

การประยุกต์ใช้โดรนเพื่อการเกษตรในการฉีดพ่นสารเคมี เพื่อกำจัดหนอนหัวดำนะพรวัวในจังหวัดสมุทรสงคราม

The Application of Agricultural Drones for Chemical Spraying to Eradicate Opisina arenosella in Samut Songkhram Province

ปภาเทพ พันสนาชี¹
Papatep Panatnachee¹

ศรวุฒิ อินทพนม²
Sarawoot Intapanom²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัญหาการระบาดของหนอนหัวดำนะพรวัว 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรน และ 3) เสนอแนวทางการใช้โดรนอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการร่วมกับการทดลองภาคสนามในสวนมะพร้าว 3 แปลง ในตำบลบางนางลี่และตำบลท่าคา จังหวัดสมุทรสงคราม ทดสอบ 2 สูตรสารเคมี ได้แก่ Lufenuron และ Flubendiamide โดยใช้โดรนรุ่น EA-J100 ที่กำหนดความสูงในการพ่น 2 เมตร และใช้เวลา 8 วินาทีต่อต้น ซึ่งวัดผลทางกายภาพในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ก่อนฉีด, 15, 30 และ 60 วัน โดยเก็บข้อมูลด้วยการสังเกต ตรวจสอบการกระจายสารเคมีด้วยกระดาษไวต่อน้ำ (Water Sensitive Paper) และวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เชิงบรรยาย และการวิเคราะห์เชิงแนะนํา

ผลการวิจัยพบว่า 1) การระบาดของหนอนหัวดำนะพรวัวอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ทางใบถูกทำลาย จนเป็นสีน้ำตาล พบต้นที่ยอดด้วนจนยืนต้นตาย ซึ่งความเสียหายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความสูงและอายุของต้นมะพร้าว 2) โดรนเพื่อการเกษตรมีประสิทธิภาพในการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อกำจัดหนอนหัวดำนะพรวัว โดยลดอัตราการรอดของศัตรูพืชลงต่ำกว่าร้อยละ 10 ทำให้ต้นมะพร้าวฟื้นตัว มีการแทงยอดใหม่ ใบเขียวเข้ม และมีการกลับมาติดผลผลิต โดยน้ำหนักผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายใน 60 วัน ซึ่งการใช้โดรนฉีดพ่นช่วยควบคุมการฟุ้งกระจายของสารพ่นได้ดี ทำให้กลิ่นสารเคมีลดลงและหายไปในระยะ 60 วัน แสดงถึงความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม และ 3) รูปแบบโดรนที่เหมาะสม คือ โดรนแบบ Multi-Rotor ที่มีความจุถัง 15-20 ลิตร พร้อมระบบนำทางแม่นยำ มีฟังก์ชันตรวจจับสิ่งกีดขวาง และใช้เทคนิคการพ่นแบบ Fine Mist

ข้อเสนอแนะ คือ ควรนำผลวิจัยไปพัฒนาศักยภาพเป็นธุรกิจผู้ให้บริการโดรน (Service Provider) ที่ยั่งยืนในพื้นที่ โดยเน้นการใช้โดรนเพื่อฟื้นฟู และการจัดการสารเคมีที่ถูกต้องตามหลักการเกษตรแม่นยำ

คำสำคัญ: โดรนเพื่อการเกษตร; หนอนหัวดำนะพรวัว; สมุทรสงคราม; ประสิทธิภาพการฉีดพ่น

¹นักวิชาการอิสระ E-Mail: papatep2873@gmail.com1

²บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน 13/2 ต.บางคนที อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม 75120

Graduate School, Learning Institute for Everyone 13/2 Bang Khonthi Subdistrict, Bang Khonthi District, Samut Songkhram Province 75120

E-Mail: sarawooti@life.ac.th2

Abstract

This research aimed 1) to study the problem of the *Opisina arenosella* outbreak, 2) to compare the efficacy of chemical spraying using drones, and 3) to propose effective guidelines for drone application. The study employed action research combined with a field experiment in three coconut groves in Bang Nang Li and Tha Kha sub-districts, Samut Songkhram Province. Two chemical formulas, Lufenuron and Flubendiamide, were tested using the EA-J100 drone set at a spraying height of 2 meters and a duration of 8 seconds per tree. Physical measurements were conducted at various time points: pre-spray, 15, 30, and 60 days. Data collection involved observation, and chemical distribution was verified using Water Sensitive Paper. The analysis utilized Narrative Analysis and Prescriptive Analysis.

