

วารสาร

กีฏและสัตววิทยา

ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY GAZETTE

ISSN 0125-3794



ปีที่ 43 ฉบับที่ 1 - 2 มกราคม - ธันวาคม 2568

Volume 43 No. 1 - 2, January - December 2025

วารสาร
กีฏและสัตววิทยา
ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY GAZETTE

เจ้าของ

สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

ที่ปรึกษา

นายกสมาคมกีฏและสัตววิทยา

ซูวิทย์	ศุขปรากฏ
อรนุช	ก่องกาญจนะ
ชมพูนุท	จรรยาเพชร
บุษรา	จันทร์แก้วมณี

บรรณาธิการ

ดร.มานิตา คงชื่นสิน

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

กรกต คำรั้ง
ดร.วนาพร วงษ์นิคม
ดร.ณพชกร ธิโกษชัย

กองบรรณาธิการ

สุวัฒน์	รวยอารีย์
ดร.เกรียงไกร	จำเริญมา
พุดมณา	รุ่งระวี
รศ.ดร.วิบูลย์	จงรัตน์เมธิกุล
รศ.ดร.คำรณวิทย์	ทิพย์มณี
รศ.ดร.นันทศักดิ์	ปิ่นแก้ว
ดร.สุภรดา	สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง
ผศ.ดร.เขาวลักษณะ	จันทร์บาง
ศ.ดร.ธีรภาพ	เจริญวิริยะภาพ
รศ.ดร.โสภณ	อุไรชื่น
ดร.รจนา	ไวยเจริญ
สัญญาณี	ศรีรักษา
ดร.จารุวัฒน์	แต่กุล
ดร.พฤทธิชาติ	บุญวัฒน์
ดร.พลอยชมพู	กรวิภาสเรือง

ประชาสัมพันธ์

สัจจะ	ประสงค์ทรัพย์
ภัทรพร	สรรพคุณเคราะห์

วัตถุประสงค์

- เผยแพร่ข่าวสารทางวิชาการ
- เสนอความก้าวหน้าในงานวิจัย
- สนับสนุนให้นักวิชาการมีความตื่นตัวในการปฏิบัติงาน
- เปิดโอกาสให้นักวิชาการแสดงความคิดเห็นในงานค้นคว้าและวิจัย
- เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างนักวิชาการสาขาต่าง ๆ ด้านกีฏและสัตววิทยาทั่วประเทศ

ข้อความหรือบทความในวารสารนี้
สามารถนำไปอ้างอิงหรือพิมพ์เผยแพร่ได้ โดย
ต้องใส่ชื่อผู้เขียนด้วย ผู้ที่ต้องการรายละเอียด
เพิ่มเติมโปรดติดต่อโดยตรงกับผู้เขียน

จัดพิมพ์โดย

สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

สำนักงาน

ตึกสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย
(ตั้งอยู่ภายในบริเวณกรมวิชาการเกษตร)
ถนนสุวรรณเวนจากกสิกิจ เกษตรกลาง จตุจักร

กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 09 6807 7104

<http://www.ezathai.org>

Email: ezathai@gmail.com

จัดพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ มิถุนายน และธันวาคม

ผู้ที่ประสงค์จะส่งผลงานวิจัย บทความ หรือสารระนำรู้
เกี่ยวกับกีฏวิทยาและสัตววิทยา ลงตีพิมพ์ในวารสารฯ
สามารถส่งมาได้ทาง Email: ezathajournal@gmail.com

วารสาร

กีฏและสัตววิทยา

ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY GAZETTE

ISSN 0125-3794



ปีที่ 43 ฉบับที่ 1 - 2 มกราคม - ธันวาคม 2568

Volume 43 No. 1 - 2, January - December 2025

สารบัญ

	หน้า
บทบรรณาธิการ	1
ผลงานวิจัย	
<ul style="list-style-type: none"> ● การใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเพื่อการจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ วาสนา เรืองรัมย์ พรพราวมาส เจริญรักษ์ ยุวรินทร์ บุญทบ ● การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมไรแดงหม่อน <i>Tetranychus truncatus</i> Ehara ในห้องปฏิบัติการ ภัททิรา ศาตร์รุ่งษ์ ทิภาพร นวลเนตร เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ ศุภางค์ โล๊ะหนองลื่น โรสมีย์ แวนะไล พลอยชมพู กรวิภาสเรือง วีระชัย สมศรี ● ความต้านทานของไรแดงแอฟริกัน <i>Eutetranychus africanus</i> (Tucker) ต่อสารกำจัดไรบางชนิดในส้มเขียวหวานของประเทศไทย ณพขรกร ธีโภชน์ชัย พลอยชมพู กรวิภาสเรือง วิมลวรรณ โชติวงค์ อติติยา แก้วประดิษฐ์ วีระชัย สมศรี อภิสิริธิ์ แซ่มักดี 	2 13 22
บทความ	
<ul style="list-style-type: none"> ● หนอนกอลายจุดใหญ่ศัตรูสำคัญในอ้อย สุนัดดา เขาวลิต นุจรี ภาณุมาศ ● สถานการณ์เพลี้ยแป้งในลำไยส่งออก และแนวทางป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน กรกต ดำรงค์ สัญญาณี ศรีคชา ● การพัฒนาชีวภัณฑ์เชื้อโปรโตซัว <i>Sarcocystis singaporensis</i> กำจัดหนูในรูปแบบแกรนูล วิชาญ วรรณะไกว้ล 	31 40 45
คำแนะนำในการเตรียมเรื่องตีพิมพ์ใน “วารสารกีฏและสัตววิทยา”	53

บทบรรณาธิการ

วารสารกีฏและสัตววิทยา ปีที่ 43 ฉบับที่ 1-2 (มกราคม – ธันวาคม 2568) เสนอผลงานวิจัยเรื่อง การใช้ดีเอ็นเอ บาร์โคดและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเพื่อการจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ ผลการวิจัยเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สนับสนุนการวิจัยด้านอนุกรมวิธาน การกระจายพันธุ์กรรมของแมลงวันผลไม้ และการเฝ้าระวังศัตรูพืชในประเทศไทย ผลงานวิจัยเรื่องที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* Ehara ในห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัยได้สายพันธุ์ของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* จำนวน 2 ไอโซเลท ในระดับความเข้มข้นที่ทำให้ไรแดงหม่อนตายมากกว่า 90% เป็นการวิจัยที่ส่งเสริมการควบคุมไรศัตรูพืชโดยชีววิธี สามารถพัฒนาต่อยอดให้เป็นชีวภัณฑ์กำจัดไรได้ในอนาคต ผลงานวิจัยเรื่องที่ 3 เรื่องความต้านทานของไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* (Tucker) ต่อสารกำจัดไรบางชนิดในส้มเขียวหวานของประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่าไรแดงแอฟริกันมีระดับการต้านทานสูงต่อสารกำจัดไร pyridaben และ propargite ในบางพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกส้มที่สำคัญในภาคเหนือ เช่น อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร และ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ผู้เขียนได้ให้คำแนะนำวิธีการลดระดับการต้านทานให้ช้าลงในพื้นที่ที่เริ่มพบการต้านทานในระดับต่ำด้วย

บทความในฉบับนี้ เรื่องที่ 1 เสนอเรื่องราวของหนอนกอลายจุดใหญ่ศัตรูสำคัญในอ้อย โดยบอกถึง ลักษณะการทำลาย ขนาดรูปร่าง ชีวประวัติ พืชอาหาร เขตการแพร่กระจาย และการป้องกันกำจัด พร้อมทั้งรูปภาพลักษณะกลุ่มไข่ ระยะหนอน ดักแด้ และตัวผีเสื้อ รวมทั้งสภาพการทำลายในไร้อ้อย บทความเรื่องที่ 2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับสถานการณ์เพลี้ยแป้งในลำไยส่งออก และแนวทางป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน โดยเฉพาะการแจ้งเตือนการติดไปของเพลี้ยแป้งในลำไยส่งออกไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งขณะนี้กรมวิชาการเกษตรกำลังดำเนินโครงการแก้ไขปัญหา และบทความเรื่องที่ 3 เป็นบทความรายงานการพัฒนาชีวภัณฑ์เหี่ยวโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* กำจัดหนูในรูปแบบแกรนูล ทำให้สามารถเก็บรักษาเหี่ยวโปรโตซัวได้ยาวนานกว่าการเก็บรักษาอ่อนเหี่ยวแป้งแบบเดิม อีกทั้งสะดวกในการนำไปใช้

ผู้สนใจสามารถสืบค้นข้อมูลผลงานวิจัยและบทความในวารสารกีฏและสัตววิทยาฉบับนี้ และฉบับที่ลงตีพิมพ์แล้วได้ ผ่านทาง www.ezathai.org



ดร.มานิตา คงชินสิน
บรรณาธิการ

ผลงานวิจัย

การใช้ดีเอ็นเอบาร์โคดและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ
เพื่อการจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้
Leveraging DNA Barcoding and Phylogenetic Analysis
for Fruit Fly Species Identification

วาสนา เรืองรัมย์^{1/} พรามาส เจริญรักษ์^{1/} ยูวรินทร์ บุญทบ^{2/}
Wassana Rungrom^{1/} Phraomas Charoenrak^{1/} Yuvarin Boontop^{2/}

Abstract

Fruit flies are significant pests of economic crops, causing considerable damage to agricultural yields. Traditional species identification based on morphological traits is often limited due to high interspecific morphological similarity. DNA barcoding, particularly using the mitochondrial *Cytochrome c oxidase subunit I (COX1)* gene, has emerged as a highly accurate and internationally recognized tool for species identification. This study aimed to evaluate the suitability of the *COX1* gene for species delimitation and phylogenetic analysis of fruit flies in Thailand. Specimens were collected using bucket traps baited with methyl eugenol and cue lure, yielding seven species: *Bactrocera correcta* (Bezzi), *Bactrocera dorsalis* (Hendel), *Bactrocera tuberculata* (Bezzi), *Zeugodacus caudatus* (Fabricius), *Zeugodacus cilifer* (Hendel), *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) and *Zeugodacus tau* (Walker). DNA sequence analysis of *COX1* data, compared with GenBank, showed 99 - 100% similarity with reference sequences. New sequences were successfully submitted to the database. Phylogenetic reconstruction using the Maximum likelihood method clearly separated the two genera, *Bactrocera* and *Zeugodacus*, in accordance with morphological classifications. This study confirms that the *COX1* gene is highly effective for species identification of fruit flies. The findings support taxonomic research, genetic diversity analysis, pest surveillance in Thailand, and the application of this technique in sustainable pest management.

Keywords : DNA Barcodes, Fruit flies, identification, Phylogenetic

^{1/} สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12130

^{1/} Division of Crop Production, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, PathumThani 12130

^{2/} กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

^{2/} Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

แมลงวันผลไม้เป็นศัตรูพืชที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อพืชเศรษฐกิจหลายชนิด โดยเฉพาะในแง่ของความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตร การจำแนกชนิดด้วยลักษณะสัณฐานวิทยามีข้อจำกัด เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกันระหว่างชนิดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของยีน *Cytochrome c oxidase subunit I (COX1)* ในการใช้เป็นดีเอ็นเอบาร์โคด เพื่อจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ในประเทศตัวอย่างแมลงวันผลไม้จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *Bactrocera correcta* (Bezzi), *Bactrocera dorsalis* (Hendel), *Bactrocera tuberculata* (Bezzi), *Zeugodacus caudatus* (Fabricius), *Zeugodacus cilifer* (Hendel), *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) และ *Zeugodacus tau* (Walker) ผลการวิเคราะห์ลำดับดีเอ็นเอเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank พบความแม่นยำในการระบุชนิด 99 - 100% และสามารถจำแนกชนิดได้อย่างแม่นยำ การวิเคราะห์สายวิวัฒนาการด้วยวิธี Maximum likelihood แสดงการจัดกลุ่มที่ชัดเจนระหว่างสกุล *Bactrocera* และ *Zeugodacus* ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลสัณฐานวิทยา การศึกษานี้ยืนยันว่า COX1 เป็นยีนที่มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ สนับสนุนการวิจัยด้านอนุกรมวิธาน การกระจายพันธุ์กรรม การเฝ้าระวังศัตรูพืชในประเทศไทย และการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ในการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืน

คำหลัก : ดีเอ็นเอบาร์โคด แมลงวันผลไม้ การจำแนกชนิด ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ

คำนำ

การจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียว ยังมีจำกัดในการระบุชนิดพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่มีรูปร่างภายนอกความคล้ายคลึงกัน ในปัจจุบันจึงมีการนำแนวทางอนุกรมวิธานแบบผสมผสาน (integrative taxonomy) มาใช้เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกชนิด และศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเป็นการบูรณาการเทคนิคต่าง ๆ ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น การศึกษามอร์โฟเมตริกส์ของปีก (wing geometric morphometrics) การวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมผสมพันธุ์ การศึกษาสารพีโรโมน การวิเคราะห์องค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนจากผนังลำตัว และการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล

เทคนิคชีวโมเลกุล โดยเฉพาะการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยวิธีดีเอ็นเอบาร์โคด (DNA barcoding) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูงสำหรับการจำแนกชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะการใช้ยีน *Cytochrome c oxidase subunit I (COX1 หรือ COI)* ซึ่งมีลำดับนิวคลีโอไทด์จำเพาะในระดับชนิด สามารถใช้แยกความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีความใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยีน COX1 ยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (phylogenetic analysis) เพื่อทำความเข้าใจความหลากหลายและการกระจายของกลุ่มสิ่งมีชีวิตได้อีกด้วย ปัจจุบัน เทคนิคดังกล่าวได้รับการประยุกต์ใช้กับการศึกษาศัตรูพืชที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร และการค้าระหว่างประเทศอย่างกว้างขวาง

แมลงวันผลไม้ หรือ แมลงวันทอง (fruit fly) เป็นแมลงในอันดับ Diptera วงศ์ Tephritidae เป็นหนึ่งในศัตรูพืชสำคัญที่สร้างความเสียหายรุนแรงต่อผลผลิตทางการเกษตรในหลายภูมิภาคทั่วโลกและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างมาก และมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ปัจจุบันมีรายงานการค้นพบแมลงวันผลไม้มากกว่า 5,000 ชนิดทั่วโลก (Hendrichs, 2000) โดยส่วนใหญ่พบกระจายอยู่ในเขตร้อนและเขตร้อนชื้น เช่น แอฟริกา เอเชีย อเมริกา และแคริบเบียน สำหรับประเทศไทยมีรายงานการสำรวจพบแมลงวันผลไม้มากถึง 23 ชนิด (ยุวรินทร์และคณะ,

2565) อย่างไรก็ตาม แมลงวันผลไม้หลายชนิดมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาค่อนข้างคล้ายคลึงกันอย่างมาก ทำให้การจำแนกชนิดโดยอาศัยลักษณะภายนอกเพียงอย่างเดียวอาจก่อให้เกิดข้อผิดพลาดได้

นอกจากนี้ แม่วัยรุ่น *COX1* จะได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการศึกษาทางอนุกรมวิธาน แต่การประเมินความเหมาะสมของการใช้ยีนดังกล่าวในการจำแนกชนิดและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้ในบริบทของประเทศไทย ยังคงต้องได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันประสิทธิภาพและความเหมาะสมของการใช้ยีน *COX1* ในการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคด และการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทย เพื่อสร้างองค์ความรู้เชิงอนุกรมวิธานและวิวัฒนาการ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจำแนกชนิดที่ถูกต้อง ตลอดจนเป็นแนวทางในการควบคุมและจัดการแมลงศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้

รวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยจากแปลงเพาะปลูกพืชผัก และผลไม้ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี โดยใช้กับดักถังเปียก (wet bucket trap) ซึ่งประกอบด้วย สำลีสบสารล่อแมลงวันผลไม้ 2 ประเภท ได้แก่ เมทิลยูจีนอล (methyl eugenol) และคิวลัวร์ (cue lure) ที่ผสมกับสารฆ่าแมลงมาลาโทออน ในอัตราส่วน 4:1 ภายในกับดักบรรจุสารโพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) ติดตั้งกับดักจำนวน 5 กับดักต่อสารล่อแต่ละประเภท และทำการเก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม ถึง 30 ตุลาคม พ.ศ. 2567 จำแนกตัวอย่างแมลงวันผลไม้ที่เก็บได้ถูกจำแนกเบื้องต้นโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยานอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) ร่วมกับคู่มือการจำแนกชนิด The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies Version 3.1 (Plant Health Australia, 2018) จากนั้นตัวอย่างทั้งหมดถูกดองในแอลกอฮอล์ 95% และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อคงคุณภาพดีเอ็นเอสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

2. การศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคด (DNA Barcode) ของแมลงวันผลไม้

2.1 การสกัดดีเอ็นเอ

สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างแมลงวันผลไม้ที่จำแนกชนิดจากลักษณะสัณฐานวิทยานอกแล้ว ตามกรรมวิธีของ Boontop (2016) ร่วมกับคำแนะนำของชุดสกัด ISOLATE II Genomic DNA Kit (Cat No. BIO-52067) โดยใช้ขาแมลงวันผลไม้จำนวน 3 ขา ใส่ในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม lysis buffer GL ปริมาตร 180 ไมโครลิตร และโปรตีนเนส K (proteinase K) 25 ไมโครลิตร บ่มที่ 37°C เป็นเวลา 16 - 20 ชั่วโมง จากนั้นเติม lysis buffer G3 ปริมาตร 200 ไมโครลิตร และบ่มที่ 70°C เป็นเวลา 10 นาที เติมแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 210 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน และนำไปตกตะกอนโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็ว $11,000\times g$ นาน 1 นาที ล้างตะกอนด้วย wash buffer GW1 และ GW2 อย่างละ 500 ไมโครลิตร พร้อมเหวี่ยงตกตะกอนซ้ำในแต่ละครั้ง สุดท้ายแยกตะกอนให้แห้ง และละลายดีเอ็นเอด้วย elution buffer G 50 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที แล้วเหวี่ยงที่ $11,000\times g$ เก็บตัวอย่างไว้ที่ -20°C

2.2 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมาย

ใช้เทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) โดยใช้ universal primers สำหรับยีน *COX1* ได้แก่ LCO1490 (GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG) และ HCO2198 (TAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA) ส่วนผสมในการทำ PCR ประกอบด้วย ดีเอ็นเอต้นแบบ 2 ไมโครลิตร ไพรเมอร์แต่ละชนิด 1 ไมโครลิตร Master mix (2X,

Biotechrabbit, Germany) 12.5 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นปราศจากเชื้อจนมีปริมาตรรวม 25 ไมโครลิตร จากนั้นทำปฏิกิริยา PCR โดยใส่เครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ซึ่งกำหนดขั้นต้น และเวลาในการทำปฏิกิริยา PCR cycle ได้แก่ 94°C 4 นาที (initial denaturation), 94°C 30 วินาที, 50°C 30 วินาที, 72°C 30 วินาที จำนวน 35 รอบ และ 72°C 5 นาที (final extension) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ PCR ด้วยเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสความเข้มข้น 1.5% ผสม RedSafe ในบัฟเฟอร์ 1X TBE ที่แรงดันไฟฟ้า 120 โวลต์ นาน 45 นาที แออดีเอ็นเอถูกตรวจสอบภายใต้แสง UV และบันทึกภาพ ส่งผลิตภัณฑ์พีซีอาร์เพื่อวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่บริษัท SolGent ประเทศเกาหลีใต้

2.3 การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากการถอดรหัสของยีน *COX1* มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BioEdit Sequence Alignment Editor เวอร์ชัน 7.2.5 (Hall, 1999) บันทึกในรูปแบบไฟล์ FASTA และเปรียบเทียบกับข้อมูลใน GenBank ด้วยการวิเคราะห์แบบ BLAST เพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์ความเหมือน (identity) ในการยืนยันความถูกต้องของการจำแนกชนิด จากนั้นลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล GenBank พร้อมรหัสหมายเลข Accession number

3. การศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้

นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันผลไม้จากยีน *COX1* ที่ได้จากการศึกษามาจัดเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยอัลกอริทึม MUSCLE ในโปรแกรม MEGA เวอร์ชัน 11 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis; Kumar *et al.*, 2018) จากนั้นนำลำดับที่ได้ไปเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันผลไม้จากฐานข้อมูล GenBank เพื่อใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในการวิเคราะห์สายวิวัฒนาการ โดยดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธี Maximum likelihood และใช้โมเดล Kimura 2-parameter พร้อมค่าการทำซ้ำ (bootstrap) จำนวน 1,000 รอบ เพื่อประเมินความเชื่อมั่นในแผนภูมิวิวัฒนาการ และคำนวณค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างชนิดของแมลงวันผลไม้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้

เก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี โดยใช้กับดักถังเปียกที่บรรจุสารล่อเมทิลยูจินอลและคิวลัวร์ ซึ่งสามารถดึงดูดและเก็บตัวอย่างแมลงวันผลไม้ได้จำนวน 359 ตัวอย่าง ผลการวินิจฉัยชนิดแมลงวันผลไม้จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก ตามแนวทางการวินิจฉัยของ Plant Health Australia (2018) พบแมลงวันผลไม้ทั้งหมด 7 ชนิด แบ่งออกเป็น 2 สกุล ได้แก่ สกุล *Bactrocera* และ *Zeugodacus* โดยสารล่อเมทิลยูจินอลสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ในสกุล *Bactrocera* ได้ 3 ชนิด ได้แก่ *Bactrocera correcta* (Bezzi), *Bactrocera dorsalis* (Hendel) และ *Bactrocera tuberculata* (Bezzi) (Figure 1) และสารล่อคิวลัวร์ดึงดูดแมลงวันผลไม้ในสกุล *Zeugodacus* จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Zeugodacus caudatus* (Fabricius), *Zeugodacus cilifer* (Hendel), *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett), และ *Zeugodacus tau* (Walker) (Figure 2)



Figure 1 Fruit fly in genus *Bactrocera*

A. *Bactrocera correcta* (Bezzi)

B. *Bactrocera dorsalis* (Hendel)

C. *Bactrocera tuberculata* (Bezzi)

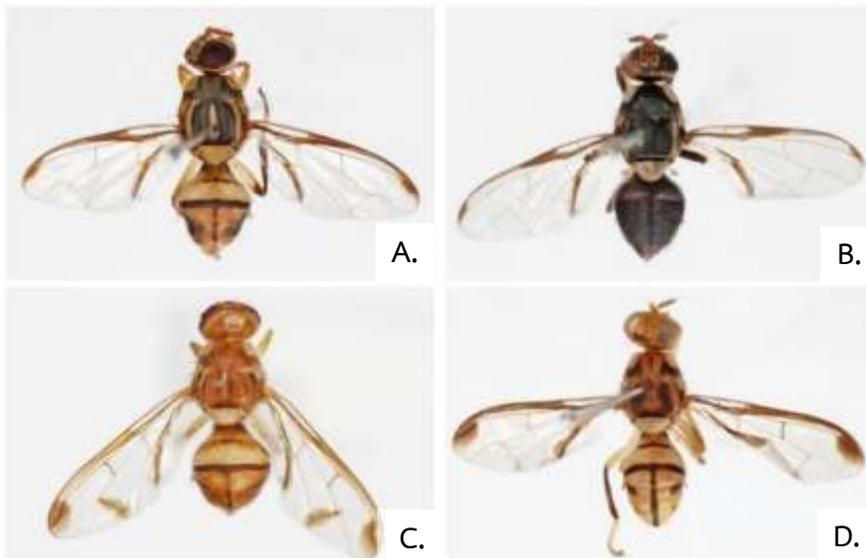


Figure 2 Fruit fly in genus *Zeugodacus*

A. *Zeugodacus caudatus* (Fabricius)

B. *Zeugodacus cilifer* (Hendel)

C. *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett)

D. *Zeugodacus tau* (Walker)

การศึกษาครั้งนี้ใช้กับดักถังเปียกในการเก็บแมลงวันผลไม้แทนกับดักแบบ Steiner ที่นิยมใช้ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในประเทศไทย ผลการสำรวจพบว่า ตัวอย่างแมลงวันผลไม้ที่รวบรวมได้มีสภาพสมบูรณ์ ไม่เน่าเสียหรือแห้ง แสดงให้เห็นว่ากับดักถังเปียกมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้เพื่อการศึกษาด้านชีวโมเลกุล ตลอดจนการศึกษานิต ความหลากหลาย และปริมาณของแมลงวันผลไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Gnanvossou *et al.* (2017) ที่ศึกษาความหลากหลายและความหนาแน่นของประชากรแมลงวันผลไม้ในระบบนิเวศต่าง ๆ ในทวีปแอฟริกา รวมถึงสอดคล้องกับแนวทางการเฝ้าระวังแมลงวันผลไม้ในเครือรัฐออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีการใช้กับดักถังเปียกในการเก็บรวบรวมตัวอย่างเช่นเดียวกัน (Kean *et al.*, 2024) นอกจากนี้ การเติมสารโปรพิลีนไกลคอลที่บรรจุในกับดักนั้นมียุทธศาสตร์สำคัญในการรักษาสภาพภายนอก

