysis.
Journal of Cleaner Production 87: 180-187.

ผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อผลผลิตข้าว กข43 และสมบัติดินบางประการในนาข้าวอินทรีย์

Effect of Vermicompost Combined with *Trichoderma* sp. on RD43 Rice Yield and Some Soil Properties in Organic Paddy Field

ปรัชวณี พิบัติรุ่ง^{1*} เพชรพิกุล ขำอ่อน¹ วุฒิพงษ์ แบ่งใจ¹ ธีรพล ทรัพย์บุญ² พิชิต โชดก¹ และช่อเพชร จำปี³
Prachwane Pibumrung^{1*} Petchpikul Khum-on¹ Wuthipong Pangjai¹ Theeraphol Sapboon² Pichit Chodok¹
and Chophet Jumpee³

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

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

²สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

²Division of Management Engineering, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000

³สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

³Division of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000

* Corresponding author: prachwaneepibumung@gmail.com

(Received: 1 October 2024; Revised: 11 November 2024; Accepted: 4 December 2024)

Abstract

The objective of this research was to determine the effect of vermicompost and *Trichoderma* sp. combined application on RD43 rice yield and some soil properties in farmers' organic fields, Phachi district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design with 5 treatments and 6 replications consisting of treatment 1 (T1) no application of vermicompost and *Trichoderma* sp. (Control), treatment 2 (T2) application of 1,000 kg/rai of vermicompost, treatment 3 (T3) application of 1,000 kg/rai of vermicompost and 1 kg/rai of *Trichoderma* sp., treatment 4 (T4) application of 1,000 kg/rai of vermicompost and 2 kg/rai of *Trichoderma* sp. and treatment 5 (T5) application of 1,000 kg/rai of vermicompost and 3 kg/rai of *Trichoderma* sp. The result showed that the application of 1,000 kg/rai of vermicompost and 2 kg/rai of *Trichoderma* sp. resulted in the highest plant height of 102.12 cm, tillers per hill of 15.17, number of grains per panicle of 131.63, grain yield of 616.23 kg/rai and straw dry weight of 988.56 kg/rai, respectively. In addition, receiving such treatment also lead to the highest amount of organic matter and total nitrogen (3.79% and 0.48%, respectively) ($p < 0.01$). The results of this research suggest that the application of vermicompost combined with *Trichoderma* sp. in organic rice fields can increase the yield of RD43 rice and plant nutrients in the soil.

Keywords: Yield components, organic fertilizer, organic matter, soil nutrients

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) ต่อผลผลิตข้าว กข43 และสมบัติของดินบางประการในแปลงนาข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร อำเภอภาชี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก ทั้งหมด 6 ซ้ำ จำนวน 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 (T1) ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและเชื้อราไตรโคเดอร์มา (ควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 (T2) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ 3 (T3) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กก./ไร่ และเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 1 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ 4 (T4) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กก./ไร่ และเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 2 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ 5 (T5) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอัตรา 1,000 กก./ไร่ และเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 3 กก./ไร่ ผลการวิจัยพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กก./ไร่ และเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 2 กก./ไร่ ให้ความสูงต้นข้าวสูงสุด 102.12 ซม. จำนวนต้นสูงสุด 15.17 ต้น/กอ จำนวนเมล็ดสูงสุด 131.63 เมล็ด/รวง ผลผลิตเมล็ดสูงสุด 616.23 กก./ไร่ และน้ำหนักฟางแห้งสูงสุด 988.56 กก./ไร่ ตามลำดับ รวมทั้งดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงสุด (3.79% และ 0.48% ตามลำดับ) ($P < 0.01$) ผลการวิจัยครั้งนี้เสนอแนะว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในนาข้าวอินทรีย์ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าว กข43 และธาตุอาหารพืชในดินนาได้

คำสำคัญ: องค์ประกอบผลผลิต ปุ๋ยอินทรีย์ อินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารในดิน

คำนำ

ข้าวพันธุ์ กข43 (RD43) เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวสั้น 95 วัน ผลผลิตประมาณ 561 กิโลกรัม/ไร่ คุณภาพการหุงต้มเมล็ดข้าวสุกนุ่ม มีกลิ่นหอมอ่อน ปริมาณอะไมโลสต่ำ (18.82 เปอร์เซ็นต์) (Rice Department, 2023) มีคาร์โบไฮเดรตที่ทนต่อการย่อยได้ดีกว่าข้าวอะไมโลสต่ำสายพันธุ์อื่น มีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ จัดเป็นข้าวทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือด จึงตอบสนองตลาดข้าวและตลาดสุขภาพได้ (Wasusun *et al.*, 2017) สำหรับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตพืชอินทรีย์ เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและจุลินทรีย์ภายในลำไส้ของไส้เดือน จึงมีจุลินทรีย์มากกว่าปุ๋ยหมักทั่วไป ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดิน (Vyas *et al.*, 2022) เป็นแหล่งธาตุอาหารพืชทั้งมหธาตุและจุลธาตุ มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช (Cruz *et al.*, 2024) รวมทั้งมีกรดฮิวมิก ฮอริโมนควบคุมการเจริญเติบโต และเอนไซม์ที่ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ช่วยปรับสมดุลธาตุอาหารพืช

เพิ่มปริมาณสาร อินทรีย์และเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดิน (Oyege and Bhaskar, 2023) ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีปริมาณกรดฮิวมิก มากกว่าปุ๋ยหมักมูลหนอนนม มูลจิ้งหรีด และมูลไก่ (Pibumrung, 2023) สามารถใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ ในต่างประเทศมีรายงานการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว อัตราการใช้ระหว่าง 380 - 800 กิโลกรัมต่อไร่ (Shukla *et al.*, 2017; Pradhan *et al.*, 2022) ในประเทศไทย มีรายงานว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน ช่วยเพิ่มน้ำหนักผลผลิตเมล็ดและตอซังข้าวหอมปทุมธานี 1 ได้ (Sukyankij *et al.*, 2021) และ การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากผักตบชวาที่อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ข้าว กข41 มีจำนวนต้นและผลผลิตสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากผักตบชวาที่อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ เพียงอย่างเดียว (Jianwitthayakul and Somniam, 2021) สำหรับการผลิตข้าวในระบบอินทรีย์ มีรายงานว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดินและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าว โดยการแบ่งใส่

