วารสาร

กีฏและสัตววิทยา

ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY GAZETTE

ISSN 0125-3794

ปีที่ 41 ฉบับที่ 1 - 2 มกราคม - ธันวาคม 2566

Volume 41 No. 1 - 2, January - December 2023

วารสาร
กีฏและสัตววิทยา
ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY GAZETTE

เจ้าของ

สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

ที่ปรึกษา

นายกสมาคมกีฏและสัตววิทยา

ชูวิทย์ ศุขปราการ
อรนุช กองกาญจนะ
ชมพูนุท จรรยาเพศ
บุษรา จันทร์แก้วมณี

บรรณาธิการ

ดร.มานิตา คงชื่นสิน

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

กรกต ดำรักษ์
ดร.วนาพร วงษ์นิคง
ณพชรกร ธไภษัชย์

กองบรรณาธิการ

สุวัฒน์ รวยอารีย์
ชลิดา อุณหวุฒิ
ดร.เกรียงไกร จำเริญมา
พุฒนา รุ่งระวี
รศ.ดร.วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล
รศ.ดร.คำรณวิทย์ ทิพย์มณี
รศ.ดร.นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว
ดร.สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง
ผศ.ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง
ศ.ดร.ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ
รศ.ดร.โสภณ อุไรชื่น
ดร.รจนา ไวยเจริญ
สัญญาณี ศรีคชา
ดร.จารุวัตถ์ แต้กุล
ดร.พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท
ดร.พลอยชมพู กรวิภาสเรือง

ประชาสัมพันธ์

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์
ภัทรพร สรรพนุเคราะห์

วัตถุประสงค์

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

ข้อความหรือบทความในวารสารนี้สามารถนำไปอ้างอิงหรือพิมพ์เผยแพร่ได้ โดยต้องใส่ชื่อผู้เขียนด้วย ผู้ที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมโปรดติดต่อโดยตรงกับผู้เขียน

จัดพิมพ์โดย

สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

สำนักงาน

ตึกสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย
(ตั้งอยู่ภายในบริเวณกรมวิชาการเกษตร)
ถนนสุวรรณวาจกกสิกิจ เกษตรกลาง จตุจักร
กรุงเทพฯ 10900
โทร./โทรสาร 0 2940 5825
http://www.ezathai.org
Email: ezathai@gmail.com

จัดพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ มิถุนายน และธันวาคม

ผู้ที่ประสงค์จะส่งผลงานวิจัย บทความ หรือสาระน่ารู้เกี่ยวกับกีฏวิทยาและสัตววิทยา ลงตีพิมพ์ในวารสารฯ สามารถส่งมาได้ทาง Email: ezathaijournal@gmail.com

วารสาร

กีฏและสัตววิทยา

ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY GAZETTE

ISSN 0125-3794

ปีที่ 41 ฉบับที่ 1 - 2 มกราคม - ธันวาคม 2566

Volume 41 No. 1 - 2, January - December 2023

วารสารกีฏและสัตววิทยา
ปีที่ 41 ฉบับที่ 1 - 2 (2566)

Entomology and Zoology Gazette
Volume 41 No. 1 - 2 (2023)

สารบัญ

หน้า

บทบรรณาธิการ 1

ผลงานวิจัย

- **การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch) ในห้องปฏิบัติการ** 2
  ภัททิรา ศาตร์วงษ์ ทิภาพร นวลเนตร เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์
- **การทดสอบประสิทธิภาพกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในคะน้า** 12
  สัญญาณี ศรีคชา กรกต ดำรักษ์ ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล
- **ประเมินความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟ (*Thrips palmi* Karny) ที่ทำลายมะเขือในพื้นที่ปลูกสำคัญ** 26
  กรกฎ รัตนมหามณีกร ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา ศุภกร แต่งสวน

บทความ

- **หางไหล : ทางเลือกใหม่ของพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืช** 40
  ทัสดาว เกตุเนตร
- **สถานการณ์การแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ *Rattus argentiventer* (Robinson & Kloss, 1916) ในประเทศไทย** 47
  สมเกียรติ กล้าแข็ง

คำแนะนำในการเตรียมเรื่องตีพิมพ์ใน “วารสารกีฏและสัตววิทยา” 54

บทบรรณาธิการ

วารสารกีฏและสัตววิทยา ฉบับที่ 1 - 2 (มกราคม - ธันวาคม 2566) นำเสนอผลงานวิจัยการพัฒนาการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง 2 ไอโซเลท ได้แก่ *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลท DOA-M8 และ *Beauveria bassiana* ไอโซเลท DOA-B4 ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วศัตรูที่สำคัญของถั่วฝักยาวและพืชผักหลายชนิด ผลการทดลองทราบความเข้มข้นอัตราในการใช้ที่ต่ำที่สุดที่ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อตายมากที่สุด และต้นทุนการผลิตเชื้อราสาเหตุโรคแมลงทั้ง 2 ชนิด ผลงานวิจัยเรื่องที่ 2 เป็นผลการทดสอบประสิทธิภาพกากเมล็ดชา ซาโปนิน (saponin) 10% ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าในสภาพไร่ที่จังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี พบอัตราการใช้และช่วงการพ่นสารที่เหมาะสมเป็นคำแนะนำแก่เกษตรกร เรื่องที่ 3 เป็นรายงานผลการประเมินความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟ *Thrips palmi* Karny ที่ทำลายมะเขือในพื้นที่ปลูกสำคัญในช่วงปี 2564 - 2566 พบชนิดสารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานต่ำหลายชนิดที่สามารถแนะนำให้เกษตรกรนำมาสลับใช้หมุนเวียนให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เพื่อแก้ไขปัญหาการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของเพลี้ยไฟชนิดนี้ได้

บทความในฉบับนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับหนูศัตรูพืช เรื่องแรกเป็นการแนะนำสรรพคุณของหางไหล ทั้งข้อมูลทางด้านเภสัชวิทยา และข้อมูลการใช้สารสกัดโรติโนนจากหางไหลเพื่อนำมาใช้ป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืช ส่วนบทความเรื่องที่ 2 เป็นรายงานสถานการณ์การแพร่กระจายประชากรของหนูนาใหญ่ในประเทศไทย

ผู้สนใจสามารถสืบค้นข้อมูลผลงานวิจัยและบทความในวารสารกีฏและสัตววิทยาฉบับนี้ และฉบับที่ลงตีพิมพ์แล้วได้ ผ่านทาง www.ezathai.org

ดร.มานิตา คงชื่นสิน

บรรณาธิการ

ผลงานวิจัย

การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch) ในห้องปฏิบัติการ

Utilization of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* for Controlling Cowpea Aphid (*Aphis craccivora* Koch) in Laboratory

ภัททิรา ศาตร์วงษ์[1/] ทิภาพร นวลเนตร[1/] เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์[1/]
Pattira Satwong[1/] Thiphaphorn Naunnet[1/] Saowanit Popoonsak[1/]

Abstract

This research aims to study the capability of using *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to control cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch) (Hemiptera: Aphididae). The experiment was conducted at Entomopathogenic fungi laboratory, Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture during October 2021 - February 2022. The objective of this study was to evaluate the efficiency and utilization ratio of entomopathogenic fungi against cowpea aphid in laboratory conditions. The two representatives of fungi isolates are *Metarhizium anisopliae* isolate DOA-M8 and *Beauveria bassiana* isolate DOA-B4 at $1x10^5$, $1x10^6$, $1x10^7$, and $1x10^8$ conidia per milliliter ratio for this study. Seven days after treatment the cowpea aphid was infested 98.75 and 96.2 percent by $1x10^8$ conidia per milliliter of DOA-M8 and DOA-B4 respectively. There were no significant differences between these two isolates. Moreover, these two isolates (DOA-M8, DOA-B4) were shown equivalent results on the virulence study (LC_{50} and LC_{90}). The above results led to the study on the utilization ratio of both fungal isolates to control cowpea aphid in laboratory conditions. Five ratios including 200, 400, 600, 800, and 1,000 grams per 20 liters were studied. Seven days after treatment, 200 - 1,000 grams per 20 liters ($5.42x10^7$ and $2.71x10^8$ conidia per milliliter) of DOA-M8 for controlling cowpea aphid at 95.55 - 100 percent and 400 - 1,000 grams per 20 liters ($8.16x10^7$ and $2.04x10^8$ conidia per milliliter) of DOA-B4 for controlling cowpea aphid at 83.75 - 100 percent. When calculating the production cost of entomopathogenic fungi per rai, for DOA-M8 (use coarse ground corn) at 30 THB/rai and DOA-B4 (use rice) at 48 THB/rai.