The research results found that 1) the *Opisina arenosella* infestation was at a moderate to high level, with leaves destroyed and turning brown, and some trees stunted or dying; the damage tended to increase with the height and age of the coconut trees. 2) Agricultural drones demonstrated high efficacy in chemical spraying for eradicating the *Opisina arenosella*, reducing the pest survival rate to below 10% within 60 days. This led to the recovery of the coconut trees, including new shoot emergence, dark green leaves, and the resumption of fruit production, with a clear increase in yield weight within 60 days. The use of drone spraying effectively controlled chemical spray drift, causing the chemical odor to reduce and disappear within 60 days, indicating safety for the surrounding environment. And 3) The optimal drone configuration is a Multi-Rotor drone (6 or 8 rotors) with a 15–20 liter tank capacity, equipped with high-precision navigation systems (GPS RTK/Auto Flight Path) and obstacle detection functionality, with the recommended spraying technique being Fine Mist.

The recommendation is to utilize the research findings to develop the potential for a sustainable Drone Service Provider business in the area, focusing on the use of drones for recovery and correct chemical management according to precision agriculture principles.

Keywords: Agricultural Drone; *Opisina arenosella*; Samut Songkhram; Spraying Efficacy

บทนำ

จังหวัดสมุทรสงครามเป็นพื้นที่ปลูกมะพร้าวที่สำคัญ กำลังเผชิญกับการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella*) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูต่างถิ่นที่พบการระบาดในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2550 หนอนหัวดำจะเข้าทำลายใบเฉพาะระยะตัวหนอนเท่านั้น หากการทำลายรุนแรงจะทำให้ใบแห้ง ผลผลิตลดลง และส่งผลให้ต้นมะพร้าวตายได้ (Suasa-ard, W., & Chomphkhiao, N., 2011) โดยสวนมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงครามโดยส่วนใหญ่มีความสูงของต้น 10–20 เมตร และลักษณะภูมิประเทศแบบร่องสวน ทำให้การเข้าถึงเพื่อควบคุมศัตรูพืชทำได้ยาก แม้การจัดการหนอนหัวดำที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายแนวทาง เช่น การควบคุมทางชีวภาพโดยใช้แตนเบียนในการป้องกันและกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวในงานวิจัยของ Soontareerat, K., & Treewannakul, P. (2019) แต่การควบคุมด้วยการใช้แรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมีในสวนมะพร้าว ยังมีข้อจำกัดด้านความเหนื่อยล้า ความเสี่ยงต่อชีวิต และการที่สารเคมีฟุ้งกระจายไปยังพื้นที่ที่ไม่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kunde, P., Sangprachathanarak, K., Wongpichat, S., Wongphati, M., Ungsatitthanaworn, K., Pilawut, S., Phupapud, A., Phanudouangnetr, L., & Nothaisong, J. (2021) ที่สะท้อนว่า แรงงานคนมักพบปัญหาสารเคมีหมดขณะทำงาน เกิดความเมื่อยล้า และเกิดอันตรายจากสารเคมี

การใช้โดรนเพื่อการเกษตรในการจัดการศัตรูพืชจึงเป็นทางเลือกที่สำคัญ เนื่องจากมีความแม่นยำและสามารถเข้าถึงพื้นที่สูงหรือซับซ้อนได้ สามารถฉีดพ่นสารเคมีได้อย่างตรงจุดได้ใบมะพร้าวที่หนอนหัวดำหลบซ่อนตัวอยู่ได้ ขณะเดียวกันเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีลงได้อย่างมาก (Saini, N., Singh, H., & Gouda, M. N. R., 2024; Rejeb, A., Abdollahi, A., Rejeb, K., & Treiblmaier, H., 2022)

ในประเทศไทยมีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โดรนเพื่อการเกษตรในการฉีดพ่นสารเคมี เช่น การพัฒนาต้นแบบโดรนพ่นยาทางการเกษตรเพื่อควบคุมด้วงงวงมะพร้าว โดยเน้นการพัฒนาาระบบพ่นยาให้เข้าใกล้ยอดมะพร้าวและคลุมใบมะพร้าวให้ได้มากที่สุด ซึ่งนวัตกรรมนี้ช่วยประหยัดสารเคมีที่ใช้ได้ถึง 20–25% (Daoden, K., Sornnen, T., Pankasemsuk, T., Phaphuangwittayakal, P., Sringam, S., & Nicrotha, S., 2021)

นอกจากนี้ การวิจัยเกี่ยวกับการใช้โดรนเพื่อการเกษตรในการควบคุมศัตรูพืชในสวนมะพร้าว ในต่างประเทศได้มุ่งเน้นการทำความเข้าใจพารามิเตอร์การฉีดพ่น ที่มีผลต่อลักษณะของละอองและการตกค้างของสเปรย์ภายในเรือนยอด ผลการทดลอง พบว่า ความสูงการฉีดพ่น 2 เมตร และเวลาฉีดพ่น 8 วินาที มีประสิทธิภาพสูงสุดในการฉีดพ่นโดยใช้โดรนเพื่อการเกษตรในต้นมะพร้าว เพื่อเลี่ยงการฟุ้งกระจายของละออง (Pandiselvam, R., Daliyamol, S. I., Hegde, V., Sujithra, M., Prathibha, P. S., Prathibha, V. H., & Hebbar, K. B., 2024) โดยเลือกใช้กระดาษไวต่อน้ำ (Water Sensitive Paper : WSP) เป็นตัวเก็บละอองฝอย

