Journal of Agricultural Research and Communications

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 41 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2568

ผลกระทบของความเป็นกรด-ด่างของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อต่อการเคลื่อนที่ของน้ำเชื้อโคที่ผ่านการแยกเพศด้วยกระบวนการ M-Zlex

ภาณุวิชญ์ ไพทูรย์ และ กรวรรณ ศรีงาม.....63

ความหลากชนิดและความชุกชุมของผีเสื้อมวนหวาน (Lepidoptera: Noctuidae) ที่เข้าทำลายส้มแก้วในพื้นที่ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ภาคกลาง ประเทศไทย

ศิริรัตน์ พิมพ์เสนาะ และ กฤษณะ เรืองฤทธิ์.....73

การยอมรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานของเกษตรกรผู้ปลูกผักในจังหวัดมหาสารคาม

อรวรรณ ศรีโสมพันธ์ พอเพียง ทองประดับ

ฤชุอร วรรณะ และ สกุลกานต์ สิมลา 87

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

ณัฐวุฒิ จั่นทอง.....101

การคัดเลือกสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อลักษณะแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงและไม่ไวต่อช่วงแสงในลูกผสมชั่วที่ 4 และชั่วที่ 5 ระหว่างข้าวพันธุ์ปิอิ๊ซู 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1

พีรดนย์ สุริยะธง ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย

ต่อนภา ผุสดี และ ศันสนีย์ จำจด.....113

ISSN 3057-1022 (Online)

TCI

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

1. เป็นบทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการทางด้านเกษตรศาสตร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง

2. ต้องไม่เคยได้รับตีพิมพ์มาก่อน (ต้นฉบับ หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของต้นฉบับ) และต้นฉบับต้องไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ภาษา** เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. **การพิมพ์**

1) พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A4 พิมพ์แนวตั้ง (portrait orientation) ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์ เวิร์ด (Microsoft Word for Windows) ตัวอักษรใช้ Cordia New โดยทั่วไปใช้ระยะบรรทัดปกติคือ 1 เท่า หรือ Single ความยาวต้นฉบับไม่เกิน 10 -12 หน้า

2) ชื่อเรื่องให้พิมพ์ด้วยตัวอักษร Cordia New ขนาด 18 points พิมพ์ตัวหนา (bold) และจัดกึ่งกลางหน้า กระดาษสำหรับชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ กำหนดให้อักษรตัวแรกของคำให้พิมพ์ด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ (capital letter)

3) ชื่อผู้เขียนให้พิมพ์ด้วยตัวอักษร Cordia New ขนาด 15 points พิมพ์ตัวหนา และจัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

4) ที่อยู่และที่อยู่อีเมลของผู้เขียนให้พิมพ์ด้วยตัวอักษร Cordia New ขนาด 12 points พิมพ์ตัวเอียงธรรมดา (normal italic) และจัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

5) บทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้พิมพ์ด้วยตัวอักษร Cordia New ขนาด 14 points พิมพ์ตัวธรรมดา (normal) ยกเว้นเฉพาะคำ บทคัดย่อ และ Abstract ให้พิมพ์ตัวหนาและจัดชิดซ้าย

6) เนื้อหาให้พิมพ์ด้วยตัวอักษร Cordia New ขนาด 14 points พิมพ์ตัวธรรมดา (normal)

7) หัวข้อหลัก ได้แก่ คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ผลการทดลองและวิจารณ์ สรุป เอกสารอ้างอิง ให้พิมพ์ด้วยตัวอักษร Cordia New ขนาด 16 points พิมพ์ตัวหนา และจัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

8) หัวข้อย่อย ให้พิมพ์ตัวหนาและจัดชิดซ้าย

9) คำอธิบายตารางและภาพให้พิมพ์ด้วยตัวอักษร Cordia New ขนาด 14 points พิมพ์ตัวหนา โดยคำอธิบายตารางให้พิมพ์เหนือตารางและจัดชิดซ้าย ส่วนคำอธิบายภาพให้พิมพ์ใต้ภาพและจัดกึ่งกลางหน้า และคำอธิบายตารางและภาพถ้ามีมากกว่าหนึ่งบรรทัดให้เริ่มต้นพิมพ์บรรทัดถัดมาตรงกับข้อความของบรรทัดแรก

10) หากมีชื่อวิทยาศาสตร์ปรากฏในบทความ ให้เขียนตามหลักเกณฑ์การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ ในครั้งแรกที่ปรากฏชื่อนี้ให้สะกดเต็ม เช่น *Meloidogyne incognita* และหลังจากนั้นถ้ามีการระบุชื่อนี้อีกให้ย่อชื่อสกุล โดยเขียนเป็น *M. incognita*

11) คำว่า *et al.* และ *P* (*P*-value) ให้พิมพ์เอน

ข้อแนะนำการใช้ภาษา

1) ใช้คำศัพท์ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน และประกาศของราชบัณฑิตยสภา

2) การเขียนชื่อเฉพาะหรือคำแปลจากภาษาต่างประเทศ ควรพิมพ์ภาษาเดิมของชื่อนั้นๆ ไว้ในวงเล็บในครั้งแรกที่ปรากฏในบทความ โดยพิมพ์เป็นอักษรตัวพิมพ์เล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะให้พิมพ์เฉพาะอักษรตัวแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่

3) ไม่ควรใช้ภาษาต่างประเทศถ้ามีภาษาไทยใช้อยู่แล้ว

4) รักษาความสม่ำเสมอในการใช้คำ คำศัพท์ และตัวย่อ โดยตลอดทั้งบทความ

การเรียงลำดับหัวข้อ ให้เรียงตามลำดับดังนี้

1. **ชื่อเรื่อง (Title)** ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ระบุชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ต้นฉบับที่เป็นภาษาไทยให้พิมพ์ชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ต้นฉบับที่เป็นภาษาอังกฤษให้พิมพ์ชื่อเรื่องเป็นภาษาอังกฤษก่อน แล้วตามด้วยชื่อเรื่องภาษาไทย

2. **ชื่อผู้เขียน** ใช้ชื่อผู้เขียนเต็มและระบุชื่อผู้เขียนทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) กำกับไว้ที่ท้ายนามสกุลของผู้เขียนที่ให้ติดต่อ (corresponding author)

3. **ที่อยู่ หรือสังกัด** ระบุที่อยู่หรือสังกัดทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ หากที่อยู่หรือสังกัดมีหลายแห่ง ให้พิมพ์ภาษาไทยของที่อยู่หรือสังกัดแห่งแรกก่อนแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ จากนั้นพิมพ์ภาษาไทยของที่อยู่หรือสังกัดแห่งที่สองแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ ผู้เขียนมีหลายคนและมีที่อยู่หรือสังกัดแตกต่างกัน ให้ใช้เลขตัวยก (superscript) ที่ต่างกันกำกับไว้ท้ายนามสกุลของผู้เขียนทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ผู้เขียนคนเดียว หรือหลายคนแต่มีที่อยู่หรือสังกัดเดียวกัน ไม่ต้องใช้เลขตัวยก (superscript) กำกับท้ายนามสกุลของผู้เขียน ผู้เขียนเป็นนักศึกษา ให้ระบุที่อยู่หรือสังกัดตามหลักสูตรของนักศึกษา บรรทัดถัดจากที่อยู่ ให้พิมพ์ที่อยู่อีเมล์ (email address) ของผู้เขียนที่ให้ติดต่อ (corresponding author)

4. **บทคัดย่อ (Abstract)** ควรเป็นเนื้อหาที่สั้น ชัดเจนและเข้าใจง่าย รวมเหตุผลในการศึกษาวิจัย อุปกรณ์ วิธีการ ตลอดจนผลการศึกษาและสรุป ระบุบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 250 คำ ต้นฉบับที่เป็นภาษาไทยให้พิมพ์บทคัดย่อภาษาอังกฤษก่อน แล้วตามด้วยบทคัดย่อภาษาไทย ต้นฉบับที่เป็นภาษาอังกฤษให้พิมพ์บทคัดย่อภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ระบุคำสำคัญ (keywords) ไว้ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษาด้วย คำสำคัญไม่ควรเกิน 5 คำ

5. **เนื้อหา (Text) ประกอบด้วย**

5.1 **คำนำ (Introduction)** แสดงความเป็นมาและเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสาร (review of literature) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยไว้ด้วย

5.2 **อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)** ให้บอกรายละเอียดของวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ ในการทดลอง ตลอดจนวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ และแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจนและสมบูรณ์

5.3 **ผลการทดลองและวิจารณ์ หรือ ผลการศึกษาและวิจารณ์ (Results and Discussion)** ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ รวมทั้งคำอธิบายให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ถ้ามีตารางหรือภาพในบทความให้อ้างตารางหรือภาพนั้นในเนื้อหาด้วยโดยใช้เป็นภาษาอังกฤษ เช่น Table หรือ Figure สำหรับการวิจารณ์ ควรเชื่อมโยงกับผลการศึกษาว่าสอดคล้องกับสมมุติฐาน หรือแตกต่างไปจากผลงานวิจัยที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่อย่างไรและด้วยเหตุใด โดยมีพื้นฐานการอ้างอิงที่เชื่อถือได้

5.4 **สรุป (Conclusion)** เป็นการสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย อาจมีข้อเสนอแนะหรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

5.5 **กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)** อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้ทุนวิจัย หรือผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5.6 **เอกสารอ้างอิง (References)** ให้เรียงเอกสารตามตัวอักษรอังกฤษ

หลักการอ้างอิงและการเขียนเอกสารอ้างอิง

สืบเนื่องจากวารสาร มีความประสงค์ที่จะพัฒนาคุณภาพวารสารเพื่อปรับเข้าสู่ฐานข้อมูล ACI (ASEAN Citation Index) ซึ่งมีข้อกำหนดเกี่ยวกับรูปแบบในการจัดทำ เอกสารอ้างอิง (reference) โดยต้องจัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ทั้งในเนื้อเรื่องและท้ายบทความ โดยหลักการอ้างอิงและการเขียนเอกสารอ้างอิง มีดังนี้

1. **การอ้างอิงในเนื้อเรื่อง** ระบบที่ใช้ในการอ้างอิงคือ ระบบชื่อ และปี (Name-and-year System) ให้ใช้ ชื่อสกุล และปี ค.ศ ดังนี้

1.1 ผู้เขียนมี 1 คน ตัวอย่าง Kubo (2003) รายงานว่า……หรือ……(Kubo, 2003)

1.2 ผู้เขียนมี 2 คน ให้ใช้คำว่า and คั่นกลาง ตัวอย่าง Muthita and Kuanprasert (2004) รายงานว่า……หรือ……(Muthita and Kuanprasert, 2004)

1.3 ผู้เขียนมีมากกว่า 3 คน ให้ใช้ชื่อคนแรกและตามด้วยคำว่า *et al.* ตัวอย่าง Bukhari et al. (2011) รายงานว่า……หรือ……(Bukhari et al., 2015)

1.4 กรณีมีหลายรายงานอ้างอิงในเรื่องเดียวกัน ให้เรียงลำดับตามตัวอักษรภาษาอังกฤษและใช้ (;) คั่นกลาง ตัวอย่าง (Bukhari et al. (2011); Kubo (2003); Muthita and Kuanprasert(2004))

1.5 กรณีผู้แต่งเดียวกัน และปีพิมพ์เดียวกัน ให้เพิ่มตัวอักษร a b c ต่อท้ายปี

ตัวอย่าง Tangtaweewipat et al. (2011a)……Tangtaweewipat et al. (2011b)……

(ดูคำแนะนำการเขียนเอกสารอ้างอิง การส่งต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์ และการพิจารณาบทความได้ที่ปกหลังด้านใน)

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND COMMUNICATIONS

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี) คือ ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม	Publication	Tri-annually Issue 1 January-April Issue 2 May-August Issue 3 September-December
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ	Consultants	Dean, Faculty of Agriculture; Associate Dean for Research and Academic Services
บรรณาธิการ	รศ.ดร. ณัฐา โพธาภรณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Editor	Nuttha Potapohn, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University
รองบรรณาธิการ	ผศ.ดร. ชูชาติ สันธทรัพย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Vice Editor	Choochad Santasup, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
กองบรรณาธิการ ฝ่ายวิชาการ	ผศ.ดร. บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Editorial Board (Academic)	Budsara Limnirankul, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
	ผศ.ดร. จิรวรรณ กิจชัยเจริญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Jirawan Kitchaicharoen, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
	ศ.ดร. ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Chanakan Thebault Prom-u-thai, Ph.D., Prof. Chiang Mai University
	รศ.ดร. ต่อนภา ผุสดี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Tonapa Pusadee, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University
	ผศ.ดร. ฉันทลักษณ์ ติยายน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Chantalak Tiyayon, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
	ผศ.ดร. พิมพ์ใจ สีหะนาม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Pimjai Seehanam, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
	ผศ.ดร. ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Piyawan Suttiprapan, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
	ผศ.ดร. อรอุมา เรืองวงษ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		On-Uma Ruangwong, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
	รศ.ดร. เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Saowaluck Yammuen-art, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University
	ผศ.ดร. มินตรา ศีลอุดม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Mintra Seel-audom, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
	อ.ดร. มนตรี แสนวังสี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		Montri Sanwangsri, Ph.D. Chiang Mai University

	รศ.ดร. พิชญา พูลลาภ	Pichaya Poonlarp, Ph.D., Assoc. Prof.
	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Chiang Mai University
	รศ.ดร. ธีรนุช เจริญกิจ	Theeranuch Jaroenkit, Ph.D., Assoc. Prof.
	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Maejo University
	ผศ.ดร. ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร	Pathipan Sutigoolabud, Ph.D., Assist. Prof.
	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Maejo University
	ผศ.ดร. ศุภวรรณ วิเศษน้อย	Supawan Visetnoi, Ph.D., Assist. Prof
	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Chulalongkorn University
	รศ.ดร. อนุสรณ์ เชิดทอง	Anusorn Cherdthong, Ph.D., Assoc. Prof.
	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Khon Kaen University
	ผศ.ดร. สุขกฤช นิมิตรกุล	Sukkrit Nimitku, Ph.D., Assist. Prof.
	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Kasetsart University
	รศ.ดร. ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์	Ladawan Lerslerwong, Ph.D., Assoc. Prof.
	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	Prince of Songkla University
	ผศ.ดร. สาวิกา กอนแสง	Sawika Konsaeng, Ph.D., Assist. Prof.
	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Maejo University
	Prof. Dr. Shang-Ho Yang	Shang-Ho Yang, Ph.D., Prof.
	National Chung Hsing University	National Chung Hsing University, Taiwan
	Prof. Dr. Mehmet Ulaş Çınar	Mehmet Ulaş Çınar, Ph.D., Prof.
	Erciyes Üniversitesi	Erciyes Üniversitesi, Turkey
	Prof. Dr. Bernard Dell	Bernard Dell, Ph.D., Prof.
	Murdoch University	Murdoch University, Australia
	Assoc. Prof. Dr. Teresita D. Amore	Teresita D. Amore, Ph.D., Assoc. Prof.
	University of Hawai‘i	University of Hawai‘i, United States
	Prof. Dr. Tomofumi Mochizuki	Tomofumi Mochizuki, Ph.D., Prof.
	Osaka Metropolitan University	Osaka Metropolitan University, Japan
	Prof. Dr. Won-Kyo Jung	Won-Kyo Jung, Ph.D., Prof.
	Pukyong National University	Pukyong National University, South Korea
	Assoc. Prof. Dr. Thilde Bech Bruun	Thilde Bech Bruun, Ph.D., Assoc. Prof.
	University of Copenhagen	University of Copenhagen, Denmark
ฝ่ายการจัดการ	นางลาลิตยา นุ่มมีศรี	(Management) Lalitaya Nummisri
	นายมานพ เปี้ยพรรณ์	Manop Pearpun
	นางสาวศิริลักษณ์ ใจเหล็ก	Sirilak Chailek

บทบรรณาธิการ

สวัสดีท่านผู้อ่านทุกท่าน วารสาร Journal Of Agricultural Research And Communications ฉบับนี้เป็นวารสารปีที่ 41 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2568 ในฉบับนี้ประกอบด้วยบทความทางวิชาการที่มีต้นฉบับเป็นภาษาไทย จำนวน 4 เรื่อง ภาษาอังกฤษ 1 เรื่อง โดยประกอบด้วย สาขาสัตวศาสตร์ 1 เรื่อง สาขาวิชากีฏวิทยา 1 เรื่อง สาขาวิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร 2 เรื่อง และสาขาวิชาพืชไร่ 1 เรื่อง

ทางวารสาร Journal Of Agricultural Research And Communications เปิดรับบทความวิชาการทางเกษตร วิทยาศาสตร์เกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง ผู้ที่สนใจส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์วารสาร https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/index หรือสามารถติดต่อมายังกองบรรณาธิการได้ที่ E-mail : agjournal22@gmail.com ขอให้ทุกท่านมีความสุข สุขภาพแข็งแรง ส่งผลงานวิจัยมาตีพิมพ์กันนะคะ และพบกันฉบับต่อไปค่ะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐา โพธาภรณ์
บรรณาธิการวารสาร

Impact of Extender pH on Motility of Bovine Sexed Semen by M-Zlex Process

ผลกระทบของความเป็นกรด-ด่างของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อต่อการเคลื่อนที่ของน้ำเชื้อโคที่ผ่านการแยกเพศด้วยกระบวนการ M-Zlex

Phanuwit Paitoon and Korawan Sringarm *
ภาณุวิชญ์ ไพทูรย์ และ กรวรรณ ศรีงาม *

Livestock innovative and biocirculation laboratory, Department of Animal and Aquatic Sciences,

Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมปศุสัตว์และชีวหมุนเวียน ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

** Corresponding author: Email: Korawan.s@cmu.ac.th*

(Received: 24 February 2025; Accepted: 29 May 2025)

บทคัดย่อ การเคลื่อนที่ของอสุจิเป็นตัวบ่งชี้ที่มีประสิทธิภาพของภาวะเจริญพันธุ์ โดยปัจจัยแวดล้อม เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของออสโมติก และอุณหภูมิ สามารถส่งผลต่อการทำงานและการเคลื่อนที่ของอสุจิได้ การศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อประเมินผลของค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่แตกต่างกัน ต่อการเคลื่อนที่ของน้ำเชื้อแยกเพศโค โดยในการทดลอง ได้แบ่งตัวอย่างน้ำเชื้อออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ น้ำเชื้อปกติ ซึ่งถูกเจือจางด้วยสารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกัน ได้แก่ 6.2, 6.6, 7.0, 7.4 และ 7.8 และน้ำเชื้อที่ผ่านกระบวนการแยกเพศด้วยเทคนิค M-Zlex โดยใช้สารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกัน ได้แก่ 6.2, 6.6, 7.0, 7.4 และ 7.8 ในกระบวนการแยกเพศและเจือจาง โดยอัตราส่วนของอสุจิเอ็กซ์ ถูกประเมินด้วยเครื่อง imaging flow cytometer และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอสุจิในกลุ่มน้ำเชื้อหลังการเจือจาง และหลังการแช่แข็ง ถูกประเมินด้วยเครื่อง CASA ผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของอสุจิเอ็กซ์ ในกลุ่มน้ำเชื้อปกติ อยู่ที่ 50.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ กลุ่มน้ำเชื้อแยกเพศ M-Zlex สูงถึง 73.89 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ในน้ำเชื้อหลังการเจือจาง น้ำเชื้อปกติ มีการเคลื่อนที่สูงสุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.6 และ 7.0 ในขณะที่ น้ำเชื้อแยกเพศ M-Zlex มีการเคลื่อนที่สูงสุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.6 เท่านั้น ในทางตรงกันข้าม ในน้ำเชื้อหลังการละลาย น้ำเชื้อปกติ มีการเคลื่อนที่สูงที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.6, 7.0 และ 7.4 ในขณะที่ สารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.6 และ 7.0 เหมาะสมต่อการเคลื่อนที่ของน้ำเชื้อแยกเพศ M-Zlex มากที่สุด เนื่องจาก สารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่เป็นกรดอ่อนสามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอสุจิเอ็กซ์ได้ นอกจากนี้ ค่าความเข้มข้นของออสโมติกของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อในการศึกษานี้ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเคลื่อนที่ของอสุจิ

คำสำคัญ สารละลายเจือจางน้ำเชื้อ, ความเข้มข้นของออสโมซิส, ความเป็นกรด-ด่าง, น้ำเชื้อแยกเพศ, การเคลื่อนที่ของอสุจิ

Copyright @ Journal of Agricultural Research and Communications. All rights reserved.

Abstract: Sperm motility is an effective indicator of sperm fertility, and environmental factors such as pH, osmolarity, and temperature can modify the function and motility of sperm. In this study, we evaluated the effect of different extenders pH values on the motility of bovine sexed semen. Semen samples were divided into two parts: conventional semen (CONV) diluted with different extenders pH 6.2, 6.6, 7.0, 7.4, and 7.8 and sexed semen by M- Zlex process (M- Zlex) that used different extenders pH 6.2, 6.6, 7.0, 7.4, and 7.8 during the sexing process. An imaging flow cytometer was used to evaluate X-sperm ratio, and CASA was used to analyze the motility of sperm after dilution (AD) and post-thaw semen (PT). The results showed an average of X-sperm for 50.06% in CONV, while M-Zlex reached up to 73.89%. Moreover, CONV exhibited the highest motility at pH 6.6 and 7.0 during the AD, stage while M- Zlex was the most motile at only pH 6.6. The motility in PT of CONV was high in pH 6.6, 7.0, and 7.4, whereas pH 6.6 and 7.0 are suitable for M-Zlex because weakly acidic solutions have an effect on stimulating X-sperm motility. Furthermore, the extenders osmolarity was in an appropriate range for sperm motility.

Keywords: Extender, osmolarity, pH, sexed semen, sperm motility

Introduction

Assisted reproductive technologies (ARTs), particularly sperm sexing, have developed the cattle production industry by allowing targeted production of offspring with desired sex, significantly enhancing breeding efficiency and economic gains (Orsolini *et al*., 2021; Yadav *et al*., 2017). Sexed semen is fresh semen in which the proportion of X-chromosome-bearing sperm (X-sperm) and Y-chromosome-bearing sperm (Y-sperm) has been altered from the normal ratio (50:50%) using any sperm sexing procedure to produce a specific gender (Thongkham *et al*., 2021). Moreover, the immunological sexing approach with antibodies offers low-cost, high-volume production. A previous study demonstrated that the X-enriched fractions from sperm sexing using magnetic-activated cell sorting and scFv antibodies specific to Y-sperm (M-Zlex) contained a high proportion of X-sperm, up to 80%. (Paitoon *et al*., 2024; Sringarm *et al*., 2022). For this reason, sexed semen contains a significantly higher proportion of X-sperm than conventional semen.

Sperm motility is an important component in determining semen quality and fertilization potential (Bonato *et al*., 2012). Environmental factors, including pH, osmolarity, and temperature, can modify the function and motility of sperm (Contri *et al*., 2013). In mammals, the X- and Y-sperm have different motility activities under different pH conditions (He *et al*., 2023a). Several studies have shown that pH affects sperm performance differently across species. In rabbits, sperm motility was significantly reduced under acidic conditions without affecting the offspring sex ratio (Muehleis and Long, 1976). Meanwhile, in hamsters, mating later in estrus when vaginal pH is higher results in smaller litters and more male offspring, suggesting that elevated pH may favor Y-sperm fertilization by affecting motility or longevity (Pratt *et al*., 1987). In humans, incubation in acidic pH increasing the X:Y ratio from 1:1 to about 1.64:1, suggesting that low pH reduces Y-sperm viability

(Oyeyipo *et al*., 2017). Furthermore, in dairy goats, semen diluted at different pH levels significantly influenced the enrichment of X-and Y-sperm. At pH 6.2, the proportion of X- sperm in the upper sperm layer reached 67.24%, resulting in 66.67% female offspring, whereas at pH 7.4, the X-sperm proportion dropped to 30.45%, with 29.73% female offspring. This indicates that slightly acidic conditions enhance the motility and fertilization capacity of X- sperm, whereas alkaline conditions favor Y-sperm (He *et al*., 2021).

Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different extender pH levels on the motility of bovine sexed semen (X- enriched fractions) and to identify the pH range that is appropriate for use with the M-Zlex sexed semen.

Materials and Methods

Animal and semen sample

Semen samples were collected using an artificial vagina from sexually mature tropical Holstein Friesian bulls housed individually at the Livestock Semen Production Centre, Inthanon Royal Project (RAGIACUC006/2564). Only fresh semen samples that were used in the experiment had a sperm concentration of greater than 650 × 10^6 cells/mL and total motility of more than 80%.

Preparation of different pH extender

The extender composition of this study was tris (3.025% w/v), citric acid (1.7% w/v), D-fructose (0.2% w/v), egg yolk (20.0% v/v), glycerol (8.0% v/v), gentamicin (0.3 mg/mL), and penicillin (1000 IU/mL). To evaluate the impact of extender pH on sperm motility, extenders with different pH of 6.2, 6.6, 7.0, 7.4, and 7.8 were prepared using tris to increase pH and citric acid to lower pH. The pH of each extender was measured using a calibrated pH meter (Metrohm AG, Herisau, Switzerland) at room temperature.

Measurement of different pH extender osmolarity by osmometer

After preparation, each extender with different pH was measured for osmolarity. Osmometer (Osmomat 3000-basic, Gonotec®, Berlin, Germany) was calibrated using 300 and 850 mOsmol/kg of standard solution before measurement. Then, 50 µL of extender was dropped into the tubes and measured with an osmometer (5 replicates/treatment).

Production of bovine sexed semen by M-Zlex process

Semen samples were separated into two groups. The first group was used to produce conventional semen (CONV). Fresh semen was further divided into five parts and diluted to a final concentration of 8 × 10^7 cells/mL with five extenders at pH 6.2, 6.6, 7.0, 7.4, and 7.8. The second groups were further divided into five parts to produce sexed semen by M- Zlex process (M-Zlex). In the sexing process, fresh semen was dissolved in five different extender pH (6.2, 6.6, 7.0, 7.4, and 7.8) to 1.0 × 10^9 cells/mL. Then, 100 mg of PY-microbeads produced following Sringarm *et al*. (2022) was added in five dissolved semen and incubated for 15 min at 37 °C. After incubation, the PY-microbeads were trapped in the bottom of the tube by resting on a strong neodymium magnet for 5 min at room temperature. The unbound PY-microbeads were removed and placed in new tubes, which contained a high concentration of X-sperm and were called M-Zlex sexed semen. After that, diluted to a final concentration of 8 × 10^7 cells/mL using extenders based on the pH used in sexing. Each different extender pH of CONV and M-Zlex semen was separated into two parts: the first

was incubated after dilution for 30 min at 37 °C, and the second was frozen and stored in liquid nitrogen (196 °C) for 24 h before sperm motility evaluation. A diagram of the steps involved in the production of conventional and M-Zlex semen in this study is shown in Figure 1.

Evaluation of X-sperm percentage in bovine sexed semen by imaging flow cytometer

The percentage of the X-sperm in each treatment from CONV and M-Zlex semen was determined, according to Thongkham *et al.* (2024). Sperm samples were diluted to 1 × 10^6 cells/mL in DPBS and mixed with 1.2 µL of Hoechst 33342 (50 µg/mL). Then, incubated for 10 min at 37 ˚C in the dark before analysis using imaging flow cytometer (FlowSight, Seattle, WA, USA). The Hoechst 33342 stain was excited by a 15 mW 405-nm laser. Histograms were created to determine the fluorescence of X-sperm, which differs from Y-sperm in that its density is higher.

Evaluation of sperm motility in bovine sexed semen by CASA

The motility of sperm after dilution (AD) and post-thaw (PT) was evaluated using computer-assisted sperm analysis, or CASA (AndroVision software, Minitube of America-MOFA®, Verona, WI, USA). Before analysis, 5.5 µL of semen aliquots were dropped on prewarmed slides and covered with a coverslip (Hamilton 2X-CEL®, MA, USA) and then subjected to rapid CASA. The CASA system was operated at 30 frames per second, with at least 1,000 sperm tracked per sample and a minimum motility threshold of 20%. The analysis parameters were measured in this study: total sperm motility (TM) and progressive sperm motility (PM).

Statistical analysis

The percentages of X-sperm, total sperm motility, and progressive sperm motility in CONV and M-Zlex semen were analyzed by one-way ANOVA using the statistical software program

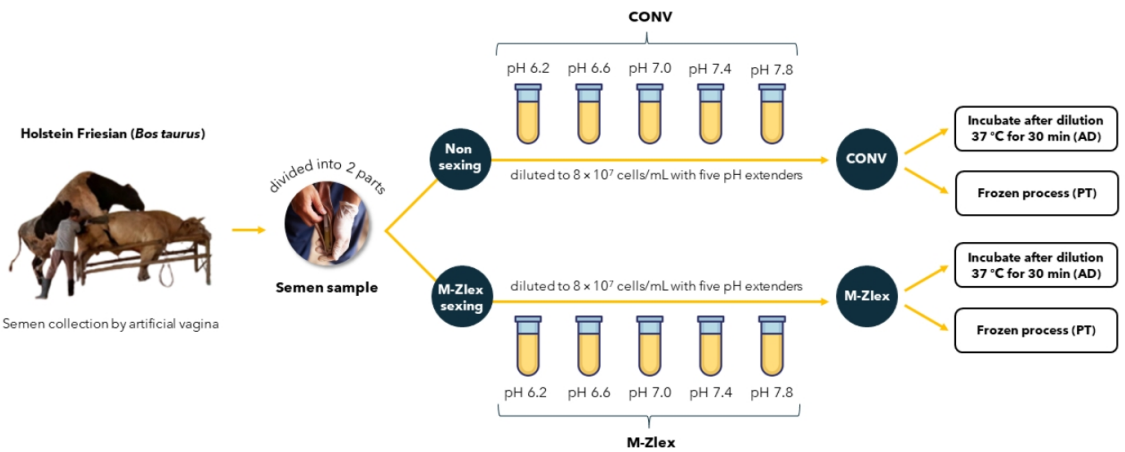

Figure 1. A diagram of the steps involved in the production of conventional and M-Zlex semen using five extenders

SPSS version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Duncan's new multiple range test was used to compare the mean between individual treatments when the *P*-value was less than 0.05.