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนให้สอดคล้องกับระยะเวลาเจริญเติบโตของข้าว สามารถเพิ่มผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทั้งหมดแบบรองพื้นครั้งเดียว (Bejbaruah *et al.*, 2013) ในด้านการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) เป็นเชื้อราที่นำมาใช้กันแพร่หลายในการควบคุมทางชีวภาพ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและลดการใช้ปุ๋ยเคมี (Cai *et al.*, 2015) สามารถสร้างสารเมแทบอลิซึมทุติยภูมิกระตุ้นการเจริญเติบโตและสร้างความแข็งแรงให้พืชรวมทั้งออกฤทธิ์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช (Tyskiewicz *et al.*, 2022) ด้านการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีรายงานการศึกษาพบว่า การใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ความเข้มข้นสูง (1010 CFU ต่อลิตร) ในดินผสมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอัตราสูง (1:75 โดยน้ำหนัก) ส่งผลให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีความสูงต้น น้ำหนักแห้ง พื้นที่รากและพื้นที่ใบสูงกว่าต้นกล้ามะเขือเทศในดินผสมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอัตราต่ำ (1:50 และ 1:25 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ) (Silva *et al.*, 2020) และยังมีรายงานการศึกษาพบว่า การใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ระดับความเข้มข้นสูง (มากกว่า 4×10^{11} โคโรเนียต่อกิโลกรัม) ในวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน ส่งผลให้ผักสลัดมีการเจริญเติบโต น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่ำกว่าการไม่ใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา (ชุดควบคุม) (Wiethan *et al.*, 2018) สำหรับข้าว มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำร่วมกับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน และใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่อัตราความเข้มข้นสูง (1.12 กิโลกรัมต่อไร่) ในการปลูกข้าว (*Oryza sativa* L. cv MTU 7029) ส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตเมล็ด และปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสูงกว่าการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่อัตราความเข้มข้นต่ำ (0.8 และ 0.4 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) (Shukla *et al.*, 2017) แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาและปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ใช้มีความสัมพันธ์กันและมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตข้าว อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบการ

ผลิตข้าวอินทรีย์ ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อผลผลิตข้าว กข43 และสมบัติดินบางประการในการผลิตข้าวอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ทำการทดลองในแปลงข้าวอินทรีย์ ศูนย์เรียนรู้โคกหนองนา พัฒนาชุมชน หมู่ที่ 12 ตำบลโคกม่วง อำเภอภาชี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (14°2'33.2" N 100°44'40.4" E) ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2566 เตรียมแปลงนาโดยการไถกลบตอซังและใช้น้ำหมักจุลินทรีย์หมักกล้วย อัตรา 5 ลิตรต่อน้ำ 100 ลิตรต่อไร่ เพื่อเร่งอัตราการย่อยสลายตอซัง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (randomized complete block design; RCBD) จำนวน 5 กรรมวิธี ได้แก่

T1 ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน ไม่ใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา (control)

T2 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

T3 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 1 กิโลกรัมต่อไร่

T4 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่

T5 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่

ทุกกรรมวิธี มี 6 ซ้ำ แต่ละซ้ำทำเป็นแปลงย่อยขนาด 3x5 เมตร โดยการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าว กข43 ในสภาพพลาสติก เมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ทำการปักดำ 3 ต้นต่อหลุม ระยะปลูก 30x30 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนปฏิบัติเหมือนกันทุกกรรมวิธี โดยการหว่านและแบ่งใส่ 3 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ก่อนปักดำ 7 วัน อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 หลังปักดำ 25 วัน

อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 3 ช่วงข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอก (อายุข้าว 55 วัน) อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีที่ใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาทำการผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดกับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน แบ่งใส่ 3 ครั้ง พร้อมการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทุกครั้ง อัตราการใส่ครั้งที่ 1:2:3 เท่ากับ 2:1:1 ของปริมาณเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ใช้ในแต่ละกรรมวิธี หลังปักดำ 15 วัน ฉีดพ่นน้ำหมักผลไม้ อัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรต่อไร่ เมื่อข้าวอายุ 45 วัน ฉีดพ่นน้ำหมักฮอร์โมนไข่ อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรต่อไร่ ปล๋อยน้ำออกให้แห้ง 2 ครั้ง ระหว่างการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3 เพื่อให้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญเติบโตได้ดีขึ้น หลังปล๋อยน้ำออก 10 วัน ปล๋อยน้ำเข้าและควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในช่วง 5 - 15 เซนติเมตร กำจัดวัชพืชใช้น้ำหมักสะเดาและสมุนไพรฉีดพ่นไล่แมลงตามความจำเป็น และปล๋อยน้ำออกจากรากก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน

การเก็บตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล

ดินในพื้นที่แปลงทดลองเป็นชุดดินท่าเรือ กล่าวคือ เกิดจากตะกอนน้ำพา เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (5.0 - 6.5) ดินบนตอนล่างเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (6.0 - 7.0) พบมวลก้อนกลมของเหล็กและแมงกานีสตลอดหน้าตัดดิน และมีรอยแตกที่ผิวหน้าดินในฤดูร้อน (Department of Land Development, 2024) ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงย่อยที่ความลึก 0 - 15 เซนติเมตร นำมาทำให้แห้ง (air dry) ร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร วิเคราะห์สมบัติดินตามวิธีการ Soil Survey Laboratory Methods (Burt, 2004) วิเคราะห์เนื้อดินด้วยวิธี Pipette method วัดปฏิกริยาดิน อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 ด้วย pH Meter วัดค่าการนำไฟฟ้า อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:5 ด้วย EC meter วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธี Kjeldahl method ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินด้วยวิธี Wet oxidation method ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดโดยวิธี Bray II แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Libra S70, USA) วัดปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วยสารละลาย

1N NH₄OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AA-6200, Japan) และวัดปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วยสารละลาย 2M KCl และกรองสารละลายนำไปวัดปริมาณแอมโมเนียมรูปที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Attanandana and Chanchareonsook, 1999)