ดังนั้น เพื่อแก้ไขข้อจำกัดเชิงกายภาพและนำเสนอทางเลือกในการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว อย่างแม่นยำและปลอดภัย โดยอาศัยศักยภาพของโดรนเพื่อการเกษตร ที่สามารถฉีดพ่นสารเคมีได้อย่างตรงจุดและลดปริมาณการใช้สารเคมี จึงนำมาสู่การวิจัย เรื่อง การประยุกต์ใช้โดรนเพื่อการเกษตรในการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและสำรวจสภาพปัญหาการระบาดของหนอนหัวดำในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม
- 2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรนเพื่อการเกษตรที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหัวดำและการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม
- 3) เพื่อเสนอแนวทางการใช้โดรนเพื่อการเกษตรที่มีประสิทธิภาพต่อสวนมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) และการวิจัยเชิงทดลองภาคสนาม (Field Experimental Research) ที่เน้นการค้นพบเชิงประจักษ์ (Empirical Finding) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยนี้กำหนดพื้นที่ทดลองหลักเป็นสวนมะพร้าว ที่มีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม ครอบคลุมพื้นที่ 2 ตำบล 3 แปลง คือ แปลงทดสอบที่ 1 และแปลงทดสอบที่ 2 ตั้งอยู่ที่ตำบลบางนางลี่ โดยมีพื้นที่ 5,800.37 ตารางเมตร หรือ 3.62 ไร่ และ 4,187.03 ตารางเมตร หรือ 2.62 ไร่ ตามลำดับ ส่วนแปลงทดสอบที่ 3 ตั้งอยู่ที่ตำบลท่าคา มีพื้นที่ 13,612.38 ตารางเมตร หรือ 8.51 ไร่

การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกการสังเกต ใช้บันทึกความเสียหายในพื้นที่ และบันทึกผลการประเมินทางกายภาพของต้นมะพร้าว อีกทั้งใช้โดรนเพื่อการเกษตรรุ่น EA-J100 สำหรับการพ่นสารเคมี รวมถึงใช้กระดาษไวต่อน้ำ (Water Sensitive Paper : WSP) ขนาด 50 มิลลิเมตร X 50 มิลลิเมตร ใช้เป็นเครื่องมือบันทึกการตกค้างของหยดสารเคมี นอกจากนี้ มีการใช้สารเคมี คือ สูตรสารเคมีกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว 2 สูตร (Treatments) คือ สูตรที่ 1 สูตรที่มีการรับรอง (Lufenuron + สารเสริมฤทธิ์ พาร์โลเวท) และสูตรที่ 2 สูตรที่พัฒนาขึ้นใหม่สำหรับโดรนเพื่อการเกษตร (Flubendiamide + สารเสริมฤทธิ์ พาร์โลเวท)

การทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การวิจัยนี้มีการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยแบบบันทึกการสังเกต ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ ส่วนโดรนเพื่อการเกษตรรุ่น EA-J100 ได้รับการตรวจสอบความพร้อมของโครงสร้างและอุปกรณ์ และทำการตรวจสอบเทียบ (Calibration) เช่น ถังน้ำ เข็มทิศ เป็นต้น ทั้งนี้ ได้กำหนดพารามิเตอร์การบินมาตรฐานให้เป็นค่าคงที่ โดยกำหนดความสูงในการพ่นที่ 2 เมตร และใช้เวลา 8 วินาทีต่อต้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการนำส่งและการตกค้างของสารเคมีภายในเรือนยอดสูงสุด ซึ่งอ้างอิงจากงานวิจัยของ Pandiselvam, R., Daliyamol, S. I., Hegde, V., Sujithra, M., Prathibha, P. S., Prathibha, V. H., & Hebbar, K. B. (2024) จากนั้นทดสอบการบินนำร่องเพื่อบันทึกความเร็วลมและอุณหภูมิในพื้นที่ก่อนทำการบิน นอกจากนี้ กระดาษไวต่อน้ำ (WSP) จะถูกนำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบการตกของหยดสารเคมีบนต้นมะพร้าวและพื้นที่ใกล้เคียง และตรวจสอบการผสมสารเคมีในแต่ละสูตร

กระบวนการเก็บข้อมูล

กระบวนการเก็บข้อมูล เริ่มต้นจากการลงพื้นที่ ใช้แบบบันทึกการสังเกตเพื่อสำรวจความเสียหายจากปัญหาหนอนหัวดำในพื้นที่เป้าหมาย และกำหนดพิกัดสำหรับการบินของโดรน โดยก่อนทำการบินจะตรวจสอบความพร้อมของโดรน ตรวจสอบเทียบ สร้างเส้นทางการบิน (Route) และบันทึกพารามิเตอร์การบินทั้งหมด จากนั้นฉีดพ่นสารเคมีทั้ง 2 สูตร ในแปลงทั้ง 3 แปลง เพื่อการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการฉีดพ่น และตรวจสอบการกระจายตัวของหยด