Results

Osmolarity of extender with different pH

Each treatment was measured for osmolarity after preparation. Five extenders with different pH have an osmolarity of 300-335 mOsmol/kg. The osmolarity of each treatment is shown in Table 1.

X-sperm ratio in bovine sexed semen

The patterns of X- and Y-sperm were observed with Hoechst 33342, and sperm frequency histograms created after Hoechst 33342 staining exhibit distinct fluorescence peaks for X-and Y-sperm in the CONV and M-Zlex groups, as shown in Figure 2. The percentage of X-sperm in different extender pH of CONV and M-Zlex semen is shown in Figure 3. A significant difference in the percentage of X-sperm was observed between CONV and M-Zlex ($P < 0.05$). The range of CONV was between 48.96-51.34%, while M-Zlex was up to 73.22-74.36%.

Table 1. The osmolarity of extenders with different pH (n = 5 replicates/treatment)

Treatment	pH 6.2	pH 6.6	pH 7.0	pH 7.4	pH 7.8
Osmolarity (mOsmol/kg)	328.60 ± 3.21	302.20 ± 1.92	310.80 ± 4.09	320.00 ± 2.34	333.80 ± 6.22

Values are presented as mean ± standard deviation

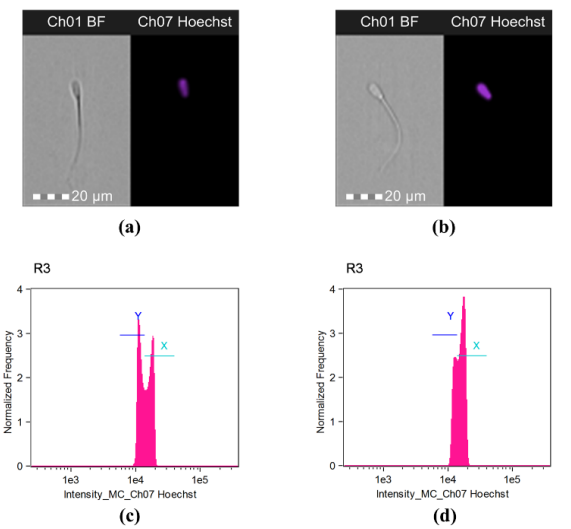

Figure 2. Discrimination of the X- and Y-sperm ratios in post-thaw between CONV and M-Zlex semen. (a) Patterns of Y-sperm were observed with Hoechst 33342; (b) Patterns of X-sperm were observed with Hoechst 33342; (c) Sperm frequency histograms exhibit distinct fluorescence peaks for X- and Y-sperm in CONV groups; (d) Sperm frequency histograms exhibit distinct fluorescence peaks for X- and Y-sperm in M-Zlex groups

Sperm motility in bovine sexed semen

All data on sperm motility of CONV and M-Zlex semen were obtained at various pH levels and examined them with CASA at two time periods: after dilution (AD) and post-thaw (PT). In this study, the results for total sperm motility (TM) and progressive sperm motility (PT) in AD are shown in Figure 4. After dilution, TM and PM of CONV in pH 6.6 and 7.0 were significantly higher than other pH levels, but only pH 6.6 of M-Zlex was the highest ($P < 0.05$). Additionally, the TM and PM of sperm diluted by extender with different pH in PT are shown in Figure 5. In post-thaw, pH 6.6, 7.0, and 7.4 of CONV had more TM and PM than other pH levels. However, pH 6.6 and 7.0 provided the most TM and PM of M-Zlex compared to other treatments ($P < 0.05$).

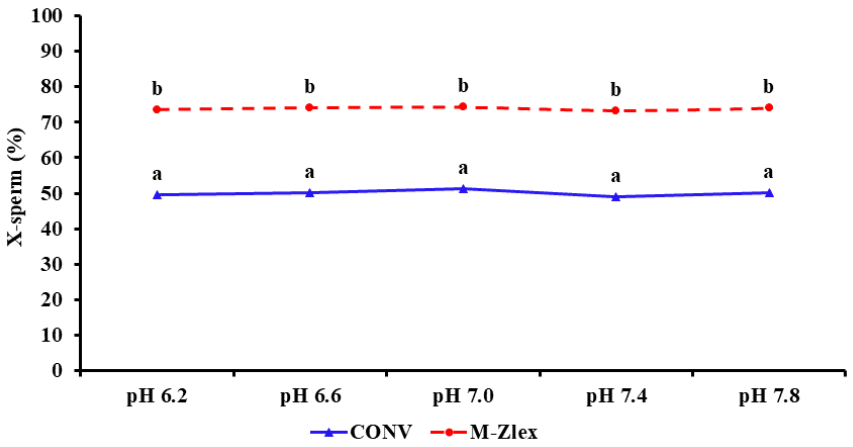

Figure 3. The percentage of X-sperm in CONV and M-Zlex semen

$^{a, b}$ indicates a significant difference in each treatment ($P < 0.05$)

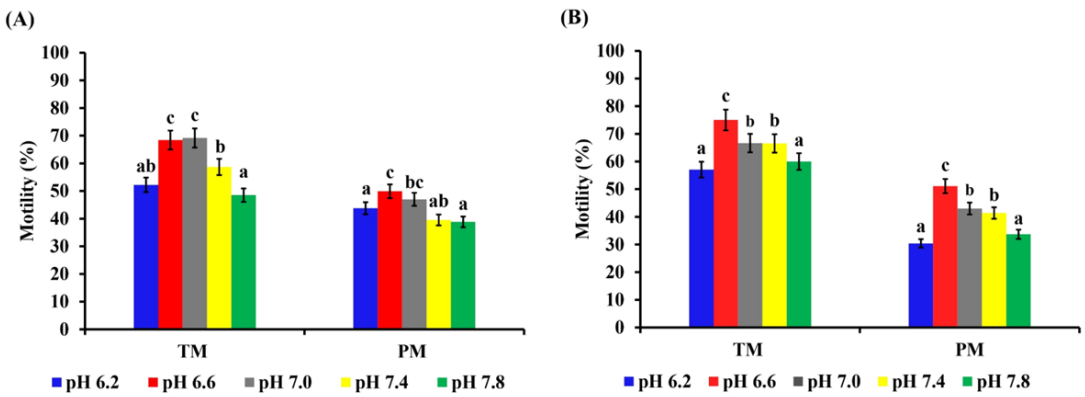

Figure 4. The total motility and progressive motility of sperm diluted by extender with different pH after dilution (AD); (A) CONV; (B) M-Zlex

Different letters indicate a statistically significant difference in each treatment ($P < 0.05$)

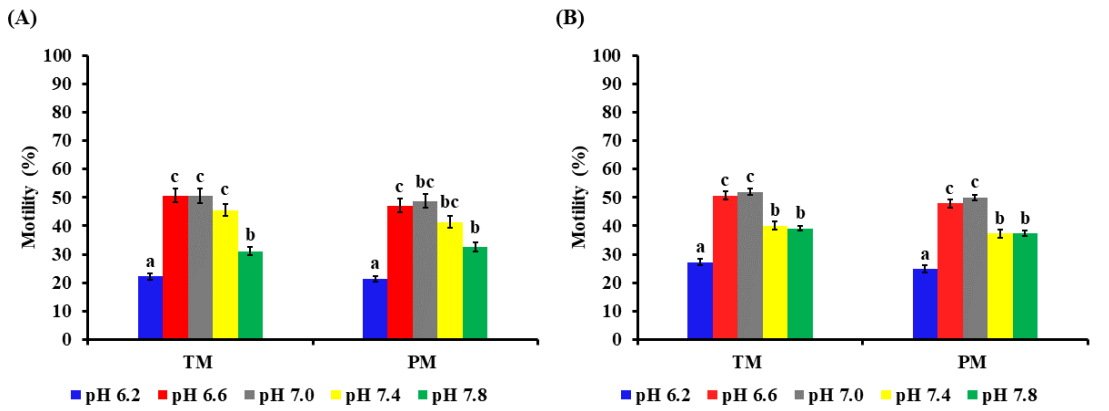

Figure 5. The total motility and progressive motility of sperm diluted by extender with different pH in post-thaw (PT); (A) CONV; (B) M-Zlex

Different letters indicate a statistically significant difference in each treatment ($P < 0.05$)

Discussion

After maturation, sperm become completely dependent on their environment because they are no longer able to grow, divide, repair, biosynthesize, or perform any metabolic functions (Contri *et al*., 2013). For this reason, different osmolarity and pH of the extender can affect the quality in terms of motility of CONV and M- Zlex semen differently due to different proportions of X-/Y-sperm.

Our findings show that all extenders had an osmolarity range of 300-335 mOsm/kg, which is appropriate for bovine sperm motility. This is consistent with a previous study by Liu et al. (1998), who reported that bovine sperm motility was greatest when extender osmolarity ranged between 270 and 340 mOsm/kg. Based on these findings, osmolarity alone did not significantly affect sperm motility and did not exert any synergistic or interactive effects with extender pH in influencing motility outcomes. Therefore, osmolarity was confirmed as not a contributing factor to sperm motility in this study.

Extracellular pH (pHe) has a direct impact on the pH of the sperm cell's cytoplasm, or intracellular pH (pHi), which is directly associated with sperm function. Mammalian sperm under different pH extenders shows differences in terms of the DNA damage, sperm motility, and mitochondrial activity (He *et al*., 2023a). In particular, mitochondrial activity for ATP production was significantly positively correlated with sperm motility (Contri *et al*., 2013). In this study, we discovered that the various pH levels of extenders clearly affected sperm motility and that the CONV and M-Zlex semen with different X-/Y-sperm ratios had slightly varied suitable pH values for the greatest sperm motility. In post-thaw, conventional semen has excellent motility in slightly acidic to slightly basic solutions (pH 6.6-7.4), whereas M-Zlex semen with a higher X-sperm content has high motility in weakly acidic to neutral conditions (pH 6.6-7.0). Furthermore, the influence of pH on sperm motility

becomes increasingly clear when fresh semen is continuously exposed to that different acid or base environment (after dilution, incubate for 30 minutes). The M-Zlex semen exhibits the highest sperm motility at slightly acidic (pH 6.6). Conversely, CONV semen exhibits the highest sperm motility between pH 6.6 and 7.0. In addition, strongly acidic (pH < 6.2) or highly alkaline (pH > 7.8) extenders frequently cause reduced sperm motility in both CONV and M-Zlex semen, indicating an undesirable environment for sperm motility. The extender pH has an impact on sperm motility because it changes mitochondrial activity.

Previous studies have shown that different environmental pH can affect mitochondrial activity of sperm. Contri *et al*. (2013) found that high mitochondrial activity led to high sperm motility; for conventional semen, solutions with pH 7.0-7.5 had the highest mitochondrial activity and sperm motility. This is similar to our findings, which showed that CONV semen in post-thaw had the greatest motility at pH 6.6-7.4 and pH 6.6-7.0 after incubation for 30 min. In addition, the researchers investigated the association between pH and sperm sex ratio by incubating sperm in solutions with varying pH values to distinguish between X- and Y-sperm. Several studies have demonstrated that in acidic solutions (pH 6.2), the upper sperm has a greater proportion of X-sperm, whereas the upper sperm contains a higher percentage of Y-sperm in alkaline solutions (pH 7.4). This is one of the fundamental concepts of swim-up sperm sexing, with the upper layer containing 67.24% of X-sperm at pH 6.2 and 69.53% of Y-sperm at pH 7.4 (He *et al*., 2023b, 2021). This difference in the amount of swim forward (upward) of X- and Y-sperm indicates an optimal pH environment or may promote sperm motility. Consistent with the current study, M-Zlex semen (rich in X-sperm) proved the greatest motility in the pH 6.6 extender after incubation for 30 min. The motility of X- and Y-sperm differs in an acidic-alkaline environment due to changing ATP levels. In weakly acidic conditions, X-sperm mitochondria function better than in alkaline conditions, in contrast to Y-sperm (He *et al*., 2023b). This differential mitochondrial activity contributes to improved motility of M-Zlex semen (enriched with X-sperm) in slightly acidic extenders, as enhanced mitochondrial function increases ATP production specifically in X-sperm. Conversely, mitochondrial activity in Y-sperm is reduced under the same conditions, resulting in lower motility. Meanwhile, CONV semen containing a roughly equal proportion of X- and Y-sperm exhibits balanced mitochondrial activity across mildly acidic to mildly alkaline pH ranges, leading to overall motility that is less influenced by pH variations. Consequently, the optimal pH range for maintaining sperm motility is broader in CONV semen than in M-Zlex semen, reflecting the complementary mitochondrial responses of X- and Y-sperm to pH fluctuations. Moreover, M-Zlex semen motility decreases at pH levels above 7.4 due to impaired mitochondrial function in X-sperm, which reduces ATP production necessary for movement. Therefore, using a slightly acidic extender (pH 6.6–7.0) is beneficial for promoting the motility of post-thaw sexed semen enriched with X-sperm.

Conclusion

The pH of the semen extender influences the motility of both conventional and sexed sperm. A pH range of 6.6-7.4 is generally optimal for conventional semen motility. However, for M-Zlex

sexed semen, which is enriched with X- sperm, motility is enhanced within a slightly acidic range of pH 6.6- 7.0. This finding suggests that X- sperm exhibit improved motility under weakly acidic conditions. Therefore, adjusting the extender's pH to 6.6- 7.0 presents a viable approach for optimizing the production of sex-sorted semen enriched with X-sperm.

Acknowledgements

This research was partially supported by Chiang Mai University. Thanks to the Inthanon Royal Project Livestock Semen Production Center (Chiang Mai, Thailand) for facilitating the collection of bovine semen samples.

References

Bonato, M.,C.K. Cornwallis, I.A. Malecki, P.K. Rybnik-Trzaskowska and S.W.P. Cloete. 2012 .The effect of temperature and pH on the motility and viability of ostrich sperm . Animal Reproduction Science 133(1-2): 123-128 .

Contri, A., A. Gloria, D. Robbe, C. Valorz, L. Wegher and A. Carluccio. 2013 . Kinematic study on the effect of pH on bull sperm function . Animal Reproduction Science 136(4): 252-259 .

He, Q., F. Gao, S. Wu, S. Wang, Z. Xu, X. Xu, T. Lan, K. Zhang and F. Quan. 2023 . Alkaline dilution alters sperm motility in dairy goat by affecting sAC/cAMP/PKA pathway activity. International Journal of Molecular Sciences 24(2): 1-18 .

He, Q., S. Wu, F. Gao, X. Xu, S. Wang, Z. Xu, M. Huang, K. Zhang, Y. Zhang and F Quan. 2023 .Diluent pH affects sperm motility via GSK3 α/β-hexokinase pathway for the efficient enrichment of X- sperm to increase the female kids rate of dairy goats .Theriogenology 201: 1-11 .

He, Q., S. Wu, M. Huang, Y. Wang, K. Zhang, J. Kang, Y. Zhang and F. Quan. 2021 . Effects of diluent pH on enrichment and performance of dairy goat X/Y-sperm . Frontiers in cell and developmental biology 9: 1-14 .

Liu, Z., R.H. Foote and C.C. Brockett. 1998 .Survival of bull sperm frozen at different rates in media varying in osmolarity. Cryobiology 37: 219-230.

Muehleis, P .M., and Long, S .Y. 1976 .The effects of altering the pH of seminal fluid on the sex ratio of rabbit offspring . Fertility and Sterility 27(12): 1438-1445 .

Orsolini, M.F., S.A. Meyers and P. Dini. 2021 . An update on semen physiology, technologies, and selection techniques for the advancement of in vitro equine embryo production :Section II .Animals 11(11): 1-17 .

Oyeyipo, I.P., M. van der Linde and S.S. du Plessis. 2017 . Environmental exposure of sperm sex- chromosomes: A gender selection technique .Toxicological Research 33(4): 315-323 .

Paitoon, P., A. Sartsook, M. Thongkham, A. Sathanawongs, C. Lumsangkul, W. Pattanawong, S. Hongsibsong and K. Sringarm. 2024 . Sperm quality variables of sex- sorted bull semen produced by magnetic- activated cell sorting coupled with recombinant antibodies targeting Y- chromosome - bearing sperm . Theriogenology 219: 11-21 .

Pratt, N.C. , U. W. Huck and R. D. Lisk . 1987. Offspring sex ratio in hamsters is correlated with vaginal pH at certain times of mating . Behavioral and neural biology 48: 310-316.

Sringarm, K., M. Thongkham, S. Mekchay, C. Lumsangkul, W. Thaworn, W. Pattanawong, , E. Rangabpit, P. Rachtanapun, K. Jantanasakulwong, A. Sathanawongs and S. Hongsibson.g. 2022 . High-efficiency bovine sperm sexing used magnetic- activated cell sorting by coupling scFv antibodies specific to Y-chromosome- bearing sperm on magnetic microbeads .Biology 11(5): 1-15 .

Thongkham, M., A. Saenjaiban, K. Jantanasakulwong, W. Pattanawong, C. Arjin, S. Hongsibsong, P. Rachtanapun and K. Sringarm. 2024. New insights from poly- lactic acid and ionomer films coupled with recombinant antibodies for processing sexed- sorting bovine sperm . International Journal of Biological Macromolecules 256: 1-10 .

Thongkham, M. , W. Thaworn, W. Pattanawong, S. Teepatimakorn, S. Mekchay and K. Sringarm. 202. Spermatological parameters of immunologically sexed bull semen assessed by imaging flow cytometry, and dairy farm trial . Reproductive Biology 21(2): 1-8 .

Yadav, S.K., D.K. Gangwar, J. Singh, C.K. Tikadar, V.V. Khanna, S. Saini, S. Dholpuria, P. Palta, R.S. Manik, M.K. Singh and S.K . Singla. 2017 . An immunological approach of sperm sexing and different methods fo identification of X - and Y- chromosome bearing sperm . Veterinary World 10(5) : 498-504 .

ความหลากชนิดและความชุกชุมของผีเสื้อมวนหวาน (Lepidoptera: Noctuidae) ที่เข้าทำลายส้มแก้ว ในพื้นที่ ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ภาคกลาง ประเทศไทย

Species Diversity and Abundance of Fruit-piercing Moths (Lepidoptera: Noctuidae), Infesting Somkaew (*Citrus nobilis*) in Bang Sakae Subdistrict, Bang Khonthi District, Samut Songkhram Province, Central Thailand

ศิริรัตน์ พิมพ์เสนาะ และ กฤษณะ เรืองฤทธิ์*

Sirirat Pimsanor and Krissana Ruang-Rit*

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร จ.เพชรบุรี 76120

Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi 76120, Thailand

**Corresponding author, Email: ruangrit_k@su.ac.th*

(Received: 26 February 2025; Accepted: 29 May 2025)

Abstract: Somkaew (*Citrus nobilis*) is an important economic plant in Bang Khonthi district, Samut Songkhram province, the largest somkaew producing area in Thailand. However, the infestation of fruit-piercing moths (Lepidoptera: Noctuidae), key pest of citrus, causes significant damage to the quality and quantity of oranges. There is still very little information of fruit-piercing moths on somkaew. Therefore, this study aimed to determine the species diversity and abundance of fruit-piercing moths in the somkaew orchard at Bang Sakae subdistrict, Bang Khonthi district, Samut Songkhram province, central Thailand. It was studied from October 2019 - March 2020 and April - May 2021. The specimens were collected using moth traps baited with pineapple. Six moth species were discovered including *Artena dotata, Eudocima phalonia, E. salaminia, Ophiusa coronata, O. tirhaca and Thyas honesta*. In October 2019, the highest number of 17 moths were trapped with the diversity and evenness indexes at 1.42 and 0.28, respectively. The highest total number of 19 trapped species belonged to *O. coronata* moths with abundance index at 75%.

Keywords: Species diversity, *Citrus nobilis,* mandarin orange, pests, insects

Copyright @ Journal of Agricultural Research and Communications. All rights reserved.

บทคัดย่อ: ส้มแก้ว (*Citrus nobilis*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งถือเป็นแหล่งผลิตส้มแก้วใหญ่ที่สุดในประเทศไทย อย่างไรก็ตามปัญหาจากการเข้าทำลายของผีเสื้อมวนหวาน (fruit-piercing moth) ที่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งของส้มแก้ว สร้างความเสียหายอย่างมากต่อผลผลิตส้มแก้วทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ ซึ่งชนิดและปริมาณของผีเสื้อมวนหวานที่เข้าทำลายส้มแก้วยังมีข้อมูลน้อยมาก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของแมลงดังกล่าวในสวนส้มแก้ว ในพื้นที่ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ภาคกลาง ประเทศไทย ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562-มีนาคม พ.ศ. 2563 และเดือนเมษายน - พฤษภาคม พ.ศ. 2564 โดยใช้กับดักผีเสื้อที่มีสับปะรดเป็นเหยื่อล่อ พบผีเสื้อมวนหวานในสวนส้มแก้วจำนวน 6 ชนิด คือ *Artena dotata, Eudocima phalonia, E. salaminia, Ophiusa coronata, O. tirhaca และ Thyas honesta* โดยมีจำนวนที่พบมากที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม 2562 เท่ากับ 17 ตัว มีค่าดัชนีความหลากชนิด และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ ที่ 1.42 และ 0.28 ตามลำดับ ทั้งนี้ชนิดผีเสื้อที่พบมากที่สุด คือ *O. coronata* ซึ่งจำนวนที่จับได้รวมกัน คือ 19 ตัว มีค่าดัชนีความชุกชุมในระดับ 75%

คำสำคัญ: ความหลากชนิด, ส้มแก้ว, ส้มแมนดาริน, ศัตรูพืช, แมลง

คำนำ

ส้มแก้ว (*Citrus nobilis*) อยู่ในกลุ่มส้มแมนดาริน (The Mandarin group) หรือส้มเปลือกล่อน ซึ่งมีการปลูกมากที่จังหวัดสมุทรสงคราม และถือเป็นแหล่งปลูกส้มแก้วที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยโดยเฉพาะที่ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ขนาดของผลส้มมีขนาดใหญ่รองจากส้มโอ ผลทรงกลมแป้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 - 9 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร และมีเปลือกหนาประมาณ 1.5-2 มิลลิเมตร โดยปกติให้ผลผลิตปีละ 1 รุ่น โดยส้มออกดอกประมาณเดือนมกราคม ผลแก่และเก็บเกี่ยวได้ช่วงพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม (Technology Chaoban, 2022) หรือช่วงฤดูหนาวหรือฤดูแล้งซึ่งมีฝนตกน้อย จากรายงานของ Hardianti *et al.* (2025) ได้สำรวจความหลากหลายของแมลงในสวนส้มแก้ว (*Citrus nobilis*) ในเมืองประดัง ประเทศอินโดนีเซีย พบแมลงศัตรูพืช คือ *Aphis gossypii, Bothrogonia sp., Bractocera spp., Conocephalus sp., Planococcus citri, Rhynchocoris humeralis, Sanurus sp., Toxoptera sp., Valanga nigricornis* ส่วนการปลูกส้มแก้วในประเทศไทยจากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ทำการศึกษากล่าวว่าปัญหาในการปลูกส้มแก้ว คือในช่วงผลส้มแก้วเริ่มสุกในเดือนตุลาคมจนถึงระยะเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้งหรือฝนตกน้อย มักพบการเข้าทำลายของผีเสื้อมวนหวาน (fruit-piercing moth: Lepidoptera: Noctuidae) โดยตัวเต็มวัยซึ่งเป็นผีเสื้อกลางคืน เข้าทำลายด้วยการใช้ปาก (proboscis) แทงทะลุผ่านเปลือกผลส้มแก้วและดูดน้ำหวาน เกิดบาดแผลเป็นรูรอยเจาะบนผลไม้ ทำให้ผลส้มเสียหายโดยตรงไม่สามารถจำหน่ายได้ นอกจากนี้รอยแผลที่เกิดขึ้นมักมีกลิ่นที่ดึงดูดแมลงอื่นๆ ให้เข้ามาทำลายเพิ่มได้ รวมทั้งกลายเป็นจุดเริ่มต้นการเข้าทำลายเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้เน่าและผลไม้ร่วงในที่สุด (Pacific pests, pathogens and weed, 2020; Sand and Liebregth, 2005)

ผีเสื้อมวนหวานในประเทศไทยที่สามารถจำแนกได้ มีจำนวน 86 ชนิด ซึ่งเข้าทำลายผลไม้ได้มากกว่า 24 ชนิด โดยมีผีเสื้อมวนหวานที่สำคัญจำนวน 4 ชนิด คือ *E. salaminia, Oraesia emarginata , Othreis fullonia (Eudocima phalonia), และ Rhytia hypermnestra* สามารถเข้าทำลายและสร้างความเสียหายกว่า 60-95 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่ ลำไยและส้ม (Banziger, 1982) โดยในแต่ละพื้นที่ปลูกไม้ผลมักพบผีเสื้อมวนหวานมากกว่าหนึ่งชนิดร่วมกันเข้าทำลายผลไม้ Susainathan (1924) รายงานว่า ในตอนเหนือของ

Circars พบผีเสื้อมวนหวาน 3 ชนิด คือ *Anna coronata, O. fullonia* และ *O. maternal,* เข้าทำลาย ทับทิม ส้ม และมะนาว

จากการสำรวจในเบื้องต้นในสวนของส้มแก้ว ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม นั้น พบว่าผลส้มแก้วที่ไม่ได้ห่อผลถูกผีเสื้อมวนหวานเข้าทำลายและร่วงหล่น ในช่วงที่ผลส้มแก้วเริ่มสุกจนถึงเก็บเกี่ยว ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตส้มแก้วทุกปี ประกอบกับข้อมูลความหลากหลายของศัตรูพืชดังกล่าวในพื้นที่ยังมีจำกัด จึงเป็นที่มาของการศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของผีเสื้อมวนหวานที่เข้าทำลายส้มแก้วในพื้นที่ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงครามขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่สำคัญสำหรับประกอบการวางแผนการบริหารจัดการผีเสื้อมวนหวานในสวนส้มแก้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสม และยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาความหลากหลายของผีเสื้อมวนหวาน พื้นที่ในการดำเนินการคือ สวนพลอยสุภา ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งพื้นที่ทั้งหมด 8 ไร่ เป็นสวนส้มแก้วที่ปลูกแซมในสวนส้มโอ และเป็นสวนที่ไม่มีการใช้สารเคมีสังเคราะห์ แต่มีการใช้สารชีวภัณฑ์เช่น เชื้อราและแบคทีเรีย รวมถึงน้ำหมักจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 - มีนาคม พ.ศ. 2563 และเดือนเมษายน - พฤษภาคม พ.ศ. 2564 โดยใช้กับดักเหยื่อแบบเคลื่อนที่ (Portable bait traps) (Austin and Riley, 1995) รูปทรงกระบอก ขนาด 50 x 80 เซนติเมตร ดัดแปลงจากกับดักจับผีเสื้อ ของ Austin and Riley (1995) และกับดักผีเสื้อมวนหวานของสำนักงานเกษตรอำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี ที่แจกให้เกษตรกรในการดักจับเพื่อกำจัดผีเสื้อมวนหวานในสวนผลไม้ (Technology Chaoban, 2020) ด้านล่างมี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ซึ่งเป็นทางเข้าทรงกรวยที่มีช่องเปิดด้านบนของด้านในเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร (Figure 1A) โดยนำกับดักแขวนกับต้นส้มแก้ว สูงจากระดับพื้น 1.8 เมตร (Figure 1B) ใช้สับปะรดเป็นเหยื่อล่อ (Ngampongsai *et al.,* 2005b) โดยใช้ลวดเสียบกับสับปะรดที่หั่นเป็นแผ่นห้อยไว้ด้านล่างของกับดัก (Figure 1C) ระยะห่างของแต่ละกับดัก 50 เมตร จำนวน 5 กับดัก โดยแต่ละครั้งทำการวางกับดักเป็นเวลา 3 วัน ตรวจนับและบันทึกผลจำนวนเสื้อมวนหวานที่รวบรวมได้ เดือนละ 1 ครั้ง และนำตัวอย่างกลับห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและจัดจำแนกชนิดต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลของผีเสื้อมวนหวานประกอบด้วย

1. ดัชนีความหลากชนิดของผีเสื้อมวนหวาน ใช้สูตรของ Shannon-Wiener (Shannon- Wiener's Index: H) ตามวิธีการของ Magurran (2013)

$$H = -\sum_{i=1}^{S}(Pi \ln Pi)$$

เมื่อ H = ค่าดัชนีความหลากชนิด

Pi = จำนวนผีเสื้อชนิดใดชนิดหนึ่งต่อจำนวนผีเสื้อทั้งหมด

S = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งหมด

2. ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index: E)

$$E = H/Hmax$$

เมื่อ E = ดัชนีความสม่ำเสมอ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 -1 (ค่ามากที่สุดคือ 1 หมายความว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ) ตามวิธีการของ Magurran (2013)

H = ค่าดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Wiener

Hmax = species richness (จำนวนชนิดของผีเสื้อทั้งหมด)

3. ค่าดัชนีความชุกชุม (abundance index)

ค่าดัชนีความชุกชุม = (จำนวนครั้งที่พบผีเสื้อ x 100)/ จำนวนครั้งที่ทำการสำรวจ

ประเมินระดับความชุกชุมโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับความชุกชุม ตามหลักการของ Nitinarth *et al*. (2022) ดังนี้

90 - 100 เปอร์เซ็นต์ ผีเสื้อมวนหวานมีความชุกชุมสูงมากพบได้บ่อยมาก (abundance: A)