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในการศึกษานี้ได้จากฟาร์มในชุมชนเพาะเลี้ยงไส้เดือนสายพันธุ์แอฟริกันไนท์ครอเลอร์ (African night crawler) โดยใช้มูลวัวและเศษผักผลไม้ตามฤดูกาลเป็นอาหารเลี้ยง นำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ (Department of Agriculture, 2008) และปริมาณกรดอินทรีย์ โดยสกัดปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 N (Pant *et al.*, 2012)

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว โดยทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตที่ระยะเก็บเกี่ยวข้าว อายุ 95 วัน โดยสุ่มจำนวน 5 กอต่อแปลงย่อย วัดความสูงต้น จำนวนต้นตอก จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์) และเก็บตัวอย่างข้าวทั้งต้นยกเว้นราก แยกส่วนลำต้น ใบ และเมล็ด อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งคงที่ นำไปคำนวณดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) จากอัตราส่วนของน้ำหนักผลผลิตเมล็ดต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ดรวมกับฟางข้าว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการวิจัยและวิจารณ์

องค์ประกอบและผลผลิตข้าว

ผลการปลูกข้าวอินทรีย์ กข43 แบบนาข้าวพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาใน

อัตรา 1 2 และ 3 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ความสูงต้น จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ จำนวนเมล็ดตอรวง ผลผลิตต่อไร่ และดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) (Table 1) โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ข้าว กข43 มีความสูงต้นสูงสุด (102.12 เซนติเมตร) จำนวนเมล็ดสูงสุด (131.63 เมล็ดตอรวง) ผลผลิตข้าวสูงสุด (616.23 กิโลกรัมต่อไร่) และน้ำหนักฟางข้าวสูงสุด (988.56 กิโลกรัมต่อไร่) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี โดยให้ผลผลิตเมล็ดข้าว และน้ำหนักฟางข้าวเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน และการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว คิดเป็น 216.75 และ 122.71 เปอร์เซ็นต์ และ 35.22 และ 29.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 1 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตต่อไร่ของลงมามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตเมล็ดข้าว และน้ำหนักฟางข้าวเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน และการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว คิดเป็น 159.90 และ 81.23 เปอร์เซ็นต์ และ 10.96 และ 5.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในทุกกรรมวิธีช่วยให้ข้าว กข43 เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีธาตุอาหารในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ปริมาณสูง (Tancho, 2020) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืชได้โดยตรง อีกทั้งกรดฮิวมิคในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนกระตุ้นให้ข้าวเกิดความเครียดเชิงบวก (Eustress) และเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมแทบอลิซึมผ่านการสังเคราะห์ด้วยแสง การสะสมไนเตรท (NO_3) น้ำตาล คาร์โบไฮเดรต และการระเหยก๊าซของราก ส่งผลให้ข้าวมีมวลชีวภาพรวมสูงขึ้น (Van Tol *et al.*, 2021) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาช่วยให้ข้าว กข43 มีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และการ

ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเชื้อราไตรโคเดอร์มามีกลไกที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ และประสิทธิภาพการใช้น้ำ รวมทั้งการเปิดปิดปากใบและการคายน้ำของใบ ส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทั้งด้านความสูงต้น จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวและน้ำหนักสดของราก (Doni *et al.*, 2014) อีกทั้งกรดอินโดล-3-แอซิดิก (IAA) ที่เชื้อราไตรโคเดอร์มาสร้างขึ้น อาจมีส่วนช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชในระยะแรก (Asghar and Kataoka, 2021) นอกจากนี้เชื้อราไตรโคเดอร์มา เป็นราปฏิปักษ์สามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช และชักนำให้พืชมีความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ จึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีประสิทธิภาพ (Yao *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในอัตราที่สูงขึ้น (3 กิโลกรัมต่อไร่) มีแนวโน้มให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าว กข43 ลดลง เป็นไปได้ว่า การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ระดับความเข้มข้นสูงเกินไป ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว สอดคล้องกับ Juiphan *et al.* (2021) ที่รายงานว่า การทดลองปลูกเมล็ดข้าวด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา ความเข้มข้นสูง 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่งผลให้ข้าวมีค่าดัชนีความแข็งแรงของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าต่ำกว่าการปลูกเมล็ดข้าวด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (0.025 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ดังนั้น การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในอัตราที่สูงขึ้น ควรต้องพิจารณาอัตราการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและประสิทธิภาพการให้ผลผลิตพืชที่สอดคล้องกัน เนื่องจากกรดฮิวมิคในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการหมุนเวียนสารอาหาร (Maji *et al.*, 2017) และเชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญเติบโต ครอบครองพื้นที่ใช้สารอาหารและออกซิเจนได้ดีกว่าจุลินทรีย์อื่นในแหล่งอาศัยเดียวกัน (Yao *et al.*, 2023) มีกลไกที่เกี่ยวข้องกับการดูดใช้ธาตุอาหารพืชและการปล่อยสารคัดหลั่งของราก ซึ่งพืชต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการทั้งทางสรีรวิทยา และชีวเคมีในด้านการเจริญเติบโต การกระตุ้นระบบป้องกัน และการต้านทานความเครียด เพื่อตอบสนองการ

อยู่ร่วมกันในเขตอิทธิพลรากพืชและการเข้าสู่รากของเชื้อราไตรโคเดอร์มา (Sood et al., 2020) จึงอาจส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของพืชได้ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถเพิ่มผลผลิตข้าว กข43 ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชของข้าว อีกทั้งเป็นแหล่งอินทรีย์สารให้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร

ในดินและสร้างสารที่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต รวมทั้งชักนำความต้านทานเชื้อสาเหตุโรคพืชให้ข้าวได้โดยตรง ในทางอ้อมสารชีวมีกในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนกระตุ้นให้ข้าวเกิดความเครียดเชิงบวกช่วยเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหารพืช และเชื้อราไตรโคเดอร์มาช่วยควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในอัตราที่เหมาะสม จึงช่วยส่งเสริมให้ข้าว กข43 มีองค์ประกอบและผลผลิตเพิ่มขึ้นได้