และคุณภาพของสารพันธุกรรมของแมลงวันผลไม้ให้คงสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Krosch *et al.* (2013) และ Boontop *et al.* (2017) ที่ใช้กับดักถังเปียกในการเก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงวันผลไม้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และทวีปแปซิฟิก เพื่อศึกษาความแปรผันด้านพันธุศาสตร์ประชากรของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* และ *Z. cucurbitae* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคด (DNA Barcode) ของแมลงวันผลไม้

การศึกษานี้ได้ดำเนินการสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างแมลงวันผลไม้ทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ *Bactrocera correcta*, *B. dorsalis*, *B. tuberculata*, *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. cucurbitae* และ *Z. tau* เพื่อใช้ในการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคด โดยใช้เทคนิค PCR เพื่อขยายปริมาณดีเอ็นเอจากยีน *COX1* โดยใช้ไพรเมอร์ LCO1490 และ HCO2198 ผลจากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอพบว่า ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้มีขนาดประมาณ 650 คู่เบส (Figure 3) ซึ่งเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดมาตรฐานของลำดับนิวคลีโอไทด์ในยีน *COX1* ที่ใช้ในการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคดทั่วไป (ยูวรินทร์และคณะ, 2565)

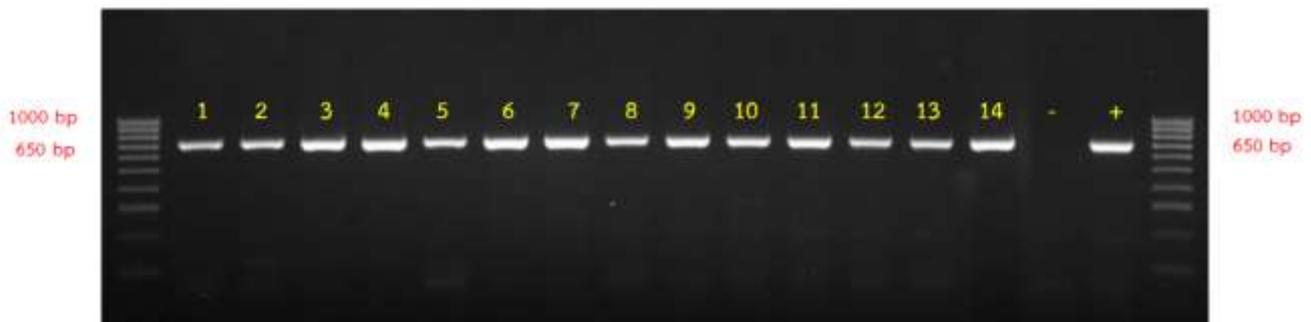


Figure 3 PCR amplification results using the universal *COX1* primer pair (LCO1490/HCO2198).

Lane 1-2 = <i>Bactrocera correcta</i>	Lane 3-4 = <i>Bactrocera dorsalis</i>
Lane 5-6 = <i>Bactrocera tuberculata</i>	Lane 7-8 = <i>Zeugodacus caudatus</i>
Lane 9-10 = <i>Zeugodacus cilifer</i>	Lane 11-12 = <i>Zeugodacus cucurbitae</i>
Lane 13-14 = <i>Zeugodacus tau</i>	Lane 15 = - (Negative control) ddH ₂ O
Lane 16 = + (Positive control) <i>Liriomyza sativae</i>	

เมื่อทำการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคดจากตัวอย่างแมลงวันผลไม้ 7 ชนิด จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยยีน *COX1* ผลจากการถอดรหัสข้อมูลดีเอ็นเอบ่งชี้ว่าโครมาโตแกรมของแมลงวันผลไม้ทั้ง 7 ชนิดมีความสม่ำเสมอ และไม่มี การซ้อนทับของพีค (Peak) บนโครมาโตแกรม ทำให้สามารถใช้ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันผลไม้ทั้ง 7 ชนิด ในการระบุชนิดได้ และเมื่อทำการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันผลไม้ทั้ง 7 ชนิด ที่ได้จากการสำรวจด้วยการใช้เครื่องมือ BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) เทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล GenBank ซึ่งเป็นฐานข้อมูลพันธุกรรมที่มีการยอมรับและเชื่อถือระดับสากล พบว่าข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์จากการศึกษานี้ตรง และสอดคล้องกับข้อมูลในฐานข้อมูล Genbank ถึง 99 - 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยืนยันได้ว่า ยีน *COX1* ซึ่งเป็นยีนไมโทคอนเดรีย สามารถใช้แยกแยะสิ่งมีชีวิตต่างชนิดได้อย่างแม่นยำ แม้จะเป็นชนิดที่ใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ ที่ได้จากการศึกษานี้ได้ถูกบันทึกในฐานข้อมูล GenBank ภายใต้หมายเลข Accession (Table 1) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Ratnasingham and Hebert (2007) ที่ได้รายงานว่าโครงการ Barcode of Life (BOLD) ได้ใช้ยีน *COX1* เป็นมาตรฐานในการระบุชนิดสิ่งมีชีวิตทั่วโลก และมีฐานข้อมูลที่ครอบคลุมและอ้างอิงกับ

สิ่งมีชีวิตจำนวนมาก ดังนั้นการใช้ยีน *COX1* ในการศึกษาครั้งนี้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูลระดับสากลอื่น ๆ ได้อีกด้วย

Table 1 Scientific names of fruit fly species collected from Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Rangsit Campus, Pathum Thani Province and their corresponding DNA barcodes recorded in the GenBank database.

No	Scientific name	Accession number
1	<i>Bactrocera correcta</i>	PQ333046
2	<i>Bactrocera correcta</i>	PQ340689
3	<i>Bactrocera dorsalis</i>	PQ333044
4	<i>Bactrocera dorsalis</i>	PQ340529
5	<i>Bactrocera tuberculata</i>	PQ333047
6	<i>Bactrocera tuberculata</i>	PQ340691
7	<i>Zeugodacus caudatus</i>	PQ333050
8	<i>Zeugodacus caudatus</i>	PQ340690
9	<i>Zeugodacus cilifer</i>	PQ333045
10	<i>Zeugodacus cilifer</i>	PQ340692
11	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>	PQ333048
12	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>	PQ340757
13	<i>Zeugodacus tau</i>	PQ333049
14	<i>Zeugodacus tau</i>	PQ340693

3. การศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้

จากการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันผลไม้ที่ได้จากการสำรวจ และนำมาทำการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ (Alignment) ชนิดละ 10 ตัวอย่าง ไม่พบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ภายในชนิดเดียวกัน ดังนั้นในการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการด้วยวิธีการสร้างแผนภูมิวิวัฒนาการ (Phylogenetic reconstruction) จึงสามารถใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์เพียง 1 ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของแมลงวันผลไม้แต่ละชนิด (7 ชนิด) เป็นตัวแทนในการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการโดยวิธี Maximum likelihood จากลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันผลไม้ทั้ง 7 ชนิดที่ได้จากการสำรวจ (*B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. tuberculata*, *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. cucurbitae* และ *Z. tau*) ร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์จากฐานข้อมูล GenBank และข้อมูลจากแมลงวันผลไม้ *Ceratitis capitata* เป็น Outgroup พบว่าแมลงวันผลไม้ทั้ง 7 ชนิดแยกออกจาก *C. capitata* ซึ่งเป็น Outgroup อย่างชัดเจน และแสดงให้เห็นว่าแมลงวันผลไม้ในแต่ละสกุลนั้นมีความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการใกล้ชิดกันภายในสกุล

นอกจากนี้ยังสามารถยืนยันความสัมพันธ์ของลักษณะทางสัณฐานภายนอก และลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีความสัมพันธ์กับพืชอาหาร เช่น แมลงวันผลไม้ในสกุล *Zeugodacus* พบว่า *Z. cucurbitae* มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *Z. tau* มากกว่า *Z. caudatus* และ *Z. cilifer* เนื่องจากทั้งสองชนิดมีลักษณะทางสัณฐานภายนอกที่ใกล้เคียงกัน และมีพืชอาหารร่วมกัน (ยุวรินทร์และคณะ, 2553) ในขณะที่สกุล *Bactrocera* พบว่า *B. correcta* มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการแยกออกจาก *B. dorsalis* และ *B. tuberculata* เนื่องจาก *B. correcta* มีความจำเพาะต่อพืชอาหารที่ค่อนข้างสูง มักพบเข้าทำลายฝรั่ง (*Psidium guajava*) และชมพู (*Syzygium* spp.) เป็นหลัก ขณะที่ *B. dorsalis* มีชนิดของพืชอาหารกว้าง (polyphagous) และ *B. tuberculata* แม้จะมีพืชอาศัยเฉพาะบางกลุ่ม แต่ไม่ได้จำกัดแคบเท่า *B. correcta* (Drew and Romig, 2013) ความแตกต่างดังกล่าวสะท้อนกระบวนการปรับตัวเชิงนิเวศ (ecological adaptation) และการแยกความแตกต่างทางพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับพืชอาศัย (host-associated differentiation: HAD) (Funk *et al.*, 2002) ซึ่งส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรม (genetic divergence) จากสายที่ยังคงมีพืชอาศัยกว้างอย่าง *B. dorsalis*

การสำรวจครั้งนี้ดำเนินการเฉพาะในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต ซึ่งมีลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแปลงปลูกฝรั่งและมะม่วงเป็นพืชหลัก ส่งผลให้ความหลากหลายชนิดของแมลงวันผลไม้ที่ตรวจพบมีจำนวนจำกัด โดยพบแมลงวันผลไม้รวมทั้งสิ้น 7 ชนิด ซึ่งน้อยกว่ารายงานของ ยุวรินทร์และคณะ (2565) ที่สำรวจครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศเป็นระยะเวลา 3 ปี และรายงานพบแมลงวันผลไม้จำนวน 23 ชนิด ความแตกต่างดังกล่าวเกิดจากข้อจำกัดด้านขอบเขตพื้นที่ศึกษา ระยะเวลาการสำรวจ และพืชอาหารในพื้นที่ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายของแมลงวันผลไม้ที่พบ ทั้งนี้ ผลการสำรวจที่พบว่า *B. correcta* สำรวจพบในพื้นที่ปลูกฝรั่ง สอดคล้องกับรายงานของยุวรินทร์และคณะ (2553) ที่ระบุว่า *B. correcta* มักเข้าทำลายฝรั่งและชมพูเป็นหลัก ขณะที่ *B. dorsalis* มักพบระบาดในมะม่วงเป็นสำคัญ นอกจากนี้ แมลงวันผลไม้ชนิดอื่นที่ตรวจพบในการศึกษาครั้งนี้ อาจเกี่ยวข้องกับการเข้าทำลายพืชอาศัยอื่น เช่น พืชในกลุ่มตระกูลแตง หรือพืชไม้ป่าที่กระจายอยู่บริเวณโดยรอบพื้นที่มหาวิทยาลัย ซึ่งอาจทำหน้าที่เป็นแหล่งอาศัยของแมลงวันผลไม้บางชนิด

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของยีน *COX1* ในการสนับสนุนการจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีความยาวและความแปรผันที่เหมาะสมต่อการแยกความแตกต่างระหว่างชนิด (interspecific variation) และมีความสม่ำเสมอภายในชนิด (intraspecific consistency) จึงช่วยลดข้อจำกัดของการจำแนกชนิดด้วยลักษณะสัณฐานที่มักคลาดเคลื่อนจากความแปรผันภายในชนิด โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกัน ยีน *COX1* ไม่เพียงแต่ช่วยให้การจำแนกชนิดของแมลงวันผลไม้ทำได้แม่นยำและใช้งานง่าย แต่ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระหว่างกลุ่มแมลงวันผลไม้ต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน การนำยีน *COX1* มาใช้ในการศึกษาทั้งด้านอนุกรมวิธานและสายวิวัฒนาการดังกล่าว ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมและจัดการศัตรูพืชในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในงานวิจัยที่ต้องการข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการกระจายของพันธุกรรมและลักษณะพฤติกรรมของแมลงวันผลไม้ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความแม่นยำในการควบคุมศัตรูพืชทั้งในระดับพื้นที่และระดับประเทศ ดังนั้น การขยายการใช้เทคนิคดีเอ็นเอบาร์โค้ดในระดับที่กว้างขึ้น ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับสากล จะมีบทบาทสำคัญในการสร้างฐานข้อมูลที่ครอบคลุมและได้มาตรฐานรองรับการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ด และการติดตามการเปลี่ยนแปลงทางวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมและศักยภาพของการใช้ยีน *COX1* ในการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคด และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้ที่ได้จากการสำรวจด้วยกับดักถังเปียกร่วมกับสารล่อเมทิลยูจินอลและคิวลัวร์ ซึ่งสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ได้หลากหลายชนิด และเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างที่สมบูรณ์และมีคุณภาพ เหมาะสำหรับการศึกษาในระดับโมเลกุล จากการวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยยีน *COX1* และทำการเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์จากฐานข้อมูล GenBank พบว่ามีความถูกต้องในการระบุชนิดสูงถึง 99 - 100% นอกจากนี้ การวิเคราะห์สายวิวัฒนาการด้วยวิธี Maximum likelihood ยังสามารถจัดจำแนกกลุ่มแมลงวันผลไม้ในสกุล *Bactrocera* และ *Zeugodacus* ได้อย่างชัดเจน

ผลการศึกษานี้จึงยืนยันว่า ยีน *COX1* เป็นเครื่องมือทางโมเลกุลที่มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้ ไม่เพียงแต่ช่วยในการจำแนกชนิด แต่ยังลดข้อผิดพลาดจากการใช้ลักษณะภายนอกเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจคลาดเคลื่อนโดยเฉพาะในระยะที่ยังไม่เจริญเต็มที่ หรือในกลุ่มที่มีความแปรผันสูง อีกทั้งยังใช้งานได้ง่ายในระดับห้องปฏิบัติการทั่วไป มีต้นทุนที่เหมาะสมและสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลพันธุกรรมระดับสากลได้โดยตรง จึงถือเป็นเครื่องมือที่ทรงประสิทธิภาพในการยกระดับการระบุชนิดแมลงศัตรูพืชทั้งในด้านวิจัยและการปฏิบัติจริง และการสร้างฐานข้อมูลลำดับดีเอ็นเอ (accession number) จากตัวอย่างในพื้นที่จริง พร้อมกับการยืนยันผลด้วยข้อมูลอ้างอิงสากล ถือเป็นองค์ความรู้ที่สนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคนิคดีเอ็นเอบาร์โคดในประเทศไทย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวัง ควบคุมและจัดการศัตรูพืชได้อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและการกระจายพันธุกรรมของแมลงวันผลไม้ในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและทันสมัยมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่ควรพิจารณา คือ ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและจำนวนตัวอย่างที่อาจยังไม่เพียงพอในการสะท้อนความหลากหลายทางพันธุกรรมของแมลงวันผลไม้ทั้งหมดในประเทศไทย ดังนั้นจึงควรมีการขยายพื้นที่เก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมภูมิภาคที่หลากหลาย รวมถึงเพิ่มจำนวนชนิดพันธุ์และกลุ่มประชากรที่ศึกษา เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของข้อมูลทางพันธุกรรม นอกจากนี้ ควรพิจารณาใช้ยีนเสริมอื่นร่วมกับ *COX1* เช่น ยีน *16S rRNA* หรือ *ITS* เพื่อเพิ่มความละเอียดและความมั่นใจในการจำแนกชนิดโดยเฉพาะในกลุ่มที่มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ การพัฒนาและปรับปรุงฐานข้อมูลดีเอ็นเอบาร์โคดของแมลงวันผลไม้ในระดับประเทศให้ทันสมัยและมีการตรวจสอบข้อมูลอย่างต่อเนื่องจะมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนงานวิจัย ตลอดจนการประยุกต์ใช้เทคนิคดีเอ็นเอบาร์โคดในงานด้านอนุกรมวิธาน การเฝ้าระวังศัตรูพืชและการวางแผนการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืนในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- ยุวรินทร์ บุญทบ ศิริณี พูนไชยศรี ชลิตา อุณหวุฒิ ลักขณา บำรุงศรี และสิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ์. 2553. อนุกรมวิธานแมลงวันผลไม้สกุล *Bactrocera*. หน้า 2009–2025. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- ยุวรินทร์ บุญทบ จารุวัฒน์ แต่กุล ชมัยพร บัวมาศ เกศสุดา สนศิริ และสุนัดดา เขาวลิต. 2565. การจำแนกชนิดและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini ในประเทศไทย โดยยีน *COX1*. *วารสารเกษตร* 38(2): 159–173.

- Boontop, Y. 2016. *Natural variation and biogeography of the melon fruit fly, Zeugodacus cucurbitae (Diptera: Tephritidae), in Southeast-Asia and the West-Pacific*. Ph.D. Thesis. Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland. 347 p.
- Boontop, Y.; M.K. Schutze; A.R. Clarke; S.L. Cameron and M.N. Krosch, 2017. Signatures of invasion: using an integrative approach to infer the spread of melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), across Southeast Asia and the West Pacific. *Biological Invasions* 19: 1597–1619.
- Drew, R.A.I.; and M.C. Romig. 2013. *Tropical fruit flies of South-East Asia (Tephritidae: Dacinae)*. CABI Publishing. London. 664 p.
- Funk, D.J.; K.E. Filchak and J.L. Feder. 2002. Herbivorous insects: Model systems for the comparative study of speciation ecology. *Genetica* 116: 251–267.
- Gnavvossou, D.; R. Hanna; G. Goergen; D. Salifu; C.M. Tanga; S.A. Mohamed and S. Ekesi. 2017. Diversity and seasonal abundance of tephritid fruit flies in three agro-ecosystems in Benin, West Africa. *Journal of Applied Entomology* 141(10): 798–809.
- Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Hendrichs, J. 2000. Use of the sterile insect technique against key insect pests. *Sustainable Development International* 2: 75–79.
- Kean, J.M.; N.C. Manoukis and B.C. Dominiak. 2024. Review of surveillance systems for tephritid fruit fly threats in Australia, New Zealand, and the United States. *Journal of Economic Entomology* 117(1): 8–23.
- Krosch, M.N.; M.K. Schutze; K.F. Armstrong; G.C. Graham; D.K. Yeates and A.R. Clarke. 2012. A molecular phylogeny for the Tribe Dacini (Diptera: Tephritidae): Systematic and biogeographic implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 64(3): 513–523.
- Krosch, M.N.; M.K. Schutze; K.F. Armstrong; Y. Boontop; L.M. Boykin; T.A. Chapman and A.R. Clarke. 2013. Piecing together an integrative taxonomic puzzle: microsatellite, wing shape and aedeagus length analyses of *Bactrocera dorsalis* s.l. (Diptera: Tephritidae) find no evidence of multiple lineages in a proposed contact zone along the Thai/Malay Peninsula. *Systematic Entomology* 38(1): 2–13.
- Kumar, S.; G. Stecher; M. Li; C. Knyaz and K. Tamura. 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35: 1547–1549.
- Plant Health Australia. 2018. *The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies Version 3.1*. Plant Health Australia. Canberra, ACT. 162 p.
- Ratnasingham, S. and P.D. Hebert. 2007. BOLD: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). *Molecular ecology notes* 7(3): 355–364.

การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราสาเหตุโรคแมลง
ในการควบคุมไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* Ehara ในห้องปฏิบัติการ
Efficiency of Entomopathogenic Fungi in Controlling
Mulberry Red Mite, *Tetranychus truncatus* Ehara under Laboratory Condition

ภัททิรา ศาสตร์วงศ์^{1/} ทิภาพร นวลเนตร^{1/} เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์^{1/}
ศุภางค์ โล๊ะหนองลิ้น^{1/} โรสมีย์ แวนะไล^{1/} พลอยชมพู กรวิภาสเรือง^{1/} วีระชัย สมศรี^{1/}
Pattira satwong^{1/} Thiphaphorn naunnet^{1/} Saowanit popoonsak^{1/}
Suparng Loanonglin^{1/} Rosmee Waenalai^{1/} Ploychompoo Konvipasruang^{1/} Weerachai somsi^{1/}

Abstract

The selection of effective entomopathogenic fungi for controlling *Tetranychus truncatus* Ehara was conducted from October 2022 to September 2024. The objective was to evaluate the efficiency and determine the optimal concentration of entomopathogenic fungi for controlling the red spider mite *T. truncatus* under laboratory conditions. The study was carried out in the Laboratory of Entomopathogenic Fungi, Biological Pest Control Research Group, Insect and Zoology Division, Plant Protection Research and Development Office. Ten fungal isolates preserved in the laboratory were selected, including eight isolates of *Metarhizium anisopliae* (DOA-M3, DOA-M5, DOA-M8, DOA-M14, DOA-M22, DOA-M42, DOA-M145, DOA-M165) and two isolates of *Beauveria bassiana* (DOA-B4, DOA-B18) at a concentration of 1×10^8 conidia ml^{-1} . After 7 days of testing, isolate DOA-M42 showed the highest infection rate of red spider mites at 94.66%, followed by DOA-B4 at 83.82%, with no statistically significant difference. These two isolates were then further tested at three different concentrations: 1×10^7 , 1×10^8 , and 1×10^9 conidia ml^{-1} . The results showed that DOA-B4 at 1×10^9 conidia ml^{-1} caused the highest infection rate at 96.88%, followed by DOA-M42 at 1×10^9 conidia ml^{-1} (93.14%) and DOA-B4 at 1×10^8 conidia ml^{-1} (91.56%), with no statistically significant difference. These findings suggest that the two fungal isolates have potential for further development into simple ready-to-use bioproducts for controlling red spider mites under field conditions.

