

ความท้าทายและโอกาสของการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าว
ในจังหวัดสมุทรสงคราม

Challenges and Opportunities in Developing Drone-Based Pest Control Service
Providers for Coconut Plantations in Samut Songkhram Province

ศราวุฒิ อินทพนม

Sarawoot Intapanom

สำนักวิจัยและพัฒนาชุมชนท้องถิ่น สถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน สมุทรสงคราม 75120

Office of Research and Local Community Development, Learning Institute for Everyone, Samut Songkhram, Thailand 75120

*Corresponding author: sarawooti@life.ac.th

*ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0007-9626-1289>

Abstract

Received: August 04, 2025

Revised: March 06, 2026

Accepted: March 17, 2026

This study investigated the application of chemical formulations suitable for agricultural drones to control coconut pests under real field conditions and to transfer knowledge for developing drone-based pest control service providers in Samut Songkhram Province. An area-based action research approach was conducted to pilot the use of agricultural drones for chemical spraying, compared with conventional manual spraying, in two coconut plantations covering 40 rai (approximately 800 trees). A mist-spraying agricultural drone was operated at a height of 2 meters with a spraying duration of 8 seconds per tree. Two chemical formulations, lufenuron and flubendiamide (each with an adjuvant), were applied twice at 7-day intervals, with monitoring at 15, 30, and 60 days after first application.

The results showed that both formulations reduced black-headed caterpillar infestation by more than 85% within 60 days and promoted clear tree recovery, including new shoot emergence and increased leaf greenness. Water-sensitive paper analysis confirmed effective spray coverage across all canopy levels. Knowledge transfer activities on safe chemical use and drone operation supported the development of model operators and readiness for drone service providers. However, challenges related to high initial investment, hidden maintenance costs, and limited local after-sales services remain. The study recommends establishing standardized cost frameworks and strengthening support systems to ensure the long-term sustainability of community-based agricultural drone services.

Keywords: agricultural drones, drone service providers, coconut pests

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวที่เหมาะสมกับการใช้โดรนเกษตรในสภาพพื้นที่จริง และถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพสถาบันการศึกษาและเกษตรกรไปสู่การเป็นผู้ให้บริการโดรนกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม งานวิจัยนี้ใช้แนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการในพื้นที่ เพื่อทดสอบการใช้โดรนเกษตรสำหรับการฉีดพ่นสารเคมี เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นแบบใช้แรงงานคนตามวิธีการดั้งเดิม ในสวนมะพร้าวจำนวน 2 แปลง ครอบคลุมพื้นที่รวม 40 ไร่ (ประมาณ 800 ต้น) ใช้โดรนเกษตรแบบพ่นละอองฝอยควบคุมความสูงเฉลี่ย 2 เมตร และเวลาพ่น 8 วินาทีต่อต้น ทดสอบสารเคมี 2 สูตร ได้แก่ สูตรลูเฟนนูรอน (Lufenuron) ร่วมกับสารจับใบ และสูตรฟลูเบนไดอไมด์ (Flubendiamide) ร่วมกับสารจับใบ โดยฉีดพ่น 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน และติดตามผลที่ 15, 30 และ 60 วัน หลังจากฉีดพ่นครั้งแรก

ผลการวิจัยพบว่าสารเคมีทั้งสองสูตรเมื่อใช้ร่วมกับโดรนสามารถลดการระบาดของหนอนหัวดำได้มากกว่าร้อยละ 85 ภายใน 60 วัน พร้อมทั้งทำให้ต้นมะพร้าวฟื้นตัวชัดเจนจากการแตกยอดใหม่และการเพิ่มความเขียวของใบ การประเมินการกระจายละอองด้วยกระต่ายไวต่อน้ำ ยืนยันว่าการพ่นสามารถครอบคลุมเรือนยอดได้ทุกระดับ สนับสนุนความน่าเชื่อถือของผลเชิงชีวภาพ ด้านการขยายผลโครงการได้จัดกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยและการบินโดรน ส่งผลให้เกิดบุคลากรต้นแบบและความพร้อมในการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนเกษตร อย่างไรก็ตาม ยังพบอุปสรรคด้านต้นทุนเริ่มต้น ต้นทุนแฝงการซ่อมบำรุง และระบบบริการหลังการขายในพื้นที่ จึงเสนอให้จัดทำต้นทุนมาตรฐานและเสริมระบบสนับสนุนเพื่อเพิ่มความยั่งยืนของการให้บริการโดรนระดับชุมชน

คำสำคัญ: โดรนเกษตร ผู้ให้บริการโดรน ศัตรูมะพร้าว

บทนำ

เทคโนโลยีโดรนหรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ถูกประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในภาคเกษตรกรรมเพื่อประโยชน์ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น การพ่นปุ๋ย พ่นสารชีวภัณฑ์ หว่านเมล็ดพันธุ์ ตลอดจนการตรวจสอบสุขภาพพืชและสภาพแวดล้อมในแปลงเกษตร ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดต้นทุนแรงงาน และลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีโดยตรง (Secretariat of the House of Representatives [Thailand], 2022)

โดรนเป็นเครื่องมือสำคัญในแนวคิดเกษตรอัจฉริยะ (smart farming) ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพลดต้นทุน และยกระดับความปลอดภัยให้กับเกษตรกรในภาคสนาม โดยเฉพาะในพืชที่มีลักษณะลำต้นสูง เช่น มะพร้าว ที่การพ่นสารแบบดั้งเดิมมักต้องใช้แรงงานคนปีนขึ้นไปซึ่งเสี่ยงอันตรายอย่างมาก มีผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพ่น ได้แก่ ความสูงในการบิน และระยะเวลาในการหยุด Hover ในประเทศอินเดียพบว่า การพ่นที่ความสูง 2 เมตร เป็นเวลา 8 วินาที สามารถกระจายละอองน้ำได้อย่างเหมาะสมในทุกระดับของเรือนยอดต้นมะพร้าว และลดการสูญเสียของสารที่ตกถึงพื้นดิน (Pandiselvam *et al.*, 2024) แนวทางนี้ได้รับการเสนอให้เป็นแนวทางมาตรฐานสำหรับการพ่นสารในพืชลำต้นสูง

สำหรับผลการทดลองในประเทศไทย งานของ Daoden *et al.* (2021) แสดงให้เห็นว่า การใช้โดรนร่วมกับการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูพืชในสวนมะพร้าว และลดการใช้สารเคมีได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้เกษตรกรสามารถวางแผนการจัดการศัตรูพืชแบบแม่นยำ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งยังลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ใช้งานสารเคมีโดยตรงอีกด้วย

นอกจากนี้ นักวิจัยหลายคนยืนยันว่าโดรนสามารถพ่นสารเคมีได้อย่างแม่นยำมากขึ้น เมื่อใช้ร่วมกับเทคโนโลยีเซ็นเซอร์และภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อระบุจุดที่

เกิดการระบาดของแมลงอย่างเฉพาะเจาะจง และสามารถควบคุมปริมาณสารที่ใช้ได้ดีกว่าวิธีดั้งเดิม (Anderson and Gaston, 2013)