Table 1 Yield and harvest index of RD43 rice variety grown in organic paddy field

| Treatment | Plant height (cm) | No. of tiller/hill | No. of panicle/hill | No. of grain/panicle | Grain yield (kg/rai) | Straw dry weight (kg/rai) | Harvest index (HI) |
|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|
| T1 (Control) | 79.26 c | 8.83 c | 6.50 c | 94.89 c | 194.55 d | 443.87 c | 0.31 b |
| T2 | 86.84 b | 11.17 b | 9.00 b | 114.07 b | 455.71 c | 761.29 b | 0.38 a |
| T3 | 92.97 b | 14.33 a | 10.33 ab | 120.15 b | 505.64 b | 804.42 b | 0.38 a |
| T4 | 102.12 a | 15.17 a | 11.50 a | 131.63 a | 616.23 a | 988.56 a | 0.39 a |
| T5 | 88.05 b | 11.67 b | 8.83 b | 115.42 b | 471.08 c | 790.13 b | 0.38 a |
| F | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 5.54 | 9.41 | 10.87 | 6.73 | 5.16 | 10.31 | 6.92 |

Remarks: **Significant at $p \leq 0.01$, means in the same column followed by different letters were significantly different by DMRT test

สมบัติปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน สมบัติดินก่อนการทดลองและหลังการเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture, 2012) มีสภาพเป็นกลาง (pH 7.15) มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ (EC 1.17 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (43.93 เปอร์เซ็นต์) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 16:1 มีปริมาณธาตุอาหารหลัก 1.58 เปอร์เซ็นต์ Total-N 1.47 เปอร์เซ็นต์ P₂O₅ และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ K₂O ปริมาณโซเดียมต่ำ (0.16 เปอร์เซ็นต์) มีค่าดัชนีการออกสมบูรณ์ (104.79 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณกรดฮิวมิก 6.15 กรัมต่อกิโลกรัม (Table 2)

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่าดินนามีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีสภาพเป็นกลาง (pH 6.90) มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ไม่มีปัญหาดินเค็ม (EC 0.92 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง (3.05 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (31.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (96.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973) (Table 2)

Table 2 Properties of vermicompost and soil at site before planting

| Properties | pH (1:2) | EC (1:10) (dS/m) | OM (%) | Total N (%) | Total P ₂ O ₅ (%) | Total K ₂ O (%) | Soluble Na (%) | C:N ratio | GI index (%) | Moisture (%) | Humic acid (g/kg) |
|--------------|----------|------------------|--------|-------------|---|----------------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Vermicompost | 7.15 | 1.17 | 43.93 | 1.58 | 1.47 | 0.93 | 0.16 | 16:1 | 104.79 | 28.44 | 6.15 |
| Properties | pH (1:1) | EC (1:5) (dS/m) | OM (%) | Total N (%) | Avail. P (mg/kg) | Exch. K (mg/kg) | Exch. Ca (mg/kg) | Exch. Mg (mg/kg) | Sand (%) | Silt (%) | Clay (%) |
| Soil | 6.90 | 0.92 | 3.05 | 0.17 | 31.63 | 96.74 | 2,740.50 | 777.16 | 5.60 | 35.69 | 58.71 |

Table 3 Properties of soil after harvesting RD43 rice

| Treatment | pH (1:1) | EC (1:5) (dS/m) | OM (%) | Total N (%) | Avail. P (mg/kg) | Exch. K (mg/kg) | Exch. Ca (mg/kg) | Exch. Mg (mg/kg) |
|-----------------|----------|-----------------|--------|-------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| T1 (Control) | 6.84 a | 0.98 c | 3.13 c | 0.10 c | 15.77 b | 67.95 b | 1,587.21 b | 678.27 b |
| T2 | 6.72 b | 1.20 b | 3.72 b | 0.42 b | 45.47 a | 138.40 a | 1,947.94 ab | 810.46 a |
| T3 | 6.71 b | 1.22 b | 3.70 b | 0.44 ab | 44.63 a | 136.88 a | 2,330.16 a | 828.91 a |
| T4 | 6.55 c | 1.30 ab | 3.79 a | 0.48 a | 47.60 a | 142.85 a | 2,423.83 a | 842.32 a |
| T5 | 6.51 c | 1.37 a | 3.68 b | 0.41 b | 43.51 a | 135.57 a | 2,105.57 ab | 812.08 a |
| F | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 1.03 | 6.70 | 1.17 | 8.46 | 8.55 | 3.63 | 17.84 | 9.41 |

Remarks: **Significant at $p \leq 0.01$, means in the same column followed by different letters were significantly different by DMRT test

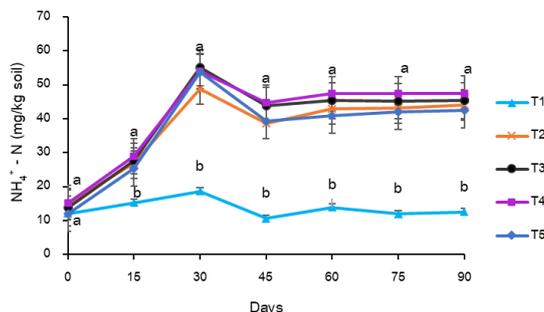


Figure 1 NH₄⁺ - N in soil ($p < 0.01$) during RD43 rice planting in a paddy field

ผลการวิเคราะห์สมบัติดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวพบว่า ดินทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน มีสภาพเป็นกลาง (pH 6.51 - 6.72) มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ (1.20 - 1.37 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (3.68 - 3.79 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลาง (0.41 - 0.48 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงถึงสูงมาก (43.51 - 47.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก (135.57 - 142.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แตกต่างกับกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทุกกรรมวิธีมีผลให้ค่าความเป็นกรด - ด่างของดินลดลง เนื่องจากกิจกรรมเมแทบอลิซึมการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนของจุลินทรีย์มีการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ออกมา (Al-Maamori *et al.*, 2023) ช่วยละลายแร่ธาตุและเพิ่มปริมาณไอออนที่แลกเปลี่ยนที่ได้ ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินเพิ่มขึ้น (Kim and Park, 2024) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน รวมทั้งการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทุกกรรมวิธีส่งผลให้ดินนาหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีปริมาณอินทรีย์วัตถุไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้สูงกว่ากรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นการเพิ่มแหล่ง