65 - 89 เปอร์เซ็นต์ ผีเสื้อมวนหวาน มีความชุกชุมมาก พบบ่อย (common: C)

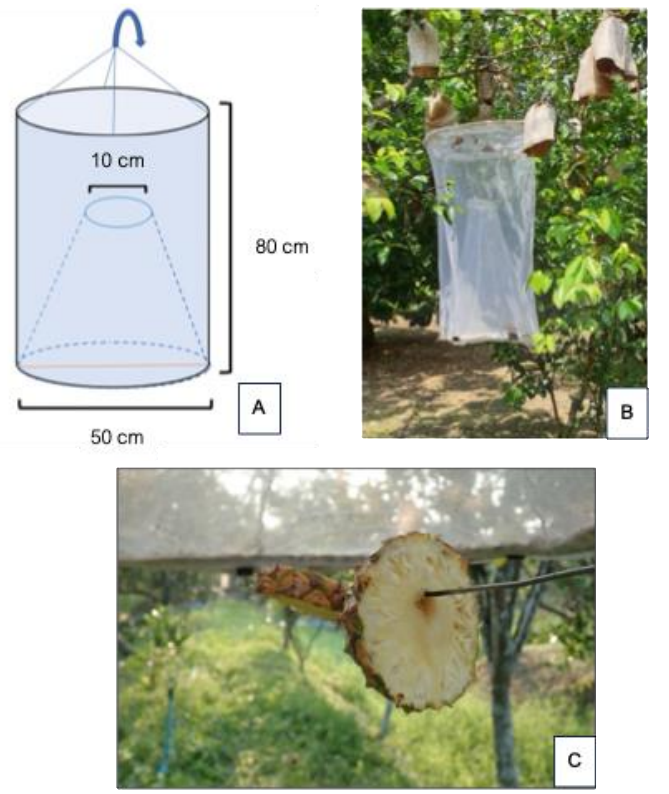

Figure 1. Size and dimension of the moth trap (lateral view) (A) The moth trap baited with pineapple (lateral view) setting on a somkeaw tree (B) Pineapple slice hanging under the moth trap (C)

31-64 เปอร์เซ็นต์ ผีเสื้อมวนหวานมีความชุกชุมปานกลาง พบได้ปานกลาง (moderately common: MC)

10-30 เปอร์เซ็นต์ ผีเสื้อมวนหวานมีความชุกชุมค่อนข้างน้อย พบได้ค่อนข้างน้อย (uncommon: UC)

1-9 เปอร์เซ็นต์ ผีเสื้อมวนหวานความชุกชุมน้อย พบได้น้อย (rare: R)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาพบผีเสื้อมวนหวานที่จัดจำแนกได้ทั้งสิ้น 6 ชนิด คือ *A. dotata*, *E. phalonia*, *E. salaminia*, *O. coronata, O. tirhaca* และ *T. honesta* (Figure 2-3) โดยจำแนกจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเปรียบเทียบข้อมูลชนิดในเอกสารอ้างอิงดังนี้ Arjun (2020), Gilligan and Passoa (2014), Pintilioaie *et al.* (2014), Roychoudhury and Mishra (2021), Suthapradit *et al.* (2006), The moths of Borneo (2025) และ The moths of Idia (2025) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

A. dotata (Figure 2A and 2D) ลักษณะหัว อก ท้องและปีกมีสีน้ำตาลทองแดง ด้านบน (dorsal view) ของปีกคู่หน้า (forewings) มีจุดสีขาวเล็ก ๆ ในเซลล์ปีก และมีเส้นที่พาดจากขอบปีกบนไปถึงขอบปีกล่าง 2 เส้น ที่ไม่ขนานกัน ด้านล่าง (ventral view) ของปีกคู่หน้ามีพื้นสีน้ำตาลและมีแถบสีขาวรูปร่างคล้ายหยดน้ำพาดจากขอบบนของปีกลงมาแต่ไม่ถึงขอบล่างของปีก ส่วนปีกคู่หลัง (hindwings) พื้นปีกมีสีน้ำตาลดำ และมีแถบสีขาวโค้งอยู่ตรงกลางปีกคู่หลัง ด้านล่าง (ventral view) ของปีกคู่หลัง มีสีน้ำตาล และมีแถบสีขาวโค้งอยู่ตรงกลางเช่นเดียวกับด้านบนของปีก (The moths of Borneo, 2025; The moths of India, 2025) การแพร่กระจายของ *A. dotata* สามารถพบได้ในเขต เอเชียใต้ จนถึง

Figure 2. Fruit-piercing moths: Dorsal view (A-C) and ventral view (D-F):
A. dotata (A, D), *E. phalonia* (B, E), and *E. salaminia* (C, F)

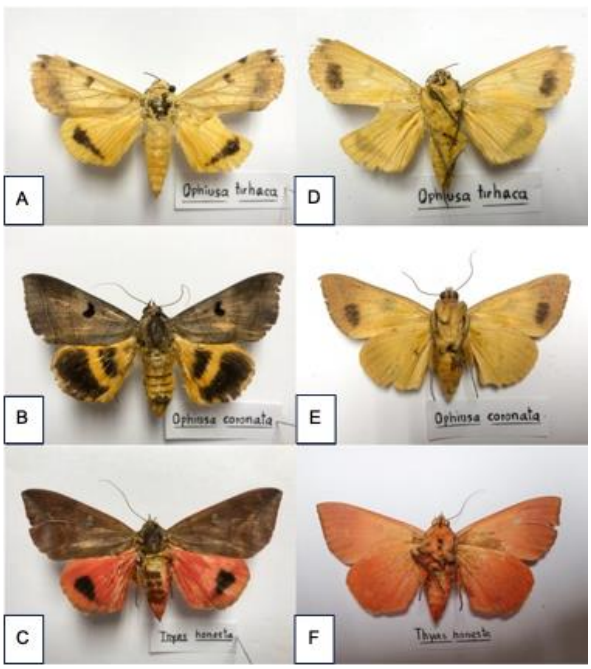

Figure 3. Fruit-piercing moths: Dorsal view (A-C) and ventral view (D-F):
O. tirhaca (A, D), *O. coronata* (B, E), and *T. honesta* (C, F)

ไต้หวัน ญี่ปุ่น สุมาตรา และบอร์เนียว (Kirti and Singh, 2013; The moths of Borneo, 2025) จากรายงานของ Robinson *et al.* (2001) กล่าวว่าตัวอ่อนของผีเสื้อมวนหวานชนิด *A. dotata* มีพืชอาหารเป็นพืชในวงศ์สมอ (Combretaceae) โดยตัวเต็มวัยพบเข้าดูดกินผลไม้ต่าง ๆ ในประเทศไทย เช่น. ส้ม ลำไย ลูกท้อ และลูกตะขบ (*Muntingia calabura*) เป็นต้น (Bänziger, 1982)

E. phalonia (syn. *E. fullonia*) (Figure 2B and 2E) ลักษณะหัวและอกมีสีน้ำตาลแดง ส่วนท้องสีส้ม ด้านบนของปีกคู่หน้า มีสีน้ำตาลแดง และมักมีจุดสีเข้มเล็ก ๆ ด้านบนปีกมีลายเส้น 2 เส้นพาดจากขอบปีกบนถึงขอบปีกล่าง ส่วนด้านล่างของปีกคู่หน้า มีแถบสีดำขนาดหนาและใหญ่บริเวณกลางปีกและปลายปีกทำให้ดูเหมือนมีขีดสีเหลืองอยู่ตรงโคนและปลายปีกหน้า ด้านบนของปีกคู่หลังมีสีส้ม มีเส้นสีดำโค้งงอขนาดใหญ่และบริเวณขอบปีกหลังมีสีดำ ทั้งด้านบนและด้านล่าง (dorsal and ventral view) (Arjun, 2020; Gilligan and Passoa, 2014) การแพร่กระจายของผีเสื้อมวนหวาน *E. phalonia* นั้นสามารถพบได้ในเขตแปซิฟิก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น มาเลเซีย ไทย จีน อินเดีย ออสเตรเลีย และในหลายเขตพื้นที่ของแอฟริกา (Brou and Zilli, 2016; Cochereau, 1977; Kawazu *et al*., 2008; Roland *et al*., 2012; Reddy *et al.,* 2005; Sivasankaran *et al*., 2017) จากรายงานของ Fay and Halfpapp (1993) แสดงให้เห็นว่า *E. fullonia* เป็นศัตรูพืชที่มีความสำคัญและทำความเสียหายให้กับ ลิ้นจี่ และ มะเฟือง ในตอนเหนือของควีนแลนด์ ออสเตรเลีย ในช่วงที่มีผลผลิตของลิ้นจี่พบ *E. fullonia* มากที่สุด ส่วนในมะเฟืองพบผีเสื้อมวนหวานชนิด *E. salaminia* มากกว่า (Fay and Halfpapp, 1999) นอกจากนี้ยังพบเข้าทำลายผลทับทิม (Balikai *et al*., 2022) ลำไย (Tran *et al*., 2019) และเป็นศัตรูที่สำคัญของพืชตระกูลส้ม (Leong and Kueh, 2011)

E. salaminia (Figure 2C and 2F) ลักษณะของปีกคู่หน้ามีสีเขียวเหลือบทอง ด้านบนของปีกมีเส้นตรงสีครีมจากปลายขอบปีกบนถึงใกล้โคนขอบปีกล่าง อกมีสีเขียว ท้องมีสีส้ม (Roychoudhury and Mishra, 2021) ปีกคู่หลัง มีสีส้มและมีเส้นสีดำโค้งงอขนาดใหญ่ ขอบปีกหลังมีสีดำและจุดสีขาวตรงปลายขอบปีก ด้านล่างของปีกคู่หน้าบริเวณโคนปีกมีสีเหลืองส้ม มีแถบสีขาวคาดขวางอยู่ในพื้นที่สีน้ำตาลดำ (Arjun, 2020) การเจริญเติบโตของตัวอ่อนผีเสื้อชนิด *E. salaminia* เจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส แต่อายุของตัวเต็มวัยจะยาวกว่าเมื่อมีอุณหภูมิต่ำระหว่าง 15-23 องศาเซลเซียส โดยตัวเต็มวัยของผีเสื้อมวนหวาน *E. salaminia* มีร่องรอยการกินอาหารจำนวนมากเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส (Sands *et al*., 1991) ผีเสื้อในสกุล *Eudocima* spp. นี้สามารถพบได้แม้จะเป็นช่วงที่ผลไม้มีน้อยหรือเดือนที่มีความชื้นต่ำที่สุด และพบเป็นจำนวนมากในช่วงเดือนที่ความชื้นสูงหรือเป็นช่วงที่มีผลผลิตของผลไม้จำนวนมาก (Fay and Halfpapp, 1999) ผีเสื้อมวนหวานชนิดนี้เข้าทำลายผลไม้ที่สำคัญหลายชนิด เช่น ส้ม ลำไย และลิ้นจี่ โดยพบแพร่กระจายในอินเดีย ประเทศไทย เนปาล จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น เกาหลี ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ไมโครนีเซีย แอฟริกากลาง และออสเตรเลีย (Holloway, 2005)

O. tirhaca (Figure 3A and 3D) ด้านบนของปีกคู่หน้ามีสีเหลืองน้ำตาล มีจุดสีเข้มบริเวณขอบปีกบนและตรงปลายปีก ปีกหลังมีสีเหลืองหม่น และมีสีดำรูปร่างเหมือนสามเหลี่ยม บริเวณใกล้กับขอบปีกด้านล่างของปีกคู่หน้าและปีกคู่หลังมีสีเหลืองหม่น มีเส้นสีน้ำตาลแดงอ่อน อยู่บริเวณใกล้กับปลายขอบปีกหน้า และมีสีดำรูปร่างเหมือนสามเหลี่ยมสีน้ำตาลอ่อนในตำแหน่งเดียวกับด้านบนของปีกคู่หลัง (Pintilioaie *et al*., 2014) ตัวอ่อนของผีเสื้อ *O. tirhaca* เป็นกลุ่มหนอนคืบสามารถกินพืชได้หลายชนิดที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ (Roychoudhury and Mishra, 2021) ดังนั้นระยะตัวอ่อนถือเป็นศัตรูพืชของพืชเศรษฐกิจบางชนิด เช่น ใบของต้นถั่วพิสตาชิโอ (pistachio) (Berlinger *et al.,* 2001) สมอพิเภก (*Terminalia bellerica*) ต้นสาละอินเดีย (*Shorea robusta*) เป็นต้น (Beeson,1941) โดยมีรายงานการพบผีเสื้อมวนหวาน *O. tirhaca* ครั้งแรกในอิสราเอล (Berlinger *et al.,* 2001) การแพร่กระจายของผีเสื้อมวนหวานและการเข้าทำลายพืชของผีเสื้อมวนหวานชนิดนี้พบตั้งแต่เขตร้อนจนถึงเขตกึ่งร้อน ในทวีปแอฟริกา ออสเตรเลีย ยุโรป ในแถบเมดิเตอร์เรเนียน และเอเชีย

เช่น ประเทศไทย (Bänziger, 1982) ตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย (Kirti and Singh, 2013) และประเทศโรมาเนีย (Pintilioaie *et al*., 2024) เป็นต้น ตัวเต็มวัยของผีเสื้อชนิดนี้มีรายงานการเข้าทำลายส้มในประเทศกาน่า (Forsyth, 1966) พริกไทยชมพู (*Schinus molle*) ในประเทศเคนยา (Le Pelley, 1959) ต้นเล็บมือนาง *(Quisqualis indica)* ในรัฐมัธยประเทศ ประเทศอินเดีย (Gujrati *et al*., 1993)

O. coronata (syn. *Thyas coronata*) (Figure 3B and 3E) หัวและอกสีน้ำตาลดำ ท้องมีสีส้มและมีขีดสีดำเป็นข้อปล้อง ด้านบนของปีกหน้า มีสีน้ำตาลดำ มีจุดสีดำโค้งงอเล็กๆ อยู่ตรงกลาง (Suthapradit *et al.,* 2006) มีเส้นสีเข้มพาดจากขอบปีกบนถึงขอบปีกล่าง จำนวน 3 เส้น ปีกคู่หลัง มีสีเหลืองและมีสีเส้นสีดำหนาใหญ่ 2 เส้น โดยเส้นที่ใกล้ปลายขอบปีกมีความใหญ่และหนากว่า ปลายขอบปีกหลังมีสีเหลือง ด้านล่างของปีกหน้าและปีกหลังมีสีเหลืองหม่น มีเส้นสีน้ำตาลแดงอ่อน อยู่บริเวณใกล้กับปลายขอบปีกหน้า (Suthapradit *et al.,* 2006; The moths of Borneo, 2025) พบการแพร่กระจายใน อินเดีย ออสเตรเลีย (Kirti and Singh, 2013) จีน (Kawazu *et al*., 2008) และประเทศไทย (Suthapradit *et al.,* 2006) ผีเสื้อตัวเต็มวัยของ *O. coronata* มักวางไข่บนต้นเล็บมือนาง (*Quisqualis indica*) ต้นหูกวาง (*Terminalia catappa*) ต้นสะแกนา (*Combretum quadrangulare*) และสมอไทย (*T. chebula*) เนื่องจากเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ *O. coronata* มากที่สุด (Ngampongsai *et al.,* 2005a) โดยพบตัวเต็มวัยมีเข้าทำลายลองกอง และส้มโชกุนในจังหวัดสงขลา (Ngampongsai *et al.,* 2005b) จากการศึกษาของ Suthapradit *et al*. (2006) รายงานว่าตัวเต็มวัยของผีเสื้อชนิดนี้ชอบกินสับปะรด มากกว่า กล้วยหอม มะละกอ และส้ม แต่ชอบกินละมุดและชมพู่น้อยที่สุด

T. honesta (Figure 3C and 3F) สีของหัวอก และท้องมีสีแดงโอลด์โรสหรือสีชมพูอมส้ม ยกเว้นอกปล้องแรกมีสีมีน้ำตาลแดง เหมือนกับสีของด้านบนของปีกคู่หน้า มีจุดสีน้ำตาลอ่อนสองจุดเชื่อมต่อกันบริเวณใกล้กับขอบปีกบนของปีกคู่หน้า ส่วนด้านบนของปีกคู่หลัง มีสีชมพูอมส้ม และมีจุดสีดำหนาใกล้กับขอบปีกล่าง ด้านล่าง ของปีกคู่หน้าและปีกคู่หลังมีสีชมพูอมส้มและไม่มีลวดลาย (The moths of Borneo, 2025) การแพร่กระจายของผีเสื้อชนิดนี้ พบใน อินเดีย (Adarsha and Ramaraju, 2016) ประเทศไทย (Ngampongsai *et al.,* 2005b) พม่า ฟิลิปปินส์ บอร์เนียว สุมาตรา (Kirti and Singh, 2013) และ มาเลเซีย (Robinson *et al.,* 2001) โดยตัวอ่อนของ *T. honesta* กินพืชในวงศ์จิก (Lecythidaceae) เช่น จิกทะเล (*Barringtonia asiatica*) และต้นกระโดน (*Planchonia valida*) เป็นต้น (Robinson *et al.,* 2001) โดยตัวเต็มวัยพบเข้าทำลายลองกอง ส้ม และส้มโอ เป็นต้น (Ngampongsai *et al.,* 2005b)

จาก Table 1 แสดงจำนวนชนิดและจำนวนตัวของผีเสื้อมวนหวาน พบว่าในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 พบชนิดผีเสื้อมวนหวานมากที่สุดถึง 5 ชนิด และมีจำนวนรวมมากถึง 17 ตัว คือ *A. dotata* จำนวน 4 ตัว, *E. phalonia* จำนวน 3 ตัว, *O. tirhaca* จำนวน 1 ตัว, *O. coronata* จำนวน 7 ตัว และ *T. honesta* จำนวน 2 ตัว โดยมีค่าดัชนีความหลากชนิด Shannon-Wiener และค่าดัชนีความสม่ำเสมอสูงที่สุดที่ 1.42 และ 0.28 ตามลำดับ ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 พบผีเสื้อมวนหวาน 4 ชนิด มีจำนวนรวม 10 ตัว คือ *E. phalonia* จำนวน 2 ตัว, *E. salaminia* จำนวน 1 ตัว, *O. coronata* จำนวน 5 ตัว และ *T. honesta* จำนวน 2 ตัว และในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 พบจำนวน 3 ชนิด มีจำนวนรวม 11 ตัว คือ *A. dotata* จำนวน 2 ตัว *E. phalonia* จำนวน 2 ตัว และ *O. coronata* จำนวน 7 ตัว โดยมีค่าดัชนีความหลากชนิด Shannon-Wiener ในเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคน พ.ศ. 2562 ที่ 0.95 และ 0.91 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอที่ 0.24 และ 0.30 ตามลำดับ จากนั้น ในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ไม่พบผีเสื้อมวนหวาน แต่ในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 พบผีเสื้อมวนหวานชนิดเดียว คือ *A. dotata* จำนวน 2 ตัว ค่าดัชนีความหลากชนิดและดัชนีความสม่ำเสมอที่ 0.35 และ 0.18 ตามลำดับ

เนื่องจากมีช่วงเวลาต่อมามีการระบาดของ Covid19 และมีการกักพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถเข้าสำรวจ

Table 1 Diversity index of fruit-piecing moths in Somkaew orchard

Year	Month	No. of Species	No. of moths	Diversity (H)	Evenness index (E)
2019	October	5	17	1.42	0.28
	November	4	10	0.95	0.24
	December	3	11	0.91	0.30
2020	January	0	0	0	0
	February	0	0	0	0
	March	1	2	0.35	0.18
2021	April	0	0	0	0
	May	0	0	0	0

ต่อได้ เมื่อมีการผ่อนปรนการกักพื้นที่จึงทำการสำรวจเพิ่มเติมในเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ผลปรากฏว่าไม่พบผีเสื้อมวนหวานในช่วงเวลาดังกล่าว

โดยช่วงการปรากฏของผีเสื้อมวนหวานมีความสอดคล้องกับระยะการสุกของผลส้มแก้วซึ่งอยู่ในช่วงเดือน ตุลาคมถึงเดือนธันวาคม โดยมีช่วงของส้มบางส่วนที่แก่ในระยะที่สองในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ทั้งนี้ในเขตร้อนความหลากชนิดและประชากรของผีเสื้อมวนหวานมักเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับระยะการสุกของผลไม้มากกว่าปัจจัยอื่น ๆ (Leong and Kueh, 2011) จากงานรายงานของ Kumar and Lai (1983) กล่าวว่า ในฟิจิ สามารถพบผีเสื้อมวนหวานในช่วงฤดูแล้งที่เป็นช่วงที่ผลไม้ออกปริมาณมาก เช่นเดียวกับรายงานของ Muddasar *et al*. (2021) ที่ศึกษาพลวัตประชากรของผีเสื้อมวนหวาน 3 ชนิด คือ *E. homaena , E. phalonia* และ *Eudocima maternal*, ในปี 2018-2020 พบว่าการเริ่มปรากฏของผีเสื้อมวนหวานทั้ง 3 ชนิดในช่วงเดือนกรกฎาคม จนถึงเดือนมกราคม โดยเป็นช่วงฤดูผลไม้ และพบปริมาณสูงสุดในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบผีเสื้อส่วนใหญ่ในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ที่ผลส้มแก้วเริ่มแก่ และมีพบเล็กน้อยในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากมีผลส้มแก้วรุ่นที่สองเริ่มแก่ในช่วงเดือนมีนาคม แต่มีผลผลิตปริมาณน้อยกว่ารุ่นแรก อย่างไรก็ตาม ช่วงของการปรากฏของผีเสื้อมวนหวานจะแตกต่างไปตามสภาพพื้นที่ได้ และตามแต่ละฤดูกาลของผลไม้ท้องถิ่นนั้น เช่นในเขตตะวันออกเฉียงเหนือของควีนแลนด์ ประเทศออสเตรเลียพบ ผีเสื้อมวนหวาน *Eudocima* spp. ในฤดูที่มีความชื้นสูง (wet season) ในช่วงเดือนพฤศจิกายนและสิงหาคม ที่เป็นผลผลิตของผลไม้มีจำนวนมาก แต่พบน้อยมากในช่วงฤดูแล้งช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ผลไม้ลดปริมาณลง (Fay and Halfpapp, 1993) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของผีเสื้อมวนหวานขึ้นอยู่กับฤดูกาลของผลไม้เป็นปัจจัยหลัก

จากรายงานของ Jayanthi *et al*. (2015) กล่าวว่าผลไม้ที่มีกลิ่นแรงสามารถดึงดูดผีเสื้อมวนหวานได้ดีกว่าผลไม้ที่ไม่ค่อยมีกลิ่น ซึ่งพื้นที่ทำการศึกษามีการห่อผลส้มแก้ว (Figure 1B) อาจส่งผลต่อกลิ่นของส้มแก้วที่ปล่อยออกมาในพื้นที่รอบๆ มีน้อย เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลดการดึงดูดผีเสื้อมวนหวานเข้าในพื้นที่ดังกล่าว และทำให้ผีเสื้อที่จับได้มีจำนวนน้อย นอกจากนี้ จาก Table 1 พบว่า ในช่วงเดือนเมษายน และพฤษภาคม ไม่พบผีเสื้อมวนหวาน เนื่องจากในช่วงดังกล่าว ในพื้นที่ทำการศึกษาไม่มีผลผลิตส้มแก้ว ถึงแม้มีผลผลิตของส้มโอที่มีการปลูกผสมผสานอยู่ แต่มีการห่อผลส้มโอเช่นกัน อีกทั้งในบริเวณรอบสวนที่ทำการสำรวจมีผลไม้อื่น เช่น ลิ้นจี่ ที่เริ่มสุกในช่วงเวลาดังกล่าว โดยผลไม้ที่มีกลิ่นแรง

กว่าจะเบี่ยงเบนการดึงดูดผีเสื้อมวนหวานออกจากผลไม้หลักได้ และผลไม้ที่มีรสหวานดึงดูดผีเสื้อมวนหวานได้มากกว่าผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว (Jayanthi *et al.,* 2015; Reddy *et al*., 2007)

อย่างไรก็ตามจากจำนวนของผีเสื้อที่จับได้ทุกชนิดรวมกันมีจำนวนน้อยคือ 40 ตัว และจำนวนครั้งในการเก็บตัวอย่างเพียง 1 ครั้งต่อเดือน อาจทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน ดังนั้นเพื่อให้มีข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้นในการศึกษาต่อไปควรมีการเก็บตัวอย่างเพิ่ม ในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องจนครบรอบปี และมีการเก็บตัวอย่างบ่อยขึ้นเป็นอาทิตย์ละครั้ง รวมถึงมีการใช้จำนวนกับดักเพิ่มขึ้น หรือทดลองใช้เหยื่อล่อที่ผสมผลไม้หลายชนิด

ด้านความชุกชุมของชนิดผีเสื้อมวนหวานในส่วนส้มแก้ว (Table 2) จากการสำรวจทั้งหมด จำนวน 8 ครั้ง พบชนิดผีเสื้อมวนหวานต่าง ๆ เพียง 4 ครั้ง โดยชนิดที่พบมากที่สุด 19 ตัวคือ *O. coronata* รองลงมาคือ *A. dotata* และ *E. phalonia* พบ 8 และ 7 ตัว ตามลำดับ โดยการปรากฏของผีเสื้อมวนหวานทั้ง 3 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 75 ของการสำรวจที่พบผีเสื้อมวนหวาน จัดอยู่ในระดับความชุกชุมมาก และพบได้บ่อย รองลงมาคือ *T. honesta* จำนวน 4 ตัว โดยพบจำนวน 2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 50 จัดอยู่ระดับความชุกชุมปานกลาง ลำดับสุดท้ายคือ *E. salaminia* และ *O. tirhaca* พบชนิดละ 1 ตัว อย่างละ 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 25 จัดอยู่ในกลุ่มที่สามารถพบเห็นได้ค่อนข้างน้อย

จำนวน *O. coronata* ที่พบมีมากกว่า *A. dotata* และ *E. phalonia* ถึง 2.38 และ 2.71 เท่า แต่เมื่อคำนวณค่าดัชนีความชุกชุมพบว่า มีค่าร้อยละ 75 เท่ากัน และยังจัดในกลุ่มที่มีความชุกชุมมากเหมือนกัน ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Ngampongsai *et al.* (2005b) ที่พบว่าในเขตพื้นที่ไม้ผลจังหวัดสงขลา *E. phalonia* เป็นผีเสื้อมวนหวานที่แพร่กระจาย ชุกชุม และมีความสำคัญมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามกับดักที่ใช้ในการสำรวจผีเสื้อมวนหวาน ชนิดของสวนผลไม้รวมถึงสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจมีผลทำให้ผลที่ได้ต่างกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ที่เป็นผลจากการเลือกใช้พืชอาหารคือสับปะรด เป็นเหยื่อล่อ เนื่องจากผลการศึกษาความชอบของตัวเต็มวัย *O. coronata* ในการกินผลไม้สุก 6 ชนิด ได้แก่ ส้ม มะละกอ กล้วยหอม สับปะรด ละมุด และชมพู่ ของ Suthapradit *et al.* (2006) พบว่า *O. coronata* ลงกินสับปะรดมากที่สุด โดยกลิ่นจากสารระเหยที่ปลดปล่อยออกมาจากสับปะรดมีแนวโน้มเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดึงดูดผีเสื้อ *O. coronata* มากกว่าผีเสื้อมวนหวานชนิดอื่น ๆ (Suthapradit *et al.,* 2006)

Table 2 Abundance index and frequency of occurrence of fruit-piercing moth species collected in a Somkaew orchard during October 2019 to May 2021

Species	Abundance index	Abundance level	No. of individuals	No. of times being caught
Artena dotata	75 %	Common	8	3
Eudocima phalonia	75 %	Common	7	3
Eudocima salaminia	25 %	Uncommon	1	1
Ophiusa tirhaca	25 %	Uncommon	1	1
Ophiusa coronata	75 %	Common	19	3
Thyas honesta	50 %	Moderately common	4	2

สรุป

การศึกษาความหลากชนิดของผีเสื้อมวนหวานเข้าทำลายส้มแก้ว ในพื้นที่ ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562-มีนาคม พ.ศ. 2563 และเดือนเมษายน - พฤษภาคม พ.ศ. 2564 โดยใช้กับดักที่มีสับปะรดเป็นเหยื่อล่อ พบผีเสื้อมวนหวานในสวนส้มแก้ว จำนวน 6 ชนิด คือ *A. dotata*, *E. phalonia*, *E. salaminia*, *O. coronata, O. tirhaca* และ *T. honesta* และมีจำนวนที่พบมากที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม พ.ศ. 2562 เท่ากับ 17, 10 และ 11 ตัว มีค่าดัชนีความหลากชนิด Shannon-Wiener เท่ากับ 1.42, 0.95 และ 0.91 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอที่ 0.28, 0.24 และ 0.30 ตามลำดับ โดยชนิดที่พบมากที่สุด 19 ตัว คือ *O. coronata* รองลงมาคือ *A. dotata* และ *E. phalonia* พบ 8 และ10 ตัว ตามลำดับ ผีเสื้อมวนหวานทั้ง 3 ชนิดมีค่าความชุกชุมในระดับมากและพบได้บ่อยคิดเป็น ร้อยละ 75

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ขอขอบคุณกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ในการจำแนกชนิดของแมลง และคุณประวิตร คุ้มสิน ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สวนส้ม สำหรับการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Adarsha, S. and K. Ramaraju. 2016. Primary Fruit Piercing Moths of Coimbatore (Erebidae: Nocuoidea). Advances in Life Sciences 5(22): 10502-10507

Arjun, G.S. and R.J. Ayodhyaprasad. 2020. Taxonomic comparison of fruit piercing moths from genus *Eudocima* (Erebidae: Calpinae) Inhabiting Saptashrungi Garh, Vani, Nashik. UGC Care Journal 31(9): 68-79.