อย่างไรก็ตาม มีข้อถกเถียงเกี่ยวกับการใช้จริงในพื้นที่ที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีโดรน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคนิคที่เกษตรกรต้องเรียนรู้เพิ่มเติม โครงสร้างสนับสนุน ศูนย์ซ่อมบำรุง หรือระบบการให้บริการที่เป็นมืออาชีพในระดับชุมชน ความปลอดภัย ความคุ้มค่าของเทคโนโลยีในแง่ของการลงทุนเพื่อนำโดรนเกษตรมาใช้งานในชุมชน (Setthamani, 2022) ทำให้การนำเทคโนโลยีโดรนมาใช้จริงในการเกษตรระดับชุมชนในสังคมไทยยังมีความท้าทายที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับศักยภาพทางเทคนิคของเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับ การยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ การยอมรับเทคโนโลยีของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องไปพร้อม ๆ กับการใช้งานของโดรนกับสารเคมีอย่างปลอดภัยต่อทั้งผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อมในชุมชน การตัดสินใจยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้งานขึ้นอยู่กับ การรับรู้ถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี รวมไปถึงความรู้ และประสบการณ์ของการใช้งานเทคโนโลยีอันจะส่งผลต่อทัศนคติและความตั้งใจในการใช้งานเทคโนโลยี Charoenwikkai (2023) อธิบายผ่านงานวิจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีโดรนในประเทศไทย พบว่าปัจจัยด้านทักษะและความรู้ของผู้ใช้งานมีบทบาทสำคัญต่อการตัดสินใจใช้โดรนเพื่อการเกษตร โดยเฉพาะการรับรู้ว่าเทคโนโลยีมีความซับซ้อนหรือยากต่อการเรียนรู้

เมื่อความท้าทายในการยอมรับเทคโนโลยีโดรนเพื่อการเกษตรเกิดขึ้นควบคู่กับความจำเป็นเร่งด่วนในการจัดการกับการระบาดของแมลงศัตรูพืช ซึ่งการใช้โดรนมีความเป็นไปได้มากที่สุดในการจัดการปัญหาของศัตรูพืชขึ้นต้นโดยเฉพาะมะพร้าวที่ปัญหาของการระบาดจากหนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella* Walker) ยังคงเป็นปัญหาสำคัญในหลายพื้นที่ของประเทศไทย โดยเฉพาะในจังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวกว่า 66,900 ไร่ เกิดการระบาดของหนอนหัวดำในพื้นที่กว่า 550 ไร่ (Ministry of Agriculture and Cooperatives,

2025) สร้างความเสียหายอย่างรุนแรง เพราะหนอนชนิดนี้มีพฤติกรรมกัดกินใต้ทางใบ ทำให้ยากต่อการกำจัดด้วยวิธีดั้งเดิม เช่น เครื่องพ่นแบบสะพายหลังหรือการฉีดสารเข้าลำต้น ซึ่งไม่สามารถเข้าถึงจุดซ่อนตัวของหนอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดรนการเกษตรจึงเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพสูง เนื่องจากสามารถพ่นสารเคมีได้ใบได้อย่างแม่นยำและสม่ำเสมอ ลดการฟุ้งกระจายของสาร ลดการสัมผัสโดยตรงของเกษตรกร และช่วยให้เข้าถึงพื้นที่สูงหรือภูมิประเทศซับซ้อนได้สะดวกยิ่งขึ้น (Charoenwikkai, 2023)

แนวทางการกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวในประเทศไทย พบว่ามีการใช้ทั้งสารเคมีและวิธีชีวภาพควบคู่กัน งานวิจัยของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร แนะนำให้ใช้สาร Spinosad, Chlorantraniliprole หรือ Emamectin benzoate ในรูปแบบการพ่นทางใบหรือฉีดเข้าลำต้นซึ่งให้ผลดีในการควบคุมประชากรหนอนในระยะสั้น ขณะที่งานของ Amporn (2014) เสนอแนวทาง IPM (Integrated Pest Management) ที่ผสมผสานการใช้สารเคมีร่วมกับเชื้อราบิวเวอเรีย (*Beauveria bassiana*) หรือเชื้อราทำลายแมลง และแตนเบียน (*Habrobracon hebetor*) เพื่อควบคุมหนอนอย่างยั่งยืน ลดโอกาสเกิดการดื้อยา ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังช่วยคงคุณภาพผลผลิตมะพร้าวไม่ให้เสื่อมจากการใช้สารเคมีมากเกินไป (Plant Protection Research and Development Office, 2017)

โครงการวิจัยเลือกพื้นที่วิจัยแบบเฉพาะเจาะจงในพื้นที่ระบาดของหนอนหัวดำในระดับปานกลางไปจนถึงระดับรุนแรง ในเขตตำบลท่าคาและตำบลบางนางลี่ จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อออกแบบกรอบการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนกำจัดศัตรูพืชในลักษณะเชิงระบบและครบวงจร บูรณาการทั้งมิติทางเทคนิค มิติการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และมิติเชิงธุรกิจ ตั้งแต่การคัดเลือกและทดสอบสารเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร การตั้งค่าระบบการบินให้สอดคล้องกับลักษณะทรงพุ่มมะพร้าว การฝึกอบรมทักษะการบินโดรนและ

การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ตลอดจนการออกแบบรูปแบบธุรกิจระดับชุมชน และการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อการจองงานและการจัดการข้อมูลการฉีดพ่น เพื่อความยั่งยืนจากการต่อยอดการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีได้มุ่งเน้นผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูพืชเท่านั้น หากแต่ยังคำนึงถึงผลกระทบเชิงสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยสามารถช่วยลดต้นทุนแรงงาน เพิ่มผลผลิต เพิ่มความปลอดภัยในการทำงานของเกษตรกร ลดผลกระทบจากการใช้สารเคมี และสร้างโอกาสในการประกอบอาชีพให้แก่เกษตรกรรุ่นใหม่หรือผู้ที่มีความสนใจด้านเทคโนโลยีการเกษตร (Agricultural Research Development Agency [Public Organization], 2022)

จากที่กล่าวมาแล้วว่าการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนเกษตรในระดับชุมชนให้เกิดขึ้นได้จริงและมีความยั่งยืนยังคงเผชิญกับความท้าทายหลายประการ ทั้งด้านความพร้อมของเกษตรกรในการเรียนรู้และยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ข้อจำกัดด้านกฎระเบียบและการขอใบอนุญาต การเข้าถึงแหล่งเงินทุนสำหรับการจัดหาอุปกรณ์ ตลอดจนการขาดระบบนิเวศสนับสนุน เช่น ศูนย์ซ่อมบำรุงหรือระบบบริหารจัดการงานบริการอย่างเป็นระบบ

งานวิจัยฉบับนี้จึงใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) เพื่อศึกษาทั้งมิติด้านเทคนิคและมิติด้านการพัฒนาผู้ให้บริการในบริบทจริงของชุมชน โดยมุ่งระบุความท้าทายหลักที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานภาคสนาม และสังเคราะห์แนวทางแก้ไขที่สามารถนำไปใช้ได้จริง เพื่อสนับสนุนการพัฒนา Drone Service Provider ให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถขยายผลในเชิงพื้นที่และเชิงนโยบายภายใต้วัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้สารเคมีที่เหมาะสมกับการใช้โดรน ซึ่งสามารถกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมจริงของพื้นที่ศึกษา
2. เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาศักยภาพของสถาบันการศึกษาและกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ ให้

สามารถพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ให้บริการโดรนกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าว (drone service provider) ในจังหวัดสมุทรสงครามและพื้นที่ใกล้เคียง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) ร่วมกับการวิจัยเชิงพื้นที่ (area-based research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการกำจัดแมลงศัตรูพืชในสวนมะพร้าวด้วยโดรนเกษตร ควบคู่กับการพัฒนารูปแบบผู้ให้บริการโดรนในระดับชุมชน กระบวนการวิจัยมุ่งเน้นการทดลองจริงในพื้นที่ การมีส่วนร่วมของเกษตรกร และการพัฒนาองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงและขยายผล จาก 4 ขั้นตอนของการดำเนินงาน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีและโดรนเกษตรในสวนมะพร้าวจำนวน 2 แปลง ตำบลบางนางลี่ และตำบลท่าคา จังหวัดสมุทรสงคราม ใช้ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน เลือกพื้นที่แบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งเป็นพื้นที่ระบาดของหนอนหัวดำครอบคลุมพื้นที่ทดลองรวม 40 ไร่ โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณ 20 ต้นต่อไร่ คิดเป็นต้นมะพร้าวที่อยู่ในพื้นที่ทดลองประมาณ 800 ต้น ฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรนเกษตรแบบหลายใบพัด (multirotor agricultural drone) ที่มีถังบรรจุสารเคมีขนาด 45 ลิตร ใช้ระบบพ่นแบบละอองฝอย (mist spray) ที่สามารถควบคุมขนาดหยดน้ำในช่วงประมาณ 250–350 ไมโครเมตร พร้อมระบบควบคุมอัตราการไหลของสารแบบอัตโนมัติและระบบรักษาระดับความสูงคงที่จากยอดพืช (altitude hold system) ทดสอบการบินโดรนร่วมกับการใช้สารเคมี 2 สูตร ได้แก่

สูตรที่ 1 ลูเฟนนูรอน (Lufenuron) 5% EC ร่วมกับสารจับใบพาร์โล เวท ในอัตรา 4–5 ซีซีต่อต้นมะพร้าว หรือประมาณ 80–100 ซีซีต่อไร่ (เฉลี่ย 20 ต้นต่อไร่) โดยใช้ลูเฟนนูรอน 500 มิลลิลิตร และพาร์โล เวท

5 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 100 ลิตร ทดสอบในพื้นที่ตำบลบางนางลี่ จังหวัดสมุทรสงคราม

สูตรที่ 2 ทาคุมิ (Flubendiamide) ร่วมกับสารจับใบพาร์โล เวท ในอัตรา 2 กรัมต่อต้นมะพร้าว หรือประมาณ 40 กรัมต่อไร่ โดยใช้ทาคุมิรวม 6.8 กระปุก (กระปุกละ 50 กรัม) และพาร์โล เวท 1 กระปุก ผสมน้ำ 170 ลิตร ทดสอบในพื้นที่ตำบลท่าคา จังหวัดสมุทรสงคราม

การเก็บข้อมูลของการทดสอบอยู่ภายใต้รูปแบบเชิงทดลองภาคสนาม โดยเริ่มเก็บข้อมูลก่อนการทดลองหลังฉีดพ่นครั้งที่ 1 และการฉีดพ่นครั้งที่ 2 วัดผลจากจำนวนซากหนอนหัวดำได้ใบ การแตกยอดใหม่ สีใบ และความสมบูรณ์ของต้น ร่วมกับการประเมินผลการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวช่วง 20, 30 และ 60 วัน

การรวบรวมข้อมูลการกระจายสารเคมีใช้กระดาดไต้หวัน (WSP) ติดตั้งในเรือนยอด 3 ระดับ (ยอด-กลาง-ล่าง) ติดตั้ง WSP บริเวณพื้นดินรอบโคนต้นเพื่อตรวจสอบการสูญเสียของสาร หลังจากนั้นทำการสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับประสิทธิภาพ ความคุ้มค่า และความปลอดภัยหลังจากการฉีดพ่น 60 วัน

การทดลองนี้ทดสอบความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลจากการเก็บข้อมูลซ้ำ เปรียบเทียบระหว่างสูตรสารเคมี และการตรวจสอบข้ามแหล่งข้อมูลโดยกำหนดตัวชี้วัด ดังนี้

(1) ความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง ฉีดพ่นซ้ำ 2 ครั้งต่อสูตร เว้นระยะ 15 วัน และประเมินความสม่ำเสมอของผล จากร้อยละการลดลงของหนอนหัวดำหลังการฉีดพ่นแต่ละครั้ง รวมถึงความสม่ำเสมอของข้อมูลจากต้นตัวอย่าง 9 ต้นต่อแปลง

(2) ความถูกต้องของการวัดการกระจายสารประเมินด้วยกระดาดไต้หวัน (WSP) ที่ติดตั้งในเรือนยอด 3 ระดับ (ยอด-กลาง-ล่าง) และบริเวณพื้นดิน โดยใช้ตัวชี้วัด จำนวนหยด ร้อยละการครอบคลุม และการสูญเสียสู่พื้นดิน

(3) ความถูกต้องของผลเชิงชีวภาพวัดจากร้อยละการลดลงของหนอนหัวดำ และการฟื้นตัวของต้นมะพร้าว (การแตกยอดใหม่และสีใบ) ในช่วง 20-30 วัน และ 60 วัน หลังการฉีดพ่น

(4) ตรวจสอบข้ามแหล่งข้อมูล (Triangulation) โดยเปรียบเทียบข้อมูลเชิงทดลองด้านการลดลงของหนอนหัวดำ ข้อมูลการกระจายสารเคมีจากกระดาดไต้หวัน และข้อมูลสังเกตภาคสนามจากภาพถ่ายและการฟื้นตัวของต้นมะพร้าว หากผลจากทั้งสามแหล่งมีความสอดคล้องกัน จะถือว่าผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือและความถูกต้องสูง

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษารูปแบบธุรกิจของผู้ให้บริการโดรนเพื่อวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจบริการโดรนที่เหมาะสมกับสวนมะพร้าวในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านลูกค้า บริการ ต้นทุน ช่องทางการตลาด การสร้างพันธมิตร และความยั่งยืน รวมถึงพิจารณารูปแบบบริการเชิงพาณิชย์ บริการพันธมิตร บริการสำรวจสุขภาพพืช และบริการฝึกอบรม

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการฝึกอบรมให้แก่สถาบันการศึกษาในจังหวัดสมุทรสงคราม เกษตรกร และผู้ให้บริการโดรน ในหลักสูตรความรู้เกี่ยวกับแมลงศัตรูพืช การเลือกใช้สารเคมี การใช้อย่างปลอดภัย การจัดเก็บการบูรณาการ IPM และการปฏิบัติตามกฎหมาย

ขั้นตอนที่ 4 การอบรมทักษะการบินโดรนเพื่อการเกษตรด้วยการฝึกอบรมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในการบินโดรนในสวนมะพร้าว ครอบคลุมหัวข้อพื้นฐาน การพ่นสารเคมี การสำรวจสวน การบำรุงรักษา ความปลอดภัย การขอใบอนุญาต และการใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยเริ่มจากการทดลองภาคสนามเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้โดรนร่วมกับสารเคมีในสภาพพื้นที่จริง ผลการทดลองถูกนำไปใช้ในการถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาทักษะก่อนต่อยอดสู่การจัดตั้งและขยายผลผู้ให้บริการโดรนในระดับชุมชนอย่างยั่งยืน