คาร์บอนให้จุลินทรีย์ เพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ในดินที่ช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารให้เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น (Ramazanoglu, 2024) ส่งผลให้ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนยังคงมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้น ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน ส่งผลให้ดินนาหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับต่ำกว่าดินก่อนปลูก (Table 3) นอกจากนี้ การแบ่งใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนช่วยเพิ่มปริมาณแอมโมเนียม (NH₄⁺ - N) ในดินตลอดระยะเวลา 90 วัน ได้สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) (Figure 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hoque *et al.* (2022) พบว่า ดินนาที่น้ำท่วมขังและใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีกระบวนการมีเอนไซม์ไลเซชันของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าดินนาที่น้ำท่วมขังและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน โดยหลังการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน ดินมีปริมาณ NH₄⁺ และ PO₄³⁻, HPO₄²⁻ และ H₂PO₄⁻ เพิ่มขึ้น และคงที่ในระดับสูงเพียงพอตลอดระยะเวลาเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าว ซึ่งอาจเป็นเพราะการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดินที่มีน้ำท่วมขัง ส่งผลให้มีการใช้อินทรีย์สารและปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะดินนาที่เป็นดินเหนียวมีแนวโน้มดูดซับธาตุอาหารและตรึงฟอสฟอรัสไว้ได้สูง การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนลงไปดินช่วยเพิ่มมวลชีวภาพคาร์บอนของจุลินทรีย์และกิจกรรมเอนไซม์เอซิด

ฟอสฟาเตส (acid phosphatase) ละลายฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้สูงขึ้น (Zhang *et al.*, 2020) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ดินนาหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด (3.79 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกกรรมวิธี และมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด (0.48 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 1 กิโลกรัมต่อไร่ (0.44 เปอร์เซ็นต์) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 1 และ 3 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณไนโตรเจนในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นปัจจัยจำกัดการใช้อินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในดิน เพราะจุลินทรีย์ใช้อินทรีย์สารในการสร้างมวลชีวภาพ ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจึงมีมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจนสูงชันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยและดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี (Zhao *et al.*, 2017) สอดคล้องกับการศึกษาของ Pang *et al.* (2017) ที่พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินสูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์แต่ไม่ใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา เนื่องจากเชื้อราไตรโคเดอร์มามีการปล่อยสารออกซิน และสารทุติยภูมิที่มีผลต่อการปล่อยสารค้ำหลังของรากในเขตอภิวรรากพืช (rhizosphere) ส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวน และความหลากหลายของจุลินทรีย์หมุนเวียนสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในวัฏจักรชีวภาพ รวมทั้งเชื้อราไตรโคเดอร์มาช่วยส่งเสริมกิจกรรมฟอสฟาเตส (phosphatase activity) และมีเนอรัลไลเซชันไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ในดิน (Asghar and Kataoka, 2021) กล่าวได้ว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มและรักษา

ความอุดมสมบูรณ์ของดินนาได้ โดยปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีธาตุอาหารพืช ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ รวมทั้งส่งเสริมกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารในดิน และเชื้อราไตรโคเดอร์มาช่วยหมุนเวียนอินทรีย์สารเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นให้พืชส่งเสริมผลผลิตนาให้สูงขึ้นตามแนวทางเกษตรอินทรีย์

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน ที่อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ข้าว กข43 มีความสูงต้น จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และผลผลิตต่อไร่สูงสุด รวมทั้งให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี โดยการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มให้ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง มีค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น และมีปริมาณธาตุอาหารในดินสูงชันแตกต่างกับการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ผลจากการวิจัยนี้ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตข้าว กข43 และธาตุอาหารในดินนาได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นทางเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ส่งเสริมการผลิตข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ได้อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัย กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

เอกสารอ้างอิง

- Al-Maamori, H. A. , A. D. Salman, M. Al-Budeiri, Y. A. O. Al-Shami and E. M. Al-shaabani. 2023. Effect of vermicompost production on some soil properties and nutrients in plants. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1214(1): 012006. Available: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1214/1/012006>.
- Asghar, W. and R. Kataoka. 2021. Effect of co-application of *Trichoderma* spp. with organic composts on plant growth enhancement, soil enzymes and fungal community in soil. Archives of Microbiology 203(7): 4281-4291. Available: <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02413-4>.
- Attanandana, T. and J. Chanchareonsook. 1999. Soil and plant analysis. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. [in Thai]
- Bejbaruah, R. , R. C. Sharma and P. Banik. 2013. Split application of vermicompost to rice (*Oryza sativa* L.): Its effect on productivity, yield components, and N dynamics. Organic Agriculture 3: 123-128. Available: <https://doi.org/10.1007/s13165-013-0049-8>.
- Burt, R. 2004. Soil survey laboratory methods manual. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington DC.
- Cai, F. , W. Chen, Z. Wei, G. Pang, R. Li, W. Ran and Q. Shen. 2015. Colonization of *Trichoderma harzianum* strain SQR-T037 on tomato roots and its relationship to plant growth, nutrient availability and soil microflora. Plant and Soil 388: 337-350. Available: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2326-z>.
- Cruz, G. S. J., P. H. Hermes, S. V. Miriam and A. M. López. 2024. Benefits of vermicompost in agriculture and factors affecting its nutrient content. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 24 : 4898-4917. Available: <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01880-0>.
- Department of Agriculture. 2008. Organic fertilizer analysis manual. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. [in Thai]
- Department of Agriculture. 2012. Announcement from the Department of Agriculture regarding registration applications issuance of registration certificate and amendments to the organic fertilizer registration list 2012. Available: <https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/FEDOA5.pdf> (August 22, 2024). [in Thai]
- Department of Land Development. 2024. Soil map of Phachi district. Available: http://oss101.ldd.go.th/web_th_soilseries/01_central/14_Ayutthaya/14_map/14_AMP/1409.pdf (March 2, 2024). [in Thai]
- Doni, F. , A. Isahak, C. R. C. M. Zain and W. M. W. Yusoff. 2014. Physiological and growth response of rice plants (*Oryza sativa* L.) to *Trichoderma* spp. inoculants. AMB Express 4(45): 1-7.
- FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973. Soil interpretation handbook for Thailand. Department of Land Development,

- Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.
- Hoque, T.S., A.K. Hasan, M.A. Hasan, N. Nahar, D.K. Dey, S. Mia, Z.M. Solaiman and M.A. Kader. 2022. Nutrient release from vermicompost under anaerobic conditions in two contrasting soils of Bangladesh and its effect on wetland rice crop. *Agriculture* 12(3): 376. Available: <https://doi.org/10.3390/agriculture12030376>.
- Jianwitchayakul, P. and P. Somniam. 2021. Efficiency of vermicompost from water hyacinth on growth, yield and yield component of rice var. RD41. *Khon Kaen Agriculture Journal Supplement* 49(1): 949-955. [in Thai]
- Juiphan, R., B. Pensuriya, P. Nitmee, P. Kaewsri, S. Wongsatchanan, T. Pinsanthie, R. Chindachia, J. Mungngam, P. Pratubkong, N. Chachai and J. Sreesaeng. 2021. Influence of *Trichoderma harzianum* and germination test methods on germination and seedling growth of Indica and Japonica rice. *Journal of Agricultural Science* 52(3): 325-340. [in Thai]
- Kim, H.N. and J.H. Park. 2024. Monitoring of soil EC for the prediction of soil nutrient regime under different soil water and organic matter contents. *Applied Biological Chemistry* 67(1): 1-9. Available: <https://doi.org/10.1186/s13765-023-00849-4>.
- Maji, D., P. Misra, S. Singh and A. Kalra. 2017. Humic acid rich vermicompost promotes plant growth by improving microbial community structure of soil as well as root nodulation and mycorrhizal colonization in the roots of *Pisum sativum*. *Applied Soil Ecology* 110: 97-108. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.10.008>.
- Oyege, I. and M.S.B. Bhaskar. 2023. Effects of vermicompost on soil and plant health and promoting sustainable agriculture. *Soil Systems* 7(4): 101. Available: <https://doi.org/10.3390/soilsystems7040101>.
- Pang, G., F. Cai, R. Li, Z. Zhao, R. Li, X. Gu, Q. Shen and W. Chen. 2017. *Trichoderma*-enriched organic fertilizer can mitigate microbiome degeneration of monocropped soil to maintain better plant growth. *Plant and Soil* 416: 181-192. Available: <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3178-0>.
- Pant, A.P., T.J.K. Radovich, N.V. Hue and R.E. Paull. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Scientia Horticulturae* 148: 138-146. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.09.019>.
- Pibumrung, P. 2023. Chemical properties of aerated compost teas on growth and nitrate content of lettuce in hydroponics system with deep flow technique (DFT). *Journal of Agricultural Production* 5(1): 135-148. [in Thai]
- Pradhan, S.R., S. Dash, M.R. Chowdhury, S.P. Das, K. Sar and S. Moharana. 2022. Impact of integrated vermicompost and chemical fertilizer use on productivity, nutrient uptake and economics of rice. *Biological Forum- An International Journal* 14(2a): 89-95.

- Ramazanoglu, E. 2024. Effects of vermicompost application on plant growth and soil enzyme activity in wheat (*Triticum aestivum* L.) monitored by thermal imaging. *Cogent Food and Agriculture* 10(1) : 2373872. Available: <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2373872>.
- Rice Department. 2023. Rice knowledge bank RD43. Available: <https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3> (August 20, 2023). [in Thai]
- Shukla, S., R.N. Meena, V.K. Verma and R.K. Singh. 2017. Effect of various sources of nutrition on plant growth, yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv.MTU 7029. *Environment and Ecology* 35(2B): 1168-1172.
- Silva, N.G., A.P.D.S. Mambri, D.K.Q.D. Santos, S.J. Lopes, A.C.R. Marques and A.C.F.D. Silva. 2020. Vermicompost and *Trichoderma* in the development of cherry group tomato seedlings. *Ciência e Natura* 42(14): 1-12. Available: <https://doi.org/10.5902/2179460X40285>.
- Sood, M., D. Kapoor, V. Kumar, M.S. Sheteiw, M. Ramakrishnan and M. Landi. 2020. *Trichoderma*: the “secrets” of a multitiered biocontrol agent. *Plants* 9(6): 762. Available: <https://doi.org/10.3390/plants9060762>.
- Sukyankij, S., S. Jewprasert, W. Pangjai and T. Panichpat. 2021. Comparison of the quality of two organic fertilizers on yield of Hom Pathum rice and soil properties. *Khon Kaen Agriculture Journal* 49(1): 37-48. [in Thai]
- Tancho, A. 2020. Garbage disposal with earthworm at Maejo University. *Journal of Agricultural Production* 2(1): 1-10. [in Thai]
- Tyskiewicz, R., A. Nowak, E. Ozimek and J. Jaroszuk-Sciset. 2022. *Trichoderma*: the current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens and stimulation of plant growth. *International Journal of Molecular Sciences* 23(4): 2329. Available: <https://doi.org/10.3390/ijms23042329>.
- Van Tol, D.C.T.A., R.L.L. Berbara, O.C.H. Tavares, D. F. D. G. Mello, E. G. Pereira, C. D. C. B. Souza, L. M. Espinosa and A. C. Garcia. 2021. Humic acids induce a eustress state via photosynthesis and nitrogen metabolism leading to a root growth improvement in rice plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 162: 171-184. Available: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.02.043>.
- Vyas, P., S. Sharma and J. Gupta. 2022. Vermicomposting with microbial amendment: implications for bioremediation of industrial and agricultural waste. *BioTechnologia* 103 (2): 203-215. Available: <https://doi.org/10.5114/bta.2022.116213>.
- Wasusun, A. S. Wongpiyachon, S. Songchitsomboon, W. Sukviwat, P. Maneenin and S. Pakkethati. 2017. RD43 rice variety: Medium glycemic index rice for niche market. *Rice Academic Journal* 8(2): 45-53. [in Thai]

Wiethan, M.M.S., G.S. Bortolin, R.S. Pinto and A.C.F.

Silva. 2018. Initial development of lettuce in vermicompost at higher *Trichoderma* doses. *Horticultura Brasileira* 36(1): 77-82. Available: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620180113>.

Yao, X. H. Guo, K. Zhang, M. Zhao, J. Ruan and J. Chen. 2023. *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology* 14: 1160551. Available: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>.

Zhang, F. , R. Wang, W. Yu, J. Liang and X. Liao. 2020. Influences of a vermicompost application on the phosphorus transformation and microbial activity in a paddy soil. *Soil and Water Research* 15(4) : 199- 210. Available: <https://doi.org/10.17221/91/2019-SWr>.