Keywords : *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Tetranychus truncatus*, entomopathogenic fungi

^{1/} กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

^{1/} Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การคัดเลือกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* Ehara ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2565 - กันยายน 2567 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและหาความเข้มข้นของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมไรแดงหม่อน *T. truncatus* ในห้องปฏิบัติการ ทดสอบที่ห้องปฏิบัติการเชื้อราสาเหตุโรคแมลง กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยคัดเลือกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เก็บรักษาสายพันธุ์ไว้ในห้องปฏิบัติการจำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* 8 ไอโซเลท (DOA-M3, DOA-M5, DOA-M8, DOA-M14, DOA-M22, DOA-M42, DOA-M145, DOA-M165) และเชื้อรา *Beauveria bassiana* 2 ไอโซเลท (DOA-B4, DOA-B18) ที่ความเข้มข้น 1×10^8 โคโคนิเดีย/มล. หลังการทดสอบ 7 วัน พบว่า เชื้อรา DOA-M42 ทำให้ไรแดงหม่อนติดเชื้อได้สูงสุด 94.66% รองลงมา คือ DOA-B4 ที่ 83.82% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากนั้นจึงนำทั้ง 2 ไอโซเลทไปศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยทดสอบที่ความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 1×10^7 , 1×10^8 และ 1×10^9 โคโคนิเดีย/มล. ผลการทดลองพบว่า เชื้อรา DOA-B4 ที่ความเข้มข้น 1×10^9 โคโคนิเดีย/มล. ทำให้ไรแดงหม่อนติดเชื้อสูงสุด 96.88% รองลงมาคือ DOA-M42 เข้มข้น 1×10^9 โคโคนิเดีย/มล. (93.14%) และ DOA-B4 เข้มข้น 1×10^8 โคโคนิเดีย/มล. (91.56%) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงมีแนวโน้มที่จะนำเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท ไปศึกษาต่อยอดในการนำไปปรับใช้เพื่อหาเทคโนโลยีการใช้รวมทั้งพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์สูตรพร้อมใช้อย่างง่ายในการควบคุมไรแดงหม่อนที่เหมาะสมในสภาพไรต่อไป

คำหลัก: เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม เชื้อราขาวบิวเวอเรีย ไรแดงหม่อน เชื้อราสาเหตุโรคแมลง

คำนำ

ไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* Ehara เป็นศัตรูพืชที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง สามารถพบกระจายได้ทั่วไปตามธรรมชาติ โดยอาศัยพาหนะต่าง ๆ เป็นตัวช่วยในการกระจายตัว เช่น ลมพัดพา ติดไปกับแมลง และตัวของมันเอง ส่วนใหญ่ไรศัตรูพืชจะอาศัยอยู่ใต้ใบพืช และใช้ส่วนของปาก (stylet) แทงทะลุเข้าสู่เซลล์พืชเพื่อดูดกินของเหลวภายในใบพืช จากนั้นจะเห็นเป็นจุดต่างขาวเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ถ้าหากพบการเข้าทำลายเป็นจำนวนมากจะทำให้ใบเหลืองซีดบางชนิดหงิกงอ บางชนิดมีเส้นใยขึ้นปกคลุม จากนั้นใบจะร่วงและตายในที่สุด พืชอาศัยที่สำคัญ ได้แก่ มันสำปะหลัง ถั่วฝักยาว มันเทศ กระเจี๊ยบ กล้วยา และไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น (วัฒนาและคณะ, 2544) ซึ่งพบการระบาดของไรศัตรูพืชตลอดทั้งปี เกษตรกรจึงนิยมนำสารเคมีมาใช้ในการป้องกันกำจัด แต่ไรศัตรูพืชมีการปรับตัวสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดไรมากขึ้น เกษตรกรจึงมีการพ่นสารกำจัดไรบ่อยขึ้น และเพิ่มความเข้มข้นให้สูงขึ้น สารเคมีเหล่านั้นจึงสร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและต่อตัวเกษตรกรเอง

การควบคุมศัตรูพืชทางชีววิธีจึงเริ่มนิยมนำมาใช้มากขึ้น การใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง เช่น เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม *Metarhizium anisopliae* และเชื้อราขาวบิวเวอเรีย *Beauveria bassiana* เป็นจุลินทรีย์ที่นิยมนำมาใช้และสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น หนอนดั่งแรดมะพร้าว หนอนแมลงดำหนามมะพร้าว หนอนหัวดำมะพร้าว หนอนดั่งหนวดยาวอ้อย หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ตั๊กแตน เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น มอดเจาะผลกาแฟ แมลงหวี่ขาวยาสูบ เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง และไรศัตรูพืช นอกจากนี้แล้วมีนักวิชาการหลายท่านได้ทดสอบประสิทธิภาพในการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง ได้แก่ *Neozygites* spp., *Verticillium lecanii*, *Entomophthora* spp., *Paecilomyces* spp.,

Hirsutella thompsonii, *M. anisopliae* และ *B. bassiana* สามารถใช้ควบคุมไรแดงมุมสองจุดได้ (ภัทรา, 2550; Chandler *et al.*, 2005; Dogan *et al.*, 2017)

ดังนั้นการนำเชื้อราสาเหตุโรคแมลงมาใช้ควบคุมไรศัตรูพืชนั้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาการระบาดของไรศัตรูพืชได้ การทดลองครั้งนี้จึงทำการคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลงในการควบคุมไรแดงหมอนที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตพืช สามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นเทคโนโลยีการใช้ในสภาพไร่ และขยายผลสู่เกษตรกรหรือชุมชน สามารถพัฒนาเป็นสูตรชีวภัณฑ์รูปแบบการใช้ที่ง่าย นำไปสู่การเป็นคำแนะนำการใช้ชีวภัณฑ์ต่อไป สามารถเป็นต้นแบบให้เกษตรกรสามารถผลิตใช้เองได้ มีต้นทุนต่ำ และสะดวกต่อการนำไปใช้ ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตและสินค้าทางการเกษตรที่มีความปลอดภัยต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งลดสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมในระบบการปลูกพืชปลอดภัยและพืชอินทรีย์แบบยั่งยืนอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. คัดเลือกชนิดเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไรแดงหมอน *Tetranychus truncatus* Ehara ในห้องปฏิบัติการ

คัดเลือกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เก็บรักษาสายพันธุ์ไว้ในห้องปฏิบัติการเชื้อราสาเหตุโรคแมลง กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ทำการทดสอบในเบื้องต้นแล้วสามารถทำให้ไรแดงหมอนติดเชื้อได้ จำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อรา *M. anisopliae* 8 ไอโซเลท (DOA-M3, DOA-M5, DOA-M8, DOA-M14, DOA-M22, DOA-M42, DOA-M145, DOA-M165) และเชื้อรา *B. bassiana* 2 ไอโซเลท (DOA-B4, DOA-B18) (Table 1) มาทดสอบประสิทธิภาพ

1.1 การเลี้ยงขยายเชื้อราสาเหตุโรคแมลง

นำไอโซเลทเชื้อราสาเหตุโรคแมลง จำนวน 10 ไอโซเลท มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในอาหาร PDA (potato dextrose agar) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเลี้ยงเชื้อรา *M. anisopliae* บนข้าวสาร ปริมาตร 200 กรัม/น้ำ 200 มล. และเชื้อรา *B. bassiana* บนข้าวสาร ปริมาตร 200 กรัม/น้ำ 100 มล. โดยใส่ในถุงพลาสติกขนาด 10x15 นิ้ว ปิดปากถุงด้วยจุกสำลีและหุ้มทับด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C. ความดัน 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 20 นาที ปล่อยให้เย็น จากนั้นตัดชิ้น PDA ที่มีเชื้อราเจริญเติบโตขนาด 1x5 ซม. จำนวน 2 ชิ้น ใส่ลงในถุงข้าวสารที่เตรียมไว้ หัวเชื้อราบนอาหาร PDA จำนวน 1 จานเลี้ยงเชื้อ สามารถเลี้ยงขยายลงในถุงข้าวสาร ประมาณ 7 - 8 ถุง จากนั้นคลุกให้เชื้อกระจายทั่วทั้งถุง นำไปวางบนชั้นเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (27±2°C.) ให้แสงสว่าง 8 ชั่วโมง สลับมืด 8 ชั่วโมง และปล่อยให้เชื้อราเจริญเติบโตเต็มถุง เป็นเวลา 14 วัน

เมื่อขยายลงในข้าวสารแล้วพบว่า ช่วง 2 - 4 วัน เส้นใยของเชื้อราเริ่มเจริญเติบโตเกาะกันแน่นเห็นเส้นใยเป็นสีขาว ช่วง 5 - 7 วัน โคนิเดียเริ่มงอกบางจุดจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีขาวขุ่นเข้มขึ้นเรื่อย ๆ ประมาณ 14 วัน เชื้อราจะเจริญเติบโตเต็มถุง ใช้เวลาในการเลี้ยงหัวเชื้อราทั้งหมดประมาณ 21 วัน จากนั้นล้างโคนิเดียของเชื้อราด้วยน้ำเปล่าหนึ่งฆ่าเชื้อผสม Tween 80 (0.05%) กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นทำ serial dilution ตามวิธีการของ Alves and Moraes (1998) ในการเจือจางแต่ละครั้งหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 30 วินาที ตรวจนับจำนวนโคนิเดียต่อปริมาตรด้วยฮีมาไซโตมิเตอร์ (haemocytometer) ปรับสารแขวนลอยให้ได้ความเข้มข้นตามกรรมวิธีต่าง ๆ ก่อนนำไปทดสอบ

1.2 การเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณไรแดงหม่อนในห้องปฏิบัติการ

เก็บไรแดงหม่อนในธรรมชาติที่พบไรแดงหม่อนระบาดในพื้นที่ จ.กาญจนบุรี อุทัยธานี และบุรีรัมย์ โดยพบการเข้าทำลายบริเวณใต้ใบและยอด จากนั้นนำไรแดงหม่อนมาเลี้ยงขยายบนใบหม่อนที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ ก่อนนำไปทดสอบ

1.3 คัดเลือกชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไรแดงหม่อน

นำเชื้อราสาเหตุโรคแมลงจากข้อ 1.1 มาทำ serial dilution ให้ได้ความเข้มข้นที่ 1×10^8 โคนิเดีย/มล. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 11 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยใช้ไรแดงหม่อนซ้ำละ 20 ตัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M3
กรรมวิธีที่ 2	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M5
กรรมวิธีที่ 3	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M8
กรรมวิธีที่ 4	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M14
กรรมวิธีที่ 5	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M22
กรรมวิธีที่ 6	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M42
กรรมวิธีที่ 7	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M145
กรรมวิธีที่ 8	เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท DOA-M165
กรรมวิธีที่ 9	เชื้อรา <i>B. bassiana</i> ไอโซเลท DOA-B4
กรรมวิธีที่ 10	เชื้อรา <i>B. Bassiana</i> ไอโซเลท DOA-B18
กรรมวิธีที่ 11	น้ำเปล่าหนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)

ตัดใบหม่อนเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซม. จำนวน 4 ใบ วางบนจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. ที่รองด้วยสำลีชุบน้ำ จากนั้นเขี่ยตัวเต็มวัยของไรแดงหม่อนลงบนใบหม่อน 20 ตัว/ใบ จากนั้นนำสารแขวนลอยโคนิเดียของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงความเข้มข้น 1×10^8 โคนิเดีย/มล. ที่เตรียมไว้ในแต่ละกรรมวิธีพ่นลงบนใบหม่อนที่มีไรแดงหม่อนเข้าทำลาย ปริมาตร 5 มล. ต่อกรรมวิธี ปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อและพันทับด้วยพาราฟิน บ่มเชื้อไว้ 48 ชั่วโมง สังเกตการเป็นโรคของไรแดงหม่อนทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ โดยทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 ในเดือนมีนาคม 2566 และเดือนเมษายน 2566 ตามลำดับ นำไรแดงหม่อนที่ตายจากการติดเชื้อราสาเหตุโรคแมลงมาตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอ และทำการแยกเชื้อเพื่อยืนยันการเกิดโรค โดยใช้หลัก Koch's postulates (Agrios, 2005) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's New's Multiple Range Test (DMRT)

2. ศึกษาหาความเข้มข้นของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เหมาะสมในการควบคุมไรแดงหม่อนในห้องปฏิบัติการ

คัดเลือกไอโซเลทที่ควบคุมไรแดงหม่อน ได้สูงสุดจากขั้นตอนที่ 1.3 จำนวน 2 ไอโซเลท มาศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการควบคุมไรแดงหม่อน จำนวน 3 ระดับ คือ 1×10^7 , 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. มีน้ำเปล่าหนึ่งฆ่าเชื้อเป็นกรรมวิธีควบคุม รวม 7 กรรมวิธี วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1.3 บันทึกอัตราการตายและการติดเชื้อทุก 2 วัน เป็นเวลา 7 วัน และคำนวณหาอัตราการติดเชื้อของไรแดงหม่อน ทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 ในเดือนมิถุนายน 2566 ครั้งที่ 3 ทดสอบเดือนสิงหาคม 2566 และครั้งที่ 4 เดือนพฤศจิกายน 2566 ยืนยันการติดเชื้อและวิเคราะห์ผลเช่นเดียวกับ 1.3

Table 1 Entomopathogenic fungi strains used during the present studies.

Fungi	Isolate	Insect host	Crop	Location
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M3	Sugarcane longhorn beetle	Sugarcane	Biological Control Center, Nakhon Pathom province.
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M5	Coconut rhinoceros beetle	Coconut	Lam Luk Ka district, Pathum Thani province
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M8	White Grub	Pineapple	Huai Sai sub-district, Mueang district, Prachuap Khiri Khan province.
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M14	Sugarcane longhorn beetle	Sugarcane	Plant Protection Research and Development Office, Suphan Buri province
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M22	Sugarcane longhorn beetle	Sugarcane	Nong Phai subdistrict, Dan Makham Tia district, Kanchanaburi province
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M42	Sugarcane longhorn beetle	Sugarcane	Nong Kwang subdistrict, Photharam district, Ratchaburi province
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M145	Rice Weevil	Soil, Plant of Coffee	Chumphon Agricultural Research and Development Center, Chumphon province.
<i>M. anisopliae</i>	DOA-M165	Coconut rhinoceros beetle	Coconut	Mae Klong subdistrict, Mueang Samut Songkhram district, Samut Songkhram province
<i>B. bassiana</i>	DOA-B4	Coffee Borer Beetle	Coffee	Thep Sadet sub-district, Doi Saket district, Chiang Mai province.
<i>B. bassiana</i>	DOA-B18	Coffee Borer Beetle	Coffee	Tak Agricultural Research and Development Center, Tak province.

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คัดเลือกชนิดเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* Ehara ในห้องปฏิบัติการ

ทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ที่ความเข้มข้น 1×10^8 โคนิเดีย/มล. พบว่า ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หลังการทดสอบ 2 วัน ไรแดงหม่อนเริ่มเคลื่อนที่ช้าลง หลังการทดสอบ 3 วัน เริ่มเห็นเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงขึ้นปกคลุมลำตัว หลังการทดสอบ 5 - 7 วัน เห็นโครงสร้างโคนิเดียเป็นสีเขียวยาวและสีขาวชัดเจน (Figure 1)

ผลการทดลองครั้งที่ 1 พบว่า เชื้อรา DOA-M42 ทำให้ไรแดงหม่อนติดเชื้อได้สูงสุด 89.32% รองลงมา คือ DOA-M8, DOA-B4, DOA-M14, DOA-M165, DOA-M3 และ DOA-M22 พบที่ 85.93%, 81.02%, 74.99%, 68.83%, 66.46% และ 59.83% ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า เชื้อรา DOA-M42 ทำให้ไรแดงหม่อนติดเชื้อได้สูงสุด 100% รองลงมา คือ DOA-B4, DOA-B18, DOA-M145, DOA-M22, DOA-M14 และ DOA-M3 พบที่ 86.62%, 83.23%, 81.62%, 79.55%, 79.08% และ 76.25% ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองเฉลี่ยทั้ง 2 ครั้ง หลังการทดสอบ 7 วัน พบว่า เชื้อรา DOA-M42 ทำให้ไรแดงหม่อนติดเชื้อได้สูงสุด 94.66% รองลงมา คือ DOA-B4 ที่ 83.82% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

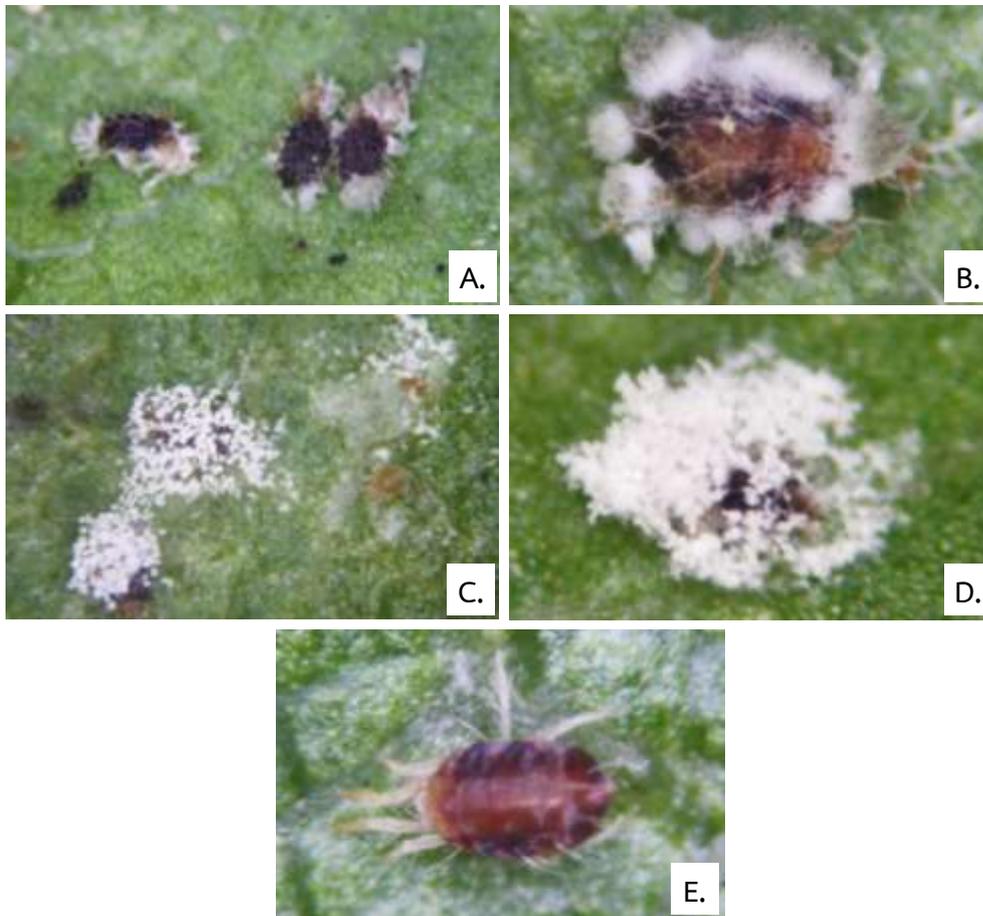


Figure 1 Characteristic of infected Mulberry red mite, *Tetranychus truncatus* by different species of entomopathogenic fungi (magnification: 20 times):
 A., B. *Metarhizium anisopliae* Isolate DOA-M42
 C., D. *Beauveria bassiana* Isolate DOA-B4
 E. Uninfected

ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ จิตรานนท์ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพเชื้อราสาเหตุโรคแมลง จำนวน 12 สายพันธุ์ ในการป้องกันกำจัดไรขาวพริกในหม่อน พบว่า *M. anisopliae* (CKMO48) เข้มข้น 2×10^8 โคโคนิเดีย/มล. ไม่สามารถเข้าทำลายระยะไข่ของไรขาวพริกได้ แต่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมตัวอ่อนได้ถึง 100% และตัวเต็มวัย 71.67% หลังการพ่นเชื้อ 4 วัน และพบค่า LT_{50} ของตัวอ่อน เท่ากับ 2.04 และตัวเต็มวัย 4.01 วัน

สอดคล้องการทดสอบของ Dogan *et al.* (2017) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราสาเหตุโรคแมลง จำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ *Metarhizium brunneum* (สายพันธุ์ ARSEF, 4556 และ V275), *Metarhizium flavoviride* UPH-0288, *Lecanicillium lecanii* UPH-0241 และ *B. bassiana* UPH-1103 ที่ความเข้มข้น 1×10^7 โคโคนิเดีย/มล. พบว่า เชื้อราทุกไอโซเลทสามารถเข้าทำลายไรแมงมุมสองจุดได้มากกว่า 80% ยกเว้น *M. flavoviride* พบอัตราการตายเพียง 67% จากนั้นได้คัดเลือก *M. brunneum* V275 ซึ่งมีประสิทธิภาพการเข้าทำลายสูงสุด นำมาทดสอบผลกระทบกับไรตัวห้ำ จำนวน 2 ชนิด คือ *Phytoseiulus persimilis* และ *Neoseiulus californicus* ที่ความเข้มข้น 1×10^6 , 1×10^7 และ

1×10^8 โคนิเดีย/มล. พบอัตราการตายของ *P. persimilis* เท่ากับ 57.5%, 80.5% และ 99.5% ตามลำดับ และ *N. californicus* ที่ 51.5%, 75.0% และ 90.5% ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม *M. brunneum* V275 ไม่ส่งผลกระทบต่อระยะไข่และตัวอ่อนของไรตัวห้ำทั้ง 2 ชนิด ซึ่งสามารถขยายเพิ่มปริมาณได้ 3 - 9 ชั่วโมง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อรา *M. brunneum* V275 สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับไรตัวห้ำได้อย่างปลอดภัย

Table 2 Mortality of Mulberry red mite, *Tetranychus truncatus* caused by infection with 10 fungal isolates using a concentration of 1×10^8 conidia ml^{-1} at 7 days after treatment. (2 replications)

Isolate	Mortality of <i>T. truncatus</i> ^{1/} (%)		
	1 st Test	2 nd Test	Average
DOA-M3	66.46 ab	76.25 abc	71.36 b
DOA-M5	23.89 c	38.98 d	31.44 c
DOA-M8	85.93 ab	61.19 c	73.56 b
DOA-M14	74.99 ab	79.08 abc	77.03 b
DOA-M22	59.83 ab	79.55 abc	69.69 b
DOA-M42	89.32 a	100.00 a	94.66 a
DOA-M145	57.81 b	81.62 abc	69.72 b
DOA-M165	68.83 ab	67.54 bc	68.18 b
DOA-B4	81.02 ab	86.62 ab	83.82 ab
DOA-B18	55.79 b	83.23 abc	69.51 b
Control	0.00 c	0.00 e	0.00 d
C.V. (%)	30.9	21.6	15.8

^{1/}Average of 4 replications, 20 adults/replication. Mean in the same column, followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

2. ศึกษาหาความเข้มข้นของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เหมาะสมในการควบคุมไรแดงหม่อนในห้องปฏิบัติการ

จากการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 1.3 ได้เชื้อราที่มีประสิทธิภาพทำให้ไรแดงหม่อนติดเชื้อได้สูงสุด จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ *M. anisopliae* DOA-M42 และ *B. bassiana* DOA-B4 มาทำการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการนำไปใช้ควบคุมไรแดงหม่อน โดยทดสอบที่ความเข้มข้น 1×10^7 , 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. ทดสอบจำนวน 4 ครั้ง ดังนี้ (Table 3)