สารเคมี โดยใช้กระดาษไวต่อน้ำ (WSP) ติดตั้งในจุดเก็บข้อมูลรวม 7 แผ่นต่อต้น โดยแบ่งเป็น 3 จุดตามความสูงของต้นมะพร้าว (ยอด กลาง ล่าง) และ 4 แผ่นบนพื้นรอบต้นมะพร้าว นอกจากนี้ เพื่อประเมินการฟุ้งกระจายของสารเคมี ยังมีการติดตั้ง WSP อีก 11 แผ่น บริเวณไหล่ทางของถนนและพื้นที่ข้างเคียง รวม WSP ทั้งสิ้น 35 แผ่น สำหรับการทดลองในมะพร้าว 5 ต้น

หลังจากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรนเพื่อการเกษตรที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหัวดำ โดยการตรวจสอบชนิดของศัตรูพืชและความเสียหาย และการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวและผลกระทบของสารเคมีต่อผลผลิต เช่น จำนวนทะลาย น้ำหนักผล ความหนาของกะลา ความยาวรอบผล ในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ก่อนฉีด, 15, 30 และ 60 วัน

ทั้งนี้ การประเมินข้อมูลระดับความเสียหายจากการเข้าทำลายของหนอนหัวดำใช้การสังเกตด้วยสายตา โดยแบ่งเกณฑ์ความเสียหายเป็น 3 ระดับ ตามจำนวนทางใบเขียวสมบูรณ์ที่เหลืออยู่บนต้น ได้แก่ ระดับน้อย (มากกว่า 13 ทางใบ) ระดับปานกลาง (6–12 ทางใบ) และระดับสูง (0–5 ทางใบ)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ดำเนินการแบ่งตามวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ โดยวัตถุประสงค์ข้อ 1 ใช้การวิเคราะห์เชิงบรรยาย (Narrative Analysis) เพื่อสรุปข้อมูลการสำรวจสภาพปัญหาในพื้นที่ สำหรับ วัตถุประสงค์ข้อ 2 ใช้การวิเคราะห์เชิงบรรยาย (Narrative Analysis) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมีในแต่ละช่วงเวลาก่อนฉีด, 15, 30 และ 60 วัน ส่วนวัตถุประสงค์ข้อ 3 ใช้การวิเคราะห์เชิงแนะนำ (Prescriptive Analysis) เพื่อเสนอแนวทางการใช้โดรนเพื่อการเกษตรที่มีประสิทธิภาพต่อสวนมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงครามต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาและสำรวจสภาพปัญหาการระบาดของหนอนหัวดำในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม

จากการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามในพื้นที่เป้าหมาย ตำบลบางนางลี่ และตำบลท่าคา อำเภอบ้านแหลม จังหวัดสมุทรสงคราม ได้บันทึกผล พบว่า แมลงศัตรูพืชหลักที่ระบาด คือ หนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella* Walker) ซึ่งตัวอ่อนเข้าทำลายก้านทางใบและยอดอ่อนมะพร้าว โดยสวนมะพร้าวทั้ง 2 แห่งได้รับความเสียหายในระดับปานกลางถึงสูง โดยมีทางใบถูกทำลายจนเป็นสีน้ำตาลเป็นจำนวนมาก และพบต้นที่ยอดด้วนจนยืนต้นตาย ซึ่งความรุนแรงของความเสียหายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความสูงและอายุของต้นมะพร้าว

รายงานความเสียหายแยกตามพื้นที่ พบว่า ตำบลบางนางลี่ (แปลงที่ 1 และแปลงที่ 2) มีระดับความเสียหายปานกลางถึงมาก โดยมีข้อสังเกต คือ พบต้นมะพร้าวที่ยอดด้วนอยู่จำนวนหนึ่ง และพบว่า ต้นมะพร้าวบางต้นที่เคยได้รับการฉีดสารเคมีเข้าที่ลำต้นไปแล้ว ยังพบการแพร่ระบาดของยอดอ่อนต่อเนื่อง ซึ่งคาดการณ์ได้ว่า สารเคมีดังกล่าวอาจหมดฤทธิ์หรือหนอนหัวดำเกิดอาการดื้อยา ส่วนตำบลท่าคา (แปลงที่ 3) มีระดับความเสียหายปานกลางถึงมาก โดยมีข้อสังเกต คือ การระบาดมีความรุนแรงและคาดว่า เกิดจากการแพร่กระจายจากแปลงข้างเคียงที่เสียหายรุนแรงเนื่องจากต้นมะพร้าวในพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับการฉีดสารเคมีเข้าลำต้น

2. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรนเพื่อการเกษตรที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหัวดำและการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเสียหายของต้นมะพร้าวในระยะเวลา 60 วัน หลังจากการฉีดพ่นสารเคมี 2 สูตร ได้แก่ Lufenuron และ Flubendiamide ด้วยโดรนรุ่น EA-J100 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนหัวดำและการฟื้นตัวของพืชอย่างชัดเจน โดยสรุปผลในแต่ละพื้นที่ ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบในพื้นที่ตำบลบางนางลี่ โดยใช้สูตร Lufenuron (สูตรที่ 1)

สภาพก่อนฉีดพ่น พบว่า พื้นที่ตำบลบางนางลี่มีจำนวนต้นมะพร้าวที่เสียหายอยู่ในระดับสูง ถูกทำลายประมาณ 70% ปริมาณศัตรูพืชที่พบมีอัตราสูง สภาพทางใบมีอาการยอดด้วน ใบแห้งมาก ผลผลิตต่ำมาก

หลังฉีดพ่นครั้งที่ 1 (15 วัน) พบว่า อัตราของศัตรูพืชลดลงประมาณ 50% จำนวนต้นที่เสียหายลดลงเล็กน้อย เหลือประมาณ 60% ระดับความเสียหายยังคงอยู่ในระดับปานกลาง แต่เริ่มมีการแทงยอดใหม่

หลังฉีดพ่นครั้งที่ 2 (30 วัน) พบว่า อัตราของศัตรูพืชลดลงเหลือต่ำประมาณ 15% จำนวนต้น ที่เสียหายลดลงชัดเจน เหลือประมาณ 50% ระดับความเสียหายลดลงสู่ระดับต่ำถึงปานกลาง สภาพทางใบมีการแทงยอดชัดเจน และใบเริ่มฟื้นตัว ผลผลิตเริ่มมีการติดทะลายและน้ำหนักเพิ่มขึ้น

60 วันหลังฉีดพ่น พบว่า อัตราของศัตรูพืชลดลงต่ำมาก (<10%) โดยจำนวนต้นมะพร้าวที่เสียหายฟื้นตัวดี เหลือประมาณ 30-40% ระดับความเสียหายลดลงสู่ระดับต่ำ สภาพทางใบแทงยอดปกติและมีใบเขียว การฟื้นตัวรวมอยู่ในระดับดีประมาณ 50-60%+ และผลผลิตเริ่มกลับมาใกล้เคียงปกติ ส่วนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านกลิ่นสารเคมีลดลงและกลืนหายไปในระยะ 60 วัน หลังฉีดพ่น

2.2 ผลการเปรียบเทียบในพื้นที่ตำบลท่าคา โดยใช้สูตร Flubendiamide (สูตรที่ 2)

สภาพก่อนฉีดพ่น พบว่า พื้นที่ตำบลท่าคามีจำนวนต้นมะพร้าวที่เสียหายอยู่ในระดับมาก บางแปลงแห้งตาย ระดับความเสียหายของต้นอยู่ในระดับสูง ยอดแห้ง ใบร่วง ปริมาณศัตรูพืชที่พบมีอัตราสูง ระบาดหนัก ทำให้สภาพทางใบมีอาการใบร่วง ยอดแห้ง ใบเสียหาย แทบไม่มีผลผลิต และน้ำหนักทะลายต่ำมาก

หลังฉีดพ่นครั้งที่ 1 (15 วัน) พบว่า อัตราของศัตรูพืชลดลงสู่ระดับปานกลางประมาณ 50% ลดลงจำนวนต้นที่เสียหายลดลงเล็กน้อย เหลือประมาณ 65% ส่วนระดับความเสียหายยังคงอยู่ในระดับปานกลาง ถึงสูง แต่เริ่มมีสัญญาณของการฟื้นตัวโดยมีการแทงยอดใหม่บ้าง

หลังฉีดพ่นครั้งที่ 2 (30 วัน) พบว่า อัตราของศัตรูพืชลดลงเหลือต่ำประมาณ 20% จำนวนต้น ที่เสียหายเริ่มฟื้นตัวชัดเจน ลดลงเหลือประมาณ 45% ระดับความเสียหายลดลงสู่ระดับปานกลาง สภาพทางใบมีการใบเขียวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ผลผลิตเริ่มมีการติดผลและทะลายมีขนาดดีขึ้น

60 วันหลังฉีดพ่น พบว่า อัตราของศัตรูพืชลดลงต่ำมาก (<10%) โดยจำนวนต้นมะพร้าวที่เสียหายเหลือเพียงบางต้นประมาณ 30% ระดับความเสียหายลดลงสู่ระดับต่ำถึงปานกลาง สภาพทางใบเป็นใบเขียวแน่นและแทงยอดสมบูรณ์ การฟื้นตัวรวมสูงถึงประมาณ 90%+ และน้ำหนักเฉลี่ยของทะลายเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านกลิ่นสารเคมีลดลงและไม่มีการปนเปื้อนตกค้าง/ปลอดภัย