Keywords : Entomopathogenic fungi, *Metarhizium*, *Beauveria*, Cowpea Aphid

[1/] กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900
[1/] Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* Koch ดำเนินการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการเชื้อราสาเหตุโรคแมลง กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 - กุมภาพันธ์ 2565 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและอัตราการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ โดยคัดเลือกเชื้อรา จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ *M. anisopliae* ไอโซเลท DOA-M8 และ *B. bassiana* ไอโซเลท DOA-B4 ที่ความเข้มข้น $1x10^5$, $1x10^6$, $1x10^7$ และ $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังการทดสอบ 7 วัน พบว่า เชื้อรา DOA-M8 และ DOA-B4 ความเข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 98.75% และ 96.25% ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่า LC_{50}, LC_{90} ของทั้ง 2 ไอโซเลทใกล้เคียงกัน จึงนำทั้ง 2 ไอโซเลท มาศึกษาหาอัตราการใช้ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 อัตรา ได้แก่ 200, 400, 600, 800 และ 1,000 กรัม/น้ำ 20 ลิตร หลังการทดสอบ 7 วัน พบว่า DOA-M8 ความเข้มข้น $5.42x10^7$ - $2.71x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร อัตรา 200 - 1,000 กรัม/น้ำ 20 ลิตร สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 95.55 – 100% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน DOA-B4 ความเข้มข้น $8.16x10^7$ - $2.04x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร อัตรา 400 - 1,000 กรัม/น้ำ 20 ลิตร สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 83.75 - 100% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตเชื้อราสาเหตุโรคแมลงต่อไร่ พบว่า DOA-M8 (ข้าวโพดบดหยาบ) มีต้นทุน 30 บาท/ไร่ และ DOA-B4 (ข้าวสาร) มีต้นทุน 48 บาท/ไร่

คำหลัก : เชื้อราสาเหตุโรคแมลง เมตาไรเซียม บิวเวอเรีย เพลี้ยอ่อนถั่ว

คำนำ

เพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* Koch เป็นแมลงที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ที่สามารถเข้าทำลายพืชตระกูลถั่วและพืชผักได้หลายชนิด สามารถเข้าทำลายได้ทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบอ่อน ช่อดอก และฝักอ่อนของพืช ทำให้พืชมีอาการผิดปกติ เช่น ต้นพืชชะงักการเจริญเติบโต แคระแกร็น ช่อดอกร่วง ฝักอ่อนบิดเบี้ยว เมล็ดลีบ และใบเหลือง จึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืชทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพลดลง ราคาตกต่ำ เกษตรกรจึงนิยมใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นหลัก ทำให้เกิดสารพิษตกค้างในพืชผักเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการใช้วิธีทางธรรมชาติจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เช่น การใช้วิธีทางเขตกรรม สารสกัดจากธรรมชาติ การใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน ไส้เดือนฝอย และจุลินทรีย์ เป็นต้น

การใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง (Entomopathogenic fungi) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ เกษตรกรและนักวิจัยได้ให้ความสนใจในการนำเชื้อราสาเหตุโรคแมลงมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชทางเกษตรมากขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกในการลดสารพิษตกค้างในพืชผลทางการเกษตร เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่ปัจจุบันนิยมนำมาผลิตเป็นชีวภัณฑ์และมีการใช้อย่างแพร่หลาย มี 2 ชนิด คือ เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม (*Metarhizium anisopliae*) และเชื้อราบิวเวอเรีย (*Beauveria bassiana*) ส่วนใหญ่เข้าทำลายแมลงได้โดยแทงผ่านเข้าทางผนังลำตัว ซึ่งโคนิเดียของเชื้อราปลิวไปตกที่ผนังลำตัว เมื่อพบความชื้น 80 - 100% และอุณหภูมิที่เหมาะสม ประมาณ 25±5 องศาเซลเซียส จะกระตุ้นให้โคนิเดียงอก germ tube โดยมีเอนไซม์ proteinase และ chitinase ช่วยในการงอก แทงผ่านผนังลำตัว ผ่านชั้นไขมัน และชั้นโปรตีน ผนังลำตัวบริเวณที่เชื้อราแทงทะลุเข้าไปจะมีสีซีดจาง หรือเป็นจ้ำขาว ๆ ซึ่งเชื้อจะเข้า

ทำลายเซลล์เม็ดเลือด และเนื้อเยื่อไขมัน พร้อมทั้งแพร่กระจายอยู่ในช่องว่างภายในลำตัวแมลง เส้นใยเชื้อราเจริญเติบโตโดยการดูดซึมอาหารภายในตัวแมลง ขณะเดียวกันเส้นใยบางส่วนอาจทำลายเนื้อเยื่อหรืออวัยวะภายในของแมลงให้ได้รับความเสียหาย แมลงที่ตายด้วยเชื้อราสาเหตุโรคแมลงลักษณะลำตัวจะแข็ง เหมือนมัมมี่ ไม่มีกลิ่นเหม็น เนื่องจากภายในลำตัวอัดแน่นไปด้วยเส้นใยของเชื้อรา จากนั้นเชื้อราจะแทงทะลุผ่านผนังลำตัวแมลงออกมาแพร่กระจายพันธุ์ภายนอก หลังจากนั้นจะสร้างโคนิเดียซึ่งมีลักษณะสีเขียวหรือสีขาวขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อรานั้น ๆ แพร่กระจายโดยโคนิเดียปลิวไปกับลม หรือติดไปกับส่วนอื่น ๆ ของแมลง (Tanada and Kaya, 1993; Lezama-Gutiérrez *et al*., 2000)

การทดลองในครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยต่อยอดจากงานวิจัยของเสาวนิตย์และเมธาสิทธิ์ (2559) ที่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราสาเหตุโรคแมลงควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว *A. craccivora* พบว่า *M. anisopliae* DOA-M8 และ *B. bassiana* DOA-B4 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในสภาพกึ่งโรงเรือนทดลอง ปัจจุบันเชื้อทั้ง 2 ไอโซเลทนี้ เก็บรักษาไว้ในห้องปฏิบัติการเชื้อราสาเหตุโรคแมลง กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร โดยเก็บหัวเชื้อไว้ในหลอดอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 4 – 6 องศาเซลเซียส การทดลองที่ผ่านมายังขาดการศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นและอัตราการใช้ที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเชื้อราสาเหตุโรคแมลงดังกล่าวมาศึกษาประสิทธิภาพและอัตราการใช้ที่เหมาะสมในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาต่อยอดในการศึกษาหาเทคโนโลยีการใช้ที่เหมาะสมในสภาพไร่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาระดับความเป็นพิษของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ

1.1 การเลี้ยงขยายเชื้อราสาเหตุโรคแมลง

นำไอโซเลทเชื้อราสาเหตุโรคแมลง จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ *M. anisopliae* DOA-M8 และ *B. bassiana* DOA-B4 ที่ทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วติดเชื้อได้สูงสุดในห้องปฏิบัติการจากงานทดลองของเสาวนิตย์และเมธาสิทธิ์ (2559) มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในอาหาร PDA (potato dextrose agar) เป็นเวลา 7 วัน ตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้ออื่น ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ จากนั้นเลี้ยงเชื้อ *M. anisopliae* DOA-M8 บนข้าวโพดบดหยาบ ปริมาตร 200 กรัม/น้ำ 200 มิลลิลิตร และ *B. bassiana* DOA-B4 บนข้าวสาร ปริมาตร 200 กรัม/น้ำ 150 มิลลิลิตร โดยใส่ในถุงพลาสติกขยายข้าง 3.5x12 นิ้ว ปิดปากถุงด้วยจุกสำลีและหุ้มทับด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 - 20 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นตัดชิ้นวุ้น PDA ที่มีเชื้อราเจริญเติบโตขนาด 1x1 เซนติเมตร ใส่ลงในถุงข้าวโพดบดหยาบและข้าวสารที่เตรียมไว้ คลุกให้เชื้อกระจายทั่วทั้งถุง นำไปวางบนชั้นเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) ปล่อยให้เชื้อราเจริญเติบโตเต็มถุง เป็นเวลา 14 วัน