ผลการทดลองครั้งที่ 1 พบว่า เชื้อ DOA-M42 ที่ความเข้มข้น 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบไรแดงหม่อนติดเชื้อสูงสุดที่ 92.50% และ 100.00% ตามลำดับ และเชื้อ DOA-B4 เข้มข้น 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบที่ 85.00% และ 91.25% ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 กรรมวิธีไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า เชื้อ DOA-M42 ที่ความเข้มข้น 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบไรแดงหม่อน ติดเชื้อสูงสุดที่ 86.25% และ 100.00% ตามลำดับ และเชื้อ DOA-B4 เข้มข้น 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบที่ 93.75% และ 96.25% ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 กรรมวิธีไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองครั้งที่ 3 พบว่า เชื้อ DOA-B4 ที่ความเข้มข้น 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบไรแดงหม่อน ติดเชื้อสูงสุดที่ 95.00% และ 100.00% ตามลำดับ และเชื้อ DOA-M42 เข้มข้น 1×10^7 , 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบที่ 72.50%, 73.75% และ 90.00% ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 กรรมวิธีไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองครั้งที่ 4 พบว่า เชื้อ DOA-B4 ที่ความเข้มข้น 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบไรแดงหม่อน ติดเชื้อสูงสุดที่ 92.00% และ 100.00% ตามลำดับ และเชื้อ DOA-M42 เข้มข้น 1×10^7 , 1×10^8 และ 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบที่ 66.25%, 68.75% และ 82.50% ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 กรรมวิธีไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทั้ง 4 ครั้ง พบว่า เชื้อ DOA-B4 ที่ความเข้มข้น 1×10^9 โคนิเดีย/มล. พบไรแดงหม่อน ติดเชื้อสูงสุดที่ 96.88% รองลงมาคือ เชื้อ DOA-M42 เข้มข้น 1×10^9 โคนิเดีย/มล. (93.14%) และเชื้อ DOA-B4 เข้มข้น 1×10^8 โคนิเดีย/มล. (91.56%) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สังเกตเห็นได้ว่าการติดเชื้อราของไรแดงหม่อนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อความเข้มข้นของเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท (DOA-M42 และ DOA-B4) เพิ่มสูงขึ้น อัตราการติดเชื้อของไรแดงหม่อนเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยความรุนแรงของเชื้อราแต่ละไอโซเลทในแต่ละความเข้มข้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองใกล้เคียงกับการรายงานของ Hassan *et al.* (2017) ได้รายงานว่า *B. bassiana* สามารถควบคุมระยะไข่ของไรแมงมุมสองจุดได้ 25.2% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (99%) และพบ LC_{50} เท่ากับ 1.14×10^7 โคนิเดีย/มล. และสามารถทำให้ตัวเต็มวัยตายได้ 88.5% ที่ความเข้มข้น 1×10^8 โคนิเดีย/มล. และ LC_{50} ที่ 6.61×10^6 โคนิเดีย/มล. และยังพบว่า *B. bassiana* ไม่เป็นพิษต่อไรแมงมุมตัวห้ำ *Phytoseiulus persimilis* แต่เป็นพิษเล็กน้อยต่อ *Neoseiulus californicus*

Table 3 Percent of Mulberry red mite, *Tetranychus truncatus* infected by 2 fungal isolates at 10^7 - 10^9 conidia ml^{-1} at 7 days after treatment. (4 replications)

Isolate	Concentration (Conidia ml^{-1})	<i>T. truncatus</i> infected by fungal (%) ^{1/}				
		1 st Test	2 nd Test	3 rd Test	4 th Test	Average
DOA-M42	1×10^7	68.75 bc	66.25 bc	72.50 ab	66.25 ab	68.44 c
	1×10^8	92.50 a	86.25 ab	73.75 ab	68.75 ab	80.31 bc
	1×10^9	100.00 a	100.00 a	90.00 a	82.50 a	93.14 a
DOA-B4	1×10^7	52.50 c	55.00 c	50.00 b	42.50 b	50.00 d
	1×10^8	85.00 ab	93.75 a	95.00 a	92.00 a	91.56 ab
	1×10^9	91.25 a	96.25 a	100.00 a	100.00 a	96.88 a
Control		0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 e
C.V. (%)		18.3	20.8	24.0	35.8	13.1

^{1/}Average of 4 replications, 20 adults/replication. Mean in the same column, followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลงควบคุมไรแดงหม่อน *T. truncatus* ที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ ได้เชื้อรา *B. bassiana* DOA-B4 ที่ความเข้มข้น 1×10^9 โคโคนิดี/มล. ทำให้ไรแดงหม่อนติดเชื้อสูงสุดที่ 96.88% รองลงมาคือเชื้อ DOA-M42 เข้มข้น 1×10^9 โคโคนิดี/มล. พบที่ 93.14%

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยมีแนวโน้มที่จะนำเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท ไปศึกษาต่อยอดในการนำไปปรับใช้เพื่อหาอัตรา เทคนิค และเทคโนโลยีการใช้ที่เหมาะสมในสภาพไร่ รวมทั้งสามารถนำไปพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์สูตรพร้อมใช้ได้อย่างง่ายในการควบคุมไรแดงหม่อนในสภาพไร่ สามารถถ่ายทอดให้กับศูนย์วิจัยในเครือข่าย นักวิชาการ หรือบุคลากรที่สนใจสามารถนำองค์ความรู้ และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำไปพัฒนาเพื่อควบคุมไรแดงหม่อนที่เหมาะสมต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นายเกรียงไกร จำเริญมา นางพุดผา รุ่งระวี ที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับแผนการดำเนินงานทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง และขอขอบคุณคณะทำงานกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพทุกท่านที่ทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จิตรานนท์ สิ้นประเสริฐ. 2550. การใช้เชื้อราก่อโรคกับแมลงเพื่อควบคุมไรขาวพริก *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) ในหม่อน *Morus alba* Linn. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 95 หน้า.
- ภัทรา อุปดิษฐ์. 2550. ประสิทธิภาพของสารเมทาโบไลต์จากเชื้อราก่อโรคในแมลงในการควบคุมไรแมงมุมสองจุด, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 145 หน้า.
- วัฒนา จารณศรี มานิตา คงชื่นสิน เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และพิเชษฐ เขาวนวัฒน์วงศ์. 2544. ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ. 192 หน้า.
- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed. Academic Press, Gainesville, U.S.A. 952 p.
- Alves, S.B. and S.A. Moraes. 1998. Inoculum quantification of insect pathogens. Pages 765-778. In: S.B. Alves (Ed.). *Microbial control of insects*, 2nd. FEALQ, Piracicaba.
- Chandler, D.; G. Davidson and R.J. Jacobson. 2005. Laboratory and glasshouse evaluation of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on tomato, *Lycopersicon esculentum*. *Biocontrol Science and Technology* 15: 37-54.
- Dogan, Y.O.; S. Hazir; A. Yildiz; T.M. Butt and I. Cakmak. 2017. Evaluation of entomopathogenic fungi for the control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and the effect of *Metarhizium brunneum* on the predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Biological Control* 111: 6-12.
- Hassan, D.M.A.; M.A. Rizk; H.M. Sobhy; W.Z.A. Mikhail and M.S. Nada. 2017. Virulent Entomopathogenic Fungi against The Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* and some Associated Predator Mites as Non Target Organisms. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences (A. Entomology)* 10(6): 37-56.

ความต้านทานของไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* (Tucker)

ต่อสารกำจัดไรบางชนิดในส้มเขียวหวานของประเทศไทย

Resistance of the African Red Mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker)

to Selected Acaricides in Tangerine of Thailand

ณพชกร ธไภษัชย์^{1/} พลอยชมพู กรวิภาสเรือง^{1/} วิมลวรรณ โชติวงศ์^{1/}

อทิติยา แก้วประดิษฐ์^{1/} วีระชัย สมศรี^{1/} อภิสัทธี แชมภักดี^{1/}

Naphacharakorn Ta-Phaisach^{1/} Ploychompoo Konvipasruang^{1/} Wimolwan Chotwong^{1/}

Athitiya Kaewpradit^{1/} Weerachai Somsri^{1/} Apisit Champukdee^{1/}

Abstract

The African red mite, *Eutetranychus africanus* Tucker is a major pest of citrus in Thailand. Farmers have long used the acaricides pyridaben, propargite, and amitraz to control infestations, which may lead to the development of resistance to these chemicals. Therefore, this study aimed to investigate the resistance levels of *E. africanus* populations to these acaricides in 6 major citrus-producing areas of Chiang Mai, Kamphaeng Phet, Chumphon, and Bangkok provinces. Mites collected from the different locations were reared to the F2 generation and tested for resistance using the leaf dipping technique. The experiments were conducted at the Laboratory of Mite and Spider Research Group, Department of Agriculture. Leaves of *Erythrina fusca* Lour were dipped into different concentrations of each acaricide, and 20 adult female mites were transferred onto each treated leaf per replicate. Each concentration was tested with at least six replicates. Mortality was recorded after 72 hours, and LC₅₀ and resistance factor (RF) values were calculated. The results showed that *E. africanus* populations of from Chiang Mai, Kamphaeng Phet, Chumphon, and Bangkok exhibited different levels of resistance to the tested acaricides. RF values ranged from 1.00 - 589.55 -fold for pyridaben, 1.00 - 101.93 -fold for propargite, and 1.00 - 4.72 -fold for amitraz. The *E. africanus* from Khlong Khlung District, Kamphaeng Phet Province, exhibited a very high resistance level to pyridaben (RF = 589.55 fold), while the population from Fang District, Chiang Mai Province, showed high resistance to pyridaben (RF = 55.22 fold) and very high resistance to propargite (RF = 101.93 fold). All *E. africanus* populations exhibited low resistance levels to amitraz. Therefore, to effectively manage *E. africanus* populations in citrus and delay the development of resistance, acaricides with high resistance levels in specific areas should be avoided, and acaricide rotation programs should be implemented.

Keywords: resistance management, resistance monitoring, acaricides toxicity

^{1/} กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

^{1/} Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

ไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* Tucker เป็นไรศัตรูสำคัญของส้ม เกษตรกรใช้สารกำจัดไร pyridaben, propargite และ amitraz เพื่อควบคุมการระบาดของไรมาเป็นเวลานาน ซึ่งอาจเกิดความเสี่ยงในการพัฒนาความต้านทาน จึงทำการทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้านทานต่อสารกำจัดไรดังกล่าว ในแหล่งปลูกส้มที่สำคัญ 6 พื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ กำแพงเพชร ชุมพร และกรุงเทพฯ โดยเก็บไรจากแหล่งต่าง ๆ มาเพาะเลี้ยงเพิ่มขยายปริมาณจนได้ประชากรรุ่นที่ 2 และทดสอบความต้านทานโดยวิธี leaf dipping ในห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กรมวิชาการเกษตร โดยจุ่มใบของกลาง *Erythrina fusca* Lour ในสารละลายสารกำจัดไรแต่ละความเข้มข้นเจียไรแดงแอฟริกันตัวเต็มวัยเพศเมีย เพื่อให้ดูดกินใบที่ชุบสาร 20 ตัวต่อซ้ำ ตรวจสอบการตายหลังการทดลอง 72 ชั่วโมง คำนวณหาค่า LC_{50} และค่าความต้านทาน (Resistance factor, RF) ผลการทดลองพบว่า ประชากรไรแดงแอฟริกันมีความต้านทานต่อสารกำจัดไรแตกต่างกัน สาร pyridaben มีค่า RF 1.00 - 589.55 เท่า สาร propargite มีค่า RF 1.00 - 101.93 เท่า และสาร amitraz มีค่า RF 1.00 - 4.72 เท่า โดยประชากรในพื้นที่ อำเภอลองขลุ้ง จังหวัดกำแพงเพชร มีค่าระดับความต้านทานสูงมากต่อสาร pyridaben (RF = 589.55 เท่า) ในขณะที่กลุ่มประชากรอำเภอลองขลุ้ง จังหวัดเชียงใหม่ มีระดับความต้านทานสูงต่อสาร pyridaben (RF = 55.22 เท่า) และมีระดับความต้านทานสูงมากต่อสาร propargite (RF = 101.93 เท่า) ทุกกลุ่มประชากรที่ทดลองมีระดับความต้านทานต่ำต่อสาร amitraz ดังนั้นเพื่อควบคุมประชากรไรแดงแอฟริกันในส้มอย่างมีประสิทธิภาพ และชะลอการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไร จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้สารที่มีความต้านทานสูงในพื้นที่ดังกล่าว และมีการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียน

คำหลัก: การจัดการความต้านทาน การตรวจสอบความต้านทาน ความเป็นพิษของสารกำจัดไร

คำนำ

ส้ม *Citrus reticulata* เป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จากข้อมูลของสำนักเศรษฐกิจการเกษตร (2564) พบว่า ในปี 2564 มีพื้นที่เพาะปลูกส้มเขียวหวานทั่วประเทศ 128,046 ไร่ ให้ผลผลิตส้มรวม 259,354 ตัน โดยร้อยละ 97.3 ของผลผลิตทั้งหมดมาจากภาคเหนือของประเทศไทย การผลิตส้มเขียวหวานยังคงเผชิญกับปัญหาหลัก คือ การระบาดของไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* Tucker ซึ่งเป็นไรศัตรูพืช ที่พบระบาดประจำในพืชตระกูลส้ม ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบส้ม ทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีเขียวซีด ต้นทรุดโทรมและให้ผลผลิตลดลง (อัจฉราภรณ์และคณะ, 2563)

เกษตรกรส่วนใหญ่กว่า 98 เปอร์เซ็นต์ ใช้สารกำจัดศัตรูพืชเป็นวิธีควบคุมหลัก (จารุฉัตรและคณะ, 2557) โดยเฉพาะสารกำจัดไร pyridaben, propargite และ amitraz การใช้สารกำจัดศัตรูพืชชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน รวมถึงการใช้สารกำจัดไรในปริมาณมาก นับเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไร (Van Leeuwen *et al.*, 2010) ส่งผลให้ประสิทธิภาพของสารกำจัดไรลดลงอย่างต่อเนื่อง และเกษตรกรจำเป็นต้องเพิ่มอัตราการใช้สารให้มากขึ้นกว่าปกติ จนในที่สุดไรศัตรูพืชสามารถพัฒนาไปสู่ระดับที่ดื้อต่อสารกำจัดไรมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังเช่นสถานการณ์ความต้านทานของไรแดงแอฟริกันต่อสารกำจัดไรในประเทศแอฟริกาใต้ ซึ่งเป็นผู้ผลิตส้มรายใหญ่ของโลก พบว่าไรแดงแอฟริกันในสวนส้ม มีความต้านทานต่อสารกำจัดไร amitraz RF มากกว่า 20 เท่า (Van Niekerk & Pringle, 2003) จนทำให้การควบคุมไม่ได้ผล และจำเป็นต้องเปลี่ยนกลุ่มสารกำจัดไรในการจัดการ (Smith-Meyer *et al.*, 1996) นอกจากนี้ยังพบการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไรชนิดอื่น ๆ ด้วยโดย Grout &

Richards (1992) รายงานว่าไรแดงแอฟริกันในสวนส้มเขต KwaZulu-Natal และ Eastern Cape ประเทศแอฟริกาใต้ มีความต้านทานต่อสารกำจัดไร propargite RF 40 - 80 เท่า แสดงให้เห็นถึงปัญหาความต้านทานที่เกิดขึ้นในหลายภูมิภาคของโลก

สำหรับในประเทศไทย Kulpiyawat (2001) รายงานว่าไรแดงแอฟริกันแต่ละกลุ่มประชากรมีระดับความต้านทานแตกต่างกันไปตามพื้นที่ เช่น กลุ่มประชากรจากอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าความต้านทานต่อสาร amitraz สูงสุด 6.99 เท่า นอกจากนี้ในไรแดงชนิดอื่นก็พบว่าเกิดการพัฒนาความต้านทาน เช่น งานศึกษาของ ณพชรกร (2563) รายงานสถานการณ์ความต้านทานในประชากรไรสองจุด (*Tetranychus urticae* Koch) จากอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR) พบว่ามีค่าความต้านทานสูงมากต่อสารกำจัดไร pyridaben (RF = 74.48 เท่า) และ propargite (RF = 81.71 เท่า) ข้อมูลเหล่านี้ชี้ว่าปัญหาการเกิดความต้านทานต่อสารกำจัดไรมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

เนื่องจากข้อมูลความต้านทานต่อสารกำจัดไรในส้มที่เป็นปัจจุบันมีค่อนข้างน้อย ทำให้ไม่ทราบว่าพื้นที่ใดเกิดปัญหามากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาสถานการณ์ความต้านทานต่อสารกำจัดไร pyridaben, propargite และ amitraz ซึ่งมีการใช้ในสวนส้มเป็นระยะเวลานานเพื่อกำจัดไรแดงแอฟริกันที่พบในสวนส้มเขียวหวานของประเทศไทย เพื่อประเมินระดับความต้านทาน และใช้เป็นข้อมูลในการเลือกใช้สารกำจัดไรอย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งกำหนดแนวทางการใช้สารแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อชะลอการพัฒนาความต้านทาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลี้ยงเพิ่มปริมาณไรแดงแอฟริกัน *E. africanus*

เก็บรวบรวมไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* จากแหล่งปลูกส้มที่สำคัญต่าง ๆ ทั้งหมด 6 พื้นที่จากภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ของประเทศไทย (Table 1) โดยทำการเก็บตัวอย่างใบส้มที่พบการระบาดของไรแดงแอฟริกัน จากแต่ละพื้นที่ นำใบที่เก็บได้วางลงในกล่องพลาสติกที่มีสำลีที่ชุบน้ำรองพื้นเพื่อรักษาความสดของใบระหว่างการขนส่ง บรรจุในกล่องรักษาความเย็น จากนั้นนำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการเพื่อเพิ่มปริมาณไรบนใบทองหลาง *Erythrina fusca* Lour โดยวางบนสำลีที่ชุ่มน้ำในภาตพลาสติก ขนาด 25×35 ซม. ภายใต้สภาวะควบคุมอุณหภูมิ $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $65\pm 2\%$ RH. และให้แสงสว่างด้วยไฟฟลูออเรสเซนต์ 16 ชั่วโมงต่อวัน (16L:8D) เพาะเลี้ยงจนได้ประชากรรุ่นที่ 2 ตามวิธีการของ (Kulpiyawat, 2001) เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาระดับความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่อไป

Table 1 Name of locations, codes of African red mite, *Eutetranychus africanus*, populations on Tangerine in Thailand

No	Codes	Locations	Provinces	GPS
1	CMI-MR-MR	Mae Raem, Mae Rim District	Chiang Mai	N 18.57248, E 98.48277
2	CMI-MS-MA	Mae Sao, Mae Ai District	Chiang Mai	N 20.00187, E 99.14573
3	KPT-WB-KK	Wang Bua, Khlong Khlung District	Kamphaeng Phet	N 16.313722, E 99.678515
4	CPN-TW-LM	Thung Kha Wat, Lamae District	Chumphon	N 9.731874, E 98.999850
5	CMI-MK-FN	Mae Kha, Fang District	Chiang Mai	N 19.784581, E 99.228691
6	BKK-TK-BT	Tha kham, Bang Khun Thain District	Bangkok	N 13.630722, E 100.452083

ศึกษาระดับความต้านทานต่อสารกำจัดไร

แยกทำการทดสอบความต้านทานต่อสารกำจัดไรแต่ละชนิดในไรแดงแอฟริกันแต่ละประชากรโดยใช้วิธีการทดลองของ IRAC หมายเลข 004 (IRAC, 2009) โดยเตรียมสารละลายสารกำจัดไรทางการค้าชนิดต่าง ๆ ดังนี้ pyridaben 20% WP (กลุ่มสาร 21A), propargite 30% WP (กลุ่มสาร 12C) และ amitraz 20% EC (กลุ่มสาร 19) ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ จำนวน 5 ความเข้มข้น ที่ทำให้ไรตายในช่วง 10 - 90 เปอร์เซ็นต์ สารกำจัดไรแต่ละความเข้มข้นผสมสารจับใบ (Triton X-100) 250 ppm (Khajehali *et al.*, 2011) และชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นผสมสารจับใบ 250 ppm ทำการทดสอบด้วยวิธีจุ่มใบทองกลาง ที่ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.25 เซนติเมตร ในสารละลายสารกำจัดไร แต่ละความเข้มข้นเป็นเวลา 5 วินาที วางใบทองกลางผึ่งบนกระดาษซับ โดยให้ด้านหลังใบทองกลางสัมผัสกับกระดาษซับรอให้แห้ง หลังจากนั้นจึงวางใบทองกลางบนสำลีชุ่มน้ำในกล่องที่แบ่งเป็นช่องขนาด 5.1×5.5×2 ซม. ใส่น้ำให้เปียกสำลีอยู่เสมอเพื่อป้องกันไรแดงแอฟริกันหนีออกจากใบทองกลาง จากนั้นใช้พู่กันเขี่ยไรแดงแอฟริกันตัวเต็มวัยเพศเมียแต่ละประชากร ที่มีขนาดใกล้เคียงกันอายุ 3 - 5 วัน ลงบนใบทองกลาง 20 ตัวต่อใบ แต่ละใบคือ 1 ซ้ำ ทำการทดลองอย่างน้อยความเข้มข้นละ 6 ซ้ำ วางกล่องใส่ไรแดงแอฟริกันไว้บนชั้นเลี้ยงไรในห้องปฏิบัติการ ตรวจนับจำนวนไรแอฟริกันที่ตายหลังการทดลอง 72 ชั่วโมง โดยไรที่ไม่สามารถเดินได้ภายหลังการสัมผัสโดยการใส่พู่กันเขี่ยถือว่าตาย (Welty *et al.*, 1988) ถ้าในกรรมวิธีควบคุม มีการตายเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จะต้องทำการทดลองใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของไรแดงแอฟริกันในแต่ละกรรมวิธี หากพบการตายในกรรมวิธีควบคุม ทำการคำนวณปรับเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (corrected mortality) ด้วย Abbott's formula (Abbott, 1925) และคำนวณค่า LC_{50} , Slopes และค่า 95% confidence intervals (95%CI) โดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เนื่องจากไม่มีไรแดงแอฟริกันสายพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ดังนั้นจึงคำนวณหาค่าความต้านทานของไร (Resistance factor, RF) ในแต่ละสารทดสอบตามวิธีของ Al-Antary *et al.* (2012) เพื่อใช้ประเมินความต้านทานต่อสารกำจัดไรในไรแดงแอฟริกันประชากรต่าง ๆ ดังนี้

$$RF = \frac{LC_{50} \text{ ของไรแดงแอฟริกันแต่ละประชากร}}{LC_{50} \text{ ของไรแดงแอฟริกันประชากรที่มีค่า } LC_{50} \text{ ต่ำสุด}}$$

และนำค่า Resistance factor, RF มาแบ่งระดับความต้านทาน (Resistance Categories) ตามวิธีของ Zhu *et al.* (2011) ดังนี้

RF < 10	คือ ต้านทานต่ำ (Low Resistance, LR),
RF 11 - 40	คือ ต้านทานปานกลาง (Moderate Resistance, MR),
RF 41 - 60	คือ ต้านทานสูง (High Resistance, HR)
RF > 60	คือ ต้านทานสูงมาก (Very High Resistance, VHR)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ระดับความต้านทานของสารกำจัดไรในไรแดงแอฟริกันในส้ม จากกลุ่มประชากรต่าง ๆ พบว่าความต้านทานต่อสารกำจัดไร pyridaben 20% WP, propargite 30% WP และ amitraz 20% EC แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มประชากร