Austin, G.T. and T.J. Riley. 1995. Portable bait traps for the study of butterflies. Tropical Lepidoptera Research 6(1): 5-9.

Balikai, R.A., Y.K. Kotikal and M. Mani. 2022. Pests and their management in pomegranate. pp. 763-781 M. Mani (ed.). Trends in Horticultural Entomology. Springer, Singapore.

Banziger, H. 1982. Fruit-piercing moths (Lep., Noctuidae) in Thailand: a general survey and some new perspectives. Journal of Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. 55 (3/4): 213-240.

Beeson, C.F.C. 1941. The Ecology and Control of the Forest Insects of India and the Neighbouring Countries. Vasant Press, Dehadun. 1107 p.

Berlinger, M.J., S. Yathom and J. Halperin. 2001. *Ophiusa tirhaca* Cramer (Noctuidae: Lepidoptera) infesting pistachio trees in Israel. Zoology in the Middle East 22(1): 83-86.

Bosch, J.E. 1971. Fruit piercing moth research. The Rhodesian Agricultural Journal 68: 19-21.

Brou Jr, V.A. and A. Zilli. 2016. An overlooked sibling of the fruit-piercing moth *Eudocima phalonia* (Linnaeus, 1763) from Africa (Lepidoptera, Erebidae, Calpinae). Zootaxa 4109(3): 391-399.

Cochereau, P. 1977. Biology and Ecology of Fruits Piercing Moths Populations *Othreis fullonia* Clerck (Lepidoptera, Noctuidae, Catocalinae) in New Caledonia-Biologie

et Ecologie Des Populations en Nouvelle - Calédonie d'un Papillon Piqueur de Fruits: *Othreis fullonia* Clerck (Lepidoptera, Noctuidae, Catocalinae). Ph.D. Dissertation. University of Paris VI, Paris. 322 p.

Fay, H.A.C. and K.H. Halfpapp. 1993. Non-odorous characteristics of lychee (*Litchi chinensis*) and carambola (*Averrhoa carambola*) pertaining to fruit piercing moth susceptibility. Australian Journal of Experimental Agriculture 33(2): 327-331.

Fay, H.A.C. and K.H. Halfpapp. 1999. Activity of fruit-piercing moths, *Eudocima* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), in north Queensland crops: Some effects of fruit type, locality and season. Australian Journal of Entomology 38(1): 16-22.

Forsyth, J. 1966. Agricultural Insects of Ghana. Ghana University Press, Accra. 193 p.

Gilligan, T.M. and S.C. Passoa. 2014. Screening aid: Fruit piercing moth, *Eudocima phalonia* (Linnaeus). Identification Technology Program (ITP), USDA-APHIS-PPQ-S&T, Fort Collings, CO. 4 p.

Gujrati, J.P., N. Khandwe and O.P. Singh. 1993. Biology of fruit sucking moth *Ophiusa coronata* (Fab.) on rangoon creeper, *Quisqualis indica* in Madhya Pradesh. Journal of Insect Science 6(2): 264-266.

Hardianti, T., Z. Ikhsan and M.M.S. Bakry. 2025. Insect Diversity in Siam Citrus Plantations (*Citrus nobilis* Lour.) in Sungkai, Padang City, Indonesia. Andalasian International Journal of Entomology, 3(1): 48-60.

Holloway, J.D. 2005. The moths of Borneo: family Noctuidae, subfamily Catocalinae. Malayan Nature Journal 58:1-529

Jayanthi, P.D.K., R. M. Aurade, V. Kempraj and A. Verghese. 2015. Aromatic fruits as baits for the management of fruit-piercing moths in pomegranate: exploiting olfaction. Current Science 109(8): 1476-1479.

Kawazu, K., A. Otuka, T. Adati, H. Tonogouchi and J. Yase. 2008. Lepidoptera captured on the East China Sea in 2005 and predicted migration sources. Entomological science 11(3): 315-322.

Kirti J.S. and H.A. Singh 2013. An inventory of subfamily Catocalinae (Noctuidae: Lepidoptera) from North-East India. Journal of Applied Biosciences 39(1): 61-66.

Kumar, K. and S.N. Lal. 1983. Studies on the biology, seasonal abundance and host-parasite relationship of fruit sucking moth *Othreis fullonia* (Clerk) in Fiji. Fiji Agricultural Journal 45(2): 71-77.

Le Pelley, R.H. 1959. Agricultural Insects of East Africa. East African High Commission, Nairobi. 307 p.

Leong, S.C.T. and R.J.H. Kueh. 2011. Seasonal abundance and suppression of fruit-piercing moth *Eudocima phalonia* (L.) in a citrus orchard in Sarawak. The Scientific World Journal 11: 2330-2338.

Magurran, A.E. 2013. Ecological Diversity and Its Measurement. Chapman and Hall, London. 179 p.

Muddasar, Msr., B. Venkateshalu, Y. Kotikal, D.R. Patil, G. Bhuvaneshwari and G. Manjunath.

2021. Population dynamics and seasonal activity of primary fruit sucking moths in relation to weather parameters. Journal of experimental zoology 24(2): 1423-1430.

Ngampongsai, A., B. Barrett, S. Permkam and N. Sudthapradit. 2005a. Oviposition preference and development of the fruit piercing moth, *Ophiusa corona* ta fabricious (Lepidoptera: Noctuidae) on four host plants. Journal of ISSA 11(2): 1-13.

Ngampongsai, A., B. Barrett, S. Permkam, N. Suthapradit, and R.A. Nilla-or. 2005b. A Preliminary study on some ecological aspects of the fruit piercing moths in Songkhla Province of Southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology 27(6): 1135-1145.

Nitinarth C., P. Walaiporn, C. Petchpanom and N. Wisoot. 2022. Species diversity and habitat use of birds in nature trails along the seacoast as natural learning sources and ecotourism sources in Bangkaew sub-district, Muang district, Samut Songkhram province. Udon Thani Rajabhat University Journal of Science and Technology 10(1): 55-77. (in Thai)

Pacific Pests, Pathogens and Weeds. 2020. Citrus fruit piercing moth (113). (Online). Available: http://www.pestnet.org/fact_sheets/citrus_fruit_piercing_moth_113.htm (March 1, 2020)

Pintilioaie, A.M., L. Székely and V. Dincă. 2024. *Ophiusa tirhaca* (Lepidoptera, Erebidae) in the Romanian fauna. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa" 67(1): 105-111.

Reddy, G. V., Z.T. Cruz, J. Bamba and R. Muniappan. 2005. Host adaptation of the fruit piercing moth, *Eudocima fullonia*. Physiological Entomology 30(4): 398-401.

Reddy, G.V.P., Z.T. Cruz and R. Muniappan. 2007. Attraction of fruit-piercing moth *Eudocima phalonia* (Lepidoptera: Noctuidae) to different fruit baits. Crop Protection 26(4):664-667.

Robinson, G.S., P.R. Ackery, I.J. Kitching, G.W. Beccaloni and L.M. Hernández. 2001. Hostplants of the Moth and Butterfly Caterpillars of the Oriental Region. The Natural History Museum, Kuala Lumpur. 744 p.

Roland, J.H.K., S.C.T. Leong and F.R. Kundat. 2012. Biology and ecology of fruit piercing moth *Eudocima phalonia* (L.) in a citrus orchard in Sarawak, Malaysia. *Journal of Tropical Biology and Conservation 9(2):* 176-182.

Roychoudhury, N. and R.K. Mishra. 2021. Occurrence of *Ophiusa tirhaca* in sal forests of Kanha Tiger Reserve. Van Sangyan 8(11): 18-21.

Sands, D. and W. Liebregts. 2005. Biological control of fruit piercing moth (*Eudocima fullonia* Clerck)(Lepidoptera: Noctuidae) in the Pacific: exploration, specificity, and evaluation of parasitoids. pp. 267-176. *In:* Second International Symposium on Biological Control of Arthropods, Davos.

Sands, D.P.A., M. Schotz and A.S. Bourne. 1991. Effects of temperature on development and seasonality of *Eudocima salaminia* (Lepidoptera: Noctuidae) in eastern Australia. Bulletin of Entomological Research 81(3): 291-296.

Sivasankaran, K., S. Anand, P. Mathew and S. Ignacimuthu. 2017. Checklist of the superfamily Noctuoidea (Insecta, Lepidoptera) from Tamil Nadu, Western Ghats, India. Check List 13(6): 1101-1120.

Susainathan, P. 1924. The fruit moth problem in the Northern Circar. Agriculture Journal of India 19: 402-404.

Suthapradit, N., A. Ngampongsai and S. Permkam. 2006. Morphology and biology of the fruit piercing moth, *Ophiusa corona* (Fabricious) (Lepidoptera: Noctuidae). Songklanakarin Journal of Science and Technology 28(3): 501-513. (in Thai)

Technology Chaoban. 2020. Fruit piercing moth severely attacked the orchard more than before. (Online). Available: https://www.khaosod.co.th/technologychaoban/techno/plants-vegetables-fruit/article_953 (August 1, 2020) (in Thai)

Technology Chaoban. 2022. “Somkaew”, a unique local product of Samut Songkhram Province, is set to be promoted for Geographical Indication (GI) status to boost farmers’ income. (Online). Available: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_227549 (September 1, 2022). (in Thai)

The moths of Borneo. 2025. *Artena dotata* Fabricius. (Online). Available: https://www.mothsofborneo.com/part-15-16/ophiusini/ophiusini_1_2.php (April 21, 2025)

The moths of India. 2025. *Thyas honesta* Hübner. (Online). Available: https://www.mothsofindia.org/thyas-honesta (April 21, 2025)

Tran, H., H.N. Van, R. Muniappan, J. Amrine, R. Naidu, R. Gilbertson and J. Sidhu. 2019. Integrated pest management of longan (Sapindales: Sapindaceae) in Vietnam.Journal of Integrated Pest Management 10(1):18. doi: 10.1093/jipm/pmz016.

การยอมรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน ของเกษตรกรผู้ปลูกผักในจังหวัดมหาสารคาม

Adoption of Integrated Pest Management of Vegetable farmers in Maha Sarakham Province

อรวรรณ ศรีโสมพันธ์* พอเพียง ทองประดับ ฤชุอร วรรณะ และ สกุลกานต์ สิมลา

Orawan Srisompun*, Porpieng Thongpradup, Ruchuon Wanna and Sakunkan Simla

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ. มหาสารคาม 44150

Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44150, Thailand

** Corresponding author: Email: orawan.s@msu.ac.th*

(Received: 24 Agust 2024; Accepted: 8 Apirl 2025)

Abstract: This study aims to examine the adoption rate and level of Integrated Pest Management (IPM) practices among vegetable farmers in Maha Sarakham province. Data were collected from a sample of 89 farmers during the 2023/24 crop year. Binary Logistic Regression was used to analyze the factors influencing the decision to adopt IPM, while Multiple Regression was employed to assess the factors affecting the level of IPM adoption. The findings indicate that the adoption rate of IPM in the study area was 74.16%. Farmers who adopted IPM primarily utilized non-chemical pest management techniques, such as biological control, crop rotation, and the use of botanical extracts. Additionally, the frequency of chemical pesticide uses significantly decreased among IPM adopters. The analysis identified several significant factors influencing IPM adoption. Positive factors included perceived benefits of IPM, non-agricultural land ownership, the diversity of vegetable crops grown, chemical costs, and health and environmental attitudes ($P < 0.05$). Conversely, age, frequency of vegetable sales, and attitudes towards institutional support and communication were negatively associated with IPM adoption ($P < 0.10$). The analysis of factors affecting the level of IPM adoption revealed that chemical costs, information received from fellow farmers, and health and environmental attitudes positively influenced adoption intensity, while age and frequency of vegetable sales had negative effects. The key policy recommendations include promoting IPM knowledge and training, improving communication and information dissemination systems, and fostering farmer networks to enhance both rate and level of adoption in the study area.

Keywords: Integrated Pest Management, vegetable farmers, technology adoption

Copyright @ Journal of Agricultural Research and Communications. All rights reserved.

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการยอมรับและระดับการยอมรับเทคนิคการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) ในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักในจังหวัดมหาสารคาม โดยใช้ข้อมูลจากเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 89 ราย ในปีการเพาะปลูก 2566/67 ใช้แบบจำลองถดถอยโลจิสติกแบบไบนารี่ (Binary Logistic Regression) ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจยอมรับ IPM และแบบจำลองถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับการยอมรับ IPM ผลการศึกษา พบว่า อัตราการยอมรับ IPM อยู่ที่ 74.16 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรที่ยอมรับ IPM ส่วนใหญ่ใช้เทคนิคการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่ไม่พึ่งพาสารเคมี เช่น การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้สมุนไพรป้องกันและกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้ ความถี่ในการใช้สารเคมีลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับ IPM ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IPM พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ได้แก่ การรับรู้ข้อดีของ IPM ที่ดินนอกภาคการเกษตร จำนวนชนิดผักที่ปลูก ต้นทุนค่าสารเคมี และทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงลบ ได้แก่ อายุ ความถี่ในการขายผัก และทัศนคติด้านสถาบันและการสื่อสาร ($P < 0.10$) สำหรับผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับการยอมรับ IPM โดยใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงซ้อนชี้ให้เห็นว่า ตัวแปรต้นทุนค่าสารเคมี การรับข้อมูลข่าวสารจากเพื่อนเกษตรกร และทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลเชิงบวกต่อระดับการยอมรับ IPM ในขณะที่อายุและความถี่ในการขายผักมีความสัมพันธ์เชิงลบ จากผลการศึกษานี้มีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สำคัญ ได้แก่ การส่งเสริมการให้ความรู้และการฝึกอบรมด้าน IPM การพัฒนาระบบการสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และการสร้างเครือข่ายระหว่างเกษตรกรเพื่อเพิ่มการยอมรับและระดับของการใช้ IPM ในพื้นที่ศึกษา

คำสำคัญ: การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน, เกษตรกรผู้ปลูกผัก, การยอมรับเทคโนโลยี

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาสนใจและให้ความสำคัญกับสุขภาพกันมากขึ้น จึงมุ่งหาวัตถุดิบอาหารที่ผลิตแบบธรรมชาติ ผ่านกระบวนการผลิตที่ปลอดภัย มีคุณภาพ และได้มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ ขณะที่การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชยังเป็นที่นิยมเนื่องจากสะดวกและกำจัดศัตรูพืชได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ แต่ส่งผลกระทบต่อเนื่องโดยเฉพาะสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อตัวเกษตรกร ผู้บริโภค รวมถึงสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดิน สัตว์ และแมลงที่มีประโยชน์ (Pawasut and Sakpreechakul, 2020) อย่างไรก็ตามทุกประเทศทั่วโลกมีความจำเป็นที่ต้องเพิ่มผลผลิตอาหารเพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่มีหลายปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการบรรลุเป้าหมายของการเพิ่มผลผลิตอาหาร หนึ่งในนั้นคือปัญหาศัตรูพืช Wilson (2001) วิเคราะห์ว่าปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มผลผลิตพืชมากที่สุดคือปัญหาศัตรูพืชและโรคพืช ในแต่ละปีผลผลิตพืชทั่วโลกสูญเสียไปเพราะศัตรูพืชโดยเฉลี่ย 32.1 เปอร์เซ็นต์ (Dhawan *et al*., 2010) โดยทั่วไปการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน ระบบการทำฟาร์มที่ใช้เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) สามารถลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชได้ในระดับที่ดีโดยไม่ทำให้ผลผลิตเสียหาย ถือเป็นรากฐานสำคัญของการเกษตรกรรมที่ยั่งยืน ที่ควบคุมศัตรูพืชโดยเน้นความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตในระยะยาว ด้วยการผสมผสานวิธีการทางชีวภาพ กายภาพ และเคมี การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management: IPM) จะลดผลกระทบของศัตรูพืชในแปลงให้เหลือน้อยที่สุด ในขณะเดียวกันก็รักษาสมดุลทางนิเวศน์ของระบบนิเวศทางการเกษตร (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023) แม้ว่าสารกำจัดศัตรูพืชจะเป็นนวัตกรรมที่โดดเด่นสำหรับการเกษตรสมัยใหม่ และมีความจำเป็นเพื่อลดการสูญเสียของพืชผลจากการรบกวนของศัตรูพืช แต่การใช้บ่อยขึ้นอาจทำให้ศัตรูพืชมีความต้านทานต่อสารเคมีและสร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมผ่านการปนเปื้อน

ของดิน พื้นดิน และน้ำผิวดิน นอกจากนี้ รูปแบบและวิธีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในประเทศกำลังพัฒนาทำให้เกิดโรคต่างๆ เพิ่มมากขึ้น (Kabir and Rainis, 2015)

การนำเทคนิค IPM มาใช้มีความสำคัญอย่างยิ่งในชุมชนเกษตรที่วิธีการควบคุมศัตรูพืชแบบดั้งเดิมซึ่งส่งผลกระทบทางลบหลายด้าน รวมถึงปัญหาการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเกินขนาดและการต้านทานศัตรูพืช การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Grovermann *et al*., 2013; Kabir and Rainis, 2015) แม้ว่าจะมีการยอมรับประโยชน์ของ IPM แต่การนำมาใช้และระดับของการใช้งานนั้นแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละภูมิภาคและในกลุ่มเกษตรกร ปัจจัยหลายประการมีอิทธิพลต่อความแตกต่างนี้ ได้แก่ความพร้อมของข้อมูลและทรัพยากร แรงจูงใจทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคมวัฒนธรรม (Jayasooriya and Aheeyar, 2016; Lane *et al*., 2023) ความพร้อมและประสิทธิภาพของสารกำจัดศัตรูพืช ความสามารถในการซื้อปัจจัยการผลิตของเกษตรกร ผลกำไรจากการปลูกผัก เป็นต้น (Kabir and Rainis, 2015) การศึกษาในอดีตได้เน้นถึงปัจจัยต่างๆ ที่กำหนดการยอมรับ IPM เช่น ระดับการศึกษา การเข้าถึงบริการส่งเสริมการเกษตร และการรับรู้ถึงประโยชน์ของ IPM (Mignouna *et al*., 2011) นอกจากนี้ การแพร่กระจายนวัตกรรมทางการเกษตรมักได้รับอิทธิพลจากบริบททางสังคมและสถาบันของเกษตรกร (Chen and Li, 2022) อย่างไรก็ตาม ยังคงมีช่องว่างในการวิจัยที่สำคัญในสองด้านหลัก คือแม้ว่าจะมีการศึกษาหลายเรื่องที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IPM แต่มีเพียงไม่กี่เรื่องที่รวมตัวแปรด้านทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อ IPM ในการวิเคราะห์ การทำความเข้าใจทัศนคติเหล่านี้อาจให้ข้อมูลเชิงลึกที่เกี่ยวกับแง่มุมที่เป็นแรงจูงใจของการยอมรับ ประการที่สอง นอกจากนี้ งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการตัดสินใจยอมรับโดยไม่ได้คำนึงถึงระดับการยอมรับ IPM (Despotovi *et al*, 2019)

ในประเทศไทย การนำ IPM มาใช้ได้รับการส่งเสริมผ่านโครงการต่างๆ ของรัฐบาลและองค์กรพัฒนาเอกชน แต่ระดับการยอมรับและปัญหาอุปสรรคที่เกษตรกรเผชิญยังไม่ได้มีการศึกษาที่ครอบคลุม (Timprasert *et al*., 2014) สำหรับจังหวัดมหาสารคามตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เป็นพื้นที่ผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญโดยเฉพาะการผลิตผัก เกษตรกรในพื้นที่มักพึ่งพาสารเคมีในการจัดการปัญหาศัตรูพืช ซึ่งนำไปสู่ปัญหาต่างๆ เช่น การต้านทานศัตรูพืช มลพิษทางสิ่งแวดล้อม และความเสี่ยงต่อสุขภาพ (MGR Online, 2008) จังหวัดมหาสารคามมีแนวทางการพัฒนาเชิงรุกในการพัฒนาส่งเสริมการมาตรฐานสินค้าเกษตรปลอดภัย GAP / เกษตรอินทรีย์ และส่งเสริมการทำเกษตรกรรมแบบยั่งยืนเพื่อสร้างความมั่นคงทางด้านอาหาร (Office of Agriculture and Cooperatives, Maha Sarakham Province, 2022) อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนร้อยละของการนำ IPM มาใช้ในจังหวัดมหาสารคามยังคงอยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำเทคนิค IPM มาใช้ ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกผักในจังหวัดมหาสารคามอยู่ในทางเลือกสำคัญของการสร้างสมดุลระหว่างความเร่งด่วนของการจัดการศัตรูพืชกับความจำเป็นของการเกษตรแบบยั่งยืน เนื่องจากความต้องการผลิตผลที่ปลอดภัยและมีคุณภาพสูงเพิ่มขึ้นควบคู่ไปกับจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการยอมรับ IPM ระดับของการยอมรับและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IPM ของเกษตรกรผู้ปลูกผักในจังหวัดมหาสารคาม โดยการสำรวจรูปแบบการยอมรับ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ ซึ่งการศึกษานี้ไม่เพียงแต่จะสนับสนุนองค์ความรู้เกี่ยวกับการนำ IPM มาใช้เท่านั้น แต่ยังมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของเกษตรกรในท้องถิ่นและการรักษาความสมบูรณ์ของระบบนิเวศเกษตรของมหาสารคาม และสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการกำหนดนโยบายการพัฒนาการผลิตผักที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของเกษตรกรผู้ปลูกผักในจังหวัดมหาสารคาม เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกผักในปีการเพาะปลูก 2566/67 ที่เก็บรวบรวมระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม พ.ศ. 2567 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือเกษตรกรผู้ปลูกผักที่ใช้เทคนิค IPM ในจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งไม่มีข้อมูลสถิติอ้างอิงจำนวนเกษตรกร ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จะกำหนดขนาดตัวอย่างโดยไม่ทราบค่าประชากร ใช้วิธีการประมาณค่าสัดส่วนประชากร ใช้ค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ (Jancharoen, 2011) เกษตรกรในจังหวัดมหาสารคาม มีจำนวนเกษตรกรที่ยอมรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน(IPM)) มีประมาณ 8.46% (ประมาณค่าจากจำนวนเกษตรในจังหวัดมหาสารคามทั้งหมด 11,675 มีเกษตรที่ขึ้นขึ้นทะเบียน GAP 988 ราย (Office of the Permanent Secretary, 2022; กรมวิชาการเกษตร, 2566)) ดังนั้นกลุ่มประชากร คือเกษตรกรผู้ที่ยอมรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) ซึ่งไม่มีข้อมูลสถิติอ้างอิงจำนวนเกษตรกร ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยไม่ทราบค่าประชากร โดยวิธีการประมาณค่าสัดส่วนประชากร (1)

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2} \qquad \text{----------(1)}$$

Z = ค่าความความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ซึ่งค่าระดับความเชื่อมั่น (level of confidence) หรือระดับความสำคัญ (level of significant) สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่ง มีค่า Z เท่ากับ 1.96

E = ค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ในที่นี้ยอมให้ผิดพลาด (E) ได้ไม่เกิน 5%

P และ q = ค่าสัดส่วนของตัวอย่างที่คาดว่าจะเป็นและส่วนอื่นๆ ที่เหลือ คือสัดส่วนของเกษตรกรที่ยอมรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) ในที่นี้คาดว่าจะมี 8.46% และเกษตรกรที่ไม่ยอมรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) อีก 91.54% แทนค่าในสมการ (1) จะได้สมการที่ (2)

$$n = \frac{(1.96)^2\ (0.0846)(0.9145)}{(0.05)^2} = 88.39 \qquad \text{------(2)}$$

ดังนั้น ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 89 ราย

การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างครัวเรือนอย่างง่าย ตามสัดส่วนประชากรแต่ละหมู่บ้าน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 จากอำเภอที่มีการจดทะเบียนตามมาตรฐานการรับรองเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ของเกษตรกรผู้ปลูกผัก จากกรมวิชาการเกษตร การคัดเลือกอำเภอคัดเลือกจากอำเภอที่มีพื้นที่และจำนวนเกษตรกรมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ อำเภอนาเชือก อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย และอำเภอกันทรวิชัย ขั้นตอนที่ 1 ในระดับตำบล เลือกตำบลที่มีการจดทะเบียน GAP มากที่สุด 1 ตำบล ขั้นตอนที่ 3 ในระดับหมู่บ้าน เลือกหมู่บ้านที่มีการจดทะเบียน GAP มากที่สุด 1 หมู่บ้าน และขั้นตอนที่ 4 สุ่มตัวอย่างในระดับครัวเรือน จากรายชื่อเกษตรกรโดยใช้ตารางสุ่มเลือก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่มีความเชื่อมั่น 0.90 ตามวิธี Cronbach ที่ประกอบด้วยลักษณะคำถามปลายปิดและคำถามปลายเปิด โดยแบ่งเนื้อหาของการสัมภาษณ์ออกเป็น 5 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ตอนที่ 2 แบบแผนการทำการเกษตร ตอนที่ 3 ข้อมูลด้านการตลาด ตอนที่ 4 ทัศนคติต่อแนวทางการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) และตอนที่ 5 ปัญหาและอุปสรรคต่อการยอมรับ IPM

การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอ้างอิงเพื่อทดสอบสมมติฐาน คือ การวิเคราะห์แบบจำลองถดถอยโลจิสติกแบบไบนารี่ (Binary Logistic Regression) ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจยอมรับ IPM และแบบจำลองถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับของการยอมรับ IPM ในการศึกษาครั้งนี้เกษตรกรที่ยอมรับ IPM หมายถึงเกษตรกรที่ใช้วิธีการป้องกันศัตรูพืชแบบต่างๆ ผสมผสานกัน ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ยอมรับกำจัดศัตรูพืชโดย

ใช้สารเคมีเพียงอย่างเดียว การกำหนดผู้ที่ยอมรับ/ไม่ยอมรับ IPM โดยพิจารณาจากเทคโนโลยี IPM ที่คัดเลือกมาบางส่วนซึ่งสอดคล้องกับพืชที่ปลูกและเป็นรูปแบบมีอยู่ในพื้นที่ศึกษามาเป็นเวลานาน (Kabir and Rainis, 2015) เช่น การใช้สารสกัดจากธรรมชาติ วิธีกลใช้พันธุ์ต้านทาน ใช้สารล่อ หรือวิธีกายภาพ ตัวแปรตามคือ อัตราส่วนร้อยละของการยอมรับและระดับของการยอมรับ IPM อย่างไรก็ตาม เกษตรกรที่ยอมรับ IPM นั้นถือว่ามีความหลากหลายตามจำนวนหรือประเภทของการปฏิบัติ ระดับการยอมรับถือเป็นตัวแปรตามอีกตัวแปรหนึ่ง ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวแปรตาม 2 ตัวแปร คือ อัตราส่วนร้อยละของการยอมรับ และระดับการยอมรับแนวทางปฏิบัติของ IPM

[1] เนื่องจากไม่มีข้อมูลเกษตรกรที่ใช้ IPM ในจังหวัดมหาสารคาม อย่างไรก็ตามเกษตรกรที่ปลูกผักและขอรับรองมาตรฐาน GAP จะมีการใช้สารเคมีร่วมกับการจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรที่ยอมรับ GAP จะเป็นเกษตรกรที่ใช้วิธีการ IPM

ตัวแปรตามตัวแรก (การยอมรับ IPM) เป็นตัวแปรฐานสอง กำหนดให้เท่ากับ 1 สำหรับผู้ที่ยอมรับแนวทางปฏิบัติ IPM อย่างน้อยหนึ่งข้อ และเท่ากับ 0 สำหรับผู้ที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าการระบุปัจจัยสำคัญของการยอมรับ IPM คือผลลัพธ์ระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ เนื่องจากการยอมรับ IPM เป็นตัวแปรตามแบบ 2 ค่า (Dichotomous) โดยมีตัวเลือกเป็น 'การยอมรับ' หรือ 'การไม่ยอมรับ' แบบจำลองถดถอยโลจิสติกแบบไบนารี่ (Binary Logistic Regression) จึงเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปรมีผลกระทบต่อความน่าจะเป็นในการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรหรือไม่ แบบจำลองถดถอยโลจิสติกสำหรับการระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IPM แสดงดังสมการ

$$log[P/1-P] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + +\beta_n X_n + e$$

โดยที่ P คือ ความน่าจะเป็นของการยอมรับ β_0 คือ ค่าคงที่ $\beta_{1\text{-}8}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ $X_{1\text{-}8}$ เท่ากับ ตัวแปรอิสระ และ e เท่ากับ ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

การวัดตัวแปรตามตัวที่สอง(ระดับการยอมรับ IPM) วัดเป็นคะแนนถ่วงน้ำหนักโดยนับจากจำนวนของแนวปฏิบัติที่เกษตรกรแต่ละรายนำมาใช้ การกำหนดคะแนนระดับของการยอมรับไม่ได้คำนึงถึงประเภทของการปฏิบัติ เกษตรกรที่นำรูปแบบแต่ละรูปแบบมาใช้จะได้คะแนนเท่ากับ 1 คะแนน จากนั้น นำคะแนนทั้งหมดมารวมกันและหารด้วย 9 (จำนวนการปฏิบัติทั้งหมด) เพื่อให้ได้ดัชนีรวมของระดับในการยอมรับแนวทางปฏิบัติ IPM adoption index (Kabir and Rainis, 2015) ดัชนีนี้ถือเป็นตัวแปรตามที่สอง ระดับของการยอมรับ IPM วัดจากดัชนีการยอมรับซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนของจำนวนวิธีปฏิบัติ IPM ที่เกษตรกรผู้ปลูกผักยอมรับกับวิธีปฏิบัติทั้งหมด การระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับในการยอมรับการปฏิบัติ IPM ของผู้ปลูกผัก ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) แม้ว่าในกรณีดังกล่าว สามารถใช้แบบจำลองอื่นในการวิเคราะห์ได้ แต่การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่ช่วยให้ตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตาม (Kabir and Rainis, 2015) แบบจำลองที่ใช้แสดงได้ดังนี้

$$Y = B_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม (ดัชนีความเข้มในการยอมรับของการปฏิบัติ IPM), β_0 เท่ากับ ค่าคงที่, $\beta_{1\text{-}8}$ เท่ากับ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ $X_{1\text{-}8}$ เท่ากับ ตัวแปรอิสระ (ปัจจัยทางสังคม ปัจจัยเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านกายภาพและการสื่อสาร และปัจจัยด้านทัศนคติ)