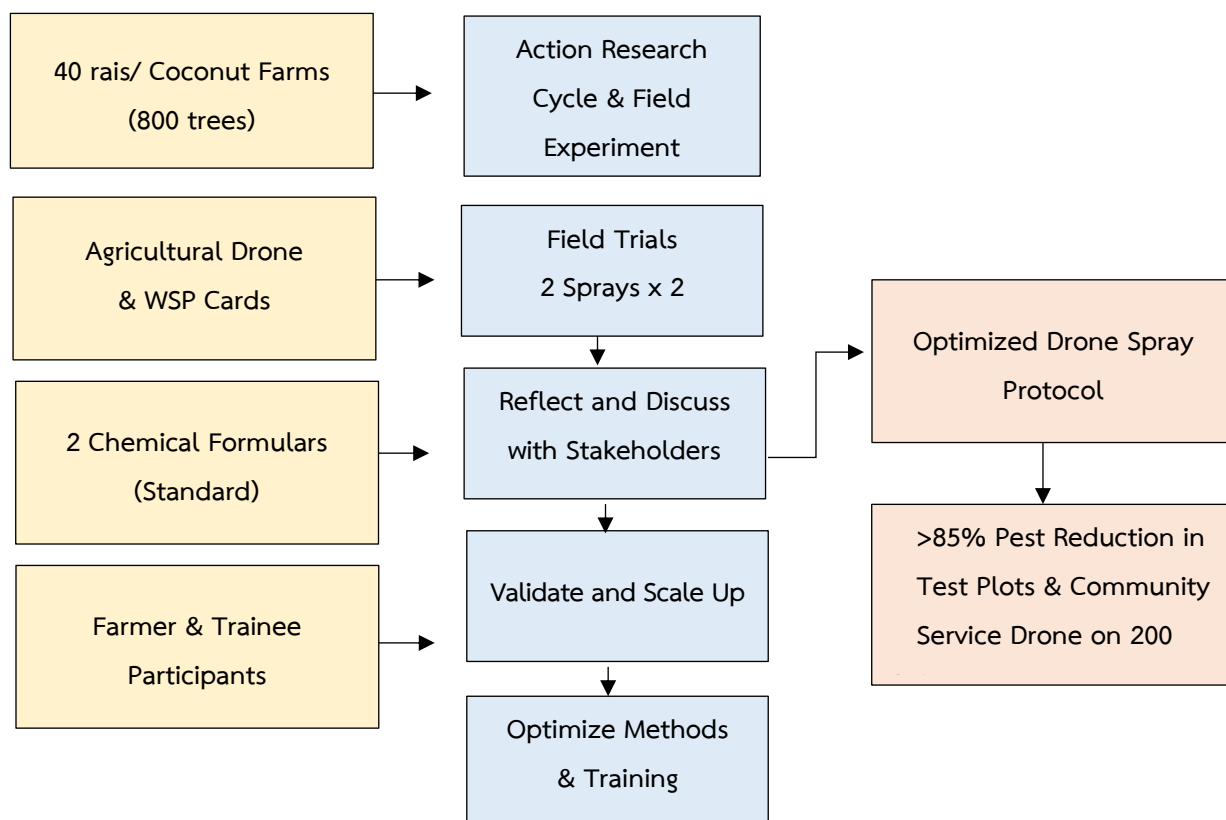


Figure 1 Illustrates the procedures used to evaluate the effectiveness of drone-based chemical spraying for coconut pest control, together with the action research process for developing drone service providers in the target area.

ผลการวิจัย

ผลการทดลองจากแปลงตัวแทนในพื้นที่
ศึกษาแสดงให้เห็นว่า สารเคมีแต่ละสูตรให้ผลลัพธ์

ที่แตกต่างกันในด้านความเร็วและลักษณะการฟื้นตัวของต้นมะพร้าว ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งสรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสูตรสารเคมีที่ใช้ร่วมกับโดรนภายใต้เงื่อนไขการทดลองเดียวกัน ดังนี้

Table 1 Comparison of chemical formulations used with drones for coconut pest control

Comparison criteria	Lufenuron + Adjuvant	Flubendiamide (Takumi) + Adjuvant
Test area	Bang Nang Li sub-district, 15 rai	Tha Kha sub-district, 25 rai
Field characteristics	Tall coconut trees; prevailing local winds	Open plantation area
Spraying frequency	2 applications (7-day interval)	2 applications (7-day interval)
Black-headed caterpillar reduction	Significant reduction (>85%)	Very high reduction (>85–90%)
Shoot recovery	New shoot emergence observed	Rapid shoot recovery; dark green leaves
Leaf condition after 60 days	Gradual increase in leaf greenness	Dense and uniform green foliage
Spray distribution (WSP)	Adequate coverage at all canopy levels	Excellent and uniform canopy coverage
Adverse effects on plants	No abnormal symptoms observed	No severe adverse effects observed

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า สารเคมีทั้งสองสูตรสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับโดรนได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพพื้นที่จริง โดยหลังการฉีดพ่น 2 ครั้ง หนอนหัวดำลดลงมากกว่าร้อยละ 85 และต้นมะพร้าวแสดงการฟื้นตัวชัดเจนภายใน 60 วัน การใช้โดรนช่วยให้การกระจายละอองสารครอบคลุมเรือนยอดได้ดี ลดการสูญเสียสารเคมี และเพิ่มความปลอดภัยเมื่อเทียบกับการฉีดพ่นแบบดั้งเดิม

Table 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับความเสียหายของต้นมะพร้าวจากการระบาดของหนอนหัวดำในช่วงเวลาก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรนเกษตรกร โดยติดตามผลหลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 รวมถึงการติดตามผลระยะ 60 วัน ผลการทดลองสะท้อนให้เห็นแนวโน้มการลดลงของการระบาดอย่างต่อเนื่องและการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวในสภาพแวดล้อมจริงของพื้นที่ศึกษาอย่างชัดเจน

Table 2 Changes in the severity of coconut tree damage

Time period	Level of black-headed caterpillar infestation	Condition of coconut trees
Before spraying	High (dry leaves, damaged or stunted shoots)	Growth stagnation
After 1st application (15 days)	Reduced by ~50–60%	Initial recovery; partial new leaf emergence
After 2nd application (30 days)	Reduced to ~15–20%	Clear shoot emergence; green leaves
60-day follow-up	Very low (<10%)	Good recovery; mostly green foliage

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงระดับความเสียหายของต้นมะพร้าวจากการระบาดของหนอนหัวดำในช่วงเวลา ก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรนเกษตร โดยก่อนการฉีดพ่นพบว่าการระบาดอยู่ในระดับสูง ส่งผลให้ใบแห้งและยอดมะพร้าวหยุดการเจริญเติบโต หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 เป็นระยะเวลา 15 วัน ระดับการระบาดลดลงประมาณร้อยละ 50–60 และต้นมะพร้าวเริ่มแสดงอาการฟื้นตัว โดยมีการแตกใบใหม่บางส่วน หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 2 เมื่อครบ 30 วัน พบว่าการระบาดลดลงเหลือประมาณร้อยละ 15–20 และต้นมะพร้าวมีการแทงยอดใหม่อย่างชัดเจน ใบมีสีเขียวมากขึ้น เมื่อทำการติดตามผลในระยะ 60 วัน ระดับการระบาดลดลงอยู่ในระดับต่ำมาก (น้อยกว่าร้อยละ 10) และต้นมะพร้าวส่วนใหญ่ฟื้นตัวได้ดี ใบเขียวสมบูรณ์ สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้สารเคมีร่วมกับโดรนในการควบคุมหนอนหัวดำในสภาพพื้นที่จริงอย่างมีนัยสำคัญ