การเลี้ยงขยายหัวเชื้อรา DOA-M8 และ DOA-B4 ลงบนอาหาร PDA ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ช่วง 2 - 3 วัน จะสังเกตเห็นเชื้อราเริ่มเจริญเติบโตเห็นเส้นใยเป็นสีขาว จากนั้น 4 - 7 วัน เริ่มสังเกตเห็นโคนิเดียเป็นสีเขียวหรือสีขาวตามลักษณะของเชื้อ หัวเชื้อราบนอาหาร PDA 1 จานเลี้ยงเชื้อสามารถเลี้ยงขยายลงในอาหารธัญพืช ประมาณ 30 ถุง เมื่อขยายลงในอาหารธัญพืชแล้วพบว่า ช่วง 2 - 4 วัน เส้นใยของเชื้อราเจริญเติบโตเกาะกันแน่นเห็นเส้นใยเป็นสีขาว ช่วง 5 - 7 วัน โคนิเดียเริ่มงอกบางจุดจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีขาวขุ่นเข้มขึ้นเรื่อย ๆ ประมาณ 14 วัน เชื้อราจะเจริญเติบโตเต็มถุง ใช้เวลาในการเลี้ยงทั้งหมดประมาณ 21 วัน จากนั้นล้างโคนิเดียของเชื้อราด้วยน้ำเปล่านึ่งฆ่าเชื้อผสม

Tween 80 (0.5%) กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นทำ serial dilution ตามวิธีการของ Alves and Moraes (1998) ในการเจือจางแต่ละครั้งหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 30 วินาที ตรวจนับจำนวนโคนิเดียต่อปริมาตรด้วยฮีมาไซโตมิเตอร์ (haemocytometer) ปรับสารแขวนลอยให้ได้ความเข้มข้นตามกรรมวิธีต่าง ๆ ก่อนนำไปทดสอบ

1.2 การเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณเพลี้ยอ่อนถั่ว

เก็บเพลี้ยอ่อนถั่วในธรรมชาติที่มีการระบาดของเพลี้ยอ่อนถั่วในพื้นที่ อ.พนมทวน อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี และ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม พบเพลี้ยอ่อนเข้าทำลายต้นถั่วฝักยาวที่บริเวณยอด ใบ และฝัก พบทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยจะสังเกตเห็นใบเป็นมัน เรียกว่า มูลน้ำหวาน นำเพลี้ยอ่อนมาเลี้ยงขยายบนต้นถั่วฝักยาวที่ปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว ใส่ไว้ในกรงมุ้งตาข่ายที่สามารถกันแมลงเข้าออกได้ ณ กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ ก่อนนำไปทดสอบ

1.3 การหาระดับความเป็นพิษของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว

นำเชื้อราสาเหตุโรคแมลงจากข้อ 1.1 มาทำ serial dilution ให้ได้ความเข้มข้นที่ $1x10^5$, $1x10^6$, $1x10^7$ และ $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 9 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยใช้เพลี้ยอ่อนถั่วซ้ำละ 20 ตัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 *M. anisopliae* DOA-M8 เข้มข้น $1x10^5$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 *M. anisopliae* DOA-M8 เข้มข้น $1x10^6$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 *M. anisopliae* DOA-M8 เข้มข้น $1x10^7$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 *M. anisopliae* DOA-M8 เข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 *B. bassiana* DOA-B4 เข้มข้น $1x10^5$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 6 *B. bassiana* DOA-B4 เข้มข้น $1x10^6$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 7 *B. bassiana* DOA-B4 เข้มข้น $1x10^7$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 8 *B. bassiana* DOA-B4 เข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 9 น้ำเปล่านึ่งฆ่าเชื้อ

เตรียมกล่องเลี้ยงแมลง ขนาด 10x15 เซนติเมตร ใส่กระดาษทิชชูที่หยดน้ำแล้ว ปริมาตร 3 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารแขวนลอยโคนิเดียของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เตรียมในแต่ละกรรมวิธีพ่นลงบนใบถั่วฝักยาวที่มีเพลี้ยอ่อนเข้าทำลาย ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ต่อกรรมวิธี ใช้สำลีชุบน้ำเปล่านึ่งฆ่าเชื้อพันที่ปลายก้านใบถั่วฝักยาวแล้ววางลงในกล่องเลี้ยงแมลงที่เตรียมไว้ ปิดฝา บ่มเชื้อไว้ 48 ชั่วโมง จากนั้นใช้พู่กันสุ่มเขี่ยเพลี้ยอ่อนถั่ว จำนวน 20 ตัว/ซ้ำ ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่มีกระดาษกรองเบอร์ 1 จำนวน 1 แผ่น/จาน หยดน้ำลงบนกระดาษปริมาตร 1 มิลลิลิตร เพื่อให้ความชื้น ปิดฝาและพันทับด้วยพาราฟิน สังเกตการเป็นโรคของเพลี้ยอ่อนถั่วทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อและค่า Lethal Concentration (LC_{50}, LC_{90}) โดยใช้ Probit Analysis

2. ศึกษาอัตราการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว

คัดเลือกกรรมวิธีที่เหมาะสมของ DOA-M8 และ DOA-B4 ที่ได้จากการทดสอบ ข้อ 1.3 จำนวน 2 กรรมวิธี มาศึกษาหาอัตราการใช้ของเชื้อทั้ง 2 ชนิด ประกอบด้วย 5 อัตรา ได้แก่ 200 (เชื้อ 1 ถุง), 400 (เชื้อ 2 ถุง), 600 (เชื้อ 3 ถุง), 800 (เชื้อ 4 ถุง) และ 1,000 (เชื้อ 5 ถุง) กรัม/น้ำ 20 ลิตร วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี โดยใช้เพลี้ยอ่อนถั่วซ้ำละ 20 ตัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 200 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 400 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 600 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 800 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 1,000 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 น้ำเปล่านึ่งฆ่าเชื้อ

ทดสอบประสิทธิภาพเช่นเดียวกันข้อ 1.3 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อและต้นทุนการผลิตขยาย

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาระดับความเป็นพิษของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ

หลังการทดลอง 2 - 3 วัน เพลี้ยอ่อนถั่วเริ่มเคลื่อนไหวช้าลง และเริ่มพบเส้นใยของเชื้อรา DOA-B4 ขึ้นปกคลุมเพลี้ยอ่อนถั่วที่ตาย หลังการทดลอง 4 - 5 วัน พบเพลี้ยอ่อนถั่วที่ตายด้วย DOA-B4 เพิ่มขึ้น และเริ่มพบเส้นใย DOA-M8 บนเพลี้ยอ่อนถั่วที่ตาย หลังการทดลอง 6 - 7 วัน จะเห็นโคนิเดียของเชื้อราชัดเจนขึ้น (Figure 1) ซึ่งผลการทดสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อความเข้มข้นของเชื้อราสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเพลี้ยอ่อนถั่วเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน สอดคล้องกับการรายงานของ Pegu *et al.* (2016) ได้ทดสอบเชื้อ *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น $1x10^3$-$1x10^{11}$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ ตรวจผลทุกวันเป็นเวลา 5 วัน พบเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเพลี้ยอ่อนเพิ่มขึ้นทุกวัน และพบเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อสูงสุดที่ $1x10^{11}$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร (83.88%) รองลงมาคือ $1x10^{10}$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร (64.72%) และ $1x10^9$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร (52.96%) และพบต่ำสุดที่ $1x10^3$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร (17.65%)