ความต้านทานต่อสารกำจัดไร pyridaben 20% WP พบว่ากลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกันจากอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR-MR) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด ซึ่งมีค่า $LC_{50} = 0.067$ ppm จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกันจากอำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร (KPT-WB-KK) มีค่าระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) โดยมีค่า $RF = 589.55$ เท่า และมีค่า slope ค่อนข้างสูง (0.720 ± 0.26) เมื่อเทียบกับกลุ่มประชากรที่ทดสอบ แสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของระดับความต้านทาน (homogeneous susceptibility structure) ต่อสาร pyridaben ภายในประชากร รองลงมาคือกลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกัน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MK-FN) มีระดับความต้านทานสูง (HR) โดยมีค่า $RF = 55.22$ เท่า ในขณะที่กลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกัน อำเภอแม่เฒ่า จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MS-MA) และอำเภอละแม จังหวัดชุมพร (CPN-TW-LM) มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) โดยมีค่า $RF = 13.88$ และ 21.34 เท่า ตามลำดับ (Table 2) ระดับความต้านทานต่อสารกำจัดไร pyridaben แต่ละพื้นที่บ่งชี้ว่าพื้นที่ปลูกส้มอำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร และอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ อาจมีการใช้สารกำจัดไร pyridaben อย่างต่อเนื่อง บ่อยครั้ง และขาดการสลับกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ซึ่งมีรายงานว่าประชากรไร *T. Urticae* ที่ได้รับสาร pyridaben ต่อเนื่องเพียง 10 รุ่น สามารถเพิ่มระดับความต้านทานได้มากกว่า 200 เท่า (Kim *et al.*, 2006)

ความต้านทานต่อสารกำจัดไร propargite 30% WP พบว่ากลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกันจากเขตบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพฯ (BKK-TK-BT) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด ซึ่งมีค่า $LC_{50} = 0.155$ ppm จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกันจาก อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MK-FN) มีระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) โดยมีค่า $RF = 101.93$ เท่า และมีค่า slope ค่อนข้างสูง (0.873 ± 0.40) เมื่อเทียบกับกลุ่มประชากรที่ทดสอบ แสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของระดับความต้านทาน (homogeneous susceptibility structure) ต่อสาร propargite ในกลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกัน อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR-MR) มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) โดยมีค่า $RF = 16.51$ เท่า (Table 3) การพบความต้านทานต่อสารกำจัดไร propargite ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ สอดคล้องกับรายงานของ ณพชรกรและคณะ (2563) ซึ่งพบว่าไรสองจุดในสตอร์วเบอร์รี่ประชากรจากอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ มีความต้านทานสูงมากต่อสารกำจัดไร propargite ($RF = 81.71$ เท่า) เนื่องจากมีการใช้สารกำจัดไร propargite บ่อยครั้งในการผลิตสตอร์วเบอร์รี่ นอกจากนี้ยังมีรายงานการเกิดความต้านทานสูงต่อสาร propargite ในไร *Pononychus citri* ที่ระบาดในสวนส้ม มีผลทำให้ประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดลดลงเหลือเพียง 40 - 50 เปอร์เซ็นต์ (Motoba *et al.*, 2000) ดังนั้นการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไร propargite นั้นเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องเฝ้าระวังโดยเฉพาะในพื้นที่ อำเภอฝาง และอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

Table 2 Toxicity of pyridaben 20% WP against *E. africanus* collected from six Tangerine orchards in Thailand in 2024

Population	LC ₅₀ (ppm) (95%CI)	Slope (±SE)	RF ^{1/}	Resistance categories ^{2/}
CMI-MR-MR ^{3/}	0.067 (0.002 - 1.83)	0.288 (±0.73)	1.00	LR
CMI-MS-MA	0.930 (0.144 - 6.10)	0.573 (±0.42)	13.88	MR
KPT-WB-KK	39.5 (12.3 - 127)	0.720 (±0.26)	589.55	VHR
CPN-TW-LM	1.43 (0.265 - 7.74)	0.668 (±0.37)	21.34	MR
CMI-MK-FN	3.70 (1.03 - 13.3)	0.960 (±0.28)	55.22	HR
BKK-TK-BT	0.226 (0.023 - 2.24)	0.603 (±0.51)	3.37	LR

^{1/}RF = Resistance Factor = LC₅₀ value of each population/ LC₅₀ value of population with the lowest value

^{2/}Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

^{3/}A susceptible strain was not available in this study, the population of *Eutetranychus africanus* with the lowest LC₅₀ value was used as the reference population for calculating the resistance factor (RF) of other populations.

Table 3 Toxicity of propargite 30% WP against *E. africanus* collected from six Tangerine orchards in Thailand in 2024

Population	LC ₅₀ (ppm) (95%CI)	Slope (±SE)	RF ^{1/}	Resistance categories ^{2/}
CMI-MR-MR	2.56 (0.352 - 14.1)	0.864 (±0.41)	16.51	MR
CMI-MS-MA	0.334 (0.026 - 4.24)	0.520 (±0.56)	2.15	LR
KPT-WB-KK	0.252 (0.015 - 4.12)	0.621 (±0.62)	1.63	LR
CPN-TW-LM	0.558 (0.041 - 7.58)	0.752 (±0.58)	3.60	LR
CMI-MK-FN	15.8 (5.11 - 49.1)	0.873 (±0.40)	101.93	VHR
BKK-TK-BT ^{3/}	0.155 (0.008 - 3.08)	0.584 (±0.64)	1.00	LR

^{1/}RF = Resistance Factor = LC₅₀ value of each population/ LC₅₀ value of population with the lowest value

^{2/}Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

^{3/}A susceptible strain was not available in this study, the population of *Eutetranychus africanus* with the lowest LC₅₀ value was used as the reference population for calculating the resistance factor (RF) of other populations.

ความต้านทานต่อสารกำจัดไร amitraz 20% EC พบว่าประชากรไรแดงแอฟริกันจากอำเภอแม่เมาะ จังหวัด เชียงใหม่ (CMI-MS-MA) มีค่า LC₅₀ = 21.8 ppm ต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด ซึ่งจึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ เพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่าทุกกลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกันที่นำมาทดสอบความต้านทาน มีระดับความ ต้านทานต่ำ (LR) (Table 4) ซึ่งผลดังกล่าวคล้ายกับรายงานของ Kulpiyawat (2001) ที่พบว่าไรแดงแอฟริกันมีความ อ่อนแอต่อสาร amitraz โดยมีค่า LC₅₀ ต่อสาร amitraz = 39.26 ppm ซึ่งอาจเกิดจากเกษตรกรใช้สารในกลุ่มนี้ไม่ บ่อย เมื่อเทียบกับสารกลุ่ม pyrazole (เช่น pyridaben) หรือสารกลุ่ม sulfite ester (เช่น propargite) จึงอาจทำให้ การคัดเลือกความต้านทาน (selection pressure) ต่อประชากรไรต่ำกว่า และยังไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาความต้านทาน (Kulpiyawat, 2001) แต่ควรมีการเฝ้าติดตามสถานการณ์ความต้านทานต่อสาร amitraz อย่างต่อเนื่องถ้าเกษตรกรมี

การใช้บ่อยครั้ง เนื่องจากมีรายงานว่า การใช้สาร amitraz ซ้ำในพื้นที่เดิมหรือใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้ไรสองจุด *Tetranychus urticae* พัฒนาการต้านทานต่อสารชนิดนี้ได้อย่างรวดเร็ว (Van Leeuwen *et al.*, 2010) นอกจากนี้ผลการทดลองยังชี้ว่าสาร amitraz อาจนำมาใช้แบบหมุนเวียนเพื่อลดการสร้างการต้านทานได้ในหลายพื้นที่เนื่องจาก ไรมีความต้านทานต่ำ

Table 4 Toxicity of amitraz 20% EC against *E. africanus* collected from six Tangerine orchards in Thailand in 2024

Population	LC ₅₀ (ppm) (95%CI)	Slope (±SE)	RF ^{1/}	Resistance categories ^{2/}
CMI-MR-MR	21.9 (7.52-63.9)	1.003 (±0.24)	1.00	LR
CMI-MS-MA ^{3/}	21.8 (6.95-68.4)	0.893 (±0.25)	1.00	LR
KPT-WB-KK	103 (29.1-365)	0.658 (±0.28)	4.72	LR
CPN-TW-LM	29.4 (10.1-84.8)	0.930 (±0.24)	1.34	LR
CMI-MK-FN	21.9 (5.82-82.3)	0.706 (±0.29)	1.00	LR
BKK-TK-BT	86.6 (51.8-144)	2.265 (±0.11)	3.97	LR

^{1/}RF = Resistance Factor = LC₅₀ value of each population/ LC₅₀ value of population with the lowest value

^{2/}Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

^{3/}A susceptible strain was not available in this study, the population of *Eutetranychus africanus* with the lowest LC₅₀ value was used as the reference population for calculating the resistance factor (RF) of other populations.

การป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกันในส้ม ควรดำเนินการตามแนวทางการจัดการความต้านทาน (Resistance Management) โดยควรงดการใช้สารกำจัดไร pyridaben ในพื้นที่อำเภอลองขลุ้ง จังหวัดกำแพงเพชร งดใช้สารกำจัดไร pyridaben และ propargite ในพื้นที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งพบระดับความต้านทานสูง ทั้งนี้ในพื้นที่ดังกล่าวต้องมีการใช้สารกำจัดไรต่างกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์แบบหมุนเวียน ร่วมกับการป้องกันกำจัดไรโดยไม่ใช้สารเคมี และการตัดแต่งกิ่งเพื่อลดแหล่งสะสมของไรศัตรูพืช การผสมผสานวิธีการป้องกันกำจัด จะช่วยลดการพัฒนาความต้านทาน และทำให้การใช้สารกำจัดไรยังคงมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในพื้นที่อื่น ๆ ที่พบระดับความต้านทานต่อสารกำจัดไรอยู่ในระดับปานกลาง หรือยังไม่พบความต้านทานก็ควรดำเนินการลดความเสี่ยงการพัฒนาความต้านทานต่อสารในอนาคต โดยมีการใช้สารกำจัดไรต่างกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์แบบหมุนเวียนร่วมกับการจัดการอื่น ๆ เช่นกัน เพื่อชะลอการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไร

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษาความต้านทานต่อสารกำจัดไรในไรแดงแอฟริกัน ในพื้นที่ปลูกส้มที่สำคัญของประเทศไทย จำนวน 6 แหล่ง ทำให้ทราบว่า ประชากรไรแดงแอฟริกันในพื้นที่ อำเภอลองขลุ้ง จังหวัดกำแพงเพชร มีค่าระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) ต่อสารกำจัดไร pyridaben ในขณะที่กลุ่มประชากรไรแดงแอฟริกัน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีระดับความต้านทานสูง (HR) ต่อสารกำจัดไร pyridaben และมีระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) ต่อสารกำจัดไร propargite จากจำนวนประชากร 6 ประชากรพบว่าทุกกลุ่มประชากร มีระดับความต้านทานต่ำ (LR) ต่อสารกำจัดไร

amitraz ดังนั้นในพื้นที่ที่โรแดงแอฟริกันมีระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) หรือมีระดับความต้านทานสูง (VH) ต่อสารกำจัดไรซินิดโค เกษตรกรควรหลีกเลี่ยงการใช้สารกำจัดไรซินิดดังกล่าว รวมทั้งสารที่อยู่ในกลุ่ม สารเคมีเดียวกัน และให้เลือกใช้สารที่ไม่มีปัญหาความต้านทานแบบหมุนเวียนในกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์

เอกสารอ้างอิง

- จารุฉัตร เชนยทิพย์ ชัยกฤต พรหมมา สมคิด รัตนบุรี และกิงกาญจน์ เกียรติอนันต์. 2557. การสำรวจการใช้ยาปฏิชีวนะในสวนส้มของเกษตรกร ในเขตจังหวัดเชียงใหม่. แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/05/311.1การสำรวจการใช้ยาปฏิชีวนะในสวนส้มของเกษตรกร-ในเขตจังหวัดเชียงใหม่.pdf>. สืบค้น: 5 มกราคม 2566.
- ณพชกร ธัญชัย อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล พลอยชมพู กรวิภาสเรือง อติติยา แก้วประดิษฐ์ และวิมลวรรณ โชติวงศ์. 2563. ความต้านทานต่อสารกำจัดไรในไรสองจุดบนสตรอว์เบอร์รี ในประเทศไทย. *วารสารกสิกรรมและสัตววิทยา* 38(1-2): 2-11.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถานการณ์การผลิตส้มเขียวหวาน. แหล่งข้อมูล: <https://mis-app.oae.go.th/>. สืบค้น: 5 มกราคม 2566.
- อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล พิเชฐ เซาว์วัฒน์วงศ์ และณพชกร ธัญชัย. 2563. การบริหารจัดการไรศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน. หน้า 120-129. ใน: *เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร การวินิจฉัยไรและแมงมุมทางการเกษตร และการป้องกันกำจัด*. วันที่ 26 พฤศจิกายน 2563 ณ ห้องประชุมมนตรัฐมาคม (501) อาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265–267.
- Al-Antary, T.M.; M.R.K.L. Al-Lala and M.I. Abdel-Wali. 2012. Response of seven populations of the two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) for chlorfenapyr acaricide on cucumber in Jordan. *Advances in Environmental Biology* 6(7): 2208–2212.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis*. Cambridge University Press, London. 333 p.
- Grout, T.G. and G.I. Richards. 1992. Acaricide resistance in citrus red mite *Eutetranychus africanus* in South Africa. *Experimental and Applied Acarology* 5(4): 241–251.
- IRAC. 2009. Susceptibility test methods series method No: 004. Available at: https://irac-online.org/content/uploads/2009/09/Method_004_v3_june09.pdf. Accessed: October 18, 2018.
- Khajehali, J.; P. Van Nieuwenhuyse; P. Demaeght; L. Tirry; and T. Van Leeuwen. 2011. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. *Pest Management Science* 67: 1424–1433.
- Kim, Y.J.; S.H. Lee; and W.H. Lee. 2006. Multiple resistance and biochemical mechanisms in a pyridaben-resistant strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 99(3): 954–961.

- Kulpiyawat, T. 2001. Resistance and Resistant Mechanisms of Some Acaricides in African Red Mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker) (Acari: Tetranychidae). Ph.D. Dissertation, Kasetsart University, Bangkok. 125 p.
- Motoba, K.; H. Nakao and M. Sato. 2000. Development of resistance to propargite in citrus red mite *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) and its control. *Applied Entomology and Zoology* 35(4): 543–549.
- Smith-Meyer, M.K.P.; A.S. Schoeman and E.A. Ueckermann. 1996. Mite pests and their predators on cultivated plants in Southern Africa: Vegetables and berries (*Plant Protection Research Institute Handbook No. 6*). Agricultural Research Council-Plant Protection Research Institute, Pretoria, South Africa. 92 p.
- Van Leeuwen, T.; J. Vontas; A. Tsagkarakou; W. Dermauw and L. Tirry, 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 40(8): 563–572.
- Van Niekerk, S. and K.L. Pringle. 2003. Resistance of *Eutetranychus africanus* to acaricides used in citrus orchards in South Africa. *African Entomology* 11(1): 91–94.
- Welty, C.; W.H. Reissig; T.J. Dennehy and R.W. Weires. 1988. Comparison of Residual Bioassay Methods and Criteria for Assessing Mortality of Cyhexatin-Resistant European Red Mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 81(2), 442–448.
- Zhu, K.Y.; W. Li; Y. Park; and T. Zhu. 2011. Mechanisms, regulation, and evolution of insecticide resistance in insects. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 100(3): 199–207.

บทความ

หนอนกอลายจุดใหญ่ศัตรูสำคัญในอ้อย

สุนัดดา เชาวลิต^{1/} นุจรี ภาณุมาศ^{2/}

หนอนกอลายจุดใหญ่

Large spotted sugarcane borer/ Sugarcane moth borer

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Chilo tumidicostalis* (Hampson, 1919)

ชื่อพ้อง *Argyria tumidicostalis* Hampson, 1919

Chilo gemininotalis Hampson, 1919

วงศ์ Crambidae

อันดับ Lepidoptera

ความสำคัญและลักษณะการทำลาย

หนอนกอลายจุดใหญ่จัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญของอ้อย ระบาดสร้างความเสียหายทำให้ผลผลิตและคุณภาพของอ้อยลดลงอย่างมากโดยเฉพาะระยะอ้อยเป็นลำ ในบรรดาหนอนเจาะลำต้นอ้อย หนอนกอลายจุดใหญ่เป็นศัตรูพืชสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายมากที่สุด โดยแม่ผีเสื้อเริ่มวางไข่เรียงเป็นแถว 4 ถึง 5 แถวตามแนวใบ กาบใบ หรือลำต้นอ้อย หนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ จะเดินเรียงต่อกันเป็นแถวและเจาะที่ยอดอ้อยเพียงรูเดียว จากนั้นหนอนทั้งหมดจะเจาะเข้าไปในลำต้นห่างจากที่วางไข่ประมาณ 1 ปล้อง เมื่อถึงวัย 4 - 5 หนอนจะออกจากลำเดิมและเข้าสู่ลำใหม่

หนอนกอลายจุดใหญ่ทำลายอ้อยโดยการกัดกินเนื้อจากยอดไปถึงโคนต้น จนลำต้นกลวงเหลือแต่เปลือก ทำให้ใบยอดแห้งและต้นตายในที่สุด ความเสียหายสูงสุดของปล้องอ้อยที่ถูกหนอนทำลายคือปล้องที่ 7, 6 และ 8 โดยสร้างความเสียหาย 37.14, 33.22 และ 28.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Rajmedhi *et al.*, 1998; Singh *et al.*, 1999) และการทำลาย 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักอ้อยลดไป 300 กรัมต่อต้น (Ruinard, 1971) และสามารถสร้างความเสียหายเกือบ 100% ในช่วงฝนตกชุก (Suasa-ard, 2000)

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

ไข่: ไข่แต่ละฟองเป็นรูปวงรีสีขาวครีมเรียงซ้อนทับกันลักษณะคล้ายเกล็ดปลา ขนาดของไข่แต่ละฟองกว้าง 0.85 มิลลิเมตร ยาว 1.72 มิลลิเมตร มีจำนวนประมาณ 27 - 370 ฟองต่อกลุ่มไข่ ระยะไข่ 7 - 9 วัน

หนอน: หนอนที่ฟักใหม่มีสีขาวครีม หัวสีน้ำตาลเข้ม มีจุดดำขนาดใหญ่บนหลัง หนอนมี 6 วัย หนอนโตเต็มที่มีขนาดยาวประมาณ 19.12 - 23.22 มิลลิเมตร หัวสีน้ำตาลแดง ออกปล้องแรกมีแผ่นแข็งสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวสีขาวครีม มีขนขนาดเล็กสั้นและฐานของขนเป็นแผ่นแข็งกลมขนาดใหญ่ (pinacula) สีน้ำตาลจำนวน 4 จุดต่อปล้อง ระยะหนอน 17 - 26 วัน

^{1/} นักกีฏวิทยาชำนาญการพิเศษ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

^{2/} นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรชำนาญการ สำนักงานเกษตรอำเภอท่าม่วง กรมส่งเสริมการเกษตร กาญจนบุรี 71110

ดักแด้: เข้าดักแด้ในรังที่ตัวอ่อนสร้างขึ้นในลำต้นอ้อย บางครั้งเข้าดักแด้ที่กาบใบ ดักแด้สีน้ำตาลแดง มีขนาดยาว 10.98 - 14.93 มิลลิเมตร ระยะก่อนเข้าดักแด้ 1 - 2 วัน ระยะดักแด้ 7 - 10 วัน

ตัวเต็มวัย: เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง เมื่อกางปีกกว้าง 26.21 - 28.24 มิลลิเมตร ปีกสีน้ำตาลเทา กลางปีกมีแถบสีน้ำตาลเข้ม 1 แถบ ขอบปลายปีกมีจุดสีดำตรงกลางสีขาวยาวระหว่างเส้นปีกทุกช่อง เพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ ในเวลากลางวันผีเสื้อจะเกาะอยู่ตามซอกใบ หรือกาบใบอ้อย ทำให้มองเห็นได้ยาก ระยะตัวเต็มวัย 5 - 10 วัน

วงจรชีวิตทั้งหมดของหนอนกออายุจุดใหญ่ อยู่ได้ประมาณ 37 - 49 วัน สามารถขยายพันธุ์ได้ประมาณ 4 - 5 รุ่นต่อปี ขึ้นอยู่กับอาหารและสภาพแวดล้อม

พืชอาหาร

หนอนกออายุจุดใหญ่ทำลายพืชเพียงชนิดเดียว (monophagous) ได้แก่ อ้อย (ณัฐกฤตและอนุวัฒน์, 2544; Rahman *et al.*, 2013; Williams *et al.*, 1969)

การแพร่กระจาย

เนपाल บังกลาเทศ เวียดนาม ไทย พม่า และออสเตรเลีย (Minh, 2016; Bleszynski, 1970; Karim and Islam, 1977; David *et al.*, 1986; Gupta and Sarma, 2007) สำหรับประเทศไทยพบหนอนกออายุจุดใหญ่แพร่กระจายในแหล่งปลูกอ้อยในภาคกลางและตะวันตกมากที่สุด และพบหนอนกออายุจุดใหญ่มากบริเวณที่มีการปลูกอ้อยใกล้ลำน้ำ เนื่องจากมีความชื้นสูงเหมาะสมต่อการระบาด โดยในปี พ.ศ. 2532 มีรายงานการทำลายของหนอนกออายุจุดใหญ่ในอ้อยระยะแตกกอ ที่อำเภอสามชุก อำเภอสองพี่น้อง และอำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี มีการทำลายเฉลี่ย 3.94 และ 1.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดชลบุรี มีการทำลายเฉลี่ย 1.00 เปอร์เซ็นต์ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี 1.18 เปอร์เซ็นต์ (ชำนาญและคณะ, 2532) ต่อมาปี พ.ศ. 2534 พบหนอนกออายุจุดใหญ่เข้าทำลายอ้อยระยะเป็นลำ ที่อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี มีการทำลาย 100 เปอร์เซ็นต์ และ ปี พ.ศ. 2535 พบหนอนกออายุจุดใหญ่เข้าทำลายอ้อยระยะแตกกอ ที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี 28.17 เปอร์เซ็นต์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดชลบุรี 2.00 เปอร์เซ็นต์ อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี 7.69 เปอร์เซ็นต์ และพบมีการทำลายระยะอ้อยเป็นลำที่อำเภอวิหารแดง จังหวัดสุพรรณบุรี 33.33 เปอร์เซ็นต์ ที่อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี 80.50 เปอร์เซ็นต์ (ชำนาญและคณะ, 2535) ในปี พ.ศ. 2543 นุชรีย์และคณะ (2543) รายงานผลการประเมินความเสียหายของอ้อยในกลุ่มบริษัทน้ำตาลมิตรผล พบว่าเขตปลูกอ้อยโรงงานมิตรภาพสินธุ์มีลำอ้อยที่ถูกหนอนกอเข้าทำลายเฉลี่ย 16.10 เปอร์เซ็นต์ เขตปลูกอ้อยโรงงานน้ำตาลรวมเกษตรกรรมมีการทำลายปานกลาง 21.26 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม การระบาดของหนอนกออายุจุดใหญ่มิอาจมีอย่างต่อเนื่อง โดยกระจายไปในหลายพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อย เช่น พบการเข้าทำลายที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น แต่ไม่มีการเก็บข้อมูลตัวเลขที่ชัดเจน ดังนั้นการสำรวจติดตามการระบาดของหนอนกออายุจุดใหญ่จึงจำเป็นต้องทำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อการป้องกันกำจัดได้ทันทั่วถึง

การป้องกันกำจัด

1. หมั่นสำรวจแปลงอ้อยอย่างสม่ำเสมอ หากพบการทำลายของหนอนกอปลายจุดใหญ่ให้รีบทำการป้องกันกำจัดทันที
2. หากพบการระบาดให้ใช้สารเคมีตามคำแนะนำ ได้แก่ บีโตรเลียม ออยล์ (petroleum oil) 83.9% EC อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นให้ทั่วต้นอ้อยเมื่อพบไข่ 0.5 – 1.0 กลุ่ม/ต้น หรือ เดลตามิทริน (deltamethrin) 3% EC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นเมื่อพบตัวเต็มวัย 1 – 5 ตัว/กอ (ศรีจันทร์และพฤทธิชาติ, 2568)
3. ปล่อยแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. อัตรา 30,000 ตัวต่อไร่ ปล่อยติดต่อกัน 2 – 3 ครั้งในช่วงที่พบกลุ่มไข่ของหนอนกออ้อย
4. ปล่อยแมลงหางหนีบ อัตรา 500 ตัว/ไร่ โดยปล่อยให้กระจายทั่วแปลง และควรปล่อยซ้ำหากการระบาดไม่ลดลง