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการฉีดพ่นด้วยโดรนแสดงให้เห็นว่า สารเคมีทั้ง Lufenuron และ Flubendiamide ให้ผลสำเร็จสูงในการควบคุมหนอนหัวดำ โดยอัตราการรอดของศัตรูพืชลดลงต่ำกว่าร้อยละ 10 ภายใน 60 วัน และทำให้ต้นมะพร้าวฟื้นตัว มีการแทงยอดใหม่และผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

สารทั้งสองชนิดมีจุดเด่นที่ต่างกัน คือ Flubendiamide (กลไกยับยั้งกล้ามเนื้อ) เหมาะสำหรับการจัดการเร่งด่วน เนื่องจากมีความเร็วในการออกฤทธิ์สูง ทำให้หนอนในระยะตัวอ่อนถึงตัวเต็มวัยเป็นอัมพาตได้ทันทีเพื่อหยุดความเสียหาย ขณะที่ Lufenuron (กลไกยับยั้งการสร้างเปลือกไคติน) เหมาะสำหรับการป้องกันและควบคุมวงจรชีวิตในระยะยาว โดยสามารถควบคุมหนอนได้ตั้งแต่ระยะไข่และตัวอ่อน

นอกจากนี้ การใช้โดรนในการฉีดพ่นยังเสริมสร้างความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม โดยช่วยควบคุมการฟุ้งกระจายของละอองสารเคมีได้ดี ทำให้กลิ่นสารเคมีลดลงและหายไปภายใน 60 วันหลังการฉีดพ่น

3. แนวทางการใช้โดรนเพื่อการเกษตรที่มีประสิทธิภาพต่อสวนมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม

ผลการวิจัยยืนยันว่า การใช้โดรนให้ประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าว โดยสามารถลดปริมาณ



ศัตรูพืชได้มากกว่า 85% ภายใน 60 วัน และส่งผลให้ต้นมะพร้าวฟื้นตัวอย่างรวดเร็ว ระดับความเสียหายลดลงสู่ระดับต่ำ พร้อมทั้งมีการแทงยอดใหม่และเพิ่มผลผลิตอย่างชัดเจน

สำหรับรูปแบบนวัตกรรมโดรนเพื่อการเกษตรที่เหมาะสมกับพื้นที่สวนมะพร้าวและลักษณะทางกายภาพของต้นที่สูง 10–20 เมตร และเป็นร่องสวน คือ โดรนพ่นสารเคมีแบบ Multi-Rotor (6 หรือ 8 ใบพัด) ที่มีความจุถัง 15–20 ลิตร พร้อมด้วยระบบ GPS RTK/Auto Flight Path และมีฟังก์ชันเสริมระบบตรวจจับ สิ่งกีดขวาง เทคนิคการพ่นต้องใช้โหมด Fine Mist เพื่อให้สารเคมีเข้าถึงเรือนยอดมะพร้าวที่สูงและเข้าถึงยาก

ในด้านสารเคมีสูตร Flubendiamide แม้จะมีต้นทุนสูงกว่าเล็กน้อย 230–320 บาท/ไร่ แต่ให้ผลการฟื้นตัวที่แสดงผลการตอบสนองที่รวดเร็ว จึงเหมาะสำหรับแปลงที่มีการระบาดและต้องการฟื้นฟูอย่างเร่งด่วน

การอภิปรายผล

1. การศึกษาและสำรวจสภาพปัญหาการระบาดของหนอนหัวดำในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม

การสำรวจยืนยันการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Sua-sa-ard, W., & Chomphkhiao, N. (2011) ที่กล่าวถึงแมลงศัตรูต่างถิ่นหรือหนอนหัวดำมะพร้าว ส่งผลกระทบบถึงขั้นทำให้ผลผลิตลดลงและต้นมะพร้าวตายได้

การวิจัยนี้ได้ชี้ถึงข้อจำกัดของวิธีการควบคุมแบบดั้งเดิม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการระบาดซ้ำ ในพื้นที่ที่เคยฉีดสารเคมีเข้าลำต้น กล่าวคือ ความล้มเหลวไม่ได้มาจากประสิทธิภาพของสารเคมีเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากข้อจำกัดในการเข้าถึงยอดมะพร้าวสูง 10–20 เมตร ของแรงงานคน ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงและความเหนื่อยล้า สอดคล้องกับงานของ Kunde, P., Sangprachathanarak, K., Wongpichat, S., Wongphati, M., Ungsatitthana-worn, K., Pilawut, S., Phupapud, A., Phanudouangnetr, L., & Nothaisong, J. (2021) ที่พบว่า โดรนเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพด้านเวลาสูงสุด สามารถลดระยะเวลาการทำงานเริ่มต้นจาก 21.19 นาที และลดลงเหลือเพียง 12.91 นาที เมื่อทำงานซ้ำในพื้นที่เดิม เนื่องจากไม่จำเป็นต้องสร้างแผนการบินใหม่ ส่วนแรงงานคน ใช้เวลานานที่สุดถึง 39.49 นาที และต้องเผชิญกับความเสี่ยงด้านสุขภาพ ที่ชัดเจน ทั้งปัญหาความเมื่อยล้า สารเคมีหมดระหว่างทำงาน และอันตรายจากการสัมผัสสารเคมีโดยตรง