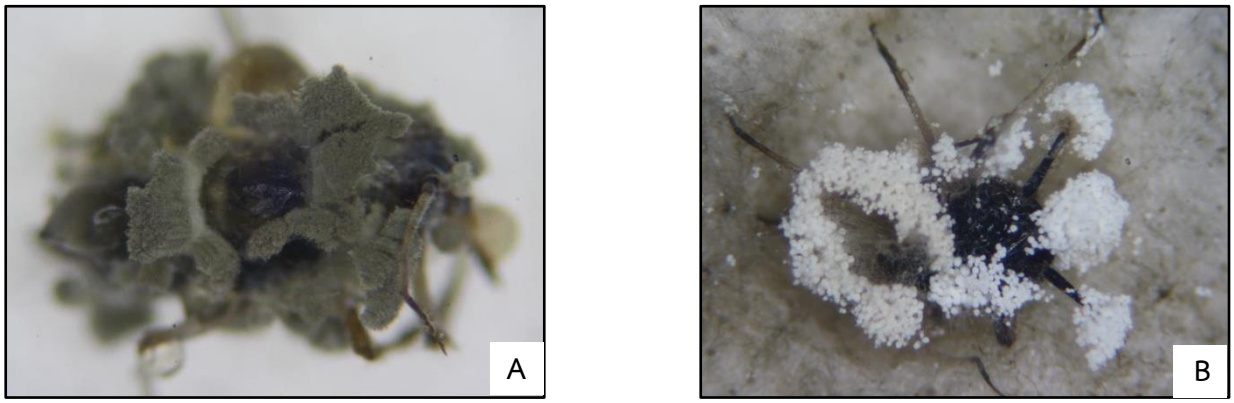


Figure 1 Characteristic of infected *Aphis craccivora* by different species of entomopathogenic fungi (magnification: 20 times):

A. *Metarhizium anisopliae* isolate DOA-M8

B. *Beauveria bassiana* isolate DOA-B4

ผลการทดลองพบว่า ที่ความเข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร เชื้อ DOA-M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วติดเชื้อได้สูงสุด 98.75% รองลงมาคือ DOA-B4 (96.25%) และไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของกนกกาญจน์และนริศ (2557) รายงานว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท PSUM04 ที่ 10^8 - 10^9 โคนิเดีย/มิลลิลิตร ควบคุมเพลี้ยอ่อน *L. erysimi* ในระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ หลังการทดลอง 5 วัน ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 98.00 - 100.00% สอดคล้องกับ Saranya *et al.* (2010) ได้ศึกษาเชื้อราสาเหตุโรคแมลงจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Verticillium lecanii*, *Hirsutella thompsonii* และ *Cladosporium oxysporum* เข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ พบว่า *V. lecanii* และ *H. thompsonii* ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อสูงสุด 100.00% รองลงมา คือ *B. bassiana*, *M. anisopliae* และ *C. oxysporum* (96.66, 80.76 และ 77.50% ตามลำดับ)

เมื่อคำนวณค่า LC_{50} ของเชื้อรา DOA-M8 มีความเข้มข้นต่ำสุด $6.81x10^6$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร เชื้อรา DOA-B4 พบที่ $9.55x10^6$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร และค่า LC_{90} ของเชื้อรา DOA-M8 ที่ $1.15x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร เชื้อรา DOA-B4 ที่ $1.10x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร (Table 1) จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบได้ว่าเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท (DOA-M8, DOA-B4) มีความรุนแรงสูงสามารถทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วติดเชื้อได้ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Mweke *et al*. (2018) ได้ทดสอบเชื้อรา *M. anisopliae*, *B. bassiana* และ *Isaria* sp. รวมทั้งหมด 23 ไอโซเลท ที่ความเข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ พบว่า *M. anisopliae* ICIPE 62 ควบคุมเพลี้ยอ่อนได้สูงสุด 90% พบค่า LC_{50} ที่ $4.51x10^7$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร

Table 1 *Aphis craccivora* infection by 2 fungal isolates at 10^5 - 10^8 conidia ml^{-1} at 7 days after treatment.

Isolate	Concentration (Conidia ml^{-1})	*Aphis* infected by fungal (%)[1/]	LC_{50} (Conidia ml^{-1})[2/] (Lower-Upper)	LC_{90} (Conidia ml^{-1}) (Lower-Upper)
DOA-M8	$1x10^5$	3.75 d	$6.81x10^6$ ($2.36x10^6$ - $1.96x10^7$)	$1.15x10^8$ ($3.98x10^7$ - $3.31x10^8$)
	$1x10^6$	10.00 d		
	$1x10^7$	63.75 b		
	$1x10^8$	98.75 a		
DOA-B4	$1x10^5$	1.25 d	$9.55x10^6$ ($3.66x10^6$ - $2.49x10^7$)	$1.10x10^8$ ($4.22x10^7$ - $2.87x10^8$)
	$1x10^6$	11.25 d		
	$1x10^7$	26.25 c		
	$1x10^8$	96.25 a		
Control		0.00 d		
CV (%)		26.0		

[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/]Lethal Concentration (LC_{50}, LC_{90}) of different strains of fungi calculated by probit analysis.

แต่ด้วยหลาย ๆ ปัจจัย เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคแมลง (Shah and Pell, 2003) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงนำเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท มาหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ เนื่องด้วยขั้นตอนการเลี้ยงขยายเชื้อซึ่งทำการเลี้ยงขยาย 1 ถุง อัตรา 200 กรัม/น้ำ 200 มิลลิลิตร มีปริมาณโคนิเดียสูงสุด ตามคำแนะนำของเสาวนิตย์และคณะ (2561) ได้ทดสอบวัสดุที่ใช้เลี้ยงขยายหัวเชื้อรา *M. anisopliae* DOA-M5 ได้แก่ ปลายข้าว ข้าวฟ่าง ข้าวสาร มันเส้น และข้าวโพดบดหยาบ ปริมาตร 200 กรัม/น้ำ 200 มิลลิลิตร ทดสอบจำนวน 2 ครั้ง พบว่า ข้าวโพดบดหยาบมีความเหมาะสมในการเลี้ยงเชื้อราเนื่องจากให้จำนวนโคนิเดียทั้ง 2 ครั้งมากที่สุดที่ 3.1×10^8 และ 4.65×10^8 โคนิเดีย/มิลลิลิตร พบปริมาณการงอก (cfu) ที่ 5.85×10^7 และ 1.18×10^8 cfu/มิลลิลิตร รองลงมาคือ ข้าวสาร ข้าวฟ่าง และปลายข้าว ส่วนมันเส้นไม่เหมาะสมในการใช้เลี้ยงเนื่องจากพบการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ สูง จากผลการทดลองดังกล่าวจึงนำมาปรับใช้เพื่อหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ

2. ศึกษาอัตราการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่ว

จากการคัดเลือกเชื้อรา DOA-M8 และ DOA-B4 มาศึกษาหาอัตราการใช้ที่ 200, 400, 600, 800 และ 1,000 กรัม/น้ำ 20 ลิตร โดยพบเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในเพลี้ยอ่อนถั่ว หลังการฉีดพ่น 7 วัน ดังนี้

การทดสอบอัตราการใช้เชื้อรา DOA-M8 พบว่า ที่อัตรา 200 - 1,000 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (5.42×10^7 – 2.71×10^8 โคนิเดีย/มิลลิลิตร) ทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วติดเชื้อได้ 95.55 - 100.00% และไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

Table 2 *Aphis craccivora* infection by *Metarhizium anisopliae* Isolate DOA-M8 at 200, 400, 600, 800 and 1,000 gram/20 liter at 7 days after treatment.

Rate (gram)/ 20 liter	Concentration (Conidia ml^{-1})	*Aphis* infected by fungal (%)[1/]
200 g	5.42×10^7	98.91 a
400 g	1.08×10^8	100.00 a
600 g	1.63×10^8	95.55 a
800 g	2.17×10^8	100.00 a
1,000 g	2.71×10^8	100.00 a
control	0	0.00 c
CV (%)		10.1

[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.

การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อรา DOA-B4 พบว่า ที่อัตรา 400 - 1,000 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (8.16×10^7 - 2.04×10^8 โคนิเดีย/มิลลิลิตร) เพลี้ยอ่อนถั่วติดเชื้อ 83.75 - 100.00% และไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนที่ 200 กรัม/น้ำ 20 ลิตร พบการติดเชื้อต่ำสุดที่ 71.25% (4.08×10^7 โคนิเดีย/มิลลิลิตร) (Table 3)

Table 3 *Aphis craccivora* infection by *Beauveria bassiana* Isolate DOA-B4 at 200, 400, 600, 800 and 1,000 gram/20 liter at 7 days after treatment.

Rate (gram)/ 20 liter	Concentration (Conidia ml^{-1})	*Aphis* infected by fungal (%)[1/]
200 g	$4.08x10^7$	71.25 b
400 g	$8.16x10^7$	88.75 ab
600 g	$1.22x10^8$	83.75 ab
800 g	$1.63x10^8$	85.00 ab
1,000 g	$2.04x10^8$	100.00 a
control	0	0.00 c
CV (%)		15.4

[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.