ภาพที่ 1 ไข่ของหนอนกอปลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer)



ภาพที่ 2 หนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer) ด้านข้าง



ภาพที่ 3 หนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer) ด้านบน



ภาพที่ 4 ดักแด้ของหนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer)



ภาพที่ 5 ดักแด้ของหนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer) ด้านล่าง



ภาพที่ 6 ผีเสื้อหนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer) ด้านข้าง



ภาพที่ 7 ผีเสื้อหนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer) ด้านบน



ภาพที่ 8 การทำลายของหนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer)
(ภาพโดย นุจรี ภาณุมาศ)



ภาพที่ 9 แปลงอ้อยที่พบการระบาดของหนอนกอลายจุดใหญ่ (Large spotted sugarcane borer)
(ภาพโดย นุจรี ภาณุมาศ)

เอกสารอ้างอิง

- ชำนาญ พิทักษ์ สมศักดิ์ อเนกะเวียง และโอชา ประจวบเหมาะ. 2532. การพัฒนาหนอนกออ้อย. *วารสารกีฏและสัตววิทยา* 11(2): 87-88.
- ชำนาญ พิทักษ์ โอชา ประจวบเหมาะ อุดม เลียบวัน และประชา ถ้ำทอง. 2535. หนอนกอปลายใหญ่แมลงศัตรูอ้อยระยะเป็นลำ. *กสิกร* 64(6): 670.
- ณัฐกฤต พิทักษ์ และอนุวัฒน์ จันทรสวรรณ. 2544. *เอกสารวิชาการ แมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด*. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 102 หน้า.
- นุชรีย์ ศิริ วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ ทศนีย์ แจ่มจรรรยา พิศาล ศิริธร และธวัช ดิถนังวัฒนะ. 2543. *รายงานวิจัยโครงการการประเมินความเสียหายอ้อยจากการเข้าทำลายของแมลงและโรค เสนอบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด*. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 52 หน้า.
- ศรีจันทร์ ศรีจันทร์ และพททศิชาติ ปญวัฒน์. 2568. *เอกสารวิชาการ คำแนะนำการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากงานวิจัย...ปี 2568*. โครงการวิจัยการเพิ่มขีดความสามารถการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยลดการใช้สารเคมีเพื่อเกษตรดีที่เหมาะสมอย่างยั่งยืน และโครงการวิจัยเทคโนโลยีการอารักขาพืชเพื่อแก้ปัญหาศัตรูพืชด้านทานและการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเกินความจำเป็นในระบบแปลงใหญ่ กรมวิชาการเกษตร. 287 หน้า.
- Bleszynski, S. 1970. A revision of the world species of *Chilo* Zincken (Lepidoptera: Pyralidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology* 25:101-195, pls 1-5.
- David, H.; S. Easwaramoorthy; R. and R. Jayanthi. 1986. *Sugarcane Entomology in India*. Sugarcane Breeding Institute, Coimbatore, India. 564 p.
- Gupta, M.K. and A.K. Sarma. 2007. Plassey borer, *Chilo tumidicostalis* Hampson damage in sugarcane. *Annals of Plant Protection Sciences* 15(1): 12–14.
- Minh, H.G. 2016. New record of Sugarcane moth borer *Chilo tumidicostalis* (Hampson) (Lepidoptera: Pyralidae) from the Southeast Vietnam. *The Journal of Tropical Asian Entomology* 5(1): 33-43
- Karim, M.A. and M.N. Islam. 1977. Stem borers of sugarcane in Bangladesh. Pages 29-30. In: *The Proceeding 22nd A Science Conference, Bangladesh Association for Advancement of Science*.
- Rahman, M.A.; M.S. Noman; M.A. Maleque; M.Z. Alam; S. Afroz and M.K.A. Chowdhury 2013. Identification and distribution of sugarcane stem borer in Bangladesh. *SAARC Journal of Agriculture* 11(2): 103–116.
- Rajmedhi, J.; T.C. Dev Roy and M.K. Gupta. 1998. Biology of sugarcane Plassey borer, *Chilo tumidicostalis* Hmps on sugarcane. *Journal of Applied Zoological Researches* 9(1&2): 16-19.
- Ruinard, J. 1971. Nature and assessment of losses causes by sugarcane borer. *Entomophaga* 16(2): 87-88.
- Singh, S.; M. Singh and J.L. Jain; 1999. Plassey borer (*Chilo tumidicostalis* Hampson) serious pests of sugarcane crop in Harinagar area. *Bhartiya Sugar* 25(3): 41-43.

Suasa-ard, W. 2000. *Chilo tumidicostalis* (Hampson) (Lepidoptera: Pyralidae) and its natural enemies in Thailand. Pages 10-16. In: *Proceedings of the IV Sugarcane Entomology Workshop*, ISSCT, Thailand.

Williams, J.R.; J.R. Metcalfe; R.W. Montgomery and R. Mathes. 1969. *Pests of Sugarcane*. Elsevier, Amsterdam. 568 p.

สถานการณ์เพลี้ยแป้งในลำไยส่งออก และแนวทางป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน

กรกต คำรักษ์^{1/} สัญญาณี ศรีรักษา^{2/}

ลำไย *Dimocarpus longan* Lour. เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ผลผลิตลำไยสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรจำนวนมาก ทั้งในรูปผลสดเพื่อการบริโภคภายในประเทศและการส่งออก รวมไปถึงการเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น ลำไยอบแห้งและลำไยกระป๋อง ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกลำไยกว่า 1.66 ล้านไร่ แหล่งเพาะปลูกที่สำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน จันทบุรี เชียงราย และพะเยา ด้วยสภาพพื้นที่และภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการปลูกลำไย และความสามารถในการผลิตลำไยนอกฤดูกาลโดยกำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวในช่วงที่ตลาดต้องการได้ ทำให้ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกลำไยเป็นรายใหญ่ของโลก มีมูลค่าการส่งออกสูง ปีละไม่ต่ำกว่า 15,000 ล้านบาท ในปี 2567 มีผลผลิตรวมทั้งสิ้นกว่า 1,420,292 ตัน มีปริมาณการส่งออกลำไยผลสด 527,927 ตัน มูลค่าการส่งออก 19,698 ล้านบาท โดยมีสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นตลาดส่งออกอันดับหนึ่ง ในปี 2568 การส่งออกลำไยไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีนมีปริมาณถึง 347,259.18 ตัน คิดเป็นมูลค่า 14,837.22 ล้านบาท (ข้อมูล ณ วันที่ 21 ธันวาคม 2568)

อย่างไรก็ตาม การผลิตลำไยในปัจจุบันประสบกับปัญหาศัตรูพืชหลายชนิด ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิต โดยเฉพาะเพลี้ยแป้ง จากการสรุปข้อมูลการแจ้งเตือนสุขอนามัยพืช โดยกองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร พบว่า สำนักงานศุลกากรแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน (General Administration of Customs of the People's Republic China: GACC) ได้แจ้งเตือนปัญหาการตรวจพบเพลี้ยแป้งในลำไยที่ออกใบรับรองสุขอนามัยพืชสำหรับส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีนจากประเทศไทยหลายครั้ง โดยเฉพาะเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2564 มีจำนวนการแจ้งเตือนถึง 114 ครั้ง ซึ่งในจำนวนนี้มีสวนลำไยถูกแจ้งเตือนจำนวน 100 แห่ง โรงคัดบรรจุถูกแจ้งเตือนจำนวน 66 แห่ง แบ่งเป็นในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี 28 แห่ง จังหวัดสระแก้ว 1 แห่ง จังหวัดเชียงใหม่ 11 แห่ง และจังหวัดลำพูน 26 แห่ง ทาง GACC ได้ขอให้กรมวิชาการเกษตรทำการระงับการส่งออกผลไม้ไปสาธารณรัฐประชาชนจีนที่ผลิตจากสวนและโรงคัดบรรจุที่เกี่ยวข้องเป็นการชั่วคราวพร้อมรายงานผลการตรวจสอบหาสาเหตุปัญหาและแนวทางแก้ไขให้ GACC พิจารณาเห็นชอบก่อนจึงจะอนุญาตให้สวนลำไยและโรงคัดบรรจุดังกล่าวส่งออกผลไม้ไปสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ต่อไป อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวนั้นยังคงอยู่ในเดือนธันวาคม 2565 GACC ได้แจ้งเตือนพบศัตรูพืช 92 ฉบับ เป็นการพบเพลี้ยแป้งในลำไยเป็นจำนวนถึง 21 ฉบับ GACC จึงขอให้ประเทศไทยตรวจสอบสาเหตุ ปรับปรุงแก้ไขปัญหา และขอตรวจประเมินสวนและโรงคัดบรรจุที่ตรวจพบศัตรูพืชตามที่แจ้ง โดยล่าสุดจากการสรุปปัญหาสุขอนามัยพืชที่ได้รับการแจ้งเตือนจากสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยกลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร พบว่า ประเทศไทยยังคงได้รับการแจ้งเตือนการตรวจพบเพลี้ยแป้งในสินค้าลำไยจากสาธารณรัฐประชาชนจีนในปี 2567 จำนวน 37 ครั้ง และในปี 2568 มีจำนวนการแจ้งเตือนถึง 98 ครั้ง (ข้อมูล ณ 19 ธันวาคม 2568) ปัญหาจากการแจ้งเตือนดังกล่าว ทำให้ประเทศไทยต้องปรับปรุงระบบการผลิตและระบบการส่งออกพืชให้เป็นไปตามมาตรฐานของสาธารณรัฐประชาชนจีนและหาวิธีการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งสำหรับลำไยโดยเฉพาะในระดับแปลงปลูก ผลผลิตลำไยที่ได้ต้องมีคุณภาพและได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการรักษาตลาดการส่งออกลำไยที่มีมูลค่าสูงได้ต่อไป

^{1/} นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

^{2/} นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

เพลี้ยแป้ง (Mealybugs) เป็นแมลงปากดูดศัตรูพืชที่สำคัญในอันดับ Hemiptera วงศ์ Pseudococcidae พบการระบาดทำความเสียหายต่อลำไยในแหล่งปลูกทั่วไป เพลี้ยแป้งที่พบในลำไย ได้แก่ เพลี้ยแป้งสับปะรดสีเทา *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley เพลี้ยแป้งลาย *Ferrisia virgata* (Cockerell) เพลี้ยแป้งกาแฟ *Planococcus lilacinus* (Cockerell) และเพลี้ยแป้งแปซิฟิก/เพลี้ยแป้งเสาวรสี *Planococcus minor* (Maskell) เข้าทำลายพืชโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากบริเวณกิ่ง ช่อดอก ผลอ่อน ผลแก่ มีมดช่วยคาบพาไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ส่วนที่ถูกทำลายจะแคระแกร็น และชะงักการเจริญเติบโต นอกจากนี้ เพลี้ยแป้งขับน้ำหวาน (honeydew) ออกมา เป็นเหตุให้ราดำเข้าทำลายซ้ำ ถ้าเพลี้ยแป้งเข้าทำลายจะทำให้คุณภาพของผลผลิตเสียไป ราคาต่ำ และเป็นที่ยังเกียจของผู้บริโภค โดยทั่วไปการเจริญเติบโตของเพลี้ยแป้งประกอบด้วยระยะไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย เพลี้ยแป้งตัวเต็มวัยเพศเมียมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร มีสีเหลืองอ่อนหรือชมพู ลักษณะกลมสั้น มีผนังเซลล์บางแบ่งปกคลุมลำตัว ไข่เป็นกลุ่มเพศเมียตัวหนึ่งสามารถวางไข่ได้ 600 - 800 ฟอง ไข่จะฟักอยู่ในถุงใต้ท้องเพศเมีย ระยะไข่ประมาณ 6 - 10 วัน เมื่อหยุดไข่ก็จะตายไป ตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ มีสีเหลืองอ่อน ไม่มีผนังเซลล์ ตัวอ่อนวัยนี้เรียกว่า crawler เป็นระยะที่คลานออกจากกลุ่มไข่ เคลื่อนย้ายหาที่ดูดกินน้ำเลี้ยงและแพร่กระจายไปตามส่วนต่างๆ ของพืช ก่อนจะสร้างแป้งสีขาวปกคลุมลำตัวในวัยต่อมา เพลี้ยแป้งเพศเมียมีการลอกคราบ 3 ครั้ง และไม่มีปีก ส่วนตัวเต็มวัยเพศผู้มีปีก มีลักษณะคล้ายยุง และมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย เพลี้ยแป้งสามารถขยายพันธุ์ได้ 2 - 3 รุ่น ใน 1 ปี แต่เมื่ออยู่ในระยะที่พืชอาหารไม่เหมาะสม เพลี้ยแป้งจะอาศัยอยู่ใต้ดินตามรากพืช เช่น หลุมหัวหมู โดยมีมดที่อาศัยกินสิ่งที่ขับถ่ายของเพลี้ยแป้งเป็นตัวพาไปอาศัยตามส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช เพลี้ยแป้งมีพืชอาหารหลายชนิด เช่น ลำไย ลิ้นจี่ ทุเรียน มังคุด เงาะ สับปะรด น้อยหน่า มันสำปะหลัง มะม่วง ขนุน ฝรั่ง ส้มเขียวหวาน ส้มโอ แมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้ง คือ ตัวง่าในวงศ์ Coccinellidae 3 ชนิด ได้แก่ *Cryptolaemus montrouzieri*, *Scymnus* sp. และ *Nephus* sp. และแตนเบียน *Acerophagus nubilipennis*, *Anagyrus nigricornis*, *Anarhopus sydneyensis* และ *Coccophagus gurneyi*

จากสถานการณ์การระบาดของเพลี้ยแป้งในลำไยในปัจจุบัน พบการระบาดของเพลี้ยแป้งในแหล่งปลูกลำไยหลายจังหวัด โดยมักพบการระบาดรุนแรงในช่วงที่ลำไยอยู่ในระยะติดผล การแพร่ระบาดของเพลี้ยแป้งในแปลงปลูกมักขึ้นอยู่กับมดเป็นตัวพาหะ สภาพแวดล้อมภายในสวนที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตและแพร่ขยายพันธุ์ เช่น การมีทรงพุ่มหนาแน่น สภาพอากาศร้อนชื้น รวมถึงการจัดการสวนที่ไม่เหมาะสม เช่น การปล่อยให้วัชพืชระบาดทั่วแปลง การสูบกองเศษซากกิ่งไม้ไปไม่ไวที่โคนต้น สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลให้เกษตรกรต้องพึ่งพาการใช้สารเคมีในการควบคุมศัตรูพืชมากขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาความต้านทานของแมลงศัตรูพืชต่อสารกำจัดแมลง ปัญหาสารพิษตกค้าง และอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ การจัดการเพลี้ยแป้งในลำไยอย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องอาศัยแนวทางการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management: IPM) ซึ่งเป็นแนวทางการผสมผสานองค์ความรู้การป้องกันกำจัดศัตรูพืชในด้านต่าง ๆ ในขั้นตอนการผลิต เช่น การใช้วิธีเขตกรรม วิธีกล การใช้สารป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพในชนิดและอัตราที่เหมาะสม ซึ่งหากเป็นการส่งออกจะต้องมีการควบคุมการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ด้วยการห้ามใช้สารบางชนิดและต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการสัมผัสหรือปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเทศปลายทางมีข้อกำหนดห้ามใช้ โดยสำหรับการส่งออกสินค้าเกษตรไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีน มีมาตรการห้ามใช้สารตามบัญชีรายชื่อสารกำจัดศัตรูพืชที่ห้ามใช้ (ยุติการใช้) ในสาธารณรัฐประชาชนจีน (46 ชนิด) ได้แก่ สาร HCH, DDT, camphechlor, dibromochloropane, chlordimeform, EDB, nitrofen, aldrin, dieldrin, mercury compounds, arsenide compounds, plumbum compounds, bis-ADTA, floacetamide, gliflor, tetramine, sodium fluoroacetate, silatrane, methamidophos, parathion methyl, parathion, monocrotophos,

phosphamidon, fenamiphos, fonofos, phosfolan-methyl, calcium phosphide, magnesium phosphide, zinc phosphide, cadusafos, coumaphos, sulfotep, terbufos, chlorsulfuron, asomate, urbacide, ethametsulfuron, metsulfuron-methyl, dicolfol, lindane, endosulfan, methyl bromide (อนุญาตให้ใช้เฉพาะงานรมควันในการตรวจกักกัน), sulfuramid (ห้ามใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563), Methidathion, Paraquat (ตั้งแต่วันที่ 26 กันยายน 2563 ห้ามใช้พาราควอตสูตรละลายน้ำ) และ 2,4-D butylate (ตั้งแต่วันที่ 29 มกราคม 2566 ห้ามใช้ในสาธารณรัฐประชาชนจีน) และสำหรับบัญชีรายชื่อสารกำจัดศัตรูพืชที่จำกัดการใช้ (20 ชนิด) มีรายละเอียดชื่อสามัญและขอบเขตการใช้ที่ต้องห้าม ดังนี้ สาร phorate, isofenphos-methyl, carbofuran, isocarbophos, omethoate, methomyl, aldicarb และ ethoprophos ห้ามใช้ในผัก ผลไม้ ใบชา เห็ด และสมุนไพรจีน ห้ามใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ห้ามใช้ในการควบคุมศัตรูพืชในน้ำ สาร phorate, isofenphos-methyl และ carbofuran ห้ามใช้ในพืชประเภทอ้อย สาร demeton, phosfolan และ isazofos ห้ามใช้ในผัก ผลไม้ ใบชา และสมุนไพรจีน สาร acephate, carbosulfan และ dimethoate ห้ามใช้ในผัก ผลไม้ ใบชา เห็ด และสมุนไพรจีน สาร chlorpirifos และ triazophos ห้ามใช้ในผัก สาร daminozide ห้ามใช้ในถั่วลิสง สาร fenvalerate ห้ามใช้ในใบชา สาร fipronil ห้ามใช้ในพืชทุกชนิด ยกเว้นใช้เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์พืชที่เพาะปลูกในพื้นที่แห้งแล้งบางส่วน เช่น ข้าวโพด และสาร flubendiamide ห้ามใช้ในพืชประเภทข้าว

กรมวิชาการเกษตรแนะนำแนวทางการจัดการเพลี้ยแป้งแบบผสมผสานสำหรับลำไยในแปลงปลูก ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะสามารถป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งก่อนการตัดจำหน่ายหรือเข้าสู่โรงคัดบรรจุ เกษตรกร ผู้ประกอบการส่งออก และผู้สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการผลิตลำไยทั้งเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ โดยการจัดการเพลี้ยแป้งแบบผสมผสานสำหรับลำไย มีดังนี้

การป้องกันกำจัดมด: เนื่องจากการแพร่กระจายของเพลี้ยแป้งสามารถเกิดขึ้นโดยมดเป็นพาหะคาบเพลี้ยแป้งไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นลำไย เช่น ช่อดอก และช่อผล จึงควรป้องกันกำจัดมดไม่ให้ขึ้นต้น โดยใช้ผ้าชุบน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว หรือใช้แร็ปปิดอาหารพันรอบโคนต้นแล้วใช้กาวเหนียวดักแมลงพันทับแร็ป หรือใช้ผ้าชุบสารกำจัดแมลง malathion 83% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ carbaryl 85% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พันไว้ที่โคนต้นและวัสดุค้ำยัน หากพบรังมดในแปลงปลูก ควรใช้เหยื่อพิษกำจัดมด

การกำจัดวัชพืชในแปลงปลูก: กำจัดวัชพืชในแปลงปลูกให้สะอาด โดยเฉพาะหญ้าแห้วหมูและหญ้าคา เนื่องจากเป็นพืชอาศัยของเพลี้ยแป้ง ทำการป้องกันกำจัดโดยให้ถอนต้นและขุดเหง้าที่อยู่ในดินออก หรือใช้สารกำจัดวัชพืช เช่น halosulfuron-methyl 75% WG หรือ glyphosate-isopropylammonium 48% SL พ่นระหว่างแถว และในการพ่นให้ใช้หัวครอบเพื่อป้องกันละอองสารไม่ให้ปลิวไปโดนยอดและใบของต้นลำไย

การสำรวจแปลงทุกสัปดาห์: หมั่นสำรวจแปลงปลูกทุกสัปดาห์ ใช้วิธีการสุ่มสำรวจแบบเส้นทแยงมุม โดยสำรวจสวนละ 10 ต้น ต้นละ 10 ช่อดอก/ช่อผล แบบกระจายทั่วต้น 4 ทิศทาง ตั้งแต่ลำไยออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว 1 เดือน หากพบเพลี้ยแป้งระบาดเล็กน้อย ให้ตัดส่วนที่พบแล้วนำไปเผาทำลาย แต่ถ้าพบลำไยถูกเพลี้ยแป้งทำลายมากกว่า 10% ให้ใช้สารกำจัดแมลง malathion 83% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ thiamethoxam 25% WG อัตรา 2.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ dinotefuran 10% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เลือกใช้สารอย่างใดอย่างหนึ่ง ควรพ่นสารอย่างน้อย 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน โดยพ่นสารเฉพาะต้นที่พบเพลี้ยแป้งเข้าทำลาย

ทั้งนี้ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ได้จัดสรรงบประมาณในปี 2568 - 2570 ให้กรมวิชาการเกษตร ดำเนินงานโครงการวิจัยเทคโนโลยี

การจัดการเพลี้ยแป้งแบบผสมผสานสำหรับลำไยเพื่อส่งออกสาธารณรัฐประชาชนจีน ภายใต้แผนงานวิจัยและพัฒนา ระบบควบคุม กำกับ การตรวจสอบรับรองคุณภาพและความปลอดภัยสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก โดยมีเป้าหมายเพื่อ พัฒนาเทคโนโลยีการจัดการเพลี้ยแป้งแบบผสมผสานสำหรับลำไยเพื่อส่งออกสาธารณรัฐประชาชนจีน แก้ไขปัญหาการ แจ็งเดือนตรวจพบเพลี้ยแป้งในลำไยผลสดสำหรับส่งออก โดยศึกษาสารป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งที่มีประสิทธิภาพและ เหมาะสมเพื่อเพิ่มปัจจัยการผลิตให้กับเกษตรกร และทดสอบเทคโนโลยีการจัดการเพลี้ยแป้งในลำไยด้วยวิธีผสมผสาน ในระดับแปลงปลูก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนการผลิต โดยการนำวิธีการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งแบบต่าง ๆ ที่มี ประสิทธิภาพจากผลงานวิจัยและคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ไม่มีปัญหา สารพิษตกค้างและปลอดภัย สามารถนำข้อมูลจากเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาระบบการผลิตลำไยให้เป็นไปตาม มาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนยอมรับ และให้ความรู้และคำแนะนำที่ถูกต้องแก่เจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการผลิตพืชของบริษัทผู้ส่งออก เกษตรกรและผู้ประกอบการโรงคัด บรรจุน้ำผลไม้ส่งออกสาธารณรัฐประชาชนจีน สำหรับการผลิตลำไยเพื่อส่งออกสาธารณรัฐประชาชนจีน ปรับปรุง มาตรฐานการส่งออกลำไยผลสด เพิ่มมูลค่าให้ผลผลิต นำไปสู่การสร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกร และเพิ่มศักยภาพในการ แข่งขันให้ผู้ประกอบการส่งออกสินค้าเกษตรของไทยอย่างยั่งยืน ยกกระดับมาตรฐานผลไม้ส่งออก สู่การแข่งขันในตลาดโลก ได้ต่อไป



ภาพที่ 1 ก. - ข. การเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งบนผลลำไย

ค. มดอาศัยอยู่กับเพลี้ยแป้ง และคาบเพลี้ยแป้งไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นลำไย

ง. เพลี้ยแป้งขับน้ำหวาน (honeydew) ออกมา ทำให้เกิดเชื้อราเข้าทำลายซ้ำ

บรรณานุกรม

- กลุ่มบริหารศัตรูพืช. 2557. *แมลงศัตรูไม้ผล*. กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 151 หน้า.
- ฝ่ายเกษตร ประจำสถานกงสุลใหญ่ ณ นครกว่างโจว. 2563. บัญชีรายชื่อสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเทศจีนห้ามใช้และจำกัดการใช้. แหล่งข้อมูล: <https://www.opsmoac.go.th/guangzhou-news-files-421891791152>. สืบค้น: 25 ธันวาคม 2568.
- ฝ่ายเกษตร ประจำสถานกงสุลใหญ่ ณ นครกว่างโจว. 2568. *สถานการณ์ผลไม้ไทยในตลาดจีน ปี 2567 และแนวโน้ม*. แหล่งข้อมูล: <https://www.opsmoac.go.th/guangzhou-dwl-preview-471591791870>. สืบค้น: 22 พฤศจิกายน 2568.
- สัณญาณี ศรีรักษา กรกต ดำรักษ์ และวนาพร วงษ์นิคัง. 2567. *คู่มือสำหรับเกษตรกร การจัดการเพลี้ยแป้งแบบผสมผสานในทุเรียนและลำไยเพื่อการส่งออก*. กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 57 หน้า.
- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2568. *สถิติการส่งออกทุเรียนผลสด ลำไย และมังคุดไปสาธารณรัฐประชาชนจีน ประจำวันที่ 21 ธันวาคม 2568*. แหล่งข้อมูล: <https://www.facebook.com/share/p/1CmBaqW5kT/?mibextid=wwXlfr>. สืบค้น: 26 ธันวาคม 2568.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2568. *สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2567*. แหล่งข้อมูล: <https://data.go.th/dataset/dataoae3103>. สืบค้น: 22 พฤศจิกายน 2568.