หลังจากได้ผลการทดลองด้านประสิทธิภาพของการใช้โดรนเกษตรและสารเคมีที่เหมาะสมแล้วจึงเริ่มดำเนินการขยายผล เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาศักยภาพของสถาบันการศึกษาและกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่

ให้สามารถพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ให้บริการโดรนกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าว (Drone Service Provider) ในจังหวัดสมุทรสงครามและพื้นที่ใกล้เคียง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นโอกาสและความท้าทายดังรายงานผลการวิจัยต่อไปนี้

ความซับซ้อนของการใช้โดรน ทำให้เกษตรกรที่มีกำลังทรัพย์แต่ไม่มีความรู้ถึงจะเป็น service provider

ผลการดำเนินการฝึกอบรมเพื่อต่อยอดสู่การพัฒนาผู้ให้บริการโดรนเกษตร (drone service provider) ในระดับชุมชน พบว่ามีความก้าวหน้าในหลายด้านที่สำคัญ โดยเฉพาะในแง่ของการสร้างศักยภาพของบุคลากรในพื้นที่ให้พร้อมต่อการเป็นผู้ให้บริการอย่างเป็นระบบ ผลการฝึกอบรมกับผู้เข้าร่วมจำนวน 50 คน ครอบคลุมทั้งเกษตรกร คนรุ่นใหม่ และผู้สนใจทั่วไป ซึ่งผ่านการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในสองหัวข้อหลัก ได้แก่ 1) การใช้สารเคมีกำจัดแมลงอย่างถูกต้องและปลอดภัย และ 2) การบินโดรนเกษตรเพื่อการพ่นสาร ซึ่งมีความซับซ้อนในด้านการควบคุมอุปกรณ์ ความปลอดภัยในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเบื้องต้น จากผู้เข้าร่วมทั้งหมดมีเพียง 6 คนที่สามารถสอบผ่านเกณฑ์และได้รับใบอนุญาตนักบินโดรนอย่างถูกต้องตามกฎหมาย พร้อมทั้ง

จะเข้าสู่การให้บริการจริงในพื้นที่ ถือเป็นความสำเร็จเบื้องต้นของโครงการในการสร้างกลุ่มผู้ให้บริการรายแรกที่มีความรู้ ทักษะ และความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

อย่างไรก็ตาม แม้ผู้ผ่านการอบรมจำนวนมากจะได้รับความรู้พื้นฐาน แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในด้านความต่อเนื่อง เช่น การขาดเงินทุนเริ่มต้นในการซื้ออุปกรณ์หรือความลังเลของบางรายที่ยังไม่มั่นใจในการประกอบธุรกิจเดี่ยว ดังนั้นจึงเกิดข้อเสนอในการพัฒนารูปแบบการรวมกลุ่ม เช่น วิสาหกิจชุมชน หรือ smart farmer startup เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกัน และลดความเสี่ยงจากการลงทุน หนึ่งในประเด็นสำคัญที่สะท้อนออกมาจากกลุ่มเป้าหมาย คือ ความลังเลของเกษตรกรที่มีกำลังทรัพย์แต่ไม่มีความรู้ด้านเทคนิค ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการขยายตัวของผู้ให้บริการโทรเกษตรในระดับชุมชน แม้จะมีเกษตรกรบางรายที่มีศักยภาพทางการเงินเพียงพอในการลงทุนซื้ออุปกรณ์และตั้งต้นธุรกิจบริการพ่นสารด้วยโดรน แต่ไม่มั่นใจในความสามารถของตนเองในการเรียนรู้การควบคุมและบำรุงรักษาโดรน รวมถึงการปฏิบัติตามกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เช่น การขอใบอนุญาตและการบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของผู้ใช้และพื้นที่โดยรอบ ความรู้สึกที่โดรนเป็นเทคโนโลยีที่ซับซ้อนหรือไกลตัวจึงเป็นอุปสรรคเชิงจิตวิทยา ที่ทำให้ผู้มีศักยภาพกลุ่มนี้ตัดสินใจชะลอหรือยุติความคิดที่จะเข้าสู่อาชีพนี้ แม้ว่าตลาดจะมีความต้องการสูงและมีโอกาสสร้างรายได้ที่มั่นคง

นอกจากนี้ ยังมีข้อสังเกตว่าเกษตรกรบางรายกลัวการใช้ผิดวิธี เช่น พ่นผิดความสูง ผิดปริมาณ หรือพ่นในทิศทางลม ทำให้มีผลกระทบต่อพืชผลหรือเพื่อนบ้าน ซึ่งความกังวลเหล่านี้สะท้อนถึงช่องว่างขององค์ความรู้ที่ยังไม่ได้รับการเติมเต็มจากระบบสนับสนุนในพื้นที่

ความกังวลด้านสารเคมีกับความต้องการสารเคมีในการกำจัดศัตรูมะพร้าวอย่างเร่งด่วน

ความกังวลด้านสารเคมีสะท้อนความตื่นตัวของชุมชนต่อประเด็นสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ แม้โครงการวิจัย

จะใช้วิธีการควบคุมอย่างรัดกุมและได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แต่หากไม่มีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และการมีส่วนร่วมของชุมชนตั้งแต่ต้นความเข้าใจผิดจะกลายเป็นแรงต้านสำคัญที่ขัดขวางความก้าวหน้าของนวัตกรรมด้านการเกษตร โดยเฉพาะการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนในระดับพื้นที่ ซึ่งต้องอาศัยความไว้วางใจจากผู้ใช้งานปลายทาง

ประเด็นปัญหาที่พบ คือ ความวิตกกังวลของชาวบ้านในพื้นที่โดยรอบสวนมะพร้าวเกี่ยวกับการใช้สารเคมี โดยเฉพาะเรื่องการฟุ้งกระจายของละอองสารที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในครัวเรือน และก่อให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น แหล่งน้ำหรือพืชผลทางการเกษตรที่อยู่ใกล้เคียง ความกังวลเหล่านี้นำไปสู่การตั้งคำถาม และแสดงความไม่สบายใจต่อกิจกรรมของโครงการอย่างชัดเจน

แม้ในภาพรวมจะพบว่ามีความกังวลด้านสารเคมีจากชุมชนโดยรอบพื้นที่ทดลอง ซึ่งส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมฉีดพ่นและการพัฒนาธุรกิจด้านสารเคมีกำจัดศัตรูมะพร้าวเผชิญกับข้อจำกัดในระดับหนึ่ง แต่เมื่อพิจารณาในระดับเจ้าของสวนหรือเกษตรกรผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากหนอนหัวดำ กลับพบว่าไม่ได้มีความกังวลต่อการใช้สารเคมีในระดับที่เป็นอุปสรรค หากแต่ให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพในการจัดการศัตรูพืชมากกว่า เจ้าของสวนส่วนใหญ่ต้องการเพียงให้สามารถควบคุมหนอนหัวดำได้อย่างรวดเร็วและได้ผล ซึ่งสะท้อนถึงความคาดหวังที่เน้นผลลัพธ์ทางการเกษตรเป็นหลักมากกว่าความกังวลเชิงสิ่งแวดล้อมหรือสุขภาพ