ผลการทดลองแตกต่างกับการรายงานของแก้วบัวสอนและสุกัญญา (2560) ได้รายงานว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท PSON1 เข้มข้น $5x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยอ่อนกะหล่ำได้ 96% ที่ 4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลท BJ6, BJ3, SN1 (50.00 - 63.75%) และไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Abdel-Rahman and Faragalla (2019) ได้ทดลองเชื้อราสาเหตุโรคแมลง จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *B. bassiana, M. anisopliae* และ *V. lecanii* เข้มข้น $2x10^5$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ หลังการทดลอง 8 วัน พบว่า *V. lecanii* และ *B. bassiana* ทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วติดเชื้อได้ 100% รองลงมาคือ *M. anisopliae* แต่ใกล้เคียงกับการทดลองของ Abdel-Raheem *et al*. (2021) โดยใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ Bio Catch (*V. lecanii*), Bio Power (*B. bassiana*) และ Bio Magic (*M. anisopliae*) ที่ความเข้มข้น $1x10^7$, $1x10^8$ และ $1x10^9$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ควบคุมเพลี้ยอ่อน *A. craccivora* ในห้องปฏิบัติการ พบว่าเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น $1x10^9$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ทำให้เพลี้ยอ่อนตาย 100% ค่า LC_{50} ของเชื้อทั้ง 3 ชนิด พบที่ $2.1x10^6$, $4.3x10^6$ และ $6.4x10^7$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ตามลำดับ

จากผลการทดลองดังกล่าวทำให้ทราบว่าเชื้อรา DOA-M8 อัตรา 200 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ($5.42x10^7$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร) และ DOA-B4 อัตรา 400 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ($8.16x10^7$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร) มีอัตราการใช้ต่ำสุดสามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วได้ดีในห้องปฏิบัติการ เมื่อคำนวณต้นทุนการใช้ต่อไร่ในแปลงปลูกถั่วฝักยาว ซึ่งมีอัตราการใช้น้ำ 120 ลิตร/ไร่ พบว่า เชื้อรา DOA-M8 เลี้ยงขยายบนข้าวโพดบดหยาบ มีต้นทุน 30 บาท/ไร่ และเชื้อรา DOA-B4 เลี้ยงขยายบนข้าวสาร มีต้นทุน 48 บาท/ไร่ (Table 4) การศึกษาดังกล่าวข้างต้นเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประกอบการตัดสินใจเพื่อที่จะนำไปทดสอบเทคโนโลยีการใช้ในสภาพไร่และขยายผลสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในถั่วฝักยาว

Table 4 The cereal cost of entomopathogenic fungi culturing for apply in yard long bean field.

Isolate	Rate (gram)/ 20 liter	Cereals	Price (baht/kg)	cost (baht/water 20 liters)	cost per rai (baht/water 120 liters)
DOA-M8	200 g	coarse ground corn	25	5	30
DOA-B4	400 g	rice	20	8	48

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการทดสอบหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงควบคุมเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร เชื้อรา *M. anisopliae* DOA-M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 98.75% และ *B. bassiana* DOA-B4 ติดเชื้อที่ 96.25% ค่า LC_{50}, LC_{90} ของทั้ง 2 ไอโซเลทใกล้เคียงกัน จึงนำทั้ง 2 ไอโซเลทมาศึกษาหาอัตราการใช้ในห้องปฏิบัติการ เชื้อรา DOA-M8 อัตรา 200 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ DOA-B4 อัตรา 400 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เป็นอัตราต่ำสุดที่สามารถทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วติดเชื้อได้สูงในห้องปฏิบัติการ เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตหัวเชื้อต่อไร่ เชื้อรา DOA-M8 (เลี้ยงบนข้าวโพดบดหยาบ) มีต้นทุน 30 บาท/ไร่ และ DOA-B4 (เลี้ยงบนข้าวสาร) มีต้นทุน 48 บาท/ไร่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม จังหวัดนครปฐม ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ในการติดต่อประสานงานกับเกษตรกรในพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างเพลี้ยอ่อนถั่วเพื่อใช้ในการทดสอบ ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติงานวิจัยเกษตร กรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการทดลอง และขอขอบคุณคณะทำงานกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กนกกาญจน์ ตลึงผล และนริศ ท้าวจันทร์. 2557. การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* PSUM04 ควบคุมเพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae). *วารสารแก่นเกษตร*. 42 ฉบับพิเศษ (3): 634-638.

แก้วบัวสอน ราชขันติ และสุกัญญา คลังสินศิริกุล. 2560. การคัดเลือกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่มีศักยภาพเพื่อควบคุมเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 35(2): 65-75.

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ และเมธาสิทธิ์ คนการ. 2559. ศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงบางชนิดในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ *Aphis craccivora* (Koch). หน้า 564-571. *ใน: ผลงานวิจัยประจำปี 2559 เอกสารวิชาการเลขที่ 1/2559 เล่มที่ 2*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ อิศเรส เทียนทัด เมธาสิทธิ์ คนการ และอนุสรณ์ พงษ์มี. 2561. การผลิตชีวภัณฑ์เชื้อราเขียวเมตาไรเซียมแบบอัดเม็ดและการประยุกต์ใช้ในการกำจัดด้วงแรด (*Oryctes rhinoceros* L.). *วารสารวิชาการเกษตร.* 36(2): 199-210.

Abdel-Rahman, I.E. and F.H. Faragalla. 2019. Using of entomopathogenic fungi against fabae bean aphid, *Aphis craccivora* (Koch). *International Journal of ChemTech Research* 12(1): 216-222.

Abdel-Raheem, M.A.; Abla F.A. Saad and I.E. Abdel-Rahman. 2021. Entomopathogenic fungi on fabae bean aphid, *Aphis craccivora* (Koch) (Hemiptera: Aphididae). *Romanian Biotechnological Letters* 26(4): 2862-2868.

Alves, S.B. and S.A. Moraes. 1998. *Inoculum quantification of insect pathogens*. Pages. 765–778. *In: Microbial control of insects*, 2nd. FEALQ, Piracicaba.

Lezama-Gutiérrez, R.; A.T.-d la Luz; J. Molina-Ochoa; O. Rebolledo-Dominguez; A.R. Pescador; M. Lòpez-Edwards and M. Aluja. 2000. Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): laboratory and field trials. *Journal of Economic Entomology* 93(4): 1080-1084.

Mweke, A.; C. Ulrichs; P. Nana; K.S. Akutse; K.K.M. Fiaboe; N.K. Maniania and S. Ekesi. 2018. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* and *Isaria* sp. for the Management of *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididdae). *Journal of Economic Entomology* 111: 1587-1594.

Pegu, J.; P. Dutta; K. Puzari and A. Das. 2016. Bioefficacy of *Metarhizium anisopliae* on *Aphis craccivora* Koch. *Indian Journal of Entomology* 78(4): 353-355.

Saranya, S.; R. Ushakumari; S. Jacob and B.M. Philip. 2010. Efficacy of different entomopathogenic fungi against cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Koch). *Journal of Biopesticides*. 3(1): 138-142.

Shah, P.A. and J.K. Pell. 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Appl Microbiol Biotechnol* 61: 413-423.

Tanada, Y. and H.K. Kaya. 1993. *Insect pathology*. Academic Press, Inc. 666 p.

การทดสอบประสิทธิภาพกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในคะน้า

Efficacy of Camellia oleifera tea seed cake - Saponin 10% (T-Saponin) against diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus), in Chinese kale

สัญญาณี ศรีคชา[1/] กรกต ดำรักษ์[1/] ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล[2/]
Sunyanee Srikachar[1/] Korrakot Damrak[1/] Laksamee Dachanuraknukul[2/]

Abstract

The efficacy of tea seed cake derived from *Camellia oleifera* containing 10% saponin (T-Saponin) against diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus), in Chinese kale was evaluated in a farmer's plantation located in Si Prachan District, Suphan Buri Province, and Phanom Thuan District, Kanchanaburi Province. Field experiments were conducted from March to August 2022 using a completely randomized block design with six treatments and four replicates. The treatments consisted of various doses of *Camellia oleifera* tea seed cake (125, 250, 375, and 500 g per 20 liters of water) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* (Florbac F.C.) at a rate of 60 ml per 20 liters of water. The untreated treatment was included as a negative control. The initial application was performed when the larval population of diamondback moths exceeded the economic threshold level of 0.5 larvae per plant. Five applications were applied throughout the experiment, with spraying every four days. The number of diamondback moth larvae per plant in the Chinese kale was recorded before and four days after each application, with 20 plants assessed per subplot. The economic threshold levels were determined accordingly. Field results indicated that all treatments using tea seed cake of *Camellia oleifera* at doses of 125, 250, 375, and 500 g per 20 liters of water, as well as *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* (Florbac F.C.) at the specified concentrations, exhibited effective control against larval diamondback moths. No significant differences were observed among the treatments using the tea seed cake of *Camellia oleifera* when compared to the positive control (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*). Additionally, all treatments demonstrated a lower number of larvae compared to the untreated treatment, with no significant differences. Furthermore, there were no indications of phytotoxic damage to plants at either location. Therefore,

[1/] กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Plant Pest Management Research Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

[2/] กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[2/] Pesticide Residue research subdivision, Agricultural Production Sciences Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900

it is recommended to use tea seed cake of *Camellia oleifera* at doses, saponin 10% (T-Saponin)] at doses of 125 g per 20 liters of water. Spray when an average of more than 0.5 larvae/plant. Spray every 4 days at least 5 times. It is effective control against larval diamondback moths.

Keywords : *Camellia oleifera* tea seed cake, saponin, diamondback moths (*Plutella xylostella* (Linnaeus))

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในคะน้า ดำเนินการทดลอง 2 แปลงทดลอง ที่อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี และอำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2565 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับ บาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง เริ่มพ่นสารทดลองเมื่อพบการระบาดของหนอนใยผักเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ตัวต่อต้น ทำการพ่นสารทุก 4 วัน รวม 5 ครั้ง ประเมินผลการควบคุมหนอนใยผัก ด้วยการสุ่มนับจำนวนหนอนใยผักจากคะน้า จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย ก่อนพ่นสารและหลังพ่นสารแล้ว 4 วัน ทุกครั้งที่พ่นสารทดลอง ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถกำจัดหนอนใยผักได้ดีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีจำนวนหนอนใยผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ตลอดการทดลองไม่พบอาการเป็นพิษ (phytotoxicity) ของกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] ทุกอัตรา และสารเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) กับคะน้าทั้งสองการทดลอง ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แช่น้ำนานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองกากออก นำไปพ่นเมื่อพบการระบาดของหนอนใยผักเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ตัว/ต้น โดยพ่นทุก 4 วัน อย่างน้อย 5 ครั้ง มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดี

คำหลัก : กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน หนอนใยผัก

คำนำ

กากเมล็ดชา (tea seed cake) ได้จากการหีบเมล็ดของชาน้ำมัน (tea oil; *Camellia oleifera* Abel.) ชาน้ำมันมีถิ่นกำเนิดในมณฑลทางใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน ทางตอนเหนือของประเทศพม่า ลาว และเวียดนาม ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ชาน้ำมันเป็นไม่พุ่มหรือไม้ต้นขนาดเล็ก ไม่ผลัดใบ สูงประมาณ 2 - 4 เมตร กิ่งอ่อนมีขนสากใบเป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับ รูปรีแกมรูปไข่ ขนาดกว้าง 2 - 4 เซนติเมตร ยาว 4 - 8 เซนติเมตร แผ่นใบหนาคล้ายแผ่นหนัง

เหนียวและเป็นมัน ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อยถี่ ฐานใบอบเรียว ปลายใบแหลม ดอกเป็นแบบสมบูรณ์เพศ ออกเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อ 2 - 3 ดอก ดอกออกช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ผลแห้งชนิดแตกได้ (loculicidal capsule) รูปทรงกลม ขนาดผ่านศูนย์กลาง 2 - 5 เซนติเมตร เมื่อแก่จะแตกออกจากบริเวณปลายผลเป็นแฉก 3 - 4 ส่วน แต่ละส่วนจะมีเมล็ด 1 - 5 เมล็ด พื้นที่ปลูกชาน้ำมันในประเทศไทยรวม 3,683 ไร่ จำนวน 954,378 ต้น น้ำมันเมล็ดชามีองค์ประกอบของไขมันที่ดีต่อร่างกายไม่น้อยไปกว่าน้ำมันมะกอก ซึ่งทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมวิตามินเอ ดี อี และเคได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้น้ำมันชายังมีกรดโอเมก้า 9 สูงถึงประมาณ 87 - 81% กรดโอเมก้า 6 ประมาณ 13 - 28% และกรดโอเมก้า 3 ประมาณ 1 - 3% กรดไขมันไม่อิ่มตัวเหล่านี้สามารถช่วยลดระดับ LDL (คลอเรสเตอรอลชนิดไม่ดี) และเพิ่มระดับ HDL (คลอเรสเตอรอลชนิดดี) ในร่างกาย ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดตีบตัน โรคอัมพาต โรคความดัน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจได้ จึงดีต่อสุขภาพของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน สตรีมีครรภ์ และผู้สูงอายุ นอกจากน้ำมันชาจะอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์สูงอย่างวิตามินอีและสารคาเทชิน ซึ่งช่วยยืดอายุการใช้งานของน้ำมันให้นานขึ้น น้ำมันชายังสามารถนำไปผลิตเป็นเครื่องสำอางบำรุงเส้นผมและผิวพรรณต่าง ๆ เช่น ครีมและโลชั่นบำรุงผิว ครีมกันแดด สบู่ ยาสระผม หรือผสมกับน้ำมันหอมระเหย ส่วนกากเมล็ดชา (tea seed meal) ที่ได้จากการหีบน้ำมันออกแล้วจะมีลักษณะเป็นแผ่นแบน (tea seed cake) มีสารsaponinประมาณ 11 - 18% เป็นส่วนประกอบ สารตัวนี้สามารถนำไปใช้เป็นสารลดแรงตึงผิวและทำให้เกิดฟอง ใช้ในผลิตน้ำยาทำความสะอาดต่าง ๆ รวมถึงน้ำยากำจัดศัตรูพืช หอยเชอรี่ในนาข้าว (ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน, 2563)

สารออกฤทธิ์หลักในเมล็ดชา คือ สารซาโปนิน (saponins) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อะไกลโคน (aglycone) และไกลโคน (glycone) อะไกลโคน เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าซาโปจินิน (sapogenin) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไตรเทอร์ปีนส์ (triterpenes) สเตียรอยด์ (steroids) หรือสเตียรอยด์อัลคาลอยด์ (steroids- alkaloids) (นิรนาม, 2553) สารซาโปนินมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ แตกต่างกัน เช่น เป็นพิษสูงต่อสัตว์เลือดเย็นมากกว่าสัตว์เลือดอุ่น เช่น ปลา หอย กบ และสัตว์ที่หายใจด้วยเหงือก โดยทำให้เกิดอัมพาตที่เหงือก หายใจไม่ได้ และตายในที่สุด มีผลต่อการลอกคราบของแมลง โดยทำให้แมลงไม่สามารถลอกคราบได้ (Geyter *et al*., 2007)

ปาริชาต (2552) พบว่าสารซาโปนินจากสารสกัดหยาบกากเมล็ดชา (*C. oleifera*) ที่สกัดโดยวิธีการแช่ยุ่ย (maceration) และวิธีสกัดแบบซอกเลค (Soxhlet) มีพิษต่อหนอนใยผัก, *Plutella xylostella* (Linnaeus) โดยสารสกัดหยาบจากทั้ง 2 วิธี มีพิษต่อหนอนใยผักไม่แตกต่างกันโดยวิธีการแช่มีค่า LC_{50} เท่ากับ 115.4 ppm และวิธีการซอกแลตมีค่า LC_{50} เท่ากับ 115.0 ppm และ Kawai *et al*. (1999) ทดสอบสกัดสารsaponinจากสารสกัดหยาบกากเมล็ดชา *Camellia* sp. ควบคุมหนอนผีเสื้อ *Adoxophyes honmai* และไรแมงมุม *Tetranychus urticae* พบว่าสารซาโปนินจากสารสกัดหยาบกากเมล็ดชา ไม่มีผลต่อการตายของหนอนผีเสื้อ แต่มีผลต่อการตายในระยะตัวอ่อนและการวางไข่ของไรแมงมุม