การพัฒนาชีวภัณฑ์เหี้ยโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* กำจัดหนูในรูปแบบแกรนูล

วิชาญ วรรณชนะไก่อวัล^{1/}

หนูเป็นสัตว์ศัตรูพืชที่มีความสำคัญและสร้างความเสียหายต่อภาคการเกษตรของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ตั้งแต่ระยะเพาะปลูกในแปลงปลูกจนถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยวในโรงเก็บผลผลิตทางการเกษตร ความเสียหายที่เกิดจากหนูมีทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ในด้านปริมาณเกิดจากการกัดแทะเพื่อกินอาหารและลับฟันของหนูทำให้ผลผลิตลดลง ในด้านคุณภาพของผลผลิตจากการปนเปื้อนสิ่งสกปรกจาก ขน มูล น้ำลาย และปัสสาวะหนู ทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด ส่งผลให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้หนูยังเป็นแหล่งรังโรคที่สำคัญที่ถ่ายทอดสู่มนุษย์และสัตว์เลี้ยงอีกด้วย เช่น กาฬโรค (plague) ซึ่งมีหมัดที่อาศัยอยู่บนตัวหนูเป็นพาหะ โรคไข้หนู (leptospirosis) ที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียกลุ่ม *Leptospira* รวมไปถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารต่าง ๆ ที่มีหนูเป็นพาหะนำโรค เป็นต้น (กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร, 2544)

การป้องกันกำจัดหนู

การป้องกันกำจัดหนูสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีหลัก ได้แก่ การใช้สารเคมีกำจัดหนู (rodenticide) ในปัจจุบันนี้ การใช้สารเคมีกำจัดหนู 2 ประเภท คือประเภทออกฤทธิ์เร็ว (acute rodenticide) เช่น ซิงค์ฟอสไฟด์ (zinc phosphide, Zn_3P_2) 0.8 - 1% และประเภทออกฤทธิ์ช้า (chronic rodenticide) ได้แก่ โฟลคูมาเฟน (flocoumafen) โบรมาดิโอโลน (bromadiolone) และ โบรโดฟาคุม (brodifacoum) เป็นต้น ซึ่งทั้ง 2 ประเภท สามารถลดจำนวนหนูลงได้อย่างรวดเร็ว แต่การใช้สารกำจัดหนูออกฤทธิ์เร็วบ่อยครั้ง ทำให้หนูเข็ดขยาดต่อสารพิษ นอกจากนี้การใช้สารเคมีกำจัดหนูอย่างไม่ระมัดระวังและเกินพอดีอาจทำให้เกิดอันตรายต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ขณะที่วิธีการไม่ใช้สารเคมีกำจัดหนู ได้แก่ การทำเขตกรรม การใช้วิธีกล และการใช้ชีวภัณฑ์เหี้ยโปรโตซัวกำจัดหนู *Sarcocystis singaporensis* ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งผลิตจากปรสิตโปรโตซัว *S. singaporensis* มีวงจรชีวิตอยู่ในงูเหลือม *Python reticulatus* และในหนู 2 สกุล ได้แก่ สกุลหนูพุก *Bandicota* และสกุลหนูท้องขาว *Rattus* ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการทำให้หนูสกุลท้องขาว และสกุลหนูพุกป่วยและตายทั้งหมด (100%) ในระดับห้องปฏิบัติการ และ 71% - 92% ในแปลงทดลอง ในฟาร์มไก่ นาข้าว และสวนปาล์มน้ำมัน และไม่มีผลกระทบต่อสัตว์อื่น ๆ ตามธรรมชาติ (ยวลักษณ์และคณะ, 2539; ยวลักษณ์และคณะ, 2540; ยวลักษณ์และคณะ, 2541; Jaekel *et al.*, 1999; Jaekel *et al.*, 2005) โดยผลิตในรูปแบบก้อนเหี้ยแป้งนุ่ม ขนาด 1 กรัม มีส่วนผสมของแป้งและเมล็ดข้าวโพดเป็นหลัก ภายในบรรจุด้วยสปอร์โรซิสต์ (sporocysts) ของเชื้อโปรโตซัว *S. singaporensis* จำนวน 200,000 สปอร์โรซิสต์ (lethal dose) และสามารถเก็บรักษาสารแขวนลอยของเชื้อได้นาน 1 ปี ที่อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส โดยยังคงรักษาประสิทธิภาพการกำจัดหนูไว้ได้เช่นเดิม

แต่เนื่องจากเหี้ยโปรโตซัวกำจัดหนู *S. singaporensis* ยังมีข้อจำกัดที่สำคัญในเรื่องของกระบวนการผลิต กล่าวคือ จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณเชื้อในหนูและงูเหลือม ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาการผลิตที่นานประมาณ 3 - 4 เดือน อีกทั้งการดูแลหนูและงูเหลือมจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญในการเลี้ยงและมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงค่อนข้างสูง รวมถึงขั้นตอนการผลิตก้อนเหี้ยแป้งนุ่ม ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้หยอดเชื้อสำหรับผลิตเป็นก้อนเหี้ยโปรโตซัวกำจัดหนู *S. singaporensis* มีขั้นตอนของกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน และมีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาการเก็บรักษาก้อนเหี้ยแป้งนุ่ม

^{1/} นักสัตววิทยานานาญการพิเศษ กลุ่มกัญและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ 1 - 3 เดือน ดังนั้นการศึกษาวิจัยและพัฒนาก้อนเหยื่อในรูปแบบใหม่ที่สามารถลดขั้นตอนการผลิตให้สั้นลง ผลิตได้ง่ายขึ้น สะดวกต่อการนำไปใช้ และสามารถเก็บรักษาเหยื่อได้นานขึ้น จึงอาจเป็นแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าวได้

การผลิตชีวภัณฑ์เหยื่อโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* กำจัดหนูในรูปแบบแกรนูล

การผลิตแกรนูล (granulation) เป็นเทคนิคที่ทำให้อนุภาคขนาดเล็กรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า แกรนูล (granule) ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้เกิดการผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกัน มีความหนาแน่นมากขึ้น ลดการฟุ้งกระจาย ทำให้สะดวกต่อการขนส่งและการจัดเก็บ (Shanmugam, 2015)

ดังนั้นการผลิตชีวภัณฑ์เหยื่อโปรโตซัว *S. singaporensis* กำจัดหนูในรูปแบบแกรนูล โดยผ่านขั้นตอนการอัดเม็ดยา จะทำให้ได้ก้อนเหยื่อที่มีลักษณะแข็ง สะดวกต่อการนำไปใช้ และมีความคงตัวในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (Pereira de Souza *et al.*, 2007; Wiwattanapatanee *et al.*, 2009) ทำให้มีความคงทนของก้อนเหยื่อมากกว่าก้อนเหยื่อแป้งนุ่มที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

จากการที่เหยื่อกำจัดหนูจะมีประสิทธิภาพกำจัดหนูได้ดีหรือไม่นั้น ความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อของหนูเป็นสิ่งสำคัญ แม้ว่าเหยื่อกำจัดหนูจะมีประสิทธิภาพกำจัดหนูได้ดี แต่หากเหยื่อไม่ดึงดูดหนู ให้เข้ามากิน ก็จะไม่สามารถกำจัดหนูได้เช่นกัน สอดคล้องกับรายงานของ Jokic *et al.* (2014) ที่ได้รายงานไว้ว่า เหยื่อกำจัดหนู Natromouse ไม่สามารถทำให้หนู Wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) ตายได้ ขณะที่หนู Common vole (*Microtus arvalis*) ตายเพียง 1 ตัวจากหนูทดสอบ 20 ตัว เนื่องจากหนูทั้ง 2 ชนิด กินเหยื่อกำจัดหนู ในปริมาณน้อย โดยมีค่าการกินเหยื่อเฉลี่ยวันละ 5.19 และ 5.89 กรัมต่อน้ำหนักตัว และมีการยอมรับต่อเหยื่อ เท่ากับร้อยละ 14.34 และ 11.89 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากล (EPA) ที่กำหนดไว้ เช่นเดียวกับรายงานของ Schmolz, (2010) พบว่า เหยื่อกำจัดหนูที่มีผลทดสอบความชอบต่ำ (low palatability) ในการทดสอบแบบให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร (choice feeding test) ไม่สามารถทำให้หนูหริ่งบ้าน *M. musculus* และหนูนอร์เว *R. norvegicus* ตายได้ ภายในระยะเวลา 28 และ 14 วัน ตามลำดับ แต่การทดสอบแบบไม่ให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร (no choice feeding test) สามารถทำให้ หนูทั้ง 2 ชนิด ตายได้ทั้งหมด ภายในระยะเวลา 14 - 21 วัน เนื่องจากไม่มีอาหารเป็นตัวแข่งขันกับเหยื่อกำจัดหนูทดสอบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความชอบต่อเหยื่อของหนูมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการกำจัดหนูของเหยื่อกำจัดหนู

โดยปกติแกรนูลทั่วไปมี 3 ขนาด ได้แก่ แกรนูลขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง > 2.8 ไมครอน (micrometer) แกรนูลขนาดกลาง มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2.8 - 9.9 ไมครอน และแกรนูลขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง > 9.9 ไมครอน (Raeker *et al.*, 1998) แต่เนื่องจากขนาดรูปร่างและส่วนผสมของก้อนเหยื่อที่นำมาใช้เป็นเหยื่อกำจัดหนู มีผลโดยตรงต่อความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อของหนู โดยที่เหยื่อขนาดใหญ่หนูมีความชอบมากกว่าเหยื่อที่เป็นชิ้นขนาดเล็ก และมีการนำกลับไปกินต่อในรัง (Laidlaw, 1981) เนื่องจากลักษณะการกินอาหารของหนูที่ใช้ขาคู่หน้าหยิบจับอาหารขึ้นมาแล้วใช้ปากกัดแทะ สอดคล้องกับรายงานของเสริมศักดิ์และคณะ (2533) ที่ได้รายงานไว้ว่า ลักษณะรูปร่างของเหยื่อพิษรูปกลมรีมีความง่ายในการหยิบจับมากกว่ารูปร่างสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ เช่นเดียวกับการคัดเลือกอาหารตามธรรมชาติของหนู ได้แก่ เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ มะพร้าว และเนื้อแห้ง นำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเหยื่อกำจัดหนู เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการดึงดูดหนูและป้องกันไม่ให้ สัตว์ชนิดอื่นเข้ามากินเหยื่อกำจัดหนู โดยเฉพาะเมล็ดธัญพืชซึ่งเป็นที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเหยื่ออาหารสำหรับกลุ่มสัตว์ฟันแทะ ในทางกลับกันก้อนเหยื่อกำจัดหนูนั้นไม่เหมาะที่จะใช้ข้าวสาลีเป็นส่วนผสม เนื่องจากเป็นอาหารหลักของนกตามธรรมชาติ (Marsh, 1985) ขณะเดียวกันกลิ่นและรสชาติที่เพิ่มลงในก้อนเหยื่อกำจัดหนู เป็นสิ่งที่มีผลต่อความชอบและดึงดูดให้หนูเข้ามากินเหยื่อด้วยเช่นกัน

(Shumake, 1978) โดยที่น้ำตาลและน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ มีประสิทธิภาพสามารถดึงดูดหนูได้ดี เนื่องจากหนูสามารถพบสิ่งเหล่านี้ได้ตามธรรมชาติตั้งแต่แรกเกิดจึงไม่ใช่สิ่งแปลกปลอมสำหรับหนู ขณะที่รสชาติและกลิ่นสังเคราะห์อื่น ๆ เป็นสิ่งแปลกใหม่สำหรับหนู ดังนั้นจึงใช้เป็นส่วนผสมเพียงเล็กน้อยในการผลิตเหยื่อกำจัดหนู (Marsh, 1988)

การพัฒนาารูปแบบเหยื่อโปรโตซัว *S. singaporensis* กำจัดหนูในรูปแบบแกรนูล ในโครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาการผลิตศัตรูธรรมชาติและจุลินทรีย์เพื่อควบคุมศัตรูพืช ภายใต้แผนงานวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพด้านแมลง จุลินทรีย์ ศัตรูธรรมชาติ และสารสกัด เพื่อนำไปสู่การผลิตขยายและการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งได้รับงบประมาณการวิจัยเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (fundamental fund) จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.) ดำเนินการในปี 2568 - 2570 ที่กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร โดยดำเนินการทดลอง 3 ขั้นตอน เริ่มจากการเตรียมสารแขวนลอยสปอร์โรซีสต์โปรโตซัว *S. singaporensis* ที่มีประสิทธิภาพสามารถทำให้หนูตายได้ (Figure 1) และเตรียมก้อนเหยื่อในรูปแบบแกรนูล จำนวน 2 สูตร (A และ B) โดยที่สูตร A ใช้สูตรเหยื่อแป้งนุ่มของกรมวิชาการเกษตร (Jaekel *et al.*, 1999) ร้อยละ 90+CMC (carboxy methyl cellulose) ร้อยละ 10 และสูตร B ใช้สูตรเหยื่อแป้งนุ่มของกรมวิชาการเกษตร ร้อยละ 95+เจลาติน (gelatin) ร้อยละ 5 (Figure 2) จากนั้นทดสอบความชอบต่อเหยื่อกับหนูและทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนู ซึ่งมีผลการทดสอบในปี 2568 ดังนี้



Figure 1 Sporocysts suspension of *Sarcocystis singaporensis*



Figure 2 Ingredients for formulation of bio-rodenticide bait, *Sarcocystis singaporensis* the soft flour bait recipe from Department of Agriculture.

การผลิตเหยื่อโปรโตซัว *S. singaporensis* กำหนดหนูรูปแบบแกรนูล พบว่า เหยื่อสูตร A มีลักษณะทรงลูกบาศก์ขนาดเฉลี่ย $1.45 \pm 0.12 \times 1.19 \pm 0.16$ เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 2.16 ± 0.22 กรัม ($n = 20$) (Figure 3) และเหยื่อสูตร B มีลักษณะเป็นก้อนทรงกลมขนาดเฉลี่ย 1.37 ± 0.21 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 2.65 ± 0.64 กรัม ($n = 20$) (Figure 4)



Figure 3 Characteristics of bio-rodenticide granular bait, *Sarcocystis singaporensis* formula A



Figure 4 Characteristics of bio-rodenticide granular bait, *Sarcocystis singaporensis* formula B

ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อกับหนูท้องขาวบ้าน (*R. rattus*) จำนวน 10 ตัว เปรียบเทียบระหว่างเหยื่อแกรนูลทั้ง 2 สูตร กับอาหารหนูชนิดเม็ดในเบื้องต้น (screen test) พบว่า หนูท้องขาวบ้านมีค่าเฉลี่ยการกินเหยื่อสูตร A กับอาหารหนูชนิดเม็ดเท่ากับ 0.97 ± 1.20 และ 1.59 ± 1.62 กรัม ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยการกินเหยื่อสูตร B กับอาหารหนูชนิดเม็ดเท่ากับ 3.43 ± 1.99 และ 1.57 ± 1.59 กรัม ตามลำดับ โดยที่เหยื่อสูตร A และ B มีอัตราส่วนความชอบต่อเหยื่อ (palatability ratio) เท่ากับ 0.61 และ 2.16 ตามลำดับ ขณะเดียวกันมีค่าการยอมรับต่อเหยื่อ (bait acceptance level) เท่ากับร้อยละ 37.90 และ 68.33 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล; United States Environmental Protection Agency; EPA (EPA, 1982; EPPO, 1982) อีกทั้งเหยื่อโปรโตซัว *S. singaporensis* กำจัดหนูรูปแบบแกรนูล สูตร A และ B มีประสิทธิภาพสามารถทำให้หนูตายได้ร้อยละ 90 ในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ยอมรับได้ของประสิทธิภาพสารกำจัดหนูในระดับห้องปฏิบัติการ (Schneider and Hitch, 1982; Pitt *et al.*, 2011)

Table 1 The T-test result after comparison of bait consumption (g) between bio-rodenticide *Sarcocystis singaporensis* granular bait formula A and B (BGA and BGB) with rodent diet, pellets on the *Rattus rattus* (n = 10).

No	Bait	Baits consumption (g)	T value	P value	% Bait acceptance	Palatability ratio
		Mean \pm SD				
1	BGA rodent diets	0.97 ± 1.20	-1.23	2.86	37.9	0.61
		1.59 ± 1.62				
2	BGB rodent diets	3.43 ± 1.99	0.23	0.008*	68.33	2.16
		1.57 ± 1.59				

* Significant different values (P 0.05)

**The EPA requires that rodenticides achieve 90% mortality and an acceptance level that statistically is not significant from 33% when tested against their standard diet (equivalent to palatability ratio of 0.5) (EPA,1982; EPPO, 1982).

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเยื่อแกรนูลสูตร A และ B พบว่า หนูท้องขาวบ้านมีอัตราส่วนความชอบต่อเยื่อและมีการยอมรับต่อเยื่อสูตร B มากกว่า เยื่อสูตร A ถึงแม้ว่าจะผ่านเกณฑ์ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากลในทั้ง 2 สูตรก็ตาม เนื่องจากในเยื่อทั้ง 2 สูตร มีการเติมสารช่วยยึดเกาะ (stickers/binders) เพื่อเพิ่มการยึดเกาะกันของอนุภาคที่เป็นส่วนผสมทำให้ก้อนเยื่อแน่นและแข็งขึ้น โดยการผสม CMC ในเยื่อสูตร A ร้อยละ 10 และผสมเจลาตินในเยื่อสูตร B ร้อยละ 5 ตามลำดับ ซึ่งผลจากการเติมสารช่วยยึดเกาะในเยื่อสูตร A ในปริมาณที่มากกว่าเยื่อสูตร B อาจมีผลทำให้เยื่อสูตร A ลดประสิทธิภาพในการดึงดูดหนูให้เข้ามากินเยื่อลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Laidlaw (1981) ที่ได้รายงานไว้ว่า สารช่วยยึดเกาะมีผลต่อรสชาติและกลิ่นของเยื่อกำจัดหนู การใส่สารช่วยยึดเกาะในปริมาณมากทำให้ความเป็นพิษของสารกำจัดหนูในก้อนเยื่อลดลง รวมถึงทำให้เกิดกลิ่นหืนในก้อนเยื่อส่งผลให้ความชอบต่อเยื่อของหนูลดลง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เยื่อสูตร A มีอัตราส่วนความชอบต่อเยื่อและการยอมรับต่อเยื่อน้อยกว่าเยื่อสูตร B

ผลจากการพัฒนาชีวภัณฑ์เยื่อโปรโตซัว *S. singaporensis* กำจัดหนูรูปแบบแกรนูลในเบื้องต้น มีผลการทดสอบความชอบต่อเยื่อกับหนูและทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนูในเบื้องต้นผ่านเกณฑ์ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล และสามารถลดข้อจำกัดเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งผลิตในรูปแบบเยื่อแป้งนุ่มในเรื่องกระบวนการผลิตก้อนเยื่อแป้งนุ่มที่มีหลายขั้นตอน อีกทั้งยังทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้มากขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นตัวแบบสำหรับการวิจัยและพัฒนาต่อยอดต่อไปได้ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ควรมีการวิจัยและพัฒนาในด้านต่าง ๆ เพิ่มเติม ได้แก่

1) ทดสอบความชอบต่อเยื่อกับหนูและทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนูกับหนูอย่างน้อย 2 ชนิด โดยเพิ่มจำนวนหนูทดสอบให้มากขึ้นและมีการวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสมตามมาตรฐานสากล ตลอดจนการทดสอบระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาก้อนเยื่อรูปแบบแกรนูล เพื่อลดข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการเก็บรักษาก้อนเยื่อแป้งนุ่ม ทำให้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น โดยที่ยังคงประสิทธิภาพการกำจัดหนูไว้ได้เช่นเดิม

2) ทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนูศัตรูพืชในพื้นที่ทำการเกษตร

3) ศึกษาการเพิ่มปริมาณเชื้อโปรโตซัว *S. singaporensis* ในอาหารเทียมทดแทนการเพิ่มปริมาณเชื้อในหนูและงูเหลือม ซึ่งเป็นสัตว์อาศัยสำหรับการผลิตขยายโปรโตซัว *S. singaporensis* เพื่อเป็นการลดต้นทุน ระยะเวลา และขั้นตอนการผลิตชีวภัณฑ์เยื่อโปรโตซัว *S. singaporensis* กำจัดหนู ซึ่งมีเทคนิคการเพิ่มปริมาณคือวิธีโปรโตซัวด้วยวิธี “host cell-free cultivation method” โดยไม่ต้องเพิ่มปริมาณเชื้อในสัตว์อาศัยหรือเซลล์ของสัตว์อาศัย (Feix *et al.*, 2023) สอดคล้องกับรายงานของ Feix *et al.* (2021) ที่ใช้ host cell-free medium ในการเพิ่มปริมาณ *Cystoisospora suis* สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อโปรโตซัวได้ครบวงจรชีวิตจนถึงระยะโอโอซิสต์ (oocysts) และโอโอซิสต์ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณมีขนาดเฉลี่ย 21.8x19.1 ไมครอน (n = 20) โดยมีระดับความเข้มข้น 400 โอโอซิสต์/มิลลิลิตร รวมถึงการเพาะเลี้ยงเซลล์ หรือสูตรอาหารเทียมอื่น ๆ (Carrau *et al.*, 2016)