ปัญหาข้อจำกัดด้านกายภาพและความเสี่ยงต่อสุขภาพของแรงงานคน เป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสู่เทคโนโลยีโดรนในภาคเกษตรกรรม ข้อค้นพบนี้จึงตอกย้ำความจำเป็นของการประยุกต์ใช้โดรน เพื่อก้าวข้ามข้อจำกัดด้านความสูงและสภาพภูมิประเทศในสวนมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากโดรนมีความแม่นยำสูง สามารถเข้าถึงพื้นที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัย สามารถฉีดพ่นสารเคมีได้อย่างตรงจุด บริเวณใต้ใบมะพร้าวที่หนอนหัวดำหลบซ่อนตัวอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saini, N., Singh, H., & Gouda, M. N. R. (2024) และ Rejeb, A., Abdollahi, A., Rejeb, K., & Treiblmaier, H. (2022)

2. การเปรียบเทียบประสิทธิผลก่อนและหลังการฉีดพ่นสารเคมีด้วยโดรนเพื่อการเกษตรที่มีผลต่อการควบคุมหนอนหัวดำและการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม

การทดลองพิสูจน์ให้เห็นว่า การใช้โดรนเพื่อการเกษตรในการฉีดพ่นสารเคมีก่อให้เกิดประสิทธิผลสูง ในการกำจัดหนอนหัวดำ โดยสามารถลดอัตราการรอดของศัตรูพืชลงต่ำกว่าร้อยละ 10 ภายใน 60 วัน ซึ่งนำมาซึ่งการฟื้นตัวอย่างรวดเร็วของต้นมะพร้าว เช่น มีการแทงยอดใหม่ ใบมีสีเขียวเข้ม เป็นต้น

ประสิทธิภาพที่สูงนี้เป็นผลจากกลไกทางกายภาพของโดรน โดยเฉพาะแรงลมจากใบพัด (Downwash Effect) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Meesaragandla, S., Jagtap, M. P., Khatri, N., Madan, H., & Vadduri, A. A. (2024) ที่จะช่วยดันละอองสารเคมีให้ซึมผ่านเรือนยอด เข้าถึงบริเวณใต้ใบและยอดที่ศัตรูพืชซ่อนตัวอยู่ได้

นอกจากนี้ การตั้งค่าพารามิเตอร์การบินที่ความสูง 2 เมตร มีความสำคัญต่อการกระจายตัวของละออง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pandiselvam, R., Daliyamol, S. I., Hegde, V., Sujithra, M., Prathibha, P. S., Prathibha, V. H., & Hebbar, K. B. (2024) ที่ระบุว่า ความสูงการฉีดพ่น 2 เมตร และเวลาฉีดพ่น 8 วินาทีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการฉีดพ่นโดยใช้โดรนเพื่อการเกษตรในต้นมะพร้าว เพื่อเลี่ยงการฟุ้งกระจายของละออง

ด้านความปลอดภัยและการลดมลพิษ การใช้สารเคมีในสูตรที่เหมาะสมร่วมกับการควบคุมการพ่นด้วยโดรน ไม่พบผลกระทบเชิงลบต่อสุขภาพต้นมะพร้าว ทั้งยังช่วยเพิ่มผลผลิตกลับคืนสู่ระดับปกติภายใน 60 วัน รวมถึงลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ควบคุมการฟุ้งกระจายของกลีสารเคมีได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saini, N., Singh, H., & Gouda, M. N. R. (2024) และ Rejeb, A., Abdollahi, A., Rejeb, K., & Treiblmaier, H. (2022) ในแง่การพัฒนาโดรนเพื่อเพิ่มความแม่นยำ ลดมลพิษ เมื่อเทียบกับการพ่นด้วยเครื่องสเปกสายหลัง

ในด้านสารเคมีทั้ง Flubendiamide และ Lufenuron แสดงให้เห็นถึงบทบาทที่แตกต่างกันในการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าว โดย Flubendiamide เหมาะกับการจัดการเร่งด่วน เพื่อหยุดความเสียหาย ในหนอนระยะตัวอ่อนถึงตัวเต็มวัยอย่างรวดเร็ว ส่วน Lufenuron เหมาะกับการป้องกันระยะยาว เนื่องจากสามารถควบคุมและตัดวงจรการแพร่พันธุ์ได้ตั้งแต่ระยะไข่และตัวอ่อน สอดคล้องกับงานของ Saha-ya, S. (2013) ที่กล่าวว่า สารเคมี Flubendiamide และ Lufenuron มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ที่ 20%WG และ 5%EC ตามลำดับ ดังนั้น การใช้สารเคมีจึงควรสอดคล้องกับการจัดการในพื้นที่