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญและก่อให้เกิดความเสียหายกับ พืชผักตระกูลกะหล่ำ เช่น คะน้า กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ฯลฯ ยกเว้นผักกาดหอม พบระบาดตามแหล่งปลูกผักทั่วประเทศ ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก เมื่อกางปีกวัดได้ประมาณ 6 - 7 มิลลิเมตร มีสีเทา ส่วนหลังมีแถบสีเหลืองส้ม หนวดเป็นแบบเส้นด้าย ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้สูงและหลายครั้ง โดยวางไข่ได้ประมาณ 47 - 407 ฟอง จึงทำให้หนอนใยผักมีอัตราการเพิ่มประชากรได้รวดเร็ว พบตัวเต็มวัยบินมากในเวลา 18.00 - 21.00 น. ไข่มีลักษณะค่อนข้างแบนและยาวรี สีเหลืองอ่อนเป็นมัน เมื่อใกล้ฟักจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ตัวหนอนมีลักษณะ

ลำตัวเรียวยาว หัวแหลมท้ายแหลมส่วนท้ายมีปุ่มยื่นออกเป็น 2 แฉก เมื่อถูกรบกวนจะทิ้งตัวลงตามใย ตัวหนอนเมื่อโตเต็มที่มีขนาด 1 เซนติเมตร มี 4 วัย เข้าดักแด้ตามใบพืชโดยมีใยปกคลุม ดักแด้ในระยะแรก ๆ มีสีเขียว และเมื่อใกล้ออกเป็นตัวเต็มวัยจะมีสีน้ำตาล ดักแด้มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร หนอนใยผักมีวงจรชีวิตประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ มี 17 - 25 ชั่วอายุขัยต่อปี การทำลายตัวหนอนที่ฟักออกจากไข่ในวัยแรกจะเข้ากัดกินภายในใบ และเมื่อหนอนเข้าสู่ระยะวัย 2 จะออกมากัดกินภายนอกทำให้ใบเป็นรูพรุน หากพบระบาดรุนแรงจะทำให้ผลผลิตเสียหาย (กองกีฏและสัตววิทยา, 2538) เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดและมีการปริมาณการใช้เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าหนอนใยผักสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงในหลายกลุ่ม เช่น กลุ่ม organophosphate กลุ่ม synthetic pyrethroid และ กลุ่ม insect growth regulator เพื่อป้องกันความเสียหายจากหนอนใยผักจึงได้นำสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] มาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักให้กับเกษตรกร และเลือกใช้สารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช บาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) เป็นสารเปรียบเทียบซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเหมือนกัน และมีคำแนะนำในการใช้ควบคุมหนอนใยผักในคะน้าได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง 2 แปลงทดลองที่ อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี และอำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2565 โดยเตรียมแปลงปลูกคะน้าแบบยกร่อง ขนาด 2x5 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย เว้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร เริ่มทำการพ่นสารทดลอง เมื่อพบการระบาดของหนอนใยผักเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ตัว/ต้น โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (Knapsack sprayer) อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตร/ไร่ ทำการพ่นสารทดลองทุก 4 วัน รวมจำนวนการพ่นสาร 5 ครั้ง ตลอดการทดลอง

การเตรียมสารสกัดกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% อย่างง่าย นำกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] ตามอัตราที่ต้องการแล้วเติมน้ำจำนวน 20 ลิตร คนให้กากเมล็ดชาน้ำมันไม่จับตัวเป็นก้อน จากนั้นทิ้งไว้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง จึงนำมากรองเอาแต่น้ำไปใช้ โดยทำการพ่นให้ทั่ว

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete Block design (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ได้แก่

1. พ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (แช่น้ำนานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองเอากากออก)
2. พ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 250 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (แช่น้ำนานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองเอากากออก)
3. พ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 325 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (แช่น้ำนานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองเอากากออก)
4. พ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (แช่น้ำนานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองเอากากออก)
5. พ่นสารเปรียบเทียบ บาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

6. ไม่พ่นสารกำจัดแมลง

ประเมินผลการควบคุมหนอนใยผัก โดยสุ่มตรวจนับจำนวนหนอนใยผัก จากคะน้าจำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย ทุกครั้งก่อนการพ่นสารและหลังพ่นสารทดลองแต่ละครั้งทุก 4 วัน รวมการตรวจนับ 6 ครั้ง ตลอดการทดลอง และบันทึกผลกระทบของสารทดลองต่อพืช จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด (% Efficacy) โดยใช้สูตรของ Henderson-Tilton (Puntener, 1992)

% Efficacy = [(Ca x Tb – Ta x Cb) / Ca x Tb] x 100

Ta = จำนวนแมลงในแปลงที่พ่นสารหลังพ่นสาร

Tb = จำนวนแมลงในแปลงที่พ่นสารก่อนพ่นสาร

Ca = จำนวนแมลงในแปลงที่ไม่ได้พ่นสารหลังพ่นสาร

Cb = จำนวนแมลงในแปลงที่ไม่ได้พ่นสารก่อนพ่นสาร

นำข้อมูลจำนวนหนอนใยผัก และน้ำหนักผลผลิตมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม IRRISTAT กรณีข้อมูลหนอนใยผักก่อนพ่นสารในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Variance กรณีข้อมูลหนอนใยผักก่อนพ่นสารในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Covariance เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีโดยวิธี DMRT

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2565

แปลงทดลองที่ 2 อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2565

ผลการทดลองและวิจารณ์

แปลงทดลองที่ 1 ที่ อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี

ก่อนพ่นสารทดลอง พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.55 – 0.71 ตัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างกรรมวิธี ดังนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Variance

หลังพ่นสารทดลองครั้งที่ 1 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.30 - 0.55 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 1.21 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.30, 0.55, 0.34 และ 0.44 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.40 ตัวต่อต้น เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (Table 1) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด (% Efficacy) พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส

ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 72.50, 60.95, 69.39, 66.39 และ 68.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.25 - 0.61 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 2.01 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.51, 0.43 และ 0.33 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.25 ตัวต่อต้น ส่วนกรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 250 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.61 ตัวต่อต้น มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (Table 1) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 71.86, 73.93, 77.24, 84.13 และ 88.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 3 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.25 - 0.38 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 1.43 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.25, 0.34, 0.35 และ 0.28 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.38 ตัวต่อต้น (Table 1) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 80.61, 79.57, 73.34, 81.90 และ 75.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.16 - 0.23 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 1.00 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.16, 0.21, 0.23 และ 0.21 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.21 ตัวต่อต้น (Table 1) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธี

พ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.25, 81.96, 74.95, 80.59 และ 80.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 5 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.14 - 0.26 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.95 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.15, 0.14, 0.28 และ 0.21 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.26 ตัวต่อต้น (Table 1) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.49, 87.34, 67.89, 79.57 และ 74.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Efficacy of *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%) for controlling diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus) and yield weight in Chinese kale at farmer's plantation located in Si Prachan District, Suphan Buri Province, May - August 2022.

Treatment	Rate of application (g, ml/20 L of water)	Average number of diamondback moths (larva/plants)[1/]					
		Before	After spray 4 days (Application time)				
			1	2	3	4	5
1. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	125	0.55	0.30 a	0.51 ab	0.25 a	0.16 a	0.15 a
2. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	250	0.71	0.55 a	0.61 b	0.34 a	0.21 a	0.14 a
3. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	375	0.56	0.34 a	0.43 ab	0.35 a	0.23 a	0.28 a
4. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	500	0.66	0.44 a	0.33 ab	0.28 a	0.21 a	0.21 a
5. *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (Florbac F.C.)	60	0.65	0.40 a	0.25 a	0.38 a	0.21 a	0.26 a
6. control	-	0.61	1.21 b	2.01 c	1.43 b	1.00 b	0.95 b
C.V. (%)		16.4	44.9	26.8	31.7	35.8	37.4
R.E. (%)		-	-	64.2	21.3	47.0	35.5

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

[2/] Relative efficiency was analyzed by covariance because of data before application were significant different

Table 2 Efficacy percentage of *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%) for controlling diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus) in Chinese kale at farmer's plantation located in Si Prachan District, Suphan Buri Province, May - August 2022.