Zhao, H-T., T-P. Li, Y. Zhang, J. Hu, Y-C. Bai, Y-H. Shan and F. Ke. 2017. Effects of vermicompost amendment as a basal fertilizer on soil properties and cucumber yield and quality under continuous cropping conditions in a greenhouse. *Journal of Soils Sediments* 17: 2718-2730. Available: <https://doi.org/10.1007/s11368-017-1744-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 ชื่อวิทยาศาสตร์ ใช้ตัวเอน และการพิมพ์ภาษาละติน เช่น *in vivo*, *in vitro*, *Ad libitum*, หรือ *et al.* ให้พิมพ์ด้วยตัวเอน ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ให้ขึ้นต้นคำด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ทุกคำ ยกเว้นคำบุพบท
 - 2.2 ชื่อผู้เขียน (Authors) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่วนที่อยู่ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ให้ใส่เป็นเชิงอรรถที่ทำยชื้อหากมีผู้แต่งมาจากหลายที่ โดยอธิบายเชิงอรรถไว้ในหน้าแรกของบทความ ที่อยู่ควรเป็นที่อยู่ที่ติดต่อได้ทางไปรษณีย์ รวบรวมรหัสไปรษณีย์ด้วย ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) หลังชื่อคนที่รับผิดชอบบทความ (corresponding author) พร้อมอีเมลติดต่อ
 - 2.3 บทคัดย่อ (Abstract) ควรสั้น กระชับ ได้ใจความในการทำวิจัย วิธีการ ผลการศึกษาและสรุป ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 300 คำ
 - 2.4 คำสำคัญ (Keywords) ให้ระบุคำสำคัญ ไม่เกิน 4 คำ ทำยบทคัดย่อแต่ละภาษา โดยวางในตำแหน่งขีดด้านซ้ายของหน้ากระดาษ (บทความประมวลความรู้เชิงวิเคราะห์ หรือบทความปริทัศน์ไม่ต้องมีบทคัดย่อ)
 - 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 หน่วยในตารางให้ใช้ตัวย่อในระบบเมตริก 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) แต่ในส่วนบัญชีเอกสารอ้างอิงทำยบทความ ให้ใช้ชื่อผู้เขียนเต็มทุกคน

4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใช้เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด หากเป็นรายการอ้างอิงภาษาไทยต้องแปลให้ได้ใจความที่ชัดเจน และวงเล็บท้ายรายการว่า [in Thai] การเรียงลำดับรายการอ้างอิงทำยบทความให้เรียงลำดับชื่อตามตัวอักษร โดยใช้ชื่อนามสกุลผู้แต่งคนแรกนำหน้า ตามรูปแบบการเขียน ดังนี้

4.2.1 วารสาร (Academic Journal)

Kositsakulchai, E., S. Yodjaroen and Y. Phankamolsil. 2018. Assessment of the impact of land use change on runoff in Lam Phachi basin using satellite data and SWAT model. *Journal of Science and Technology* 7(3): 1-16. [in Thai]

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soyong. 2005. Evaluation of ketomium-mycofungicide on siberian isolates of phytopathogenic Fungi. *Journal of Agricultural Technology* 1(2): 247-253.

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 เรื่องย่อในหนังสือหรือตำราที่มีผู้เขียนแยกบทและมีบรรณาธิการ (Section in Books with Editors)

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee socially. pp. 3-20. In: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). Gene, behaviors and evolution of social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

Ongprasert, S. 2000. Giving longan water. pp. 44-49. In: N, Charasamrit, P. Manochai, N. Topunyanon, T. 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 case study of royal project development center, Nonghoi, Maerim district Chiangmai province. Master of Science in Geosocial Based Sustainable Development. Faculty of Agricultural Production, Maejo University. [in Thai]

4.2.5 ประชุมวิชาการ (Proceeding/ Conference)

Nitichai, C., S. Thinkamphaeng and D. Marod. 2022. The dynamics of dry evergreen forest restoration by *Acacia auriculiformis* planting at Sakaerat environmental research station, Nakhon Ratchasima province. In Proceedings of Thai Forest Ecological Research Network Conference, T-FERN 11, January 20-21, 2022, Faculty of Forestry, Bangkok, Thailand pp.119-126. [in Thai]

Yamagishi, Y., H. Mitamura, N. Arai, Y. Mitsunaga, Y. Kawabata, M. Khachapicha and T. Viputhamumas. 2005. Feeding habits of hatchery-reared young Mekong giant catfish in fish pond and Mae Peum reservoir. Proceeding of the 2nd International Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science, Kyoto. pp. 17-22.

4.2.6 **สื่ออิเล็กทรอนิกส์** (Internet)

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponics culture of strawberries in Perlite. Available: <http://www.schunder.com/strawberries.html> (April 21, 2005.)

Nakhon Nayok Provincial Agriculture and Cooperative Office. 2019. Nakhon Nayok marian plum production planning. Available: <https://www.opsmoac.go.th/nakhonnayok-dwl-files-412791791913> (March 23, 2021). [in Thai]

4.2.7 **รายงานประจำปี** (Annual report)

Khush, G. S. 1989. Multiple disease and insect resistance for increased yield stability in rice. pp. 79-92. In Progress in irrigated rice research. Manila: International Rice Research Institute.

Parnpeachra, S. 2015. Indigenous knowledge of organic agriculture in Chachoengsao province. 72 p. In Research reports. Bangkok: Dhurakij Pundit University. [in Thai]

5. ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำที่เป็นภาษาอังกฤษ

ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju/download>

การส่งบทความ

ThaiJo <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju>

เบอร์โทรติดต่อ +66 5387 3618

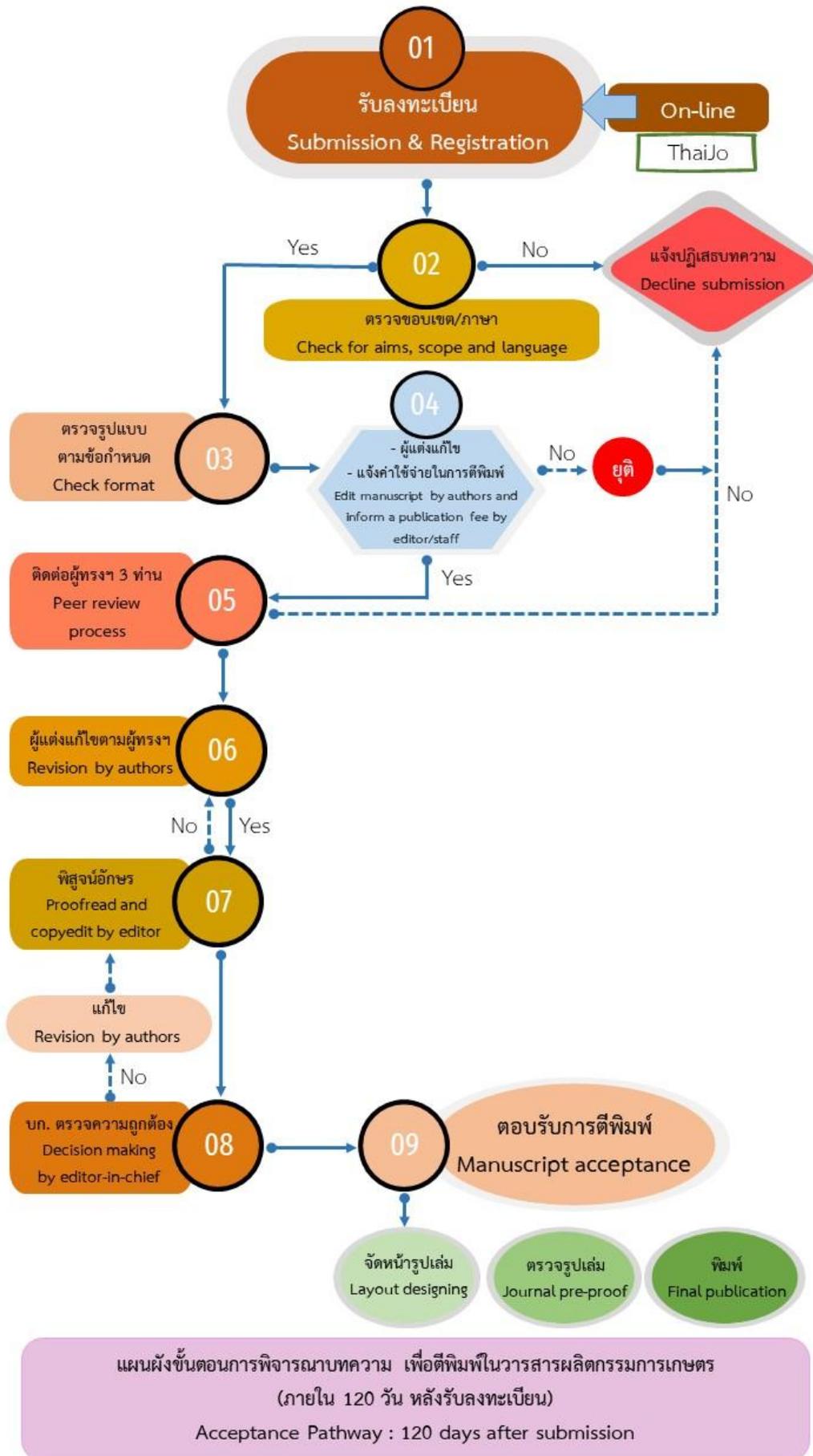
ที่อยู่ติดต่อวารสาร สำนักงานวารสารผลิตกรรมการเกษตร อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

หมายเหตุ

ทุกช่องทางการส่งบทความ ให้ส่ง **ใบลงทะเบียนนำส่งบทความ** (แบบฟอร์ม วมก.1) ที่กรอกเอกสารเรียบร้อยแล้ว แนบไปพร้อมกับบทความทุกครั้ง

การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

1. การติดต่อผู้เขียนจะติดต่อผ่านอีเมล ตามที่อยู่ของ corresponding author หรือหากจำเป็นเร่งด่วนจะติดต่อทางเบอร์โทรศัพท์ติดตามตัวที่ให้ไว้
2. เรื่องที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 3 ท่าน จึงจะได้รับให้ลงตีพิมพ์ในวารสาร โดยจะตอบรับการตีพิมพ์หรือปฏิเสธบทความ ภายใน 120 วัน หลังวันรับลงทะเบียนบทความ
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งตีพิมพ์ทุกเรื่องตามที่เห็นสมควร ในกรณีที่จำเป็นจะติดต่อผู้เขียน เพื่อความเห็นชอบอีกครั้งก่อนตีพิมพ์



Guide for Authors

The submitted Manuscripts should be of high academic merit and are accepted on condition that they are contributed solely to the Journal of Agricultural Production. Submission of a multi-authored manuscript implies the consent of all the participating authors. All manuscripts considered for publication will be subjected to double-blinded peer- review by at least 3 independent referees and an Article Processing Charge (APC) of 3,500 baht is charged to the authors before the reviewing step.

Submission checklist

Manuscript submission must include a title page, abstract, keywords, text, tables, figures, acknowledgments, reference list, and appendices (if necessary). For a title page section, a title of the article, a list of authors, affiliations, and an E- mail address for the corresponding author need to be provided. The total manuscript should not exceed 10 pages.

Preparation of the manuscript

All manuscript submissions for publication in the journal should follow the following guidelines:

1. Manuscript texts must be written using high-quality language. For non-native English language authors, the article should be proofread by a language specialist before submission.
2. The manuscript text, tables, and figures should be created using Microsoft Word.
3. If possible, all text throughout the manuscript should be used 14 pt Cordia New except a title using 16 pt, otherwise, Cordia New would be replaced.
4. Manuscript texts should be prepared as a single column, with a sufficient margin (2.5 centimeters for each side).
5. The Abstract should not exceed 300 words and provide only 4 keywords for each manuscript.
6. All measurements in the text should be reported in abbreviation, using a metric system.
7. Each Table and figure should be numbered consecutively.
8. Acknowledgments should be as brief as possible, in a separate section before the references.
9. In-text citation should be given in the form of author and year in parentheses; (Pawin *et al.*, 2012), or if the author's name is a part of the sentence, it should be followed by the year in parentheses; Pawin *et al.* (2012). All references mentioned in the reference list must be cited in the text and vice versa.
10. 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. Soyong. 2005. Evaluation of ketonium-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://ii01.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