สำหรับการเลือกใช้ตัวแปรตาม การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกตัวแปรอิสระ จำนวน 21 ตัวภายใต้ 4 หมวดหลัก ได้แก่ ปัจจัยทางสังคม ปัจจัยเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านกายภาพและการสื่อสาร และปัจจัยด้านทัศนคติ ซึ่งเหมาะสมกับเกษตรกรและระบบการปลูกผักในพื้นที่ศึกษา ตัวแปรดังกล่าวใช้ทั้งในแบบจำลองอัตราการยอมรับและระดับของการยอมรับ IPM ก่อนการวิเคราะห์ได้ทดสอบปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรอิสระ

โดยได้ตัดตัวแปรประสบการณ์ในการทำเกษตรออกจากแบบจำลองเนื่องจากปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรอิสระ ดังนั้น แบบจำลองจึงมีตัวแปรอิสระทั้งหมด 20 ตัวแปร การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและการประมาณค่าแบบจำลองใช้โปรแกรม STATA version 15

ผลการศึกษาและวิจารณ์

อัตราการยอมรับและระดับของการยอมรับแนวปฏิบัติ IPM

จากผลการสำรวจข้อมูลพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกผักที่ปฏิบัติตามแนวทาง IPM มี 66 รายจากจำนวนตัวอย่าง 89 ราย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าอัตราการยอมรับ IPM ในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 74.16 เปอร์เซ็นต์ สำหรับระดับของการยอมรับ IPM พบว่า เกษตรกรที่ใช้ IPM มีความแตกต่างกันทั้งในด้านจำนวนและประเภทของการปฏิบัติ (Table 1) สำหรับจำนวนของวิธีปฏิบัตินั้น พบว่ามีการใช้ IPM ระหว่าง 1 ถึง 5 วิธีปฏิบัติ เกษตรกรที่ใช้ 2 วิธีมีสัดส่วนมากที่สุด (12.70 เปอร์เซ็นต์) และเกษตรกรที่ใช้ 5 วิธีมีสัดส่วนน้อยที่สุด (2.25 เปอร์เซ็นต์) จำนวนเกษตรกรที่ใช้แนวทางปฏิบัติเพียง 1 หรือ 3 วิธีนั้นเกือบจะใกล้เคียงกัน แต่ไม่มีเกษตรกรที่ใช้แนวทางปฏิบัติมากกว่า 5 วิธี เมื่อจำแนกตามประเภทของการปฏิบัติ พบว่า เกษตรกรตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติ 89.79 เปอร์เซ็นต์ เช่น สะเดา ข่า เสี้ยน ขมิ้นชัน บอระเพ็ด สาบเสือ ตะไคร้หอม ลูกตะโก หัวไพร มะรุม ฯลฯ รองลงมา 67.42 เปอร์เซ็นต์ ใช้วิธีการเขตกรรม เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแบบผสมผสาน การตัดใบที่เป็นโรคหรือการเผาทำลายชิ้นส่วนของพืชที่เป็นโรค เป็นต้น ส่วนใหญ่ดำเนินการในระยะแรกเมื่อศัตรูพืชเข้าทำลายในระดับต่ำ หากจัดการได้ทันแปลงปลูกผักก็สะอาดและโอกาสที่การแพร่ระบาดลดลง นอกจากนี้จากผลการสำรวจยังพบว่ามีเกษตรกรประมาณหนึ่งในสี่ (24.72 เปอร์เซ็นต์) ใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชด้วยชีววิธี (Table 1)

Table 1 Adoption rate and level of IPM practices

Number of Practices	No. of Farmers	Adoption level (%)	IPM Practices	No. of Farmers	Percentage of Farmers (%)
1	23	25.84	Cultural practices	60	67.42
2	38	42.70	Biological methods	22	24.72
3	23	25.84	Use of natural extracts	80	89.89
4	3	3.37	Mechanical methods	2	2.25
5	2	2.25	Use of resistant varieties	2	2.25
6		-	Use of lures	2	2.25
7		-	Use of growth inhibitors	2	2.25
8		-	Physical methods	2	2.25
9		-	Use of chemicals	23	25.84
IPM adoption rate		74.16% (61 households)			

ลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมและทัศนคติต่อ IPM

การศึกษาครั้งนี้ตรวจสอบลักษณะของเกษตรกรผู้ปลูกผักในจังหวัดมหาสารคามภายใต้องค์ประกอบ 4 หมวดหลัก ได้แก่ ปัจจัยทางสังคม ปัจจัยเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านกายภาพและการสื่อสาร และปัจจัยด้านทัศนคติ ผลการทดสอบค่าสถิติ t (สำหรับตัวแปรต่อเนื่อง) และการทดสอบไคสแควร์ (สำหรับตัวแปรฐานสอง) พบว่า ลักษณะทางสังคม เศรษฐกิจ กายภาพและการสื่อสาร และทัศนคติ ของผู้ที่ยอมรับ IPM ในบางตัวแปรแตกต่างจากผู้ที่ไม่ยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.10$) (Table 2) ในด้านลักษณะทางสังคม พบว่า จำนวนสมาชิกในครัวเรือนของผู้ที่ยอมรับ IPM ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ยอมรับอย่างมีนัยสำคัญ และจำนวนเกษตรกรในกลุ่มที่ยอมรับ IPM การรับรู้ข้อดีของ IPM สูงกว่าเกษตรกรในกลุ่มที่ไม่ยอมรับ ที่ดินนอกภาคการเกษตรและต้นทุนค่าสารเคมีของเกษตรกรที่ยอมรับ IPM นั้นสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ยอมรับ และเกษตรกรที่ใช้ IPM จะมีความถี่ในการขายผักและปัญหาเรื่องคุณภาพดินต่ำกว่ากลุ่มเกษตรกรที่ไม่ยอมรับ IPM นอกจากนี้เกษตรกรกลุ่มที่ยอมรับ IPM มีทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ในตัวแปรอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเกษตรกรทั้งสองกลุ่ม

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับและระดับของการยอมรับ IPM

Table 3 นำเสนอผลการประมาณค่าแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา 2 แบบจำลอง ได้แก่ 1) แบบจำลองถดถอยโลจิสติกแบบไบนารี่ (Binary Logistic Regression) ของการนำ IPM มาใช้ และ 2) แบบจำลองถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ที่มีตัวแปรตามเป็นดัชนีระดับการนำ IPM มาใช้ หรือระดับของการยอมรับ IPM

1. ผลการประมาณค่าแบบจำลองเพื่อกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IPM ของเกษตรกรผู้ปลูกผัก พบว่า ค่า probability χ^2 เท่ากับ 0.0001 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในการอธิบายการยอมรับ IPM ของเกษตรกรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่า Pseudo R^2 เท่ากับ 0.550 หมายความว่าตัวแปรอิสระในสมการสามารถอธิบายความน่าจะเป็นของการยอมรับ IPM ของเกษตรกรผู้ปลูกผักได้ 55.50 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระต่อการยอมรับ IPM พบว่า ตัวแปร 5 ตัวแปรมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการยอมรับ IPM และอีก 3 ตัวแปรมีอิทธิพลในเชิงลบต่อความน่าจะเป็นของการยอมรับ IPM โดยตัวแปร 5 ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางบวก ได้แก่ การรับรู้ข้อดีของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน ที่ดินนอกภาคการเกษตร จำนวนชนิดผักที่ปลูก ต้นทุนค่าสารเคมี และทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญและมีอิทธิพลเชิงบวก สิ่งเหล่านี้บ่งชี้ว่ายิ่งตัวแปรเหล่านี้มีค่าสูงเท่าใด ความน่าจะเป็นของการยอมรับ IPM ก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น ในขณะที่อีก 3 ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงลบ ได้แก่ อายุ ความถี่ในการขายผัก ทัศนคติด้านสถาบันและการสื่อสาร (Table 3)

ในการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติก ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรให้ข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่ไม่ได้บ่งชี้ขนาดของผลกระทบโดยตรง ดังนั้นเพื่อให้ทราบขนาดของผลกระทบ การศึกษาครั้งนี้ได้คำนวณค่า odds ratio ของตัวแปรแต่ละตัวแปร โดยค่า odds ratio บ่งบอกว่าการเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วยในตัวแปรอิสระจะทำให้ความน่าจะเป็นของการเกิดตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด หากค่า odds ratio มีค่ามากกว่า 1 บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงบวก ในขณะที่ค่า odds ratio ที่น้อยกว่า 1 บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงลบ (Kuldilok, 2021; Srisopaporn *et al*., 2015) ค่าสัมประสิทธิ์การรับรู้ถึงประโยชน์ของ IPM เท่ากับ 1.117 และค่า odds ratio เท่ากับ 3.056 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่รับรู้ว่าการใช้ IPM มีประโยชน์จะส่งผลให้ความน่าจะเป็นที่จะนำแนวทางนี้มาใช้เพิ่มขึ้นกว่า 3 เท่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Liu *et al*. (2018) ที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการรับรู้ประโยชน์ต่อการตัดสินใจนำเทคโนโลยีมาใช้ของเกษตรกร โดยเกษตรกรที่เข้าใจถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี เช่น สามารถลดการใช้สารเคมีและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้ มีแนวโน้มที่จะยอมรับวิธีปฏิบัติดังกล่าวเพิ่มขึ้น โดยการส่งเสริม

Table 2 Characteristics of vegetable farmers in Maha Sarakham province, classified by IPM adoption

Factors/Characteristics	Mean			
	Total	Non-adopt	Adopted	*P-value*
Social factors				
Age (years)	58.26	57.52	60.39	0.252
Education level (years)	7.55	7.44	7.80	0.582
Farming experience (years)	35.71	32.65	36.77	0.308
Household size (persons/household)	2.24	2.43	2.17	0.100*
Perception of IPM benefits (scale 1-5)	4.18	3.70	4.35	0.036**
Economic factors				
Income from remittances (1000THB/year)	17.745	12.61	19.54	0.294
Non-agricultural land ownership (rai)	0.72	0.47	0.81	0.086*
Agricultural land ownership (rai)	16.02	12.89	17.11	0.121
Number of vegetable types grown (types)	4.56	4.26	4.67	0.503
Frequency of vegetable sales (times/week)	3.63	4.70	3.26	0.049**
Cost of chemicals (THB/year)	71.67	13.48	91.95	0.021**
Lack of capital (scale 1-5)	4.51	4.43	4.53	0.686
Physical and communication factors				
Water source for vegetable farming (1=has	0.60	0.61	0.59	0.883
Soil quality issues (1=problematic soil,	0.28	0.43	0.23	0.058*
Labor shortage in household (scale 1-5)	4.52	4.57	4.50	0.796
Training on herbal extracts (1=attended,	0.33	0.26	0.35	0.446
Information from fellow farmers (1=primarily from fellow farmers, 0=others)	0.47	0.43	0.48	0.683
Attitudinal factors (scale 1-5)				
Health and environmental attitudes	4.62	4.29	4.73	0.026**
Economic attitudes	3.66	3.52	3.71	0.568
Institutional and communication attitudes	4.47	4.52	4.45	0.795
Management attitudes	3.91	3.77	3.96	0.350

Note: ** statistically significant at the 0.05 level ($p < 0.05$), * statistically significant at the 0.10 level ($p < 0.10$)

Table 3 Estimation results of factors influencing IPM adoption and the level of IPM adoption

Variables	IPM adoption					level of IPM adoption			
	Coeff.	Odds	Std.	*P*-		Coeff.	Std.	*P*-	
Social factors									
Age	-0.242	0.785	0.074	0.010	***	-	0.001	0.003	***
Education level	-0.485	0.616	0.522	0.567		-	0.012	0.196	
Household size	-0.826	0.438	0.340	0.288		-	0.014	0.620	
Perception of IPM benefits	1.117	3.056	1.609	0.034	**	0.010	0.008	0.225	
Economic factors									
Income from remittances	0.001	1.000	0.000	0.179		0.000	0.000	0.408	
Non-agricultural land	2.506	12.257	17.266	0.075	*	0.013	0.011	0.238	
Agricultural land ownership	0.036	1.037	0.050	0.448		0.001	0.001	0.223	
Number of vegetable types	0.634	1.886	0.538	0.026	**	0.004	0.004	0.285	
Frequency of vegetable sales	-0.365	0.694	0.147	0.085	*	-	0.003	0.036	**
Cost of chemicals	0.019	1.020	0.010	0.044	**	0.000	0.000	0.000	**
Lack of capital	-0.537	0.584	1.027	0.760		-	0.021	0.718	
Physical and communication									
Water source for vegetable	-0.988	0.372	0.343	0.283		-	0.018	0.967	
Soil quality issues	-1.613	0.199	0.286	0.260		-	0.023	0.195	
Labor shortage in household	-0.916	0.400	0.645	0.570		0.003	0.020	0.868	
Training on herbal extracts	-0.227	0.797	1.469	0.902		-	0.023	0.870	
Information from fellow	0.963	2.619	4.404	0.567		0.039	0.021	0.066	*
Attitudinal factors									
Health and environmental	1.401	4.060	2.901	0.050	**	0.023	0.011	0.038	**
Economic attitudes	-0.55	0.577	0.275	0.249		-	0.007	0.334	
Institutional and	-1.379	0.252	0.161	0.031	**	-	0.010	0.220	
Management attitudes	0.925	2.521	1.672	0.163		-	0.012	0.792	
-2 Log likelihood	45.792					F-Statistic		5.490	
$Prob\ \chi^2$	0.0001	***				Prob F		0.000	***
Pseudo R^2	0.550					R-squared		0.632	

Note: *** statistically significant at the 0.01 level ($p < 0.01$), ** statistically significant at the 0.05 level ($p < 0.05$), * statistically significant at the 0.10 level ($p < 0.10$)

การเกษตรมีความสำคัญในการเพิ่มความตระหนักรู้และความเข้าใจของเกษตรกรเกี่ยวกับ IPM รวมทั้งการสื่อสารข้อดีของ IPM ให้มีประสิทธิภาพช่วยให้อัตราการนำวิธีการทำเกษตรแบบยั่งยืนมาใช้มากขึ้น (Liu et al., 2018; Vanclay, 2004) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรจำนวนชนิดของผักที่ปลูกเท่ากับ 0.634 และค่า odds ratio เท่ากับ 1.886 แสดงให้เห็นว่าความหลากหลายของพืชที่ปลูกมีผลเชิงบวกต่อการนำ IPM มาใช้ โดยเกษตรกรที่ปลูกผักหลายชนิดมีความน่าจะเป็นที่นำ IPM มาใช้มากขึ้น 88.6 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเกษตรกรที่ปลูกพืชผักมากขึ้น 1 ชนิด เนื่องจากในฟาร์มมีความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โอกาสในการนำแนวทางการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) มาใช้มีมากขึ้น (Lin, 2011; Pretty, 2007) ซึ่งความหลากหลายของพืชจะช่วยลดความเสี่ยงจากศัตรูพืชที่ระบาดอย่างรุนแรง สร้างระบบนิเวศที่ส่งเสริมการควบคุมศัตรูพืชตามธรรมชาติและลดการพึ่งพาสารเคมีป้องกันศัตรูพืช และเพิ่มผลผลิตในระยะยาว (Benbrook *et al*., 2021) ดังนั้น เกษตรกรที่ปลูกพืชที่มีความหลากหลายมีทางเลือกในการจัดการศัตรูพืชและสามารถปรับใช้เทคนิค IPM ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Deguine *et al*., 2017)

ตัวแปรต้นทุนค่าสารเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์การประมาณค่าเท่ากับ 0.019 และค่า odds ratio เท่ากับ 1.020 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนค่าสารเคมีที่สูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นของการนำ IPM มาใช้มากขึ้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ หันมาใช้ IPM มากขึ้นเพื่อควบคุมค่าใช้จ่าย ซึ่งต้นทุนที่สูงของสารเคมีเป็นแรงจูงใจสำคัญที่ส่งผลให้เกษตรกรพิจารณาวิธีการทางเลือกที่ยั่งยืนกว่า (Lamichhane *et al*., 2016) ส่วนตัวแปรทัศนคติเกี่ยวกับสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการยอมรับและมีค่า odds ratio เท่ากับ 4.060 หมายถึงระดับทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกษตรกรนำ IPM มาใช้มากขึ้นประมาณ 4 เท่า ผลการประมาณค่าตัวแปรนี้แสดงให้เห็นบทบาทของทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมต่อการตัดสินใจนำ IPM มาใช้ เนื่องจากการรับรู้ถึงอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตรและผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมทำให้เกษตรกรมีแนวโน้มที่จะหันมาใช้วิธีการที่ปลอดภัยกว่า (Despotovi *et al*., 2019) อย่างไรก็ตาม การสูญเสียทางเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากศัตรูพืชมีอิทธิพลต่อการยอมรับของเกษตรกรมากกว่าความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารฆ่าแมลง (Hruska and Corriols, 2002)

สำหรับผลกระทบของอายุต่อการตัดสินใจยอมรับเทคโนโลยี จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า มีผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 แนวทางที่ตรงข้ามกัน (Neupane *et al*., 2002; Tatlidil *et al*., 2009; Thapa and Rattanasuteerakul, 2011) สำหรับผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอายุเท่ากับ -0.242 และ ค่า odds ratio 0.785 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่มีอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี ทำให้ความน่าจะเป็นในการยอมรับ IPM ลดลง 21.50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเกษตรกรที่อายุน้อยกว่ามีแนวโน้มที่จะนำ IPM มาใช้มากกว่า หรือการเพิ่มขึ้นของอายุลดโอกาสในการนำ IPM มาใช้ อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีอายุมากรู้สึกไม่ค่อยสนใจสิ่งใหม่ๆ และต้องการทำการเกษตรต่อไปตามรูปแบบการปฏิบัติที่เคยทำมา (Kabir and Rainis, 2015) ในพื้นที่ศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรสูงวัยและปลูกผักมาเป็นเวลานานและเน้นการปลูกผักเพื่อบริโภคในครัวเรือน เมื่อมีผลผลิตเหลือจึงขาย ดังนั้น ก่อนนำ IPM มาใช้เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ค่าสัมประสิทธิ์จากการประมาณค่าตัวแปรความถี่ในการขายผัก และค่า odds ratio ชี้ให้เห็นว่าความถี่ในการขายผักที่มากขึ้นมีผลให้ความน่าจะเป็นในการนำ IPM มาใช้ลดลง 30.60 เปอร์เซ็นต์ การขายผักบ่อยครั้งอาจทำให้เกิดความจำเป็นในการพึ่งพาวิธีการจัดการศัตรูพืชแบบดั้งเดิมที่เกษตรกรเห็นว่าสามารถควบคุมศัตรูพืชได้ทันทีและได้ผลแน่นอนกว่าเมื่อเทียบกับ IPM (Van den Berg and Jiggins, 2007) โดยเกษตรกรที่ขายผักบ่อยครั้งอาจให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชในระยะสั้นเพื่อให้ทันกับความต้องการของตลาดและรับประกันคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งอาจเป็นการลดโอกาสใน

การนำเทคนิค IPM มาใช้ ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานกว่าจะเห็นผลประโยชน์ (Pretty and Bharucha, 2015) นอกจากนี้ ความกดดันในการรักษาอุปทานที่ต่อเนื่องในตลาดอาจนำไปสู่พฤติกรรมหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในหมู่เกษตรกร ซึ่งเกษตรกรอาจมองว่าความเสี่ยงที่คาดว่าเกิดจากการปรับเปลี่ยนไปใช้ IPM อาจสูงเกินไป การหลีกเลี่ยงความเสี่ยงนี้อาจเกิดจากความกังวลเกี่ยวกับการสูญเสียพืชผลในช่วงแรกของการนำ IPM มาใช้ (Feder *et al*., 2010) นอกจากนี้ ยังพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทัศนคติด้านสถาบันและการสื่อสารมีค่าเท่ากับ -1.379 แสดงให้เห็นว่าทัศนคติต่อการสนับสนุนและการสื่อสารจากสถาบันลดความน่าจะเป็นในการนำ IPM มาใช้ โดยค่า odds ratio เท่ากับ 0.252 หมายถึงการเพิ่มขึ้นของระดับทัศนคติด้านสถาบันและการสื่อสาร 1 หน่วย ส่งผลให้ความน่าจะเป็นในการนำ IPM มาใช้ลดลง 74.80 เปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์เชิงลบนี้อาจเป็นผลมาจากการสื่อสารจากสถาบันอาจไม่เพียงพอหรือไม่ตรงกับบริบทและความต้องการเฉพาะของเกษตรกร (Leeuwis and Van den Ban, 2004) ซึ่งการขาดความเชื่อมั่นในสถาบันอาจเป็นอุปสรรคสำคัญในการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ (Feder *et al*., 2004)

2. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับของการยอมรับ IPM โดยใช้แบบจำลองถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ผลการประมาณค่าสมการพบว่าค่า F-Test เท่ากับ 5.490 และค่า Prob(F) เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 0.01 นอกจากนี้ ค่า R-squared เท่ากับ 0.632 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้มีความเหมาะสมทางสถิติและสามารถอธิบายความแปรปรวนของความเข้มข้นในการยอมรับ IPM ได้ถึง 63.20 เปอร์เซ็นต์ โดยตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร ได้แก่ ต้นทุนค่าสารเคมี การรับข้อมูลข่าวสารจากเพื่อนเกษตรกร และทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยสำคัญและมีอิทธิพลเชิงบวกต่อระดับความเข้มข้นของการยอมรับ IPM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร ได้แก่ อายุและความถี่ในการขายผักมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับความเข้มข้นในการยอมรับ IPM (Table 3) โดยเกษตรกรที่มีอายุมากขึ้นและความถี่ในการขายผักเพิ่มขึ้นไม่สนใจที่จะนำแนวทางปฏิบัติ IPM มาใช้มากนัก ในทางตรงกันข้าม เกษตรกรที่ปลูกผักโดยใช้ต้นทุนค่าสารเคมีในระดับสูง มีทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในทางบวก และรับข้อมูลข่าวสารจากเพื่อนเกษตรกร มีแนวโน้มที่จะใช้ประโยชน์จากแนวทางปฏิบัติของ IPM มากกว่า เนื่องจากอิทธิพลทางสังคมและเพื่อนร่วมงานมีบทบาทสำคัญในการนำ IPM มาใช้ เกษตรกรมักพึ่งพาประสบการณ์และคำแนะนำของเพื่อนเกษตรกรเมื่อตัดสินใจเกี่ยวกับการนำแนวทางการเกษตรใหม่ ๆ มาใช้ (Bandiera and Rasul, 2006; Baumgart-Getz *et al*., 2012) โดยผลการประมาณค่าตัวแปรทัศนคติเกี่ยวกับสุขภาพและสิ่งแวดล้อม อายุ ความถี่ในการขายผัก และตัวแปรต้นทุนค่าสารเคมีสอดคล้องกับผลการประมาณค่าในแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์แบบไบนารี่ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IPM อย่างไรก็ตาม ผลการประมาณค่าตัวแปรบางตัวแปร เช่น การรับรู้ถึงประโยชน์ของ IPM และทัศนคติเกี่ยวกับสถาบันและการติดต่อสื่อสารมีนัยสำคัญต่อการยอมรับ IPM ในแบบจำลองการถดถอยแบบไบนารี่แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ชี้ให้เห็นว่าในขณะที่ปัจจัยดังกล่าวมีความสำคัญสำหรับการตัดสินใจนำ IPM มาใช้เบื้องต้น แต่อาจไม่ส่งผลต่อระดับของการยอมรับ IPM

สรุป

เกษตรกรผู้ปลูกผักที่ยอมรับ IPM มีจำนวน 74.16 เปอร์เซ็นต์ ผู้ที่ยอมรับ IPM ใช้เทคนิคแบบผสมผสานในการจัดการศัตรูพืช ในด้านระดับของการยอมรับ IPM พบว่า เกษตรกรใช้วิธีปฏิบัติ IPM ระหว่าง 1 ถึง 5 วิธี โดยกลุ่มที่ใช้ 2 แนวทางปฏิบัติมีสัดส่วนสูงสุด (42.70 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มที่ใช้ 5 แนวปฏิบัติมีสัดส่วนน้อยที่สุด (2.25 เปอร์เซ็นต์) เมื่อจำแนกตามประเภทของการปฏิบัติ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติ (89.79 เปอร์เซ็นต์) และใช้วิธีเขตกรรม (67.42 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่มีเพียง 22.72 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชโดยชีววิธี

ผลการทดสอบค่าสถิติ t พบว่าลักษณะทางสังคม เศรษฐกิจ กายภาพและการสื่อสาร และทัศนคติของผู้ที่ยอมรับ IPM แตกต่างจากผู้ที่ไม่ยอมรับในบางตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน การรับรู้ข้อดีของ IPM ที่ดินนอกภาคการเกษตร ต้นทุนค่าสารเคมี ความถี่ในการขายผัก และทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม โดยผลการประมาณค่าแบบจำลองโลจิสติกแบบไบนารี่เพื่อกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ IPM พบว่า ตัวแปร 5 ตัว ได้แก่ การรับรู้ข้อดีของ IPM ที่ดินนอกภาคการเกษตร จำนวนชนิดผักที่ปลูก ต้นทุนค่าสารเคมี และทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการยอมรับ IPM ในขณะที่อายุ ความถี่ในการขายผัก และทัศนคติด้านสถาบันและการสื่อสารมีอิทธิพลเชิงลบต่อการยอมรับ IPM ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับของการยอมรับ IPM โดยใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงซ้อน พบว่า ตัวแปรต้นทุนค่าสารเคมี การรับข้อมูลข่าวสารจากเพื่อนเกษตรกร และทัศนคติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลเชิงบวกต่อระดับของการยอมรับ IPM ในขณะที่อายุและความถี่ในการขายผักมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับการยอมรับ IPM จากผลการศึกษามีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ส่งเสริมการให้ความรู้และการฝึกอบรมด้าน IPM โดยจัดทำโปรแกรมการฝึกอบรมที่มุ่งเน้นการเพิ่มความรู้และทักษะในการใช้ IPM โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรอายุน้อยซึ่งมีแนวโน้มในการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ สูงกว่า และเน้นการใช้เทคนิคชีววิธี การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุด

2. การรับรู้ประโยชน์ของ IPM มีผลเชิงบวกต่อการยอมรับ IPM และมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูง ดังนั้น การพัฒนาระบบการสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพโดยการสื่อสารเพื่อประชาสัมพันธ์ที่เน้นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้ IPM ที่ถูกต้องและครอบคลุมเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความเชื่อมั่นและส่งเสริมการยอมรับ IPM

3. ส่งเสริมการสร้างเครือข่ายและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างเกษตรกร โดยจัดทำกลุ่มเกษตรกรที่ใช้ IPM เพื่อแบ่งปันความรู้และเทคนิคการใช้ IPM ที่ได้ผล ซึ่งการส่งเสริมเครือข่ายชุมชนและโอกาสในการเรียนรู้จากเพื่อนเกษตรกรสามารถเพิ่มการรับรู้ประโยชน์และเพิ่มอัตราการยอมรับ IPM

เอกสารอ้างอิง

Bandiera, O. and I. Rasul. 2006. Social networks and technology adoption in northern Mozambique. The Economic Journal 116(514): 869-902.

Baumgart-Getz, A., L.S. Prokopy and K. Floress. 2012. Why farmers adopt best management practice in the United States: A meta-analysis of the adoption literature. Journal of Environmental Management 96(1): 17-25.

Benbrook C., S. Kegley and B. Baker. 2021. Organic farming lessens reliance on pesticides and promotes public health by lowering dietary risks. Agronomy 11(7): 1266, doi:. 10.3390/agronomy11071266.

Chen, X. and T. Li. 2022. Diffusion of agricultural technology innovation: research progress of innovation diffusion in Chinese Agricultural Science and Technology Parks. Sustainability 14(22): 15008, doi: 10.3390/su142215008.

Department of Agriculture. 2023. Performance Report as of September 23, 2023 Available: https://gap.doa.go.th/, (September 22, 2023).

Deguine, J., C. Gloanec, P. Laurent, A. Ratnadass and J.N. Aubertot. 2017. Agroecological Crop Protection. Springer Link, doi: 10.1007/978-94-024-1185-0.

Despotovi, J., V. Rodi and F. Caracciolo. 2019. Factors affecting farmers' adoption of integrated pest management in Serbia: an application of the theory of planned

behavior. Journal of Cleaner Production 228: 1196 - 1205.

Dhawan, A.K., V. Jindal, V. and G.S. Dhaliwal. 2010. Insect pest problems and crop losses: Changing trends. Indian Journal of Ecology 37(1): 1 - 7.

Feder, G., R. Murgai and J.B. Quizon. 2004. Sending farmers back to school: The impact of farmer field schools in Indonesia. Review of Agricultural Economics 26(1): 45 - 62.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Integrated pest management: pest and pesticide management. (Online). Available: https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/en/ (September 22, 2023).

Grovermann, C., P. Schreinemachers and T. Berger. 2013. Quantifying pesticide overuse from farmer and social points of view: An application to Thailand. Crop Protection 53: 161 - 168.

Hruska, A.J., and M. Corriols. 2002. The impact of training in integrated pest management among Nicaraguan maize farmers: increased net returns and reduced health risk. International Journal of Occupational and Environmental Health 8(3): 191 - 200.