Treatment	Rate of application (g, ml/20 L of water)	Efficacy (%)[1/] After spray 4 days (Application time)				
		1	2	3	4	5
1. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	125	72.50	71.86	80.61	82.25	82.49
2. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	250	60.95	73.93	79.57	81.96	87.34
3. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	375	69.39	77.24	73.34	74.95	67.89
4. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	500	66.39	84.13	81.90	80.59	79.57
5. *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (Florbac F.C.)	60	68.98	88.33	75.06	80.29	74.32

[1/] Efficacy percentage calculated from Henderson -Tilton's formula (Henderson and Tilton, 1955)

ผลผลิตและต้นทุนการใช้สาร เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตคะน้าที่ส่งขายได้ (Marketable yield) ในระยะเก็บเกี่ยว (Table 3) พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 375 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 2.25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.20 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ส่วนกรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.42, 1.65, 1.87 และ 1.72 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร

ส่วนต้นทุนการใช้สาร พบว่า การใช้กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] ที่อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนการใช้สารอยู่ที่ 22.50, 45.00, 67.50 และ 90 บาท/ไร่/ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งทุกอัตราการใช้กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] มีต้นทุนการใช้สารถูกกว่า การใช้บาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) ที่มีต้นทุนการใช้สาร 302.40 บาท/ครั้ง/ไร่ (Table 3)

จากการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ตลอดการทดลองไม่พบอาการเป็นพิษกับคะน้า

Table 3 The comparison of yield weight and cost of biopesticides for controlling diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus) in Chinese kale at farmer's plantation located in Si Prachan District, Suphan Buri Province, May - August 2022.

Treatment	Rate of application (g, ml/20 L of water)	Yield weight (kg/square meter)[1/]	Cost (Baht/Rai/time)
1. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	125	1.42 b	22.50
2. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	250	1.65 ab	45.00
3. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	375	2.25 a	67.50
4. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	500	1.87 ab	90.00
5. *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (Florbac F.C.)	60	1.72 ab	302.40
6. control	-	1.20 b	-
C.V. (%)		27.7	

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

แปลงทดลองที่ 2 ที่ อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

ก่อนการพ่นสารทดลอง พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.60 – 0.68 ตัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างกรรมวิธี ดังนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Variance

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 1 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.20 - 0.30 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.84 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.25, 0.20, 0.23 และ 0.30 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.25 ตัวต่อต้น (Table 4) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 69.77, 75.81, 73.45, 61.90 และ 71.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5)

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.40 - 0.70 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย

1.33 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.40 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.70 ตัวต่อต้น ส่วนกรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, และ 375 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.46, 0.49 และ 0.50 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (Table 4) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 64.86, 62.57, 63.55, 67.92 และ 49.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5)

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 3 พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.51, 0.75, 0.54 และ 0.75 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 1.16 และ 1.30 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (Table 4) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 60.15, 41.39, 59.72, 38.46 และ 16.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5) โดยทั่วไปเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด (% Efficacy) สำหรับสารชีวภัณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ตั้งแต่ 65% ขึ้นไป ดังนั้นการใช้สารชีวภัณฑ์จึงมีค่า action threshold ต่ำกว่าการใช้สารเคมีกำจัดแมลงทั่วไป และในครั้งนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของทั้งกากชาน้ำมัน และ บาซิลลัส ทูริงเยนซิส ค่อนข้างต่ำ สาเหตุหนึ่งเนื่องจากหนอนใยผักในแปลงทดลองส่วนใหญ่อยู่ในระยะหนอนวัยที่ 4 ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายของหนอนและเป็นระยะที่ทนทานต่อสารฆ่าแมลงอยู่แล้ว ประกอบกับ Geyter *et al*., 2007 รายงานว่า ซาโปนิน (saponin) มีผลต่อการลอกคราบของแมลง โดยทำให้แมลงไม่สามารถลอกคราบได้ และหนอนในแปลงทดลองส่วนใหญ่อยู่ในระยะหนอนวัยที่ 4 ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายไม่ต้องลอกคราบดังนั้นจึงมีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด (% Efficacy) อยู่ในระดับต่ำ

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.38 - 0.60 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 1.48 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.49, 0.38, 0.45 และ 0.58 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ

20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.60 ตัวต่อต้น (Table 4) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 66.37, 73.92, 70.52, 58.20 และ 61.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5)

หลังการพ่นสารทดลองครั้งที่ 5 พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.14 - 0.40 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.85 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.15, 0.18, 0.25 และ 0.14 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.40 ตัวต่อต้น (Table 4) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ พบว่ากรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.07, 78.49, 71.48, 82.43 และ 55.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5)

Table 4 Efficacy of *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%) for controlling diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus) and yield weight in Chinese kale at farmer's plantation located in Phanom Thuan District, Kanchanaburi Province, July - August 2022.

Treatment	Rate of application (g, ml/20 L of water)	Average number of diamondback moths (larva/plants)[1/]					
		Before	After spray 4 days (Application time)				
			1	2	3	4	5
1. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	125	0.63	0.25 a	0.46 ab	0.51 a	0.49 a	0.15 a
2. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	250	0.63	0.20 a	0.49 ab	0.75 a	0.38 a	0.18 a
3. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	375	0.66	0.23 a	0.50 ab	0.54 a	0.45 a	0.25 a
4. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	500	0.60	0.30 a	0.40 a	0.75 a	0.58 a	0.14 a
5. *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (Florbac F.C.)	60	0.68	0.25 a	0.70 b	1.16 b	0.60 a	0.40 a
6. control	-	0.64	0.84 b	1.33 c	1.30 b	1.48 b	0.85 b
C.V. (%)		17.2	50.0	26.5	27.5	34.8	54.7
R.E. (%)		-	-	60.9	45.1	69.4	62.0

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

[2/] Relative efficiency was analyzed by covariance because of data before application were significant different

Table 5 Efficacy percentage of *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%) for controlling diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus) in Chinese kale at farmer's plantation located in Phanom Thuan District, Kanchanaburi Province, July - August 2022.

Treatment	Rate of application (g, ml/20 L of water)	Efficacy (%)[1/] After spray 4 days (Application time)				
		1	2	3	4	5
1. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	125	69.77	64.86	60.15	66.37	82.07
2. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	250	75.81	62.57	41.39	73.92	78.49
3. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	375	73.45	63.55	59.72	70.52	71.48
4. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	500	61.90	67.92	38.46	58.20	82.43
5. *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (Florbac F.C.)	60	71.99	49.73	16.02	61.84	55.71

[1/] Efficacy percentage calculated from Henderson -Tilton's formula (Henderson and Tilton, 1955)

ผลผลิตและต้นทุนการใช้สาร เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตคะน้าที่ส่งขายได้ (Marketable yield) ในระยะเก็บเกี่ยว (Table 6) พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.95 – 2.40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 2.40, 2.20, 2.20 และ 2.05 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่ได้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ย 1.95 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ส่วนต้นทุนการใช้สาร พบว่า การใช้กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] มีต้นทุนการใช้สารอยู่ที่ 22.50 - 90 บาท/ไร่/ครั้ง ซึ่งมีต้นทุนการใช้สารถูกกว่า การใช้ บาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) ที่มีต้นทุนการใช้สาร 302.40 บาท/ครั้ง/ไร่ (Table 6)

จากการพ่นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ตลอดการทดลองไม่พบอาการเป็นพิษกับคะน้า

Table 6 The comparison of yield weight and cost of biopesticides for controlling diamondback moths, *Plutella xylostella* (Linnaeus) in Chinese kale at farmer's plantation located in Phanom Thuan District, Kanchanaburi Province, July - August 2022.

Treatment	Rate of application (g, ml/20 L of water)	Yield weight (kg/square meter)[1/]	Cost (Baht/Rai/time)
1. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	125	2.40 a	22.50
2. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	250	2.20 a	45.00
3. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	375	2.20 a	67.50
4. *Camellia oleifera* tea seed cake (saponin 10%)	500	2.05 a	90.00
5. *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (Florbac F.C.)	60	1.95 a	302.40
6. control	-	1.30 b	-
C.V. (%)		21.3	

[1/] In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับ บาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี และอำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าทั้งสองแปลงทดลองให้ผลที่สอดคล้องกัน คือ กรรมวิธีพ่นกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125, 250, 375 และ 500 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถกำจัดหนอนใยผักได้ดีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีจำนวนหนอนใยผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ตลอดการทดลองไม่พบอาการเป็นพิษ (phytotoxicity) ของกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] และสารเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) กับคะน้าทั้งสองการทดลอง ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