3. แนวทางการใช้โดรนเพื่อการเกษตรที่มีประสิทธิภาพต่อสวนมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม

การกำหนดแนวทางการใช้โดรนอย่างมีประสิทธิภาพนั้นสอดคล้องกับหลักการวิจัยเชิงเทคนิค โดยเน้นการใช้โดรนแบบ Multi-Rotor พร้อมระบบนำทาง GPS RTK และเทคนิค Fine Mist ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้แรงลมจากใบพัด (Downwash Effect) ตามที่งานวิจัยของ Meesaragandla, S., Jagtap, M. P., Khatri, N., Madan, H., & Vadduri, A. A. (2024) และ Pandiselvam, R., Daliyamol, S. I., Hegde, V., Sujithra, M., Prathibha, P. S., Prathibha, V. H., & Hebbar, K. B. (2024) พิสูจน์แล้วว่า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงและการสะสมตัวของสารเคมีในเรือนยอดที่หนาแน่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ประสิทธิภาพของโดรนในการลดต้นทุนและเพิ่มความปลอดภัย ได้ยืนยันถึงศักยภาพในการพัฒนาผู้ให้บริการโดรน (Service Provider) การวิจัยนี้จึงเสนอข้อค้นพบใหม่ในแง่มุมมองโมเดลธุรกิจ โดยกำหนดให้มีมาตรการควบคุม เช่น การใช้สารเคมีที่ขึ้นทะเบียน การกำหนดแผนหมุนเวียนสารเคมี เพื่อให้การจัดการศัตรูพืชเกิดความยั่งยืนสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยชี้ว่า การใช้โดรนเพื่อการเกษตรมีประสิทธิภาพสูงในการฉีดพ่นกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว ดังนั้น หากต้องการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงควรนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญในการพัฒนาโมเดล Drone Service Provider ในพื้นที่ เพื่อความยั่งยืนและการวิจัยต่อยอดควรขยายผลการทดสอบสูตรสารเคมีในพื้นที่หลากหลาย พร้อมทั้งศึกษาเรื่องสารเคมีหมุนเวียน เพื่อป้องกันการดื้อยา และวิเคราะห์ต้นทุน-กำไรในระยะยาว อีกทั้งการพัฒนาบุคลากรควรสร้างหลักสูตรอบรมผู้ให้บริการโดรน (Service Provider) เพื่อให้เกิดการบริการที่ยั่งยืน



อ้างอิง

- Daoden, K., Sornnen, T., Pankasemsuk, T., Phaphuangwittayakal, P., Sringam, S., & Nicrotha, S. (2021). Development of agricultural spraying drones prototype for coconut beetle weevil control. *Natural Volatiles & Essential Oils*, 8(5), 8322–8322. (in Thai).
- Kunde, P., Sangprachathanarak, K., Wongpichat, S., Wongphati, M., Ungsatitthanaworn, K., Pilawut, S., Phupapud, A., Phanudouangnetr, L., & Nothaisong, J. (2021). A study on time and obstacles for foliar fertilizer spraying in sugarcane fields using drones, tractors, and human labor. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 50(4), 1083–1096. (in Thai).
- Meesaragandla, S., Jagtap, M. P., Khatri, N., Madan, H., & Vadduri, A. A. (2024). Herbicide spraying and weed identification using drone technology in modern farms: A comprehensive review. *Results in Engineering*, 21, 101870.
- Pandiselvam, R., Daliyamol, S. I., Hegde, V., Sujithra, M., Prathibha, P. S., Prathibha, V. H., & Hebbar, K. B. (2024). Evaluation of unmanned aerial vehicle for effective spraying application in coconut plantations. *Heliyon*, 10(19), e38569.
- Rejeb, A., Abdollahi, A., Rejeb, K., & Treiblmaier, H. (2022). Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198, 107017.
- Saha-ya, S. (2013). Control of coconut black-headed caterpillar; *Opisina arenosella* (Walker) by foliar spraying. In *Annual Research Report 2013, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture*, 385–395. Retrieved October 16, 2025, from <https://info.doa.go.th/research/frontend/download.php?id=542>. (in Thai).
- Saini, N., Singh, H., & Gouda, M. N. R. (2024). Use of drones in precision pest management. *International Journal of Research in Agronomy*, SP-7(8), 854-858.
- Soontareerat, K., & Treewannakul, P. (2019). Decision – making on Using *Bracon hebetor* Natural Enemies for Prevention and Elimination *Opisina arenosella* Walker of Aromatic Juice Coconut Farmers in Ban Phaeo District, Samut Sakhon Province. *Agricultural Science Journal*, 50(1), 51–63. (in Thai).
- Suasa-ard, W., & Chomphkhiao, N. (2011). Coconut black-headed caterpillar and its biological control. *Kasetsart Journal Newsletter*, 56(3), 52–57. (in Thai).