ความแตกต่างของทัศนคติระหว่างชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงกับเกษตรกรเจ้าของสวน จึงกลายเป็นประเด็นที่โครงการจำเป็นต้องบริหารจัดการอย่างรอบคอบ ทั้งในด้านการสื่อสาร ความโปร่งใสของข้อมูล และการสร้างความเข้าใจร่วมกันในชุมชน เพื่อให้การพัฒนานวัตกรรม เช่น การใช้โดรนเพื่อพ่นสารเคมีสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและเกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในเชิงเทคนิคและการยอมรับทางสังคม

การสนับสนุนจากหน่วยงานในพื้นที่ทั้งจากภาครัฐและเอกชนยังไม่เป็นรูปธรรม

ผลการรวบรวมข้อมูลเพื่อสังเคราะห์อุปสรรคในการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนเกษตรในจังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า “การสนับสนุนจากหน่วยงานในพื้นที่ทั้งภาครัฐและเอกชนยังไม่เป็นรูปธรรม” เป็นหนึ่งในปัจจัยจำกัดที่ส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาและขยายผลโครงการ Drone Service Provider ในระดับชุมชน

แม้โครงการจะได้รับความร่วมมือในระดับเบื้องต้น เช่น การจัดอบรมหรือการอำนวยความสะดวกจากหน่วยงานภาครัฐในจังหวัด แต่ในเชิงโครงสร้างระบบสนับสนุนระยะยาว เช่น งบประมาณต่อเนื่อง การสร้างกลไกขับเคลื่อนถาวร หรือการประสานความร่วมมือข้ามหน่วยงาน ยังไม่ปรากฏให้เห็นอย่างเป็นรูปธรรม ความพยายามของเกษตรกรหรือผู้ผ่านการอบรมจำนวนหนึ่งจึงกลายเป็นความพยายามแบบ “โดดเดี่ยว” และขาดแรงส่งทางนโยบาย

ภาคเอกชนเองก็ยังไม่เข้ามามีบทบาทอย่างจริงจัง เช่น ด้านการตลาด การลงทุนร่วม หรือการจัดหาช่องทางจำหน่ายบริการ ซึ่งทำให้โอกาสในการขับเคลื่อนโมเดลธุรกิจในลักษณะ startup หรือ smart service provider ยังไม่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน

การขาดโครงสร้างสนับสนุนที่ชัดเจนและต่อเนื่อง ส่งผลให้โครงการอยู่ในลักษณะ “ต้นแบบทดลอง” มากกว่าจะสามารถกลายเป็นระบบที่ขยายผลในเชิงพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน ทั้งที่มีความพร้อมของบุคลากรและเทคโนโลยีในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม นี่คือการอ่อนเชิงระบบที่ต้องได้รับการเสริมในระยะถัดไป โดยเฉพาะผ่านนโยบายระดับจังหวัด หรือกลไกกลางที่เชื่อมโยงรัฐ-เอกชน-ชุมชนเข้าด้วยกันอย่างเป็นรูปธรรม

อัตราผลตอบแทนชี้ให้เห็นว่าคืนทุนได้เร็ว แต่ยังขาดความชัดเจนในด้านต้นทุนค่าซ่อมบำรุงค่าเก็บรักษาจากผู้ให้บริการเช่าโดรนหรือขายโดรน

ผลการรวบรวมข้อมูลเพื่อสังเคราะห์อุปสรรคในการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนเกษตรในจังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า แม้การประเมินเบื้องต้นด้านอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) จะชี้ว่าธุรกิจให้บริการโดรนมีศักยภาพในการคืนทุนได้ค่อนข้างเร็ว เนื่องจากมีความต้องการใช้งานจริงจากเกษตรกร และสามารถลดต้นทุนแรงงานได้อย่างชัดเจน แต่ในทางปฏิบัติยังมีข้อจำกัดสำคัญที่กระทบต่อความยั่งยืนของรูปแบบธุรกิจ

ต้นทุนรวมในการดำเนินธุรกิจผู้ให้บริการโดรนเกษตรอยู่ที่ประมาณ 1,362,000 บาทต่อปี โดยเป็นต้นทุนถาวรสูงถึงกว่าร้อยละ 77 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ประกอบด้วยค่าชุดโดรนและอุปกรณ์ประมาณ 700,000 บาท และค่ารถกระบะสำหรับขนส่ง 350,000 บาท ขณะที่ต้นทุนดำเนินงานรายปีอยู่ที่ประมาณ 312,000 บาท แม้ค่าบริการพ่นสารต่อไร่จะอยู่ในระดับที่เอื้อต่อการคืนทุนภายในระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี หากมีงานต่อเนื่องแต่ยังพบอุปสรรคสำคัญจากความไม่ชัดเจนของต้นทุนแฝงระยะยาว

ประเด็นหลัก คือ การขาดข้อมูลมาตรฐานเกี่ยวกับค่าซ่อมบำรุงและค่าเก็บรักษาอุปกรณ์ เช่น ค่าเปลี่ยนอะไหล่ แบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพเร็ว ค่าบำรุงรักษาระบบการบิน และค่าแรงช่างผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ผู้ประกอบการไม่สามารถคาดการณ์ต้นทุนที่แท้จริงและวิเคราะห์จุดคุ้มทุนได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ ระบบบริการหลังการขายยังมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ เนื่องจากไม่มีศูนย์ซ่อมในจังหวัดหรือพื้นที่ใกล้เคียง ส่งผลให้เกิดต้นทุนแฝงด้านเวลา การขนส่ง และการหยุดชะงักของการให้บริการ

อุปสรรคดังกล่าวทำให้ผู้ประกอบการต้องถื่น แม้จะเห็นโอกาสทางรายได้จากธุรกิจโดรนเกษตร แต่ยังคงเล็งเล่อต่อการลงทุนในระยะยาว ดังนั้น การพัฒนาโมเดลผู้ให้บริการโดรนในระดับชุมชนจำเป็นต้องมีแนวทางต้นทุนมาตรฐานที่โปร่งใส การสนับสนุนด้านการเงิน และระบบบริการหลังการขายในพื้นที่ เพื่อสร้างความมั่นใจและความยั่งยืนของธุรกิจในระยะยาว

การเข้าถึงแหล่งเงินทุนในการกู้ยืมยังไม่แพร่หลาย

โครงการได้ทำการศึกษาและสำรวจแหล่งเงินทุนในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าไม่มีแหล่งทุนหรือหน่วยงานทางการเงินใดที่ให้บริการสินเชื่อหรือเงินกู้สำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีโดรนเกษตรโดยเฉพาะ ทั้งในระดับธนาคารพาณิชย์ สถาบันการเงินท้องถิ่น หรือกองทุนสนับสนุนชุมชน ส่งผลให้เกษตรกรและผู้สนใจในธุรกิจโดรนไม่สามารถเข้าถึงเงินทุนเริ่มต้นสำหรับจัดซื้ออุปกรณ์ได้อย่างเป็นรูปธรรม แม้จะมีความต้องการใช้งานจริงและมองเห็นโอกาสในเชิงรายได้เป็นอย่างดี