ด้วยเหตุนี้การพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อทำให้สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างเป็นระบบต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ จนนำไปสู่การขยายผลเพื่อนำไปใช้ผลิตขยายชีวภัณฑ์เยื่อโปรโตซัว *S. singaporensis* กำจัดหนูในรูปแบบแกรนูลปริมาณมากได้ ทำให้ได้ชีวภัณฑ์กำจัดหนูที่สามารถนำไปใช้ป้องกันและกำจัดหนูโดยไม่ใช้สารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดหนูศัตรูพืชในภาคการเกษตร และลดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร. 2544. *หนูและการป้องกันกำจัด*. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ. 136 หน้า.
- ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ วิยะดา สีหะบุตร เสริมศักดิ์ หงส์นาค และกรแก้ว เสือสะอาด. 2539. ผลของโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* ต่อหนูพุกใหญ่. หน้า 255-256. ใน: *รายงานผลการวิจัยปี 2539*. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ ปราสาททอง พรหมเกิด กรแก้ว เสือสะอาด เสริมศักดิ์ หงส์นาค และทรงทัฬห แก้วตา. 2540. ผลของโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* ต่อหนูนาใหญ่. หน้า 10-16. ใน: *รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2540*. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ ปราสาททอง พรหมเกิด เสริมศักดิ์ หงส์นาค ปิยาณี หนูภาพ และทรงทัฬห แก้วตา. 2541. การศึกษาโปรโตซัวที่เป็นปรสิตในหนูพุกศัตรูพืช. หน้า 102-103. ใน: *รายงานผลการวิจัยปี 2541*. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร
- เสริมศักดิ์ หงส์นาค พวงทอง บุญทรง กรแก้ว เสือสะอาด และวิรัตน์ ธรรมบำรุง. 2533. ทดสอบความชอบของหนูที่มีต่อเหยื่อพิษชนิดก้อนซีฟิ่ง 3 ชนิด ในสวนปาล์มน้ำมัน. หน้า 11-17. ใน: *รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2533*. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- Carrau., T.; L.M.R. Silva; D. Perez; R.R. Ybanez; A. Taubert and C. Hermosilla. 2016. First description of an in vitro culture system for *Eimeria* ovinoidalis macromeront formation in primary host endothelial cell. *Parasitology International* 65: 516-519.
- EPA. 1982. *Pesticide Assessment Guidelines, Subdivision G: Product Performance*. United States Environmental Protection Agency, Washington. 422 p.
- EPPO. 1982. *Guidelines for the biological evaluation of rodenticides*. Laboratory Test for Evaluation of the Toxicity and Acceptability of Rodenticides and Rodenticide Preparations. EPPO. Set 10 No 113. 32 p.
- Feix, A.S.; T. Cruz-Bustos; B. Ruttkowski; M. Mötz; T. Rümehapf and A. Joachim. 2021. Progression of asexual to sexual stages of *Cystoisospora suis* in a host cell-free environment as a model for *Coccidia*. *Parasitology* 148(12): 1475-1481.
- Feix, A.S.; T. Cruz-Bustos; B. Ruttkowski and A. Joachim. 2023. In vitro cultivation methods for coccidian parasite research. *International Journal for Parasitology* 53(9): 477-489.
- Jaekel, T.; Y. Khorprasert; P. Promkerd and S. Hongnark. 2005. An experimental field study to assess the effectiveness of bait containing the parasitic protozoan *Sarcocystis singaporensis* for protecting rice crops against rodent damage. Available at: <http://www.elsevier.com/locate/cropro>. Accessed: December 11, 2022.
- Jaekel, T.; Y. Khorprasert; S. Endepol; K. Suesaard; P. Promkerd; D. Kliemt; P. Boonsong and S. Hongnark. 1999. Biological control of rodents using *Sarcocystis singaporensis*. *International Journal for Parasitology*. 29(8): 1321-1330.

- Jokic, G.; M. Vuska; S. Dedovic and P. Kljajic. 2014. Laboratory testing of wood mouse and common vole sensitivity to bromadiolone, sodium selenite and cellulose. *Journal of Pest Science* 29: 487-491.
- Laidlaw, W. 1981. Formula to build a better "Rat Trap" rodenticide. Available at: <http://digitalcommons.unl.edu/gpawdcwp/132>. Accessed: November 3, 2025.
- Mash, R.E. 1985. Rodenticide selection and bait composition to minimize potential primary hazard to nontarget species when baiting field rodents. Pages 155-159. In: *Proceedings first Eastern wildlife damage control conference*. September 27-30, 1983. New York.
- Mash, R.E. 1988. Bait additives as a means of improving acceptance by rodents. Pages 195-202. In: *EPPO conference on Rodents*. September 7-11, 1987. Rome.
- Pereira de Souza, T.; R. Martinez-Pacheco; J.L. Gomez-Amoza and P.R. Petrovick. 2007. Eudragit E as excipient for production of granules and tablete from *Phyllanthus niruri* L spray-dried extract. Available at: <http://www.aapspharmscitech.org>. Accessed: November 3, 2025.
- Pitt, W.C.; L.C. Driscoll and R.T. Sugihara. 2011. Efficacy of rodenticide baits for the control of three invasive rodent species in Hawaii. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 60: 533-542.
- Raeker, M.O; C.S. Gaines; P.L. Finney and T. Donelson. 1998. Granule size distribution and chemical composition of starches from 12 soft wheat cultivars. *Cereal Chemistry* 75: 721-728.
- Schmolz, E. 2010. Efficacy of anticoagulant-free alternative bait products against house mice (*Mus musculus*) and brown rats (*Rattus norvegicus*). *Integrative Zoology* 1: 44-52.
- Schneider, B.A. and R.K. Hitch. 1982. Suggested performance standards. In: *Pesticide assessment guidelines*. US Environmental Protection Agency, Washington DC, 309 p.
- Shanmugam, S. 2015. Granulation techniques and technologies: recent progresses. *BiolImpacts* 5(1): 55-63.
- Shumake, S.A. 1978. Food preferences behavior in birds and mammals. Pages 21-42. In: Bullard R.W., ed. *Flavor Chemistry of Animals Foods*. American Chemical Society. Symposium Series no. 67. American Chemical Society, Washington, DC (US).
- Wiwattanapatane, R.; A. Sae-Yun; J. Petcharat; C. Ovatlarnporn and A. Ithrat. 2009. Development and evaluation of granule and emulsifiable concentrate formulations containing *Derris elliptica* extract for crop pest control. *Agricultural and Food Chemistry* 57(23): 11234-11241.

คำแนะนำในการเตรียมเรื่องตีพิมพ์ใน “วารสารกสิกรรมและสัตววิทยา”

1. เรื่องที่จะลงพิมพ์อาจเป็นรายงานการวิจัย บทความทางวิชาการ ข่าวสาร เรื่องแปล สารแนะนำ ข้อคิดเห็น หรือ ประสพการณ์ที่เกี่ยวข้องทางด้านกีฏวิทยา สัตววิทยา หรือที่เป็นประโยชน์ต่อวงการเกษตร ซึ่งยังไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน
2. ต้นฉบับต้องมีเนื้อเรื่องสมบูรณ์ในฉบับ พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษพิมพ์สั้น (A4) ควรมีความยาวไม่เกิน 12 หน้า (รายงานการวิจัย) 6 หน้า (บทความ) และ 2 หน้า (สารแนะนำ)

3. เรื่องที่รายงานการวิจัยจะมีหัวข้อเรียงตามลำดับ ดังนี้

3.1 ชื่อเรื่อง ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

3.2 ชื่อ และที่อยู่ผู้เขียน ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

3.3 Abstract ความยาวไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเรื่อง ให้ระบุ “Keywords” ท้าย Abstract

3.4 บทคัดย่อ ความยาวไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเรื่อง ให้ระบุ “คำหลัก” ท้าย บทคัดย่อ

3.5 คำนำ แสดงความสำคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร และวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.6 อุปกรณ์และวิธีการ ควรเขียนให้กระชับ และเป็นลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน ไม่ต้องแบ่งเป็นข้อ

3.7 ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง บรรยายสรุปผลที่ได้จากการวิจัย/ทดลองอย่างกระชับ หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนกับข้อความในตารางหรือรูปประกอบ (ถ้ามี) ตารางหรือรูปประกอบให้ใช้ภาษาอังกฤษทั้งหมด

วิจารณ์ ควรประกอบด้วยหลักการที่ออกมาจากการวิจัย เปรียบเทียบกับผลการวิจัยและการตีความหมายของผู้อื่น ปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญ ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต และแนวทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์

3.8 สรุปผลการทดลอง/สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ ไม่ควรซ้ำซ้อนกับผลการศึกษา แต่สรุปให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ คำแนะนำ อาจแยกหัวข้อใหม่ได้เพื่อความกระชับ

3.9 คำขอบคุณ (ถ้ามี) สำหรับผู้ช่วยเหลืองานวิจัย แต่มิได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

3.10 เอกสารอ้างอิง เขียนตามรูปแบบในข้อ 8

4. การเขียนควรใช้ภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจของบุคคลทั่วไป หลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์ที่เข้าใจยาก หรือการเขียนศัพท์ภาษาต่างประเทศที่ไม่จำเป็น และใช้วรรคตอนให้ถูกต้องเหมาะสม

การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ ให้เขียน ดังนี้

- ชื่อสามัญภาษาไทย (ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ) ชื่อวิทยาศาสตร์ หรือ ชื่อสามัญภาษาไทย ชื่อวิทยาศาสตร์

ตัวอย่าง เช่น

เพลี้ยอ่อนฝ้าย (cotton aphid) *Aphis gossypii* Glover หรือ เพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* Glover หรือ เพลี้ยอ่อนฝ้าย (cotton aphid) *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

- ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ, ชื่อวิทยาศาสตร์ ตัวอย่าง เช่น

cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover หรือ

cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

- หากมีชื่อวิทยาศาสตร์หลายชนิดเขียนต่อกันในเนื้อหาภาษาไทย ให้เว้นวรรคและตามด้วยชื่อวิทยาศาสตร์ชนิดถัดไป ตัวอย่าง เช่น

เพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* Glover หนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* (Fabricius) เพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood และหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

5. การอ้างอิงในเนื้อเรื่องให้ใช้ระบบ ชื่อ-ปี ตัวอย่างเช่น เกரியงไกรและศรุต (2549) รายงานว่า....หรือ.....(เกரியงไกรและศรุต, 2549) กรณีผู้เขียน 3 คนขึ้นไป ให้ใช้ชื่อคนแรก ตามด้วย “ และคณะ ” หรือ “ *et al.* ” สำหรับชื่อคนไทยจากเอกสารภาษาไทยให้ใช้ชื่อตัวแทนชื่อสกุล

6. หากมีตารางหรือรูปภาพ ให้จัดพิมพ์แยกไว้ท้ายเรื่อง อาจแทรกในเนื้อเรื่องตามความเหมาะสม ใส่หมายเลขและคำอธิบายทุกครั้ง โดยที่หมายเหตุ (footnote) ของตาราง ให้ใช้ตัวเลขแสดงคำอธิบาย เพิ่มเติม เช่น ^{1/}, ^{2/} เป็นต้น

7. รูปถ่ายควรเป็นรูปที่มีความชัดเจนและสื่อตรงกับเรื่อง เขียนหมายเลขกำกับไว้หลังรูป (ถ้าแยกส่ง) รูปลายเส้นควรพิมพ์หรือเขียนด้วยหมึกบนหน้ากระดาษสีขาว

8. การเขียนเอกสารอ้างอิง

8.1 การตรวจเอกสาร ในเรื่องของคำนำหรืออุปกรณ์และวิธีการหรือผลการทดลอง

- ตัวอย่างการเขียน

ผู้เขียน 1 คน

โกศล (2523) หรือ (โกศล, 2523) Krebs (1978) หรือ (Krebs, 1978)

ผู้เขียน 2 คน

อิมจิตและมานะ (2535) หรือ (อิมจิตและมานะ, 2535)

Imchit and Mana (1992) หรือ (Imchit and Mana, 1992)

กรณีผู้เขียน 3 คนขึ้นไป

สะอาดและคณะ (2523) หรือ (สะอาดและคณะ, 2523)

Lekakul *et al.* (1977) หรือ (Lekakul *et al.*, 1977)

กรณีอ้างอิง 2 เอกสารขึ้นไป ให้ค้นด้วย ;

(โกศล, 2523; สะอาดและคณะ, 2523; Lekakul *et al.*, 1977)

- ถ้าเป็นเอกสารไม่ปรากฏชื่อผู้เขียนให้ใช้

นิรนาม (2529) หรือ (นิรนาม, 2529)

8.2 เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง

8.2.1 การเรียงลำดับเอกสาร

- ให้เอกสารภาษาไทยอยู่ในส่วนแรกและเอกสารภาษาต่างประเทศอยู่ในส่วนที่สอง

- ให้เรียงชื่อผู้แต่งตามอักษรแต่ละภาษา

- ผู้แต่งชื่อเดียวกัน มีเอกสารมากกว่า 1 ฉบับ

- ถ้าตีพิมพ์ในปีต่าง ๆ กัน ให้เรียงปีที่พิมพ์จากน้อยไปหามาก

- ถ้าตีพิมพ์ในปีเดียว ให้ใส่อักษร ก, ข, ค หรือ a, b, c กำกับในเนื้อเรื่องอ้างอิงก่อนและหลังตามลำดับ

8.2.2 ประเภทเอกสาร

- ตำรา

ชื่อผู้แต่ง. ปี. ชื่อหนังสือ. ชื่อสำนักพิมพ์ จังหวัด. จำนวนหน้า.

ตัวอย่างการเขียน

โกศล เจริญสม. 2523. *แตนเบียนคาซิดอยด์. เอกสารพิเศษ ฉบับที่ 3 ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช โดยซีวินทรีย์แห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ. 301 หน้า.*

สะอาด บุญเกิด จเร สดากร และทิพย์พรรณ สดากร. 2523. *ชื่อพรรณไม้ในเมืองไทย. กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 657 หน้า.*

Holm, G.L.; D.L. Plucknett; J.V. Pancho and J.P. Herberger. 1997. *Imperata cylindrical* (L.) Beauv. Pages 62-71. In: *The World's Worst Weeds, Distribution and Biology.* University Press of Hawaii, Honolulu.

Krebs, C.J. 1978. *Ecology: The Experimental Analysis, Distribution and Abundance.* 2nd Ed. H.A. Harper and C.B. Row, (eds.) N.Y. 678 p.

- วารสาร Newsletter และ Bulletin

ชื่อผู้แต่ง. ปี. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสารหรือชื่อ Newsletter หรือชื่อ Bulletin พิมพ์ในแบบชื่อเต็มและเป็นตัวเอน ปีที่: หน้า-หน้า.

ตัวอย่างการเขียน

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2524. วิธีการเขียนบทความทางวิชาการวิทยาศาสตร์. *วารสารสงขลานครินทร์* 3: 27-43.

Sharwa, A.D. and C.I. Jandak. 1986. Studies on Recycling of Pleurotus Waste. *Mushroom Newsletter for the Tropics* 6: 13-15.

Yano, K. 1979. Effect of Vegetable Juice and Milk on Alkylating Activity of n-methyl-n-nitrourea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 27: 2456-2458.

- รายงานประจำปี

ชื่อผู้แต่ง. ปี. ชื่อเรื่อง. หน้า-หน้า. ใน : ชื่อรายงานประจำปี พ.ศ. หน่วยงาน.

ตัวอย่างการเขียน

กรองทอง จันทร อำนวย ทองดี และบรรจง สิกขะมณฑล. 2522. การศึกษาหาวิธีการปลูกหอมแดงในภาคเหนือ. หน้า 5-20. ใน: *รายงานสรุปผลการทดลองพืชสวน 2522.* กองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Lewanich, A. 1974. A Taxonomic Study on the Lipidopterous Pests of Sugar Cane. Pages 511-513. In: *Annual Research Report 1974.* Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Bangkok.

- รายงานการประชุม

ชื่อผู้แต่ง. ปี. ชื่อเรื่อง. หน้า-หน้า. ใน: ชื่อรายงานการประชุมพิมพ์ในแบบชื่อเต็มและเป็นตัวเอนครั้งที่ (ถ้ามี). วัน เดือน ปีที่มีการประชุม. สถานที่ประชุม.

ตัวอย่างการเขียน

พิสิษฐ์ เสพสวัสดิ์ ศรีสมร พัทธ์ชัย เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ และสาทร สิริสิงห์. 2523. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดกับหอนอนเจาะฝักถั่วเหลือง. หน้า 492-523. ใน: รายงานการประชุมวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ครั้งที่ 2. กองกีฏและสัตววิทยา 24 - 27 มิถุนายน 2532 ณ ศูนย์วิจัยการอารักขาข้าว กรุงเทพฯ.

Bliss, C.I. 1958. The Analysis of Insect Counts as Negative Binomial Distribution. Pages 1015-1032. In: *Proceedings of the 10th International Congress of Entomology 2*.

Magee, P.N. 1992. The Future of Research on Chemical Carcinogenesis. Pages 11. In: *The 2nd The 2nd Princess Chulabhorn International Science Congress* November 2 - 6, 1992. Bangkok.

- เอกสารไม่ปรากฏชื่อผู้เขียน

ให้ใช้คำว่า นิรนาม หรือ Anonymous แทนชื่อ ตามด้วยปี พ.ศ. หรือ ค.ศ. ที่ตีพิมพ์และใช้วิธีการเขียนตามประเภทของเอกสารนั้น ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ตัวอย่างการเขียน

นิรนาม. 2520. สัตว์ศัตรูอ้อย. *วารสารกสิกรรม ไร่อ้อย* 1: 445-449.

Anonymous. 1989. *Krung Thai Bank Annual Report 1989*. Bangkok. 80 p.

- สื่อวิชาการทาง website

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์ (กรณีไม่ปรากฏให้ใช้ n.d. หรือ ม.ป.ป). ชื่อเรื่องของเอกสาร. แหล่งข้อมูล: (ระบุ URL). สืบค้นเมื่อ (วัน เดือน ปี)

ตัวอย่างการเขียน

นิรนาม. 2556. ชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel). ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน มูลนิธิวิจัยพัฒนา. แหล่งข้อมูล: <http://www.teaoilcenter.org/index.php/2013-12-01-03-05-52/2013-12-01-03-12-54/entry/camellia-oleifera-abel>. สืบค้น: 20 พฤษภาคม 2559.

FSANZ. 2007. Final assessment report. Application A565. Use of nisin in processed meat products. Food Standards Australia New Zealand. Available at: http://www.foodstandards.gov.au/code/applicatios/documents/A565_FAR_Nissin_Final.pdf. Accessed: March 22, 2015.

การส่งเรื่อง

ต้นฉบับพิมพ์ด้วย Microsoft Word ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดอักษร 16 พิมพ์บรรทัดห่าง 1 บรรทัด กระดาษขนาด A4 ต้องมีชื่อและที่อยู่ของผู้เขียนที่ติดต่อได้ทางไปรษณีย์ โทรศัพท์ และ E-mail โดยส่งต้นฉบับไปที่ ดร.มานิตา คงชื่นสิน (manitathai@gmail.com) และสำเนาถึง (cc:) กองบรรณาธิการ (ezathaijournal@gmail.com)

การตรวจแก้

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่ส่งไปลงพิมพ์ทุกเรื่องตามความเห็นสมควร โดยผ่านผู้ทรงคุณวุฒิ ในกรณีที่จำเป็นจะส่งต้นฉบับที่แก้ไขแล้วคืนผู้เขียน เพื่อความเห็นชอบอีกครั้งก่อนพิมพ์

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

เรื่องที่จะลงพิมพ์ ต้องเป็นเรื่องที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารฉบับอื่น มี 3 ประเภท คือ

1. **ผลงานวิจัย** เป็นผลงานการวิจัยทดลองที่เกี่ยวข้องทางด้านกีฏวิทยา สัตววิทยา หรือที่เป็นประโยชน์ต่อวงการเกษตร
2. **บทความ** เป็นเรื่องที่เขียนจากการรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ ของงานที่เกี่ยวข้องทางด้านกีฏวิทยา สัตววิทยา หรือที่เป็นประโยชน์ต่อวงการเกษตร
3. **สาระน่ารู้** เป็นเรื่องแปล ข่าวสารที่สำคัญ ข้อคิดเห็น หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องทางด้านกีฏวิทยา สัตววิทยา หรือที่เป็นประโยชน์ต่อวงการเกษตร

แบบฟอร์มการเขียนผลงานวิจัย

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ)

(ภาษาไทย) ชื่อ สกุล ^{1/} (ผู้แต่งคนที่ 1) ชื่อ สกุล ^{2/} (ผู้แต่งคนที่ 2)
(ภาษาอังกฤษ) ชื่อ สกุล ^{1/} (ผู้แต่งคนที่ 1) ชื่อ สกุล ^{2/} (ผู้แต่งคนที่ 2)

Abstract

สรุปวัตถุประสงค์ สถานที่ เวลาทำการทดลอง ที่เป็นสาระสำคัญของการทดลองเป็นภาษาอังกฤษ ใช้สำนวนรัดกุมและให้รายละเอียด ที่ชัดเจน มีความยาว 150 - 250 คำ หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเรื่อง

Keywords :

บทคัดย่อ

มีเนื้อหาสาระเช่นเดียวกับบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) ควรจะอยู่ในหน้าเดียวกันกับ Abstract (ถ้าเป็นไปได้)

คำหลัก :

คำนำ

อธิบายถึงเหตุผล แสดงความสำคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร และวัตถุประสงค์ของการวิจัย

-
- ^{1/} ที่อยู่ของหน่วยงาน ของผู้แต่งคนที่ 1 (ภาษาไทย)
^{1/} ที่อยู่ของหน่วยงาน ของผู้แต่งคนที่ 1 (ภาษาอังกฤษ)
^{2/} ที่อยู่ของหน่วยงาน ของผู้แต่งคนที่ 2 (ภาษาไทย)
^{2/} ที่อยู่ของหน่วยงาน ของผู้แต่งคนที่ 2 (ภาษาอังกฤษ)

อุปกรณ์และวิธีการ

ควรเขียนให้กระชับ และเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ในการดำเนินงานทดลอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

บรรยายสรุปผลที่ได้จากการวิจัย/ทดลองอย่างกระชับ หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนกับข้อความในตาราง (ถ้ามี) หรือรูปประกอบ (ถ้ามี) วิจารณ์หลักการที่ออกมาจากการวิจัย เปรียบเทียบกับผลการวิจัยและการตีความหมายของผู้อื่น ปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญ ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต และแนวทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์

สรุปผลการทดลอง/ สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ไม่ควรซ้ำซ้อนกับผลการศึกษา แต่สรุปให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และสำหรับคำแนะนำอาจแยกหัวข้อใหม่ได้เพื่อความกระชับและชัดเจน

คำขอบคุณ

กล่าวถึงบุคคลผู้ช่วยเหลืองานวิจัย แต่มิได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ตามแบบที่ได้กำหนดหลักเกณฑ์การเขียนไว้ในคำแนะนำในการเตรียมเรื่องตีพิมพ์ใน “วารสารกวีและสัตววิทยา” ข้อที่ 8

ตาราง

ชื่อตารางและรายละเอียดเป็นภาษาอังกฤษ เรียงตั้งแต่ Table 1 เป็นต้นไป

ภาพประกอบ

ภาพขาวดำ หรือภาพสี หรือภาพลายเส้น (กราฟ) เป็นต้นฉบับที่ชัดเจน สะอาด และสวยงาม พร้อมคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ เรียงตั้งแต่ Figure 1 เป็นต้นไป

Email: ezathaijournal@gmail.com