Jancharoen, K. 2011. Chapter 5: Identify population and sample. (Online). Available: https://www.ict.up.ac.th/surinthips/ResearchMethodology_2554/เอกสารเพิ่มเติม/การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.PDF (September 19, 2023). (in Thai)

Jayasooriya, H.J.C. and M.M.M. Aheeyar. 2016. Adoption and factors affecting on adoption of integrated pest management among vegetable farmers in Sri Lanka. Procedia Food Science 6: 208 - 212.

Kabir, M.H. and R. Rainis. 2015. Adoption and intensity of integrated pest management (IPM) vegetable farming in Bangladesh: an approach to sustainable agricultural development. Environment, Development Sustainable 17: 1413 - 1429.

Kuldilok, K. 2021. The determination of organic practice and adoption in sugarcane farming in Thailand. Kasetsart Journal of Social Sciences 42(3): 694 - 701.

Lamichhane, J.R., S. Dachbrodt-Saaydeh, P. Kudsk and A. Messean. 2016. Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture. Plant Disease 100(1): 10 - 24.

Lane, D.E., T.J. Walker and D.G. Grantham. 2023. IPM adoption and impacts in the United States. Journal of Integrated Pest Management 14(1): 1 - 6.

Leeuwis, C. and A.W. Van den Ban. 2004. Communication for Rural Innovation: Rethinking Agricultural Extension. Blackwell Science, Oxford. 412 p.

Lin, B.B. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. BioScience 61(3): 183 - 193.

Liu, T., R.J.F. Bruins and M.T. Heberling. 2018. Factors influencing farmers' adoption of best management practices: a review and synthesis. Sustainability 10(2): 432 - 449.

MGR Online. 2008. Maha Sarakham farmers form group to sell pesticide-free vegetables. (Online). Available: https://mgronline.com/local/detail/9510000023000 (September 19, 2023). (in Thai)

Neupane, R.P., K.R. Sharma and G.B. Thapa. 2002. Adoption of agroforestry in the hills of Nepal:

logistic regression analysis. Agricultural Systems 72(3): 177-196.

Office of Agriculture and Cooperatives, Maha Sarakham Province. 2022. Agricultural and Cooperative Development Plan of Maha Sarakham Province (2023-2027). Available; https://www.opsmoac.go.th/mahasarakham-dwl-files-451991791105 (September 19, 2023). (in Thai)

Office of the Permanent Secretary, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2022. Revised Agricultural and Cooperative Development Plan of Maha Sarakham Province (2023-2027). (in Thai)

Pawasut. A. and T. Sakpreechakul. 2020. IPM in fruit orchards on highland areas. (Online). Available: https://www.hrdi.or.th/Articles/Detail/112 (September 9, 2023). (in Thai)

Pretty, J. 2007. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 363(1491): 447-465.

Pretty, J. and Z.P. Bharucha. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. Insects 6(1): 152-182.

Srisopaporn, S., D. Jourdain, S.R. Perret and G. Shivakoti. 2015. Adoption and continued participation in a public good agricultural practices program: the case of rice farmers in the Central Plains of Thailand. Technological Forecasting and Social Change 96: 242-253.

Tatlidil, F.F., I. Boz and H. Tatlidil. 2009. Farmers' perception of sustainable agriculture and its determinants: A case study in Kahramanmaras province of Turkey. Environment, Development and Sustainability 11(6): 1091-1106.

Timprasert, S., A. Datta. and S.L. Ranamukhaarachchi. 2014. Factors determining adoption of integrated pest management by vegetable growers in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. Crop Protection 62: 32-39.

Thapa, G.B. and K. Rattanasuteerakul. 2011. Adoption and extent of organic vegetable farming in Maha Sarakham province, Thailand. Applied Geography 31(1): 201-209.

Van den Berg, H. and J. Jiggins. 2007. Investing in farmers - the impacts of farmer field schools in relation to integrated pest management. World Development 35(4): 663-686.

Vanclay, F. 2004. Social principles for agricultural extension to assist in the promotion of natural resource management. Australian Journal of Experimental Agriculture 44(3): 213-222.

Wilson, C., and C. Tisdell. 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. Ecological Economics 39(3): 449-462.

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

Factors Affecting Farmers' Needs for Promoting Vegetables Production Based on Good Agricultural Practices, Mueang District, Angthong Province

ณัฐวุฒิ จั่นทอง*
Nattawut Janthong*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

Modern Agriculture Technology Program, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

**Corresponding author: Email: theman_vanz@hotmail.com*

(Received: 7 March 2025; Accepted: 21 May 2025)

Abstract: This study was aimed to investigate 1) farmers of needs for the promotion of good agricultural practices (GAP) for vegetable production of farmers 2) analyze factors affecting needs for the promotion of GAP for vegetable production of the farmers and 3) problems of GAP for vegetable production of the farmers. The sample group consisted of 96 farmers production GAP for vegetable in Muang district, Angthong province. Questionnaires was used for data collection and analyzed using descriptive statistics and multiple regression analysis. Results of the study revealed that most of the respondents had a high level of needs for the promotion of GAP for vegetable production. Factors related to needs for the promotion of GAP for vegetable production were a positive relationship including age, labor, and received information about GAP vegetable production. Most problem of the GAP was climate variability and disease and pest outbreaks. The research suggested as following: 1) modern agricultural technology and innovation should be supported, 2) online agricultural extension methods should be utilized, 3) integrated disease and pest management is recommended, and 4) supporting or recommending appropriate distribution channels for agricultural products.

Keywords: Needs for agricultural promotion, Vegetables production, Good Agricultural Practices

Copyright @ Journal of Agricultural Research and Communications. All rights reserved.

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม 2) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม 3) ศึกษาปัญหาของการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือ เกษตรกรที่ผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 96 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดย ใช้สถิติเชิงพรรณนา และการวิเคราะห์ถดถอยพหุ ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีความความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก ได้แก่ อายุ แรงงาน และการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ส่วนปัญหาในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม คือ ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดมากที่สุด โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ 1) สนับสนุนด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรที่ทันสมัย 2) ส่งเสริมการเกษตรแบบออนไลน์ 3) แนะนำการจัดการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสาน และ 4) สนับสนุนและแนะนำช่องทางทางการตลาดและช่องทางการจำหน่ายสินค้า

คำสำคัญ: ความต้องการการส่งเสริมการเกษตร การผลิตผัก การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

คำนำ

ภาคการเกษตรเป็นรากฐานสำคัญของเศรษฐกิจไทย โดยเฉพาะการผลิตพืชผักที่มีบทบาทสำคัญทั้งในแง่ของการบริโภคภายในประเทศและการส่งออก แต่อย่างไรก็ตามการผลิตผักให้มีคุณภาพปลอดภัย และสอดคล้องกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (good agricultural practices: GAP) ยังคงเป็นความท้าทายที่สำคัญของเกษตรกรในหลายพื้นที่ (Department of Agriculture, 2021) ซึ่งพื้นที่ในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ก็เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีการเพาะปลูกผักเพื่อจำหน่ายและบริโภคภายในท้องถิ่นเป็นจำนวนมาก โดยในปี 2563 ได้มีการดำเนินโครงการวิจัยเพื่อทดลองปรับใช้มาตรฐานความปลอดภัยขั้นพื้นฐาน (Primary GAP) กับกลุ่มผู้ผลิตผักในจังหวัดอ่างทอง โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดกระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับข้อแนะนำของมาตรฐานการจัดการความปลอดภัยเบื้องต้นในระดับแปลงผลิต (Arunrangsikul, 2018) แต่พบว่าการนำมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมมาใช้ยังไม่มากเท่าที่ควร โดยมีสัดส่วนพื้นที่ปลูกผักที่ได้รับการรับรอง GAP คิดเป็นประมาณ 1.04% ของพื้นที่ปลูกผักทั้งหมดในจังหวัดอ่างทอง (Land Development Department, 2021) และเกษตรกรมีปัญหาและข้อจำกัดในหลายด้าน ได้แก่ ด้านความรู้และความเข้าใจ ด้านความพร้อมของเกษตรกร ด้านต้นทุนการผลิต ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ รวมถึงด้านการเข้าถึงเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัย (Office of Agricultural Economics, 2023) ซึ่งปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดที่เกษตรกรกำลังเผชิญอยู่ เช่น ปัญหาและข้อจำกัดด้านความรู้และความเข้าใจนั้น เกษตรกรบางรายยังขาดความรู้ที่แม่นยำและความเข้าใจในการปฏิบัติตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ทำให้การนำไปปฏิบัติไม่เต็มประสิทธิภาพ หรือปัญหาด้านต้นทุนการผลิต ซึ่งการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สอดคล้องกับมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมอาจเพิ่มต้นทุนการผลิต ซึ่งเป็นอุปสรรคสำหรับเกษตรกรที่มีทรัพยากรอยู่อย่างจำกัด (Department of Agricultural Extension News Center, 2021) การส่งเสริมความรู้และการปฏิบัติอย่างถูกวิธีเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องช่วยในการส่งเสริม ฝึกอบรม หรือให้ความรู้เพิ่มเติมกับเกษตรกร เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการผลิต

และจัดจำหน่ายสินค้าทางการเกษตร รวมถึงการสนับสนุนจากภาครัฐหรือการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเกษตรกรให้สามารถเข้าสู่มาตรฐานทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมและเพิ่มช่องทางการตลาดสำหรับสินค้าเกษตรที่ได้มาตรฐาน (Angthong Provincial Agriculture and Cooperatives Office, 2024)

จากปัญหาอุปสรรค และข้อจำกัด ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร และศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง รวมทั้งศึกษาปัญหาในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมในพื้นที่วิจัยหรือใช้กับพื้นที่อื่นที่มีบริบทใกล้เคียงกันต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง โดยมีการดำเนินวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ที่ขึ้นทะเบียนด้านการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมกับสำนักงานเกษตรจังหวัดอ่างทอง ในปี พ.ศ. 2566 จำนวน 96 คน (Angthong Provincial Agriculture and Cooperatives Office, 2024) ผู้วิจัยศึกษาจากประชากรทั้งหมดโดยไม่มีการสุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรที่ผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมในอำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 96 คน โดยใช้แบบสอบถาม ในปี พ.ศ. 2568 ซึ่งแบบสอบถามมีข้อคำถามจำนวน 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร ตอนที่ 2 ศึกษาความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร และตอนที่ 3 ศึกษาปัญหาในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งมีการแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังนี้

1) ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ข้อมูลเกี่ยวกับการความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร มีทั้งหมด 5 ด้าน 25 ประเด็น ใช้วิธีการประเมินระดับความต้องการ โดยกำหนดค่าคะแนนตามแบบของ Thawirat (1997) ดังนี้ ความต้องการการส่งเสริมระดับมากที่สุดแทนค่าคะแนนด้วย 5 ความต้องการการส่งเสริมระดับมากแทนค่าคะแนนด้วย 4 ความต้องการการส่งเสริมระดับปานกลางแทนค่าคะแนนด้วย 3 ความต้องการการส่งเสริมระดับน้อยแทนค่าคะแนนด้วย 2 และความต้องการการส่งเสริมระดับน้อยที่สุดแทนค่าคะแนนด้วย 1 จากนั้นแปลความหมายด้วยวิธีนำแต่ละประเด็นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยกลางเป็นเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้ ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21-5.00 หมายถึง ต้องการในระดับมากที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.40-4.20 หมายถึง ต้องการในระดับมาก ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.61-3.40 หมายถึง ต้องการในระดับปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81-2.60 หมายถึง ต้องการในระดับน้อย และค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.80 หมายถึง ต้องการในระดับน้อยที่สุด

3) ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม มีทั้งหมด 15

ประเด็น ใช้วิธีการประเมินระดับปัญหา โดยกำหนดค่าคะแนนตามแบบของ Thawirat (1997) ดังนี้ มีปัญหามากที่สุดแทนค่าคะแนนด้วย 5 มีปัญหามากแทนค่าคะแนนด้วย 4 มีปัญหาปานกลางแทนค่าคะแนนด้วย 3 มีปัญหาน้อยแทนค่าคะแนนด้วย 2 และมีปัญหาน้อยที่สุดแทนค่าคะแนนด้วย 1 จากนั้นแปลความหมายด้วยวิธีนำแต่ละประเด็นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยกลางเป็นเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้ ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21-5.00 หมายถึง มีปัญหาในระดับมากที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.40-4.20 หมายถึง มีปัญหาในระดับมาก ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.61-3.40 หมายถึง มีปัญหาในระดับปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81-2.60 หมายถึง มีปัญหาในระดับน้อย และค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.80 หมายถึง มีปัญหาในระดับน้อยที่สุด

4) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกร โดยการใช้สถิติอนุมาน คือ สถิติการถดถอยพหุ (Multiple Regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีผลต่อตัวแปรตามมากน้อยเพียงใด โดยเลือกตัวแปรอิสระจำนวน 9 ตัวแปร ได้แก่ อายุ (ปี) การศึกษา (จำนวนปี) รายได้จากการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (บาท) ขนาดพื้นที่ถือครอง (ไร่) แรงงาน (คน) ประสบการณ์ในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (ปี) การฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (จำนวนครั้ง) การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ของรัฐและเอกชน (จำนวนครั้ง) การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (จำนวนครั้ง) และตัวแปรตาม คือ ความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (ค่าเฉลี่ยของความต้องการรวม)

ตัวแปรอิสระทั้งหมดได้รับการตรวจสอบว่าแต่ละคู่ไม่มีค่าสหสัมพันธ์สูงกว่า 0.70 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง (Multicollinearity) อันเป็นการละเมิดข้อสมมติฐานที่กำกับเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Prasitratasin, 2013)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 68.50 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 39.80 ปี ร้อยละ 50.20 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. และมีจำนวนปีที่ได้รับการศึกษาเฉลี่ย 12.30 ปี เกษตรกร ร้อยละ 52.80 มีสถานภาพสมรสมีรายได้จากการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเฉลี่ย 205,180 บาท/ปี มีขนาดพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 1.50 ไร่ มีแรงงานทั้งหมดเฉลี่ย 2.50 คน มีประสบการณ์ในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเฉลี่ย 4.40 ปี ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเฉลี่ย 1.50 ครั้ง/ปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ของรัฐและเอกชนเฉลี่ย 7.10 ครั้ง/ปี ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเฉลี่ย 90.50 ครั้ง/ปี โดยส่วนใหญ่รับรู้ข่าวสารการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมจากสื่อสังคมออนไลน์ ร้อยละ 89.60 (Table 1)

2. ความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

เกษตรกรมีความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.28) (Table 2) ซึ่งอธิบายได้ว่า เกษตรกรยังมีความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะเรื่อง ด้านการจัดการผลผลิต ด้านเทคโนโลยีการเกษตร และด้านเศรษฐกิจและการตลาด เนื่องจากความรู้ด้านการจัดการผลผลิตช่วยให้เกษตรกรวางแผนการเพาะปลูกอย่างมีประสิทธิภาพและส่งผลให้ได้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูง ตรงตามความต้องการของ

Table 1. General socio-economic background of farmers

General background	Percentage	$\overline{x}$	SD
1. Gender (female)	68.50	-	-
2. Age (year)	-	39.80	7.44
3. Education (senior high school)	50.20	-	-
4. Number of years in school (year)	-	12.30	6.62
5. Marital status (married)	52.80	-	-
6. Income from GAP for vegetable production (Baht)	-	205,180.00	48,563.25
7. Size of land holding (rai)	-	1.50	0.98
8. Labor (number)	-	2.50	1.05
9. Experiences in GAP for vegetable production (year)	-	4.40	1.82
10. Training in GAP for vegetable production in year 2024 (times)	-	1.50	0.41
11. Contact with the government officials and private sectors in year 2024 (times)	-	7.10	2.45
12. Received information about GAP for vegetable production in year 2024 (times)	-	90.50	22.36
13. Received information about GAP for vegetable production from social media (times)	89.60	-	-

Table 2. Level of needs for the promotion of good agricultural practices vegetable production

Needs	$\overline{x}$	SD	Level
1. Production	4.04	0.56	High
2. Product management	4.34	0.28	Highest
3. Agricultural technology	4.38	0.24	Highest
4. Economics and marketing	4.58	0.10	Highest
5. Information technology	4.00	0.60	High
Total	**4.28**	**0.32**	**Highest**

ตลาดและได้สินค้าตรงตามมาตรฐาน ในส่วนของความรู้ด้านเทคโนโลยีการเกษตรช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเกษตรให้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยให้เกษตรกรสามารถวิเคราะห์ถึงสภาพภูมิอากาศ เทคโนโลยีทางการเกษตร และพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งความรู้ใหม่ ๆ ช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับตัวและอยู่รอดได้ในระยะยาว รวมไปถึงเพิ่มความเข้าใจด้านเศรษฐกิจและการตลาด โดยเกษตรกรที่เข้าใจเรื่อง ต้นทุน การตั้งราคา ช่องทางการขาย และแนวโน้มตลาด ช่วยให้เกษตรกรวางแผนการผลิตได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค และลดความเสี่ยงจากการผลิตสินค้าที่ล้นตลาด ขายไม่ได้ หรือขายต่ำกว่าทุน ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ใช้เป็นข้อมูลสำหรับนักส่งเสริมที่นำไปใช้ใน

การพัฒนาเกษตรกรผู้ผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมในพื้นที่วิจัยให้และใช้กับพื้นที่อื่นที่มีบริบทคล้ายกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Panyayuen *et al.* (2023) ที่พบว่า ข้อมูลความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับมาก (เฉลี่ย 3.41) โดยพบว่ากลุ่มเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยระดับความต้องการอยู่ในระดับมากจำนวน 6 ด้าน ได้แก่ ด้านการเตรียมแปลงปลูก ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ ด้านการปลูกและการดูแล ด้านการให้ธาตุอาหารเสริม ด้านการใช้กับดักกาวเหนียว และด้านการปลูกผักในโรงเรือนมุ้งตาข่ายไนล่อน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Supapunt *et al.* (2021) ที่พบว่า ด้านเงินทุนเพื่อการผลิตผัก GAP และด้านความหลากหลายและความเหมาะสมของราคาผัก GAP มีผลให้เกษตรกรเกิดการยอมรับการปฏิบัติตามการผลิตทางการเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) อยู่ในระดับมาก และมีแนวโน้มการยอมรับเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถจำแนกตามด้านต่าง ๆ ได้ 5 ด้าน ดังนี้

1) ความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านการผลิต เกษตรกรมีความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านการผลิตอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.08) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อยต่าง ๆ พบว่า ด้านการรับรองมาตรฐานและตรวจสอบคุณภาพ มีความต้องการมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.20) รองลงมาคือ ด้านการพัฒนาตลาดและช่องทางการจำหน่าย ด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิต ด้านการจัดการฟาร์มให้เป็นไปตามมาตรฐาน GAP และด้านการให้ความรู้และฝึกอบรม (ที่ค่าเฉลี่ย 4.08, 4.02, 3.98 และ 3.ตภ ตามลำดับ) ซึ่งอธิบายได้ว่า เกษตรกรผู้ผลิตผักตามมาตรฐาน GAP ต้องการได้รับการส่งเสริมอย่างครอบคลุมทั้งด้านคุณภาพ มาตรฐาน ช่องทางจำหน่าย และการบริหารจัดการฟาร์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการรับรองมาตรฐานซึ่งเป็นกุญแจสำคัญต่อการเข้าถึงตลาดที่กว้างขึ้นและสร้างความมั่นคงทางรายได้ในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phonseema and Arunee (2024) ที่พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความต้องการความรู้ด้านการผลิตในระดับมาก ได้แก่ การเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการผลิต การแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า การควบคุมคุณภาพสินค้า และการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิต

2) ความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านการจัดการผลผลิต เกษตรกรมีความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านการจัดการผลผลิตอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.34) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อยต่าง ๆ พบว่า ด้านการบรรจุและเก็บรักษาผลผลิตที่ได้มาตรฐาน มีความต้องการมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.58) รองลงมาคือ ด้านการขนส่งผลผลิต ด้านการจัดการผลผลิตในแปลงปลูก ด้านการทำความสะอาดและคัดแยกผลผลิต และด้านการตรวจสอบย้อนกลับและการรับรองมาตรฐาน (ที่ค่าเฉลี่ย 4.44, 4.32, 4.20 และ 4.16 ตามลำดับ) ซึ่งอธิบายได้ว่า เกษตรกรผู้ผลิตผักตามมาตรฐาน GAP มีความต้องการได้รับการส่งเสริมอย่างมากในด้านการจัดการผลผลิต โดยเฉพาะการบรรจุ เก็บรักษา และขนส่ง ที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพและราคาของผลผลิตในตลาด ความต้องการเหล่านี้บ่งชี้ถึงโอกาสสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การบริการ และองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการผลผลิตให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Panyayuen *et al.* (2023) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการการรับการส่งเสริมปลูกผักในระบบเกษตรดีที่เหมาะสมรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.42) โดยความต้องการด้านการขนย้ายผลผลิตภายในแปลง (ค่าเฉลี่ย 3.48) ด้านการบันทึกข้อมูลและตรวจสอบย้อนกลับ (ค่าเฉลี่ย 3.40) และด้านการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกับด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล (ค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 3.35)

3) ความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านเทคโนโลยีการเกษตร เกษตรกรมีความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านเทคโนโลยีการเกษตรอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.38) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อยต่าง ๆ พบว่า ด้านเทคโนโลยีการบริหารจัดการฟาร์ม มีความต้องการมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.68) รองลงมาคือ ด้านเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ด้านเทคโนโลยีการเพาะปลูก ด้านเทคโนโลยีการควบคุมศัตรูพืช และด้านเทคโนโลยีด้านปุ๋ยและการบำรุงพืช

(ที่ค่าเฉลี่ย 4.42, 4.38, 4.32 และ 4.10 ตามลำดับ) ซึ่งอธิบายได้ว่า เกษตรกรผู้ผลิตผักตามมาตรฐาน GAP มีความต้องการส่งเสริมสูงมากในการนำเทคโนโลยีการเกษตรมาใช้ในทุกกระบวนการของการผลิตผัก โดยเฉพาะด้านการบริหารจัดการฟาร์ม ซึ่งถือเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาการเกษตรในยุคใหม่ ความต้องการเหล่านี้สะท้อนถึงแนวโน้มที่เกษตรกรไทยพร้อมเปิดรับการทำฟาร์มอัจฉริยะและเทคโนโลยีดิจิทัลทางการเกษตร เพื่อสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพสูง ตอบโจทย์ตลาด และลดความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Konkhayun *et al.* (2021) ที่พบว่า นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรต้องการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 4.17) และต้องการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรในการพัฒนาการบรรจุ หีบห่อ ของสินค้าแปรรูปที่ทันสมัย (ค่าเฉลี่ย 4.17) ซึ่งการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร มีความสำคัญอย่างมากในการผลิตทางการเกษตร ที่จะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรได้

4) ความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านเศรษฐกิจและการตลาด เกษตรกรมีความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านเศรษฐกิจและการตลาดอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.58) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อยต่าง ๆ พบว่า ด้านการพัฒนาช่องทางการตลาดออนไลน์มีความต้องการมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.90) รองลงมาคือ ด้านการให้ความรู้เกี่ยวกับธุรกิจเกษตร ด้านการสนับสนุนต้นทุนและแหล่งเงินทุน ด้านการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้าที่น่าจดจำ และด้านการพัฒนาเครือข่ายและความร่วมมือในพื้นที่ (ที่ค่าเฉลี่ย 4.72, 4.64, 4.50 และ 4.16 ตามลำดับ) ซึ่งอธิบายได้ว่า เกษตรกรผู้ผลิตผักตามมาตรฐาน GAP มีความต้องการการส่งเสริมด้านเศรษฐกิจและการตลาดอยู่ในระดับสูงมาก โดยเฉพาะในเรื่อง ตลาดออนไลน์ ความรู้ด้านธุรกิจ และการเข้าถึงเงินทุน ซึ่งบ่งชี้ว่าเกษตรกรยุคใหม่ต้องการปรับตัวให้เป็นนักการตลาด นักวางแผน และผู้ประกอบการที่มีศักยภาพในการเกษตรสมัยใหม่ นอกจากนี้การสร้างแบรนด์และการสร้างเครือข่ายในพื้นที่ยังเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยให้สินค้าเกษตรมีความยั่งยืน แข่งขันทางการตลาดได้ และเติบโตในอาชีพเกษตรกรสมัยใหม่ในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phonseema and Arunee (2024) ที่พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความต้องการความรู้ด้านการตลาดในระดับมาก ได้แก่ การหาความต้องการของตลาด การกำหนดแหล่งจำหน่ายสินค้า การกำหนดราคาสินค้าและบริการ การกำหนดราคาที่เหมาะสมคุ้มต่อต้นทุนการผลิต การเล่าเรื่องเพื่อสร้างอัตลักษณ์และความโดดเด่น การผลิตตามคำสั่งซื้อล่วงหน้า การจำหน่ายแบบออนไลน์ทางเฟสบุ๊ค ไลน์ ติ๊กต็อก และการออกร้านจำหน่าย

5) ความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านข้อมูลข่าวสาร เกษตรกรมีความต้องการได้รับการส่งเสริมด้านข้อมูลข่าวสารอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.00) เมื่อจำแนกตามประเด็นย่อยต่าง ๆ พบว่า ด้านการสนับสนุนข้อมูลตลาดและราคาที่เป็นปัจจุบัน มีความต้องการมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.10) รองลงมาคือ ด้านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและแพลตฟอร์มออนไลน์ในการสืบค้นข้อมูลข่าวสาร ด้านการพัฒนาเครือข่ายข้อมูลข่าวสารระหว่างเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ด้านการให้ข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐาน GAP และด้านการแจ้งเตือนข่าวสารด้านการผลิต (ที่ค่าเฉลี่ย 4.04, 4.02, 3.96 และ 3.90 ตามลำดับ) ซึ่งอธิบายได้ว่า เกษตรกรผู้ผลิตผักตามมาตรฐาน GAP มีความต้องการการส่งเสริมอย่างมากในการเข้าถึงข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและตรวจสอบได้ ข้อมูลที่ทันสมัย และข้อมูลสื่อสารได้ง่ายไม่สลับซับซ้อน โดยเฉพาะในเรื่องของราคาสินค้าในท้องตลาด ช่องทางออนไลน์ในการสื่อสาร รวมถึงข้อมูลด้านมาตรฐานการผลิต ซึ่งหากได้รับการส่งเสริมอย่างเป็นระบบจะช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจอย่างแม่นยำ ยกระดับคุณภาพการผลิต และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในภาคเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Purintrapibal *et al.* (2024) ที่พบว่า เกษตรกรรุ่นใหม่ได้รับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลข่าวสารทางการเกษตรภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.55) โดยได้รับข้อมูลข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.12) รองลงมาคือ ได้รับข้อมูลข่าวสารจากกลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่ด้วยกัน (ค่าเฉลี่ย

4.05) และได้รับข้อมูลข่าวสารจากสื่อออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย 3.90) ตามลำดับ

3. ปัญหาในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

เกษตรกรมีปัญหาในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.22) เมื่อพิจารณาในประเด็นย่อยของปัญหา พบว่า ปัญหาที่เกษตรกรเห็นว่าเป็นปัญหาระดับมาก ได้แก่ ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศบ่อยครั้ง (ค่าเฉลี่ย 4.06) รองลงมาคือ พบโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดบ่อยครั้ง (ค่าเฉลี่ย 4.00) กลุ่มลูกค้าที่บริโภคผักเพื่อสุขภาพมีขนาดเล็ก (ค่าเฉลี่ย 3.70) ต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 3.68) และเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยมีราคาค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 3.66) อธิบายได้ว่า ปัญหาเรื่องสภาพอากาศ รวมถึงปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดนั้น เกษตรกรทุกรายพบปัญหา ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเป็นปัญหาที่ควบคุมได้ยากและเป็นประเด็นที่ท้าทาย แต่เกษตรกรหลายรายก็สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ เช่น ติดตั้งระบบน้ำที่ควบคุมแบบอัตโนมัติ ติดตั้งวัสดุพรางแสงเพื่อลดความร้อนให้กับพืชผัก และเลือกใช้ใช้สารชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการจัดการกับโรคและแมลง ส่วนปัญหาด้านอื่น ๆ เกษตรกรต้องรวมกลุ่มกันเพื่อแก้ไขปัญหาหรือขอคำแนะจากเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอหรือเกษตรจังหวัดให้เข้ามาช่วยเหลือและให้ความรู้เพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phompanjai (2018) ที่พบว่า เกษตรกรในพื้นที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการระบาดของโรคและแมลง รวมถึงสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยในการผลิตพืชผักปลอดภัยเพื่อเพิ่มมูลค่าทางการเกษตร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Louangphan *et al.* (2022) ที่พบว่า ปัญหาที่เกษตรกรผู้ปลูกผักพบมาก คือ ปัญหาในการป้องกันการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช เงินทุนที่นำไปใช้ในการปฏิบัติปลูกผักตามมาตรฐาน และตลาดสำหรับขายผลผลิตผักที่ยังไม่คงที่ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanokhong *et al.* (2029) ที่พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับผลผลิตพืช GAP ตกค้าง ไม่สามารถจำหน่ายออกไปได้หมด เนื่องจากตลาดของพืชที่ผลิตตามมาตรฐาน GAP ที่ดูแลโดยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ ยังไม่สามารถรับซื้อผลิตของเกษตรกรได้ทั้งหมดและยังไม่มีตลาดรับซื้อหรือหาตลาดอื่นเพิ่มเติมได้

4. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์พหุถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใดกับตัวแปรตาม โดยเลือกตัวแปรอิสระจำนวน 9 ตัวแปร ได้แก่ อายุ จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา รายได้จากการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ขนาดพื้นที่ถือครอง แรงงาน ประสบการณ์ในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม จำนวนครั้งในการเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม จำนวนการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ของรัฐและเอกชน และจำนวนการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ส่วนตัวแปรตาม คือ ความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

ตัวแปรอิสระทั้งหมดได้รับการตรวจสอบว่าแต่ละคู่ไม่มีค่าสหสัมพันธ์สูงกว่า 0.70 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง (multicollinearity) อันเป็นการละเมิดข้อสมมติฐานที่กำกับเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Prasitratasin, 2013)

การวิจัยครั้งนี้มีแบบจำลอง ดังนี้

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_8x_8 + b_9x_9$$

สัญลักษณ์ของตัวแปร

ตัวแปรตาม Y = ความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

a = ค่าคงที่

$b_1 – b_9$ = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อควบคุมค่าของตัวแปรอิสระอื่นที่อยู่ในสมการให้คงที่แล้ว

ตัวแปรอิสระ x_1 = อายุ (ปี)

x_2 = จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา (ปี)

x_3 = รายได้จากการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (บาท)

x_4 = ขนาดพื้นที่ถือครอง (ไร่)

x_5 = แรงงาน (คน)

x_6 = ประสบการณ์ในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (ปี)

x_7 = การฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (จำนวนครั้ง)

x_8 = การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ของรัฐและเอกชน (จำนวนครั้ง)

x_9 = การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (จำนวนครั้ง)

ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุ โดยการนำเอาตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัวแปร เข้าไปในสมการแล้วคำนวณด้วยวิธีปกติ (enter) พบว่า ค่า F = 8.321 Sig of F = 0.000 แสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม (ความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม) และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจในเชิงพหุ พบว่า R^2 = 0.472 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 47.2 ซึ่งตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัวแปร มีจำนวน 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ อายุ แรงงาน และการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ซึ่งตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปร มีผลเป็นบวก (ดังแสดงใน Table 3) ดังนี้

1) อายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในช่วงวัยทำงานและพร้อมจะพัฒนาตนเอง เมื่อเกษตรกรมีอายุเพิ่มมากขึ้น ความต้องการก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อเทียบกับคนที่อายุน้อยกว่า และมีแนวโน้มต้องการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Panyayuen *et al.* (2023) ที่พบว่า เกษตรกรที่มีอายุมากขึ้นมีแนวโน้มที่จะมีความต้องการการส่งเสริมการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการมีอายุเพิ่มสูงขึ้นนั้นทำให้เกษตรกรจะปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จหรือการมีรายได้ที่เพียงพอต่อการ เลี้ยงชีพและดูแลสมาชิกในครัวเรือน รวมถึงการมีสุขภาพหรือร่างกายที่สมบูรณ์ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนการปลูกผักเป็นการผลิตในรูปแบบของเกษตรปลอดภัยจากสารพิษ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่มีอายุเพิ่มขึ้นในการสร้างความสำเร็จให้แก่ตนเอง โดยเฉพาะการได้รับราคาผลผลิตผักที่สูงกว่าการผลิตแบบทั่วไป หรือการมีสุขภาพที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิต สมาชิกครอบครัว และผู้บริโภค

2) แรงงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจากในการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมนั้น เกษตรกรต้องใช้แรงงานหลายคนในการดูแลรักษาผลผลิต ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นแรงงานในครัวเรือน เพื่อให้ผักที่ผลิตได้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน GAP และเมื่อมีจำนวนแรงงานมากขึ้น ความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมก็มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lochamyeu *et al.* (2023) ที่พบว่า เกษตรกรต้องจ้างแรงงานในการปลูกผักเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเกษตรกรจำเป็นที่ต้องใช้แรงงานในการดูแลรักษาผลผลิตที่มีจำนวนมาก เพราะตัวเกษตรกรเองไม่สามารถดูแลผลผลิตอย่างทั่วถึงทุกพื้นที่ภายในแปลงปลูก

3) การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม เนื่องจากในปัจจุบันเกษตรกรสามารถรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมได้จาก

Table 3. Multiple regression analysis of factors affecting needs for the promotion of good agricultural practices vegetable production

Variables	Coefficient (b)	t	*P*-value
1. Age (year)	1.565	2.224	0.036*
2. Number of years in school (year)	-0.144	-0.389	0.699
3. Income from good GAP vegetable production (Baht)	0.120	1.110	0.265
4. Size of land holding (rai)	0.011	0.612	0.511
5. Labor (number)	1.778	2.192	0.039*
6. Experiences in GAP for vegetable production (year)	-0.020	-0.709	0.442
7. Training in GAP for vegetable production (times)	-0.044	-0.602	0.528
8. Contact with the government officials and private sectors (times)	-0.028	-0.230	0.824
9. Received information about GAP for vegetable production (times)	1.801	2.088	0.045*
$R^2 = 0.472$	F = 8.321	Sig. F < 0.05	

The correlation is statistically significant at $P < 0.05$

หลากหลายช่องทาง ซึ่งเมื่อเกษตรกรมีการรับรู้ข่าวสารมากขึ้น เกิดความเข้าใจมากขึ้น และเห็นถึงความสำคัญของมาตรฐาน GAP เพิ่มขึ้น จึงมีแนวโน้มต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khonthai *et al.* (2019) ที่พบว่า การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักมีความสัมพันธ์กับความต้องการการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและจากสื่อกิจกรรม ทำให้เกษตรกรได้รับความรู้มากขึ้นและทำให้เกษตรมีการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตตามมาตรฐาน GAP จึงส่งผลต่อความต้องการการผลิตผักตามมาตรฐาน GAP

สรุปข้อและเสนอแนะ

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 39.80 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 52.80 มีรายได้จากการผลิตผัก GAP เฉลี่ย 205,180 บาท/ปี มีขนาดพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 1.50 ไร่ ใช้แรงงานเฉลี่ย 2.50 คน มีประสบการณ์ในการผลิตผัก GAP เฉลี่ย 4.40 ปี ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการผลิตผัก GAP เฉลี่ย 1.50 ครั้ง/ปี มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่เฉลี่ย 7.10 ครั้ง/ปี รับรู้ข่าวสาร GAP เฉลี่ย 90.50 ครั้ง/ปี รับรู้ข่าวสาร GAP จากสื่อสังคมออนไลน์ ร้อยละ 89.60 โดยความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมทั้ง 5 ด้าน พบว่า เกษตรกรมีความต้องการได้รับภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีความต้องการได้รับการส่งเสริมในทุกด้านในระดับมาก ได้แก่ ด้านการผลิต ด้านการจัดการผลผลิต ด้านเทคโนโลยีการเกษตร ด้านเศรษฐกิจและการตลาด และด้านข้อมูลข่าวสาร สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการได้รับการส่งเสริมการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ได้แก่ อายุ แรงงาน และการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม อย่างนัยสำคัญที่ 0.05 ในส่วนของปัญหาที่พบในผลิตผักตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมคือ ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และพบโรคและแมลงศัตรูพืชระบาดบ่อยครั้ง

ซึ่งจากผลการวิจัยสามารถสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้การสนับสนุนเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรที่ทันสมัยให้กับเกษตรกรกลุ่มนี้ ซึ่งเป็นเกษตรกรที่อยู่ในวัยทำงาน มีความมั่นคงในอาชีพ และพร้อมจะพัฒนาตนเองอยู่เสมอ รวมถึงส่งเสริม อบรม และให้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการผลิตผัก GAP อีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงตามไปด้วย และยังช่วยให้เกษตรกรได้ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรอย่างคุ้มค่า

2) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรใช้วิธีการส่งเสริมการเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเผยแพร่ความรู้หรือเผยแพร่ข่าวสารที่ทันสมัย เช่น ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลประเภทวิดีโอสอนการทำการเกษตรออนไลน์ หรือใช้แพลตฟอร์ม E-Learning เพื่อให้กลุ่มเกษตรกร ยุวเกษตรกร หรือแรงงานที่ใช้ภายในฟาร์มของตนเอง สามารถเข้าถึงองค์ความรู้ได้ง่ายและสามารถศึกษาหาความรู้ได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นเวลาหลังเลิกงานหรือในวันหยุดพักผ่อน

3) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้คำแนะนำการวางแผนระยะเวลาในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวพืชผักแก่เกษตรกร เพื่อให้สามารถเก็บผลผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดทั้งปี หรือในช่วงเวลาที่ต้องการ โดยต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น อายุเก็บเกี่ยวของพืช ฤดูกาล สภาพอากาศ และความต้องการของตลาด

4) ด้านปัญหาที่เกษตรกรผู้ผลิตผัก GAP ในพื้นที่เผชิญอยู่นั้น เจ้าหน้าที่ส่งเสริมควรให้คำแนะนำกับเกษตรกรในการจัดการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยใช้ชีววิธี วิธีทางกายภาพและวิธีกลการใช้สารชีวภาพหรือสารสกัดธรรมชาติ หรือการใช้สารเคมีที่ทางกรมวิชาการเกตรกร

5) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้การสนับสนุนหรือแนะนำช่องทางการจำหน่ายแก่เกษตรกร โดยให้การสนับสนุนและช่วยหาช่องทางจำหน่ายในตลาดเฉพาะกลุ่มสำหรับผัก GAP เช่น ร้านค้าออนไลน์ ซูเปอร์มาร์เก็ตที่เน้นสินค้าปลอดภัย หรือสนับสนุนการเข้าร่วมงานแสดงสินค้าเกษตรหรือโครงการส่งเสริมการขาย เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ang Thong Provincial Agriculture and Cooperatives Office. 2024. Basic Information about Ang Thong province, year 2023. Ang Thong Provincial Agriculture and Cooperatives Office, Ang Thong. 43 p. (in Thai)

Arunrangsikul, C. 2018. Prototype of safety management system standards for vegetable producers in Ang Thong province. Research Community 23(136): 64 - 65. (in Thai)

Department of Agricultural Extension News Center. 2021. The department of agricultural extension develops farmers to enter GAP standards to ensure that agricultural products are of quality and safe throughout the system. (Online). Available: https://doaenews.doae.go.th /archives/8773(March 1, 2025). (in Thai)

Department of Agriculture. 2021. Good Agricultural Practice Standards for Food Crops. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok. 110 p. (in Thai)

Kanokhong. K., N. Rattanawan and P. Jeerat. 2019. Adoption of crop growing methods under the standards of good agricultural practice (GAP) of farmers, Mon Ngo Royal Project Development Center Mae Tang district, Chiang Mai. Journal of Agricultural Research and Extension 36(1): 75 - 84. (in Thai)

Khonthai, J., S. Rangsipaht and P. Tongdeelert. 2019. Needs on vegetable production based upon good agricultural practice (GAP) of farmers in Nong Suea district, Pathum Thani province. Khon Kaen Agriculture Journal 47(4): 727 - 738. (in Thai)

Konkhayun, W., S. Anusontpornperm and T. Kongsila. 2021. Self-development needs of agricultural promotions officers, Department of Agricultural Promotions. King Mongkut's Agricultural Journal 39(3): 231 - 238. (in Thai)

Land Development Department. 2021. Agri-map (Ang Thong). Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. 50 p. (in Thai)

Lochamyeu, C., P. Kruekum, P. Sakkatat, K. Areesrisom and P. Phouthaxai. 2023. Factor affecting the participation in vegetable production extension under organic farming system of farmer at Luangprabang province, Lao People's Democratic Republic. Maejo Journal of Agricultural Production 5(3): 58 - 65. (in Thai)

Louangphan, L., P. Kruekum, P. Parapanya and K. Areesrisom. 2022. Factors influencing organic agriculture standards practices of organic vegetable farmers in Vientiane capital, Lao People's Democratic Republic. Maejo Journal of Agricultural Production 4(2): 116 - 127. (in Thai)

Office of Agricultural Economics. 2023. The Agricultural Economic Situation 2022 Annual Report. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. 240 p. (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 and Extension 40(3): 127 - 137. (in Thai)

Phompanjai, P. 2018. Technology Development on GAP Vegetatble Production for Value Added. Ubon Ratchathani Crops Research Center, Ubon Ratchathani. 33 p. (in Thai)

Phonseema, W. and A. Promkhambut. 2024. Needs for the extension of management of medium capacity level community enterprise in Maha Sarakham province. Khon Kaen Agriculture Journal 52(3): 574 - 587.

Prasitratsin, S. 2013. Applications of Statistical Methods in Research. 6th ed. Samlada part.,Ltd., Bangkok. 445 p. (in Thai)

Purintrapibal, T., P. Kruekum, P. Palapanya and N. Vetchasitniraphai. 2024. Media needs for agricultural extension of young smart farmers in Upper Northern Thailand. Maejo Journal of Agricultural Production 6(3): 51 - 64. (in Thai)

Sompor, W., P. Kruekum, P. Parapanya and P. Jeerat. 2021. Factors affecting farmers' needs for promoting Vegetable growing under good agricultural practices in Mon Ngo Royal Project Development Center, Mae Tang district, Chiang Mai province. Maejo Journal of Agricultural Production 3(2): 23 - 32. (in Thai)

Supapunt, P., P. Intanu and K. Chaikampun. 2021. Factor affecting adoption for vegetables with good agricultural practices standardin the Upper North of Thailand. Journal of Agricultural Research and Extension 38(3): 152 - 170. (in Thai)

Thawirat, P. 1997. Research Methods in Behavioral Science and Social Sciences. 7th ed. Srinakharinwirot University, Bangkok. 303 p. (in Thai)

การคัดเลือกสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อลักษณะแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงและไม่ไวต่อช่วงแสงในลูกผสมชั่วที่ 4 และชั่วที่ 5 ระหว่างข้าวพันธุ์ปิอิ๊ซู 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1

Selection of Advanced Lines for High Grain Anthocyanin Content and Photoperiod Insensitivity in F_4 and F_5 Generations Between Pi-ei-su 1 and Pathum Thani 1 Rice Varieties

พีรดนย์ สุริยะธง[1] ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย[1,2]
ต่อนภา ผุสดี[1,2] และ ศันสนีย์ จำจด[1,2*]
Peeradon Suriyathong[1], Chanakan Thebault Prom-u-thai[1,2],
Tonapha Pusadee[1,2] and Sansanee Jamjod[1,2*]

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1]Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2]ศูนย์วิจัยข้าวล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2]Lanna Rice Research Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[*]Corresponding author: Email: sansanee.j@cmu.ac.th

(Received: 1 May 2024; Accepted: 29 May 2025)

Abstract: Pi-ei-su 1 (PES1) is a sticky purple rice variety, which was selected from an indigenous rice variety in the highland of northern Thailand with a black pericarp and high grain anthocyanin content. However, PES1 is a photoperiod sensitive and low yield variety. The growing season is limited to one a year. To improve these agronomic characters, PES1 was crossed to Pathum Thani 1 (PTT1), a modern variety with the photoperiod insensitivity trait and high yield. The objectives of this experiment were to evaluate and select advanced lines with a black pericarp, high anthocyanin content, and high grain yield in F_4 and F_5 generations. The initial trial was conducted during the off-season in experimental pots. All F_4 hybrid plants exhibited a black pericarp, flowering between 91-132 days. Fifteen plants that exhibited flowering closely to the PTT1 parent and higher yield than the PEZ1 parent were selected for evaluation of their characteristics in the F_5 generation. In the F_5 generation, fifteen plants were grown under field conditions. PES1 and PTT1 parents yielded at 11.5 and 41.0 g/plant, respectively, while fifteen hybrid lines yielded between parental boundaries. The hybrid lines flowered within 96 to 106 days, which was close to the PTT1 parent. Six advanced lines produced higher anthocyanin content and yield than the PES1 parent. The amylose content of non-glutinous advanced lines at 12.9% to 15.4%. These advanced lines will be used as a genetic material for further improvement of premium quality rice varieties.

Keywords: Selection, anthocyanin, photoperiod insensitivity

Copyright @ Journal of Agricultural Research and Communications. All rights reserved.

บทคัดย่อ: ข้าวเหนียวพันธุ์ปิอิ๊ซู 1 คัดเลือกจากข้าวพื้นเมืองคุณภาพพิเศษที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำจากพื้นที่สูงภาคเหนือของไทย มีปริมาณแอนโทไซยานินสูง แต่ไวต่อช่วงแสงและผลผลิตต่ำ ปลูกได้ปีละครั้ง เพื่อปรับปรุงลักษณะด้อยจึงผสมพันธุ์กับข้าวพันธุ์พ่อ สมัยใหม่ปทุมธานี 1 ที่มีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงและให้ผลผลิตสูง ปลูกได้มากกว่าหนึ่งครั้งในหนึ่งปี คัดเลือกในแต่ละชั่ว งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินลักษณะและคัดเลือกต้นในประชากรชั่วที่ 4 และ 5 ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ ปริมาณแอนโทไซยานินสูงและให้ผลผลิตสูง ในลูกผสมชั่วที่ 4 ที่ปลูกฤดูนาปรัง ในกระถางทดลอง พบว่าลูกผสมทุกต้นมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ อายุออกดอก 91-132 วัน คัดเลือกต้นที่ออกดอกใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อ ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แม่ได้ 15 ต้น ปลูกคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 5 ในแปลงสภาพข้าวนาสวน พบว่า ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดต่อต้น พันธุ์แม่และพันธุ์พ่อมีค่า 11.5 กรัม และ 41.0 กรัม ตามลำดับ ลูกผสม 15 สายพันธุ์ มี มีอายุออกดอก 96-106 วัน ใกล้เคียงพันธุ์พ่อ ได้ 6 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดและผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แม่ เป็นข้าวเจ้าเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ ปริมาณอมิโลส 12.9-15.4 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกและขยายพันธุ์เพื่อปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกร ต่อไป

คำสำคัญ: การคัดเลือก แอนโทไซยานิน ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง

คำนำ

ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองของประเทศไทยมีสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ในปริมาณสูง แต่ให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ ซึ่งสารแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Chang *et al*., 2010) สามารถต้านทานโรคต่าง ๆ เช่น ลดและยับยั้งการลุกลามการเข้าทำลายเซลล์มะเร็งท่อหายใจภายในปอด อีกทั้งการรับประทานอาหารที่มีสารสกัดแอนโทไซยานินช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ เนื่องจากช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด (Chen *et al.,* 2006)

กลุ่มวิจัยทรัพยากร พันธุกรรมและธาตุอาหารพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวท้องถิ่นจากที่สูง ตามแหล่งต่าง ๆ ใน 3 จังหวัดภาคเหนือ คือ เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน นำมาวิเคราะห์ ประเมิน และจำแนกคุณภาพพิเศษในเมล็ดข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่อผู้บริโภค เทียบกับสายพันธุ์ตรวจสอบนิยมบริโภคทั่วไป คัดเลือกได้ประชากรข้าวเหนียวดำชนิดข้าวไร่ มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง โดยวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ ได้แก่ ปิอิ๊ซู 1 (Jamjod *et al*., 2015; Tolumdab *et al*., 2020) อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์นี้คัดเลือกมาจากข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองจึงไวต่อช่วงแสง ต้นสูง ปลูกได้เพียงปีละครั้งและให้ผลผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง จึงได้สร้างลูกผสมระหว่างข้าวพันธุ์คัดเลือกคุณภาพพิเศษสูงปิอิ๊ซู 1 กับข้าวชนิดไม่ไวแสงเพื่อปรับปรุงลักษณะด้อยของพันธุ์พื้นเมืองให้ได้ตรงตามลักษณะที่ต้องการ โดยใช้พันธุ์ข้าวขาวคุณภาพดีสมัยใหม่ไม่ไวต่อช่วงแสงและผลผลิตสูงคือพันธุ์ปทุมธานี 1 โดยข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีลักษณะเป็นข้าวเจ้า ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน ต้นค่อนข้างเตี้ย สูงประมาณ 104 – 133 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง และให้ผลผลิตสูง (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2022) และจากการศึกษาของ Buddhasri *et al.* (2021) ได้คัดเลือกข้าวสายพันธุ์ก้าวหน้าลูกผสมข้าวเหนียวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดกับข้าวเจ้าพันธุ์ปทุมธานี 1 สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูง และมีปริมาณผลผลิตสูง ดังนั้นคณะวิจัยได้คัดเลือกและขยายพันธุ์ลูกผสมในชั่วที่ 2 และปลูกขยายพันธุ์ชั่วที่ 3 ในงานวิจัยนี้ได้นำเมล็ดจากต้นลูกผสมชั่วที่ 3 นำมาประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์ใน ชั่วที่ 4 และชั่วที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและคัดเลือกลูกผสมให้ได้สายพันธุ์ที่มีสารแอนโทไซยานินในเมล็ดสูง ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง และมีผลผลิตสูง ซึ่งผลที่ได้รับจากการศึกษานี้จะทำให้ได้สายพันธุ์ก้าวหน้าที่สามารถใช้เป็นประโยชน์ในการเป็นฐานพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ และใช้ในการเป็นแหล่ง

อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพื่อการดูแลรักษาสุขภาพ อีกทั้งเป็นทางเลือกในการผลิตข้าวพันธุ์ใหม่ออกสู่ตลาด

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุกรรม

ศึกษาในประชากรลูกผสมระหว่างข้าวพันธุ์ปิอิ๊ซู 1 (PES1) ซึ่งเป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อมเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำมีแอนโทไซยานินสูง เป็นข้าวไร่และไวต่อช่วงแสง (Tolumdab *et al*., 2020) กับข้าวเจ้าขาวเมล็ดเรียวพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ ไม่ไวต่อช่วงแสง พันธุ์ปทุมธานี 1 (PTT1) คัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 2 ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำและออกดอกในฤดูนาปรัง ปี พ.ศ. 2561 และคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 3 ในฤดูนาปี พ.ศ. 2562 โดยคัดเลือกต้นที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ เมล็ดเรียว และมีแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงได้ทั้งหมด 21 ต้น เป็นตัวแทนสายพันธุ์ชั่วที่ 4

การคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 4

ปลูกสายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 4 และพันธุ์พ่อแม่ในกระถางทดลองสภาพนาสวน ในโรงเรือนทดลอง สาขาวิชาพืชไร่ ศูนย์วิจัย บูรณาการ สาธิตและฝึกอบรมนวัตกรรมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2563 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายน เพาะเมล็ดลูกผสมและพันธุ์พ่อแม่ในถาดเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้าเจริญครบ 10 วัน ย้ายกล้าลงปลูกในกระถางบรรจุดิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร โดยใส่ดินปลูกปริมาตร 10 กิโลกรัมต่อกระถาง ปลูกกระถางละ 5 ต้น โดยปลูก 10 ต้นต่อสายพันธุ์ ๆ ละ 2 กระถาง หลังย้ายกล้า 30 วันและ 60 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การป้องกันกำจัดศัตรูข้าวทำตามความเหมาะสมหากพบการเข้าทำลาย บันทึกวันออกดอกร้อยละ 50 เมื่อถึงระยะสุกแก่ บันทึกความสูงจากโคนต้นถึงคอรวง เก็บเกี่ยวผลผลิตแบบแยกต้น วัดผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต คัดเลือกต้นที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำที่มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แม่ จากต้นที่ปลูกจากตระกูลชั่วที่ 3 ที่มีค่าแอนโทไซยานินสูงและนำไปคัดเลือกในฤดูถัดไป

การคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 5

ปลูกลูกผสมชั่วที่ 5 และพ่อแม่พันธุ์ในแปลงทดลองสภาพนาสวน ที่ศูนย์วิจัย บูรณาการ สาธิตและฝึกอบรมนวัตกรรมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในฤดูนาปี ปี พ.ศ. 2563 เพาะเมล็ดในถาดเพาะเมล็ด ย้ายกล้าปักดำในแปลงทดลองขนาด 20 x 20 เมตร เมื่ออายุ 30 วัน ใช้ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร ปลูกลูกผสมสายพันธุ์ละ 12 หลุม ๆ ละ 1 ต้น และปลูกพันธุ์พ่อแม่คั่นลูกผสม ทุก ๆ 10 สายพันธุ์ การดูแลรักษาและบันทึกลักษณะทางพืชไร่ทำเช่นเดียวกับลูกผสมชั่วที่ 4 เมื่อถึงระยะสุกแก่ ประเมินเบื้องต้นโดยการใช้เมล็ดรวมจากทุกต้นภายในสายพันธุ์ต้นละเท่า ๆ กัน นำมารวมกันเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ด คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงสุดจำนวน 3 สายพันธุ์ เก็บเกี่ยวแยกต้นสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ นำไปวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินแบบแยกต้น

การวัดปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ด

วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดโดยวิธี pH different ตามวิธีการของ Abdel-Aal and Hucl (1999) โดยแกะเปลือกเมล็ดข้าวลูกผสม 2.5 กรัม นำตัวอย่างข้าวลูกผสมใส่ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เขย่าทุก ๆ 5 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จากนั้นดูดสารละลายที่กรองได้ จำนวน 2 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 25 มิลลิตร ทำการเจือจางด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ 2 ชนิด คือ โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.025 M, pH 1.0 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร และสารละลายบัฟเฟอร์โซเดียมอะซิเตรต (CH_3COONa) 0.4 M, pH 4.5 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ระดับความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณตามสมการที่ 1 มีค่าในหน่วยมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และคำนวณหาปริมาณโมโนเมอริกแอนโทไซยานินจากสมการที่ 2

$$A = (A_{520}-A_{700})_{pH1.0} - (A_{520}-A_{700})_{pH4.5} \quad (1)$$

โดย A_{520} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

A_{700}= ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร

ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) =

(A x MW x DF x 1000)/(E x 1) (2)

โดย A= ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้รับจากการคำนวณจากสมการ (1)

MW=มวลโมเลกุลของชนิดโมโนเมอริกแอนโทไซยานิน

1 = 1 cm

DF = Dilution factor

E = Molar absorptivity

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ช่วงของการกระจายตัว (range) ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variance) ของลูกผสมเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ โดยใช้โปรแกรม Statistix 10.0

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 4

ในลักษณะอายุออกดอกและความสูงต้น พบว่าสายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 4 มีการกระจายตัวของค่าเฉลี่ยแต่ละสายพันธุ์ 91-132 วัน มีอายุออกดอกช้ากว่าของพันธุ์แม่ปิอิ๊ซู 1 มีค่า 77-88 วัน และบางสายพันธุ์มีอายุการออกดอกมากกว่าพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 ออกดอกระหว่าง 115-120 วัน พันธุ์พ่อแม่มีต้นสูงอยู่ในช่วง 60-80 และ 105-118 เซนติเมตร ตามลำดับ ลูกผสมมีค่าอยู่ในช่วง 57-109 เซนติเมตร สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนภายในตระกูล พบว่าทั้งสองลักษณะ ลูกผสมที่สร้างขึ้นมีค่าน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าระหว่าง 1-5 เปอร์เซ็นต์ ในลักษณะอายุออกดอก และ 2-9 เปอร์เซ็นต์ ในลักษณะความสูงต้น (Figure 1)

สำหรับผลผลิตเมล็ด พบว่า พันธุ์แม่ปิอิ๊ซู 1 และสายพันธุ์ลูกผสมเมื่อปลูกในฤดูนาปรังให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 2-7 กรัมต่อต้น ในขณะที่พันธุ์พ่อให้ผลผลิตสูงถึง 14 กรัมต่อต้น พบการกระจายตัวระหว่างและภายในสายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 4 ในลักษณะผลผลิต พันธุ์พ่อแม่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ระหว่าง 11-14 เปอร์เซ็นต์ พบ 12 สายพันธุ์มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ต่ำกว่าหรือเท่ากับพ่อแม่ ที่เหลือมีการกระจายตัวสูงระหว่าง 19-57 เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากลูกผสมติดเมล็ดน้อยไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ในชั่วนี้จึงคัดเลือกต้นภายในสายพันธุ์ พิจารณาจากกราฟการกระจายตัวระหว่างค่าแอนโทไซยานินในเมล็ดของต้นพ่อแม่จากเมล็ดชั่วที่ 3 ที่วิเคราะห์ก่อนปลูกชั่วที่ 4 กับผลผลิตของต้น F_4 แต่ละต้น โดยคัดต้นที่มาจากพ่อแม่ชั่วที่ 3 ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงและผลผลิตเมล็ดชั่วที่ 4 สูงกว่าพันธุ์แม่ ด้านมุมขวาบนของภาพได้ทั้งหมด 15 ต้น เป็นตัวแทนปลูกคัดเลือกในฤดูถัดไป (Figure 2)

การคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 5

<u>ลักษณะทางพืชไร่</u>

ในฤดูนาปีพันธุ์พ่อออกดอกเฉลี่ยที่อายุ 102 วัน และพันธุ์แม่ออกดอกเฉลี่ยที่อายุ 83 วัน สายพันธุ์คัดเลือกออกดอกใกล้เคียงพันธุ์พ่อมากกว่าพันธุ์แม่มีค่าระหว่าง 94-106 วัน พันธุ์พ่อแม่และสายพันธุ์คัดเลือกมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ระหว่าง 1-6 เปอร์เซ็นต์ ในลักษณะความสูงต้น พันธุ์พ่อแม่สูงเฉลี่ย 103 และ 73 เซนติเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน เท่ากับ 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สายพันธุ์คัดเลือกมีค่าเฉลี่ยความสูงกระจายในช่วงของพ่อแม่ระหว่าง 76-114 เซนติเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนระหว่าง 3-11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในฤดูนาปี พันธุ์พ่อให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 41 กรัมต่อต้น ขณะที่พันธุ์แม่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 กรัมต่อต้น สายพันธุ์คัดเลือกกระจายกว้างระหว่างสายพันธุ์ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 7-37 กรัมต่อต้น ลูกผสม 5 สายพันธุ์ มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่ามีการประจายตัวที่ต่ำ ความแปรปรวนภายในสายพันธุ์ลดลง สายพันธุ์ที่คัดเลือกมีความคงตัวทางพันธุกรรมเพิ่มขึ้น พบว่าพันธุ์แม่และสายพันธุ์ที่เหลือมีการกระจายตัวของผลผลิตภายในสายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 11-25 เปอร์เซ็นต์ (Figure 3)