เมื่อพิจารณาจากต้นทุนการจัดตั้งธุรกิจผู้ให้บริการโดรนที่ประเมินไว้ในเบื้องต้น อยู่ที่ประมาณ 1.36 ล้านบาทต่อหนึ่งหน่วยบริการ ครอบคลุมค่าโดรน อุปกรณ์ รถขนส่ง ค่าบำรุงรักษา และค่าแรงงานตลอดทั้งปี ถือเป็นจำนวนเงินที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดเศรษฐกิจของชุมชนระดับตำบล หรือรายได้ของเกษตรกรรายย่อยทั่วไป ทำให้การลงทุนในธุรกิจดังกล่าวแทบเป็นไปไม่ได้หากขาดการสนับสนุนด้านเงินทุนโดยตรง

ข้อจำกัดนี้จึงกลายเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาผู้ให้บริการโดรนในระดับชุมชน เพราะไม่เพียงแต่ขาดเงินทุนตั้งต้น หากแต่ยังไม่มีเครื่องมือทางการเงินที่เหมาะสมกับลักษณะธุรกิจที่ต้องใช้เทคโนโลยีต้นทุนสูงในช่วงเริ่มแรก แต่ต้นทุนในระยะกลางถึงยาว ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบเกษตรดั้งเดิมที่แหล่งเงินทุนมีความคุ้นชินมากกว่า สถานการณ์นี้จึงชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการจัดตั้งกลไกการสนับสนุนทางการเงินใหม่ ไม่ว่าจะเป็นโครงการร่วมทุนระหว่างรัฐกับเอกชน สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำที่ออกแบบเฉพาะสำหรับเทคโนโลยีการเกษตร หรือระบบค้ำประกันความเสี่ยงผ่านกองทุนชุมชนหรือสหกรณ์ เพื่อให้เกิดการเข้าถึงเงินทุนอย่างเท่าเทียมและส่งเสริมให้ธุรกิจผู้ให้บริการโดรนสามารถเริ่มต้นได้จริงในระดับพื้นที่

ต้นทุนที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะรถในการขนส่ง ส่งผลต่อต้นทุนในการเริ่มต้นการประกอบธุรกิจ ผู้ให้บริการโดรนเกษตรอย่างมีนัยสำคัญ

ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายในการจัดการขนส่ง เช่น รถกระบะสำหรับบรรทุกอุปกรณ์และโดรน ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อต้นทุนเริ่มต้นของธุรกิจอย่างมีนัยสำคัญ การลงทุนในรถยนต์แม้จะเป็นทรัพย์สินถาวรที่สามารถใช้งานได้ในระยะยาว แต่สำหรับผู้ประกอบการรายใหม่ในระดับชุมชน การจัดการในช่วงเริ่มต้นต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมาก โดยในกรณีของโครงการต้นแบบประเมินต้นทุนรถกระบะมือสองไว้ที่ประมาณ 350,000 บาท ซึ่งคิดเป็นเกือบหนึ่งในสี่ของต้นทุนรวมในการเริ่มต้นธุรกิจ

ต้นทุนส่วนนี้จึงไม่เพียงแต่เป็นภาระด้านการเงินในช่วงตั้งต้น แต่ยังอาจเป็นตัวแปรที่ทำให้เกษตรกรรายย่อยหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม่สามารถเข้าสู่ธุรกิจผู้ให้บริการโดรนได้อย่างเต็มรูปแบบ หากไม่ได้รับการสนับสนุนหรือมีโมเดลการจัดการที่เหมาะสม เช่น การใช้ระบบร่วมใช้รถ (shared logistics) ระหว่างผู้ให้บริการในพื้นที่ หรือการเช่าใช้งานในระยะเริ่มต้น ทั้งนี้ การออกแบบต้นทุนเริ่มต้นของธุรกิจให้เหมาะสมกับศักยภาพของชุมชนและการลดภาระการลงทุนในส่วนที่ไม่ใช่เทคโนโลยีหลัก จึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ธุรกิจผู้ให้บริการโดรนสามารถขยายตัวได้จริงในพื้นที่ชนบท

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การใช้โดรนเกษตรร่วมกับสารเคมีทั้งสองสูตร ได้แก่ ลูเฟนนูรอน (Lufenuron) และฟลูเบนไดอไมด์ (Flubendiamide) สามารถควบคุมการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมจริง โดยหลังการฉีดพ่น 2 ครั้ง ระดับการระบาดลดลงมากกว่าร้อยละ 85 และต้นมะพร้าวฟื้นตัวชัดเจนภายในระยะเวลา 60 วัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดการใช้เทคโนโลยีโดรนในระบบ smart farming ที่มุ่งเพิ่มความแม่นยำ ลดการสูญเสียสาร

และลดความเสียหายต่อแรงงาน (Secretariat of the House of Representatives, 2022)

เมื่อพิจารณาในเชิงเทคนิค ผลการกระจายสารจากกระดาดไวน้ำ (WSP) แสดงให้เห็นว่าการตั้งค่าการบินที่ความสูงประมาณ 2 เมตร และการหยุด Hover ตามเวลาที่กำหนด สามารถทำให้ละอองสารครอบคลุมเรือนยอดมะพร้าวได้ทุกระดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yallappa *et al.* (2023) ที่ระบุว่า การควบคุมพารามิเตอร์การบินเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการพ่นสารในพืชลำต้นสูง เช่น มะพร้าว งานวิจัยนี้จึงช่วยยืนยันว่าแนวทางดังกล่าวสามารถนำมาปรับใช้ได้จริงในบริบทของประเทศไทย

ในมิติของสารเคมี พบว่าสารทั้งสองสูตรให้ผลลัพธ์แตกต่างกันในเชิงลักษณะการพ่นตัว โดยสูตรฟลูเบนไดอไมด์ให้ผลการพ่นตัวของยอตและสีไบที่รวดเร็วกว่า ขณะที่ลูเฟนนูรอนให้ผลการควบคุมประชากรหนอนอย่างสม่ำเสมอ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับเอกสารของกรมวิชาการเกษตรและงานของ Amporn (2014) ที่ชี้ว่า สารเคมีกลุ่มควบคุมการลอกคราบและกลุ่มออกฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อของแมลงมีประสิทธิภาพสูงต่อหนอนหัวดำในระยะสั้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้ขยายองค์ความรู้เพิ่มเติมโดยแสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้ร่วมกับโดรนสามารถลดข้อจำกัดของการพ่นแบบดั้งเดิมที่ไม่สามารถเข้าถึงได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานของ Daoden *et al.* (2021) ยืนยันว่า โดรนช่วยเพิ่มความแม่นยำในการจัดการศัตรูพืชและลดการใช้สารเคมีเกินความจำเป็น ทั้งนี้ งานวิจัยปัจจุบันได้เพิ่มมิติใหม่ด้วยการทดสอบในระดับแปลงจริงขนาดใหญ่ (40 ไร่ 800 ต้น) และการตรวจสอบข้ามแหล่งข้อมูล (triangulation) ทั้งข้อมูลเชิงชีวภาพ การกระจายสารและการสังเกตภาคสนาม ทำให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือสูง

ในเชิงทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี ผลการทดลองด้านประสิทธิภาพของสารเคมีมีบทบาทสำคัญต่อการรับรู้ ประโยชน์ของเทคโนโลยี (perceived

usefulness) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับโดรนของเกษตรกร ตามที่ Charoenwikkai (2023); Setthamani (2022) ได้อธิบายไว้ กล่าวคือ เมื่อเกษตรกรเห็นผลลัพธ์ที่ชัดเจนจากการควบคุมศัตรูพืชและการฟื้นตัวของสวน ความกังวลด้านเทคโนโลยีและสารเคมีจะลดลง และเกิดทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้โดรนมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม แม้ผลเชิงเทคนิคจะยืนยันประสิทธิภาพของโดรนและสายเคมีอย่างชัดเจน งานวิจัยนี้พบว่าการขยายผลยังเผชิญข้อจำกัดเชิงสังคมและโครงสร้าง เช่น ความกังวลของชุมชนต่อสารเคมี และการขาดระบบสนับสนุนในระดับพื้นที่ ประเด็นนี้สอดคล้องกับ Setthamani (2022) ที่ชี้ว่าการยอมรับเทคโนโลยีโดรนไม่ได้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับ การสื่อสาร ความไว้วางใจ และระบบสนับสนุนรอบด้าน

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า การใช้โดรนเกษตรแบบหลายใบพัดที่สามารถควบคุมความสูงและอัตราการพ่นได้อย่างแม่นยำ ร่วมกับการตั้งค่าการบินที่เหมาะสม (ความสูงประมาณ 2 เมตร และการพ่นเฉลี่ย 8 วินาทีต่อต้น) ช่วยให้การกระจายละอองสารเคมีครอบคลุมเรือนยอดมะพร้าวได้ทุกระดับ ทั้งชั้นบน ชั้นกลาง และใต้ใบ ส่งผลให้การกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวมีประสิทธิภาพสูงในสภาพพื้นที่จริง ลดการพึ่งกระจายของสารและเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการพ่นแบบดั้งเดิม

ในด้านสารเคมี พบว่าสารทั้งสองสูตร ได้แก่ ลูเฟนนูรอน (Lufenuron) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง และฟลูเบนไดอไมด์ (Flubendiamide) ซึ่งออกฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อของแมลง สามารถควบคุมการระบาดของหนอนหัวดำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยหลังการฉีดพ่น 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ระดับการระบาดลดลงมากกว่าร้อยละ 85 ภายในระยะเวลา 60 วัน ต้นมะพร้าวแสดงการฟื้นตัวอย่างชัดเจน ทั้งการแทงยอด

ใหม่และการเพิ่มความเชี่ยวชาญของใบ โดยสูตร
ฟลูเบนไดอไมด์ให้ผลการฟื้นตัวที่รวดเร็วกว่า ขณะที่สูตร
ลูเฟนนูรอนให้ผลการควบคุมประชากรหนอนอย่าง
สม่ำเสมอ

การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการใช้สารเคมีอย่าง
ถูกต้องและปลอดภัยควบคู่กับการฝึกทักษะการบินโดรน
ช่วยยกระดับศักยภาพของเกษตรกรและบุคลากรในพื้นที่
ให้มีความพร้อมต่อการเป็นผู้ให้บริการโดรนเกษตร
ในระดับชุมชน อย่างไรก็ตาม การขยายผลในเชิงธุรกิจ
ยังเผชิญข้อจำกัดด้านต้นทุนเริ่มต้น ต้นทุนแฝงจากการ
ซ่อมบำรุงโดรน และระบบบริการหลังการขายในพื้นที่
ผลการวิจัยจึงสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนา drone
service provider อย่างยั่งยืน จำเป็นต้องบูรณาการ
ทั้งเทคโนโลยีโดรน สารเคมีที่เหมาะสม การพัฒนาทักษะ
บุคลากร และระบบสนับสนุนเชิงนโยบายควบคู่กัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัย
ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การ
มหาชน) (สวก.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณและ
แนวทางเชิงวิชาการ อันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้งานวิจัย
สามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบและบรรลุ
วัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน
ที่ให้การสนับสนุนด้านองค์ความรู้ การประสานงาน และ
การจัดการเรียนรู้ร่วมกับชุมชน ตลอดจนเจ้าหน้าที่
ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยตลอด
ระยะเวลาโครงการ ขอขอบคุณสภาเกษตรกรจังหวัด
สมุทรสงคราม ที่ให้ความร่วมมือในการประสานเครือข่าย
เกษตรกร ให้คำแนะนำเชิงพื้นที่และสนับสนุนการดำเนิน
กิจกรรมภาคสนาม ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการทดลองและการ
ขยายผลในระดับพื้นที่จริง

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอขอบคุณ เกษตรกรเจ้าของ
สวนมะพร้าวทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ อนุเคราะห์พื้นที่
ทดลอง แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และให้ข้อมูลภาคสนาม
อย่างเต็มที่ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้งานวิจัยฉบับนี้
สามารถสะท้อนสภาพจริงของพื้นที่ และนำไปสู่ข้อค้นพบ
ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน
ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่มีส่วนร่วมและสนับสนุน
งานวิจัยฉบับนี้ไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Agricultural Research Development Agency
(Public Organization). 2022. **Role of
new-generation farmers in building
national economic security.**
Retrieved from [https://www.arda.
or.th/detail/6179](https://www.arda.or.th/detail/6179) [in Thai]
- Amporn, W. 2014. Integrated pest management
of important insect pests of coconut.
**Coconut Research & Development
Journal** 30(2): 18–36.
- Anderson, K. and K.J. Gaston. 2013. Lightweight
unmanned aerial vehicles will
revolutionize spatial ecology.
**Frontiers in Ecology and the
Environment** 11(3): 138–146.
<https://doi.org/10.1890/120150>
- Charoenwikkai, P. 2023. **Factors for
Acceptance of Drone Technology
for Spraying Herbicides in Sugarcane
Fields, Lan Krabue District,
Kamphaeng Phet Province.**
Master Thesis. Naresuan University.
57 p. [in Thai]

- Daoden, K., T. Sornnen, T. Pankasemsuk, P. Phaphuangwittayakal, S. Sringam, and S. Nicrotha. 2021. Development of agricultural spraying drones prototype for coconut beetle weevil control. **Natural Volatiles & Essential Oils** 8(5): 8322–8322.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2025. **Report on coconut black-headed caterpillar outbreak monitoring in Samut Songkhram province.** Retrieved from <https://www.moac.go.th/moaceng-news-preview-471891792209>
- Pandiselvam, R., Daliyamol, S. Syed Imran, V. Hegde, M. Sujithra, P.S Prathibha, V.H. Prathibha and K.B. Hebbar. 2024. Evaluation of unmanned aerial vehicle for effective spraying application in coconut plantations. **Heliyon** 10(19): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38569>
- Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture. 2017. **Technical Document: Management of Coconut Pests.** Bangkok: 91 p. *In* Research Report. Bangkok. Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [in Thai]
- Secretariat of the House of Representatives. 2022. **Analytical report on the application of drones in Thai agriculture.** Retrieved from https://library.parliament.go.th/th/radio-script/rr2565-mar4?utm_source=chatgpt.com
- Setthamani, T. 2022. **Factors Influencing the Adoption of Drones for Rice Farming among Large-scale Rice Farmers in Pathum Thani Province.** Master Thesis. Thammasat University. 112 p. [in Thai]
- Yallappa, D., R. Kavitha, A. Surendrakumar, B. Suthakar, A.P. Mohan Kumar, M.K. Kalarani and B. Kannan. 2023. Effect of downwash airflow distribution of multi-rotor unmanned aerial vehicle on spray droplet deposition characteristics in rice crop. **ResearchGate** 125(2): 172–182. <https://doi.org/10.18520/cs/v125/i2/172-182>