ลักษณะอายุออกดอกได้ผ่านการคัดเลือกในลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงจากการปลูกฤดูนาปรังในชั่วที่ 2 และฤดูนาปีในการปลูกชั่วที่ 3 ในฤดูนาปี (Jamjod *et al*., 2017) เมื่อประเมินในชั่วที่ 4 ในฤดูนาปรัง สายพันธุ์

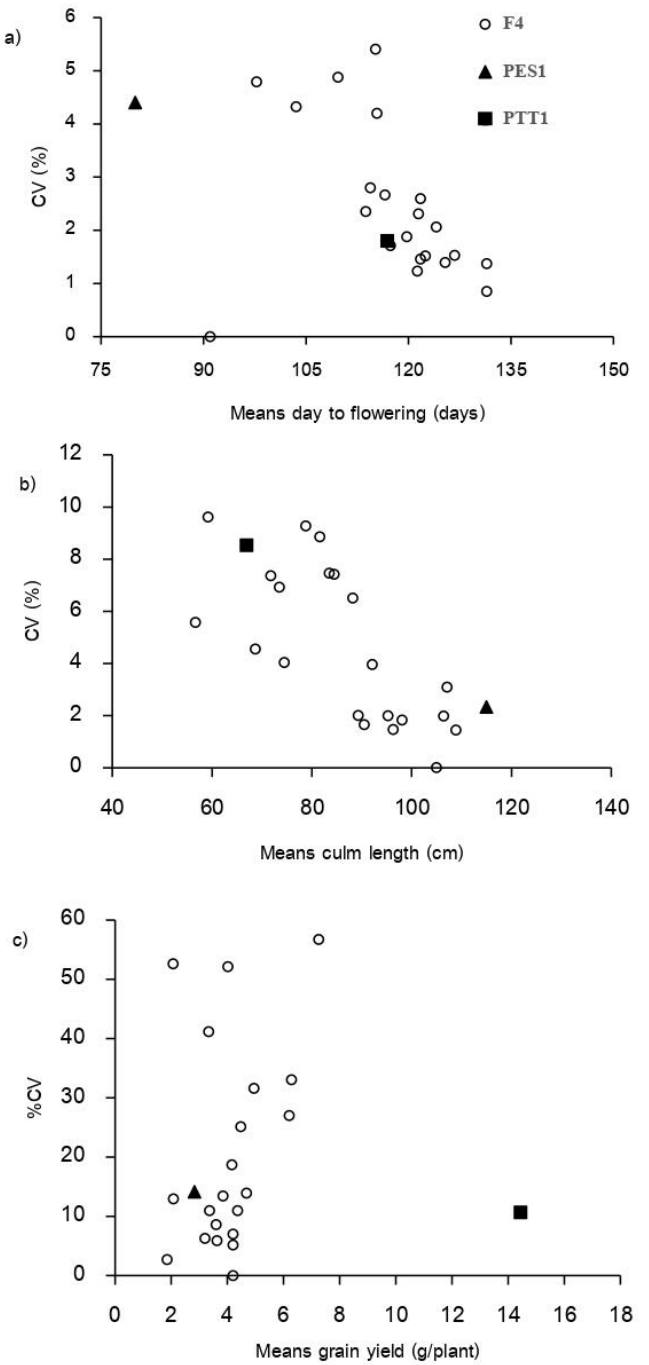

Figure 1. Means day to flowering (a), culm length (b), and grain yield (c) and cv within line of 21 F_4 lines and parents (PES1 and PTT1)

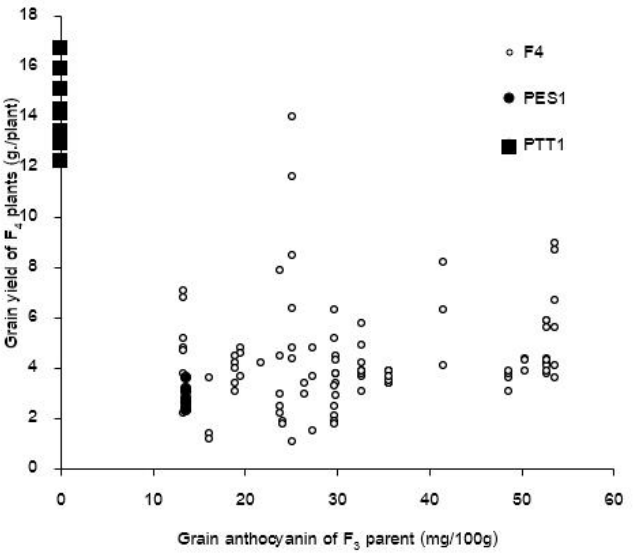

Figure 2. Distribution between grain anthocyanin of F_3 parents and grain yield of F_4 progenies

คัดเลือกเกือบทั้งหมดมีอายุออกดอกใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อที่ไม่ไวแสง มีการกระจายภายในสายพันธุ์น้อยในช่วงพ่อแม่ แสดงว่า ในชั่วนี้มีจำนวนต้นที่ไม่ไวต่อช่วงแสงมากพอที่จะทำให้คัดเลือกต้นที่มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แม่เป็นตัวแทนสายพันธุ์ชั่วที่ 5 เพื่อคัดเลือกลักษณะปริมาณแอนโทไซยานินและลักษณะพืชไร่ที่ต้องการ พบการตอบสนองต่อการคัดเลือกโดยสายพันธุ์คัดเลือกชั่วที่ 5 ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนภายในสายพันธุ์ของอายุออกดอกในช่วงเดียวกับพันธุ์ปทุมธานี 1 แสดงว่าลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสงมีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสูง จะเห็นได้ว่าลักษณะนี้เข้าใกล้ความคงตัวเมื่อผ่านการคัดเลือก สายพันธุ์ลูกผสมที่ได้มีการกระจายตัวอยู่รหว่างพันธุ์พ่อแม่ และมีการกระจายตัวอยู่ใกล้กับพันธุ์แม่ซึ่งมีลักษณะไม่ไวแสง (Figure 3, Table 1) ส่วนลักษณะความสูงและผลผลิต พบว่า ยังมีการกระจายตัวภายในสายพันธุ์สูงกว่าพ่อแม่ แสดงว่าในชั่วเหล่านี้ยังมีการกระจายตัวทางพันธุกรรมของผลผลิตจากการคัดเลือก จึงต้องพิจารณาเป็นรายต้นโดยจะพิจารณาคัดเลือกจากปริมาณแอนโทไซยานินร่วมกับลักษณะทางพืชไร่ที่สำคัญ เช่น ผลผลิต และปลูกทดสอบรุ่นลูกในชั่วถัดไป จนกว่าจะคงตัวภายในสายพันธุ์

<u>ปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ด</u>

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดแบบรวมตัวอย่างจากทุกต้นภายในสายพันธุ์ เทียบกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าพันธุ์แม่มีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 33.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ไม่พบปริมาณแอนโทไซยานินในพันธุ์พ่อ ลูกผสม 15 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 16.9-55.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Figure 4) คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด 3 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ที่ 5, 4 และ 1 มีแอนโทไซยานินสูงกว่าพันธุ์แม่ มีค่าระหว่าง 42.7-55.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม นำเมล็ดจากต้นเดี่ยวภายใน 3 สายพันธุ์วิเคราะห์แอนโทไซยานินแบบแยกต้น คัดเลือกต้นเดี่ยวโดยประเมินจากปริมาณแอนโทไซยานินและผลผลิตของแต่ละต้น พบว่าลูกผสมมีค่าแอนโทไซยานินระหว่าง 17.3-62.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สามารถคัดเลือกต้นที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงและผลผลิตสูงได้ทั้งหมด 6 ต้น เป็นตัวแทนสายพันธุ์ชั่วที่ 6 ต้นที่คัดเลือกมีปริมาณแอนโทไซยานินนอกเหนือขอบเขตของพ่อแม่ มีความสูงต้นและอายุออกดอกใกล้เคียงพันธุ์พ่อ แต่ให้ผลผลิตระหว่าง 18.0-21.8 กรัมต่อต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์แม่ แต่ต่ำกว่าพันธุ์พ่อที่มีค่าเท่ากับ 41 กรัมต่อต้น (Figure 5) ซึ่งต้นที่คัดเลือกเป็นข้าวเมล็ดเรียว มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ แป้งเป็นชนิดข้าวเจ้า มีปริมาณอมิโลสอยู่ระหว่าง 12.9-15.4 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

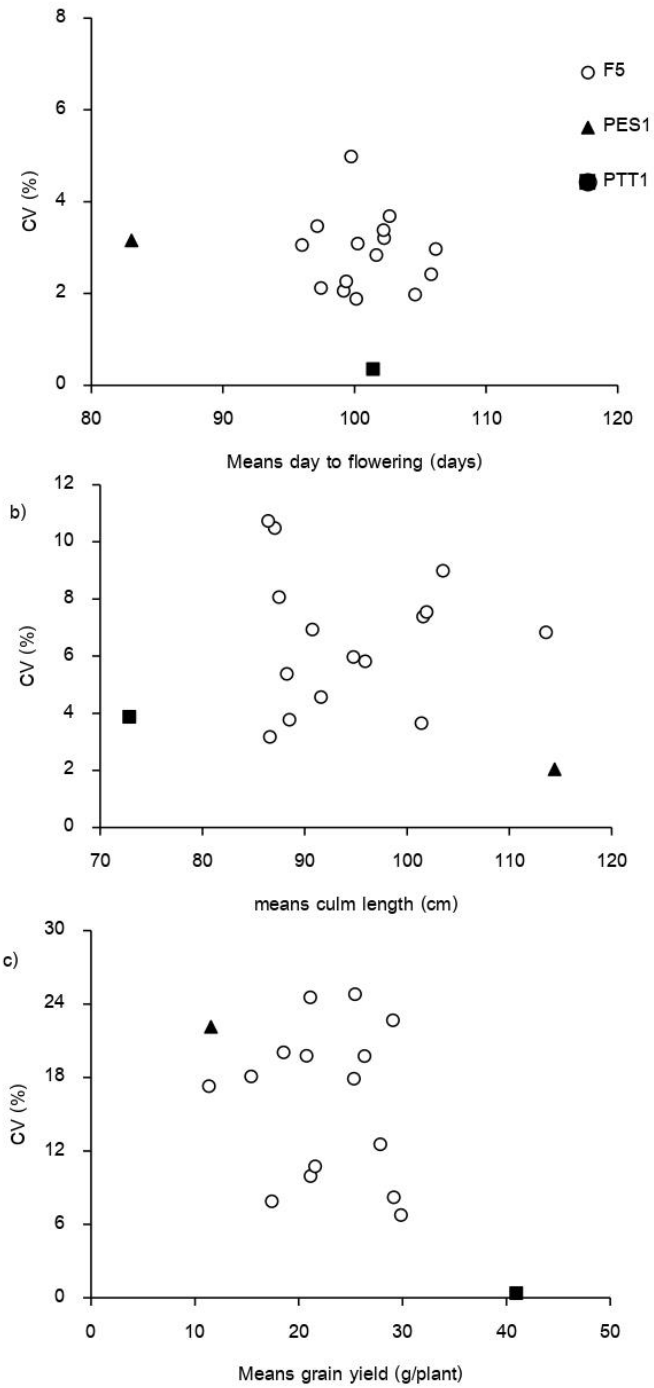

Figure 3. Means day to flowering (a), culm length (b), and grain yield (c), and cv within line of 15 F_5 lines and parents (PES1 and PTT1)

การศึกษาครั้งนี้ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำเป็นตัวแทนชั่วที่ 6 เป็นชนิดไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นเตี้ย อายุออกดอกประมาณ 96-107 วัน มีเมล็ดเรียวยาวเหมือนพันธุ์พ่อ มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แม่ แต่ต่ำกว่าประมาณครึ่งหนึ่งของพันธุ์พ่อหนึ่ง โดยจุดเด่นของสายพันธุ์คัดเลือก คือ มีค่าปริมาณแอนโทไซยานินสูง อยู่ระหว่าง 43-70 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในขณะที่พันธุ์พ่อไม่พบปริมาณแอนโทไซยานิน และพันธุ์แม่มีเพียง 19 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สอดคล้องกับการศึกษาของ Buddhasri *et al.* (2021) ศึกษาในลูกผสมระหว่างข้าวก่ำนาพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดกับปทุมธานี 1 สามารถคัดเลือกข้าวก่ำเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสงมีผลผลิตระหว่าง 484.2-750.7 กิโลกรัมต่อไร่ และค่าแอนโทไซยานินระหว่าง 3.4-36.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม. ลูกผสมที่คัดเลือกจากการศึกษาครั้งนี้ให้ผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์พ่อ เนื่องจากพันธุ์แม่เป็นข้าวไร่จากที่สูงเมื่อนำลงมาปลูกในที่ลุ่มออกดอกเร็วและให้ผลผลิตน้อย อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ที่คัดเลือกมีค่าแอนโทไซยานินสูงกว่าที่รายงานในข้าวก่ำนาไม่ไวแสง (Tolumdab *et al*., 2020) ประมาณ 2 เท่า จึงถือเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญสำหรับการปลูกคัดเลือกในชั่วถัดไปหรือใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป

Table 1. Grain characteristics, anthocyanin concentrations, and agronomic traits of 6 selected plants F6 lines.

Selection no.	Anthocyanin (mg/100g)	Grain weight (g/plant)	Days to flowering (days)	Culm length (cm)	Amylose (%)	Starch type	Grain size	Grain shape
1	70.7	18.8	97	86	13.7	NG	Extra long	Slender
2	57.9	18.2	107	88	15.4	NG	Long	Slender
3	53.3	18.0	102	94	12.9	NG	Extra long	Slender
4	52.1	21.8	101	85	14.1	NG	Extra long	Slender
5	51.7	20.4	96	87	15.7	NG	Extra long	Slender
6	43.4	19.8	101	95	14.2	NG	Extra long	Slender
Mean	54.9	19.5	101	89	14.3	-	-	-
SD	9.1	1.5	3.9	4.3	1.1	-	-	-
PES1	19.5 (0.6)[a]	11.5 (2.6)	82 (5.4)	115 (1.3)	4.7 (0.1)	G	Short	Bold
PTT1	0.0	41.0 (0.2)	101 (2.6)	73 (4.2)	17.7 (0.3)	NG	Extra long	Slender

[a]Mean and standard deviation from 3 plants, NG: non-glutinous, G: glutinous

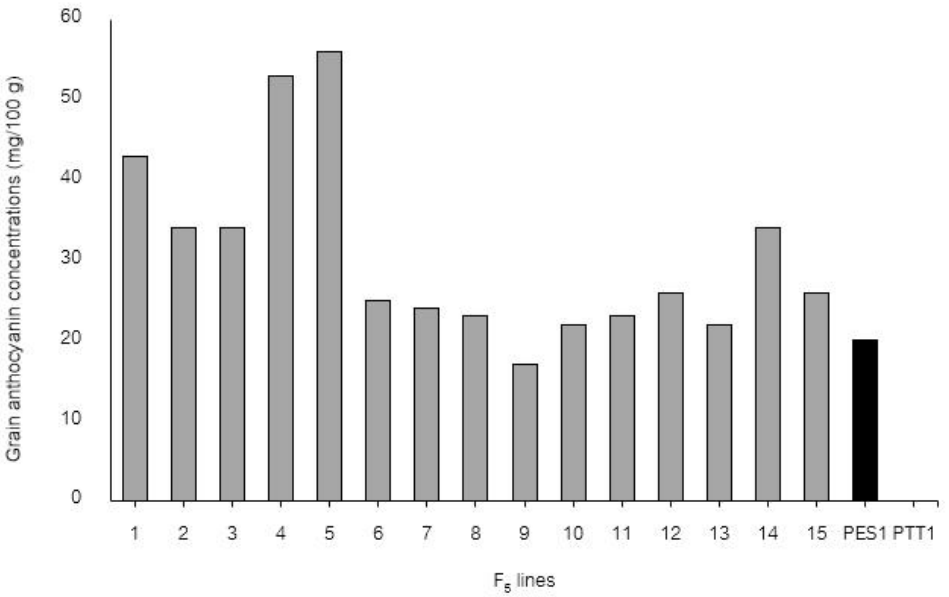

Figure 4. Bulk grain anthocyanin of 15 F_5 lines and parents (PES1 and PTT1)

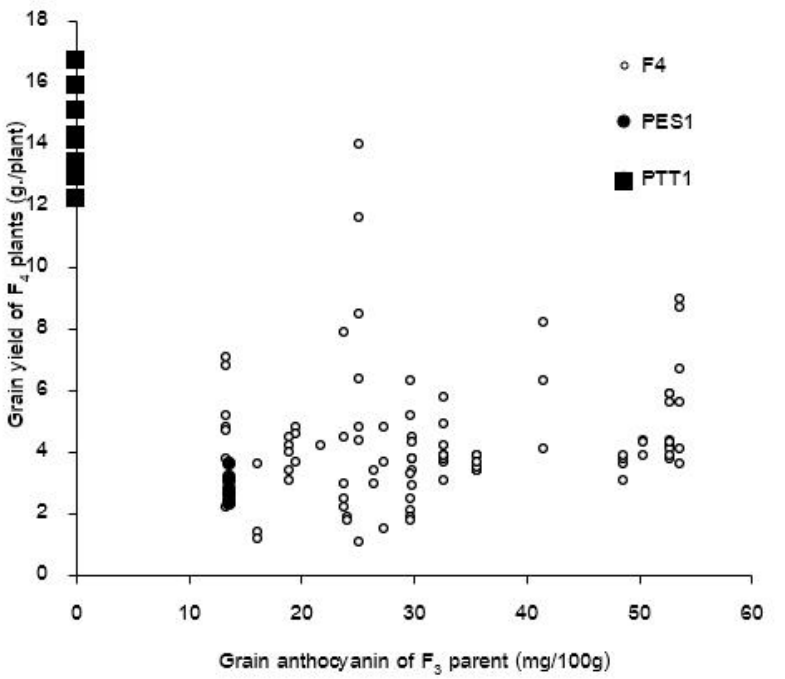

Figure 5. Distribution between single plant grain anthocyanin concentrations (mg/100g) and grain yield (g/plant)

สรุป

ลักษณะทางพืชไร่ ลักษณะทางสัณฐาน ปริมาณแอนโทไซยานินของประชากรลูกผสมชั่วที่ 4 และชั่วที่ 5 มีการกระจายตัวทั้งภายในสายพันธุ์ และระหว่างสายพันธุ์ ประชากรลูกผสมชั่วที่ 3 มีการกระจายตัวของปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดตั้งแต่ 0.4-53.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม. มีการกระจายตัวนอกเหนือขอบเขตพันธุ์พ่อแม่ ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 4 สามารถคัดเลือกข้าวลูกผสมได้จำนวน 15 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะเป็นข้าวเจ้า มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงและมีอายุออกดอกใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อ ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 5 สามารถคัดเลือกข้าวลูกผสมมีปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดสูง และมีลักษณะข้าวเจ้า ได้ข้าวสายพันธุ์ก้าวหน้าทั้งหมด 6 ต้น ที่มีค่าปริมาณแอนโทไซยานินระหว่าง 70.7-43.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม มีค่ามากกว่าพันธุ์แม่ปิอิ๊ซู 1 มีลักษณะแป้งเป็นข้าวเจ้าทั้งหมด และไม่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งมีอายุวันออกดอกใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อปทุมธานี 1 และให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์แม่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยแรกได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย (TA/RA) และงานวิจัยส่วนหนึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)

เอกสารอ้างอิง

Abdel-Aal, E-SM and P. A. Hucl. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. Cereal Chemistry 76: 350 - 354.

Buddhasri, G., C. Thebault Prom-u-thai, T. Pusadee and S. Jamjod. 2021. Evaluation of advanced purple rice lines with photoperiod insensitive from Kum Doi Saket and Pathum Thani 1 for yield and grain anthocyanin content. Khon Kaen Agriculture Journal 49(6):1450 - 1464. (in Thai)

Chang, H., B. Yu, X. Yum, L. Yi, C. Chen, M. Mi and W. Ling. 2010. Anticancer activities of an anthocyanin-rich extract from black rice against breast cancer cells in vitro and in vivo. Nutrition and Cancer 62:1128 - 1136.

Chen, P-N., W-H. Kuo, C-L. Chiang, H-L. Chiou, Y-S. Hsieh and S-C. Chu. 2006. Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repression of MMPs and u-PA expression. Chemico-Biological Interactions 163(3): 218 - 229.

Jamjod, S., C. Thebault Prom-u-thai, N. Yimyam and S. Lordkaew. 2015. Collection, evaluation and characterization for special quality in Thai rice varieties from Chiang Mai, Chiang Rai and Mae Hong Son provinces. Final report. Lanna Rice Research Center. Chiang Mai University, Chiang Mai. 71 p. (in Thai)

Jamjod, S., N. Yimyam, S. Lordkaew, C. Thebault Prom-u-thai and B. Rerkasem. 2017. Characterization of on-farm rice germplasm in an area of crop's center of diversity. Chiang Mai University Journal of Natural Sciences 16(2): 85 - 97.

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2022. Pathum Thani 1. (Online). Available: https://www.moac.go.th/royal_ploughing-ploughing_rice-files-451191791793 (November 8, 2022). (in Thai).

Tolumdab, A., C. Thebault Prom-u-thai, T. Pusadee and S. Jamjod. 2020. Pure line selection of purple glutinous rice with high anthocyanin in grain from local rice germplasm in northern Thailand. Khon Kaen Agriculture Journal 48(5): 1042 - 1055. (in Thai)

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

1.6 กรณีผู้แต่งเดียวกัน แต่ปีพิมพ์ต่างกัน ให้เรียงลำดับตามปีพิมพ์

ตัวอย่าง (Tangtaweewipat et al. 2009; Tangtaweewipat et al. 2018)

1.7 กรณีอ้างอิงเป็นภาษาอื่น เช่น ภาษาไทยต้องแปลงเป็นภาษาอังกฤษและเปลี่ยนปี พศ. เป็นปี คศ.

1.8 กรณีเป็นหน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงานราชการ สมาคม สถาบัน สำนักงาน ฯลฯ ให้ใช้ชื่อหน่วยงานเต็มในการอ้างอิงทั้งบทความ ตัวอย่าง (Department of Agricultural Extension, 1995).....

1.9 กรณีมีผู้แต่งที่มีทั้งบุคคลและเป็นหน่วยงาน ให้ใส่ชื่อผู้แต่งตามด้วยหน่วยงาน และใช้ (;) คั่นระหว่างชื่อผู้แต่งและหน่วยงาน

2. การเขียนเอกสารอ้างอิง มีรูปแบบการเขียนมีดังนี้

วารสาร (Journals) อ้างอิงวารสารที่มีความทันสมัยและเป็นปัจจุบันมากที่สุด

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร (เขียนเต็ม) ปีที่(ฉบับที่): เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

TH: Muthita, W. and N. Kuanprasert. 2004. Cytogenetics and flower color inheritance of fuchsias. Journal of Agriculture 20(1): 10-18. (in Thai)

EN: Barcenas, N.M., T.R. Unruh and L.G. Neven. 2005. DNA diagnostics to identify internal feeders (Lepidoptera: Tortricidae) of pome fruits of quarantine importance. Journal of Economic Entomology 98(2): 299-306.

ในกรณีที่เป็นวารสารออนไลน์ ไม่สามารถระบุเลขหน้าเริ่มต้นและเลขหน้าสิ้นสุดได้ ให้ระบุ doi แทน

EN: Bukhari, T., W. Takken and C.J.M. Koenraadt. 2011. Development of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* formulations for control of malaria mosquito larvae. Parasites & Vectors 4: 23, doi: 10.1186/1756-3305-4-23.

หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

TH: Ek-amnuay, P. 2016. Diseases and Pests of Economic Importance. 5th ed. Amarin Printing and Publishing PCL, Bangkok. 704 p. (in Thai)

EN: Gullan, P.J. and P.S. Cranston. 2005. The Insects: An Outline of Entomology. 3rd ed. Blackwell Publishing, Malden. 505 p.

เรื่องย่อยในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องเขียน และมีบรรณาธิการ

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อย. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. *ใน*: ชื่อบรรณาธิการ (บก.). ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

TH: Krairiksh, S. and W. Namruangsri. 1997. Integrated pest control of mango. pp. 137-144. *In*: K. Jumroenma (ed.). Integrated Pest Control. The Agricultural Cooperative Federation of Thailand, Ltd., Bangkok. (in Thai)

EN: Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee sociality. pp. 3-20. *In*: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

รายงานการประชุม สัมมนา (Reports and Proceedings)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อย. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. *ใน*: รายงานการประชุม สัมมนา. สถานที่จัดประชุม.

TH: Tantarawongsa, P. and D. Ketrot. 2017. Diuron residue in soils under pineapple cultivation. pp. 17-24. *In*: Proceedings of 55th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Animals, Veterinary Medicine, Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics, Bangkok. (in Thai)

EN: Feigenbaum, S., A. Bar-Tal and D.L. Sparks. 1990. Dynamics of soil potassium in multicationic systems. pp. 145-161. *In*: Proceedings of the 22nd Colloquium of the International Potash Institute, Bern.

วิทยานิพนธ์ (Thesis)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ระดับวิทยานิพนธ์. สถาบันการศึกษา, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

TH: Maneepong, A. 2004. Effects of ozone treatments on postharvest quality and pesticide residue of Mandarin cv. Sai Nam Pung. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. 100 p. (in Thai)

EN: Liquido, N.J. 1982. Population ecology of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Heteroptera: Miridae). Ph.D. Dissertation. University of Hawaii, Honolulu. 175 p.

เอกสารวิชาการอื่น ๆ

ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภทของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่จัดพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

TH: Shutsrirung, A., C. Santasup and K. Kunasakdakul. 2010. Screening of bio-organic inputs for high quality tea production. Final Report. The Thailand Research Fund, Bangkok. 109 p. (in Thai)

EN: Siriphontangmun, S., U. Nounart, S. Roumchaiapikun and S. Srijuntra. 2016. Insect Pests of Vegetable, Mushroom and Cut Flower. Technical Document. Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok. 74 p. (in Thai)

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: ที่อยู่ของไฟล์หรือเว็บไซต์ (URL) (เดือน วันที่, ปีที่ สืบค้นข้อมูล).

(ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปีที่ตีพิมพ์ ให้ระบุเป็นปีที่เข้าไปสืบค้นข้อมูล)

TH: Department of Agricultural Extension. 2005. Hydroponics. (Online). Available: http://www.doae.go.th/ proster/nondin/htm (April 21, 2005). (in Thai)

EN: Marja, L.L. 2000. How Mycostop® acts in the control of fungal plant diseases. (Online). Available: http://www.shkagro.com/otros/efecto_fungicida.pdf (April 1, 2016).

การส่งต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์

โปรดตรวจสอบบทความต้นฉบับให้เป็นไปตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ พร้อมแนบแบบฟอร์มนำส่งบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสาร (https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/information/authors) โดยนำส่งบทความผ่านทาง online เท่านั้น ที่ https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/index

การพิจารณาบทความ

1) ต้นฉบับที่ไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับของวารสาร จะไม่ได้รับการพิจารณา

2) ทุกบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร ต้องผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่น้อยกว่า 3 ท่าน

3) กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความทุกเรื่องที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสาร (The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing in Journal of Agriculture)

4) หากบทความใดขาดการติดต่อเกิน 6 เดือน กองบรรณาธิการจะดำเนินการลบบทความดังกล่าวออกจากระบบ ThaiJo 2.0 เพื่อให้การจัดทำวารสารเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีคุณภาพ

สำนักงานและการติดต่อสอบถาม (Office and Inquiries)

กองบรรณาธิการวารสาร

งานบริหารงานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 12 โทรสาร 0 5394 4089-92 ต่อ 12

Editorial Board, Journal of Agriculture

Division of Research and International Affairs, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 ext. 12

Fax: 0 5394 4089-92 ext. 12 Email: agjournal22@gmail.com

(ดูตัวอย่างต้นฉบับที่เป็นทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่ https://drive.google.com/file/d/1AK1gabPWQgw2ErSRUaTiKMrjFdtKdsFC/view)

Journal of Agricultural Research and Communications

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 41, Issue 2 May-August 2025

Impact of Extender pH on Motility of Bovine Sexed Semen by M-Zlex Process

Phanuwit Paitoon and Korawan Sringarm 63

Species Diversity and Abundance of Fruit-piercing Moths (Lepidoptera: Noctuidae), Infesting Somkaew (*Citrus nobilis*) in Bang Sakae Subdistrict, Bang Khonthi District, Samut Songkhram Province, Central Thailand

Sirirat Pimsanor and Krissana Ruang-Rit.....73

Adoption of Integrated Pest Management of Vegetable farmers in Maha Sarakham Province

Orawan Srisompun, Porpieng Thongpradup, Ruchuon Wanna and Sakunkan Simla.....87

Factors Affecting Farmers' Needs for Promoting Vegetables Production Based on Good Agricultural Practices, Mueang District, Angthong Province

Nattawut Janthong.....101

Selection of Advanced Lines for High Grain Anthocyanin Content and Photoperiod Insensitivity in F_4 and F_5 Generations Between Pi-ei-su 1 and Pathum Thani 1 Rice Varieties

Peeradon Suriyathong, Chanakan Thebault Prom-u-thai, Tonapha Pusadee and Sansanee Jamjod.....113

ISSN 3057-1022 (Online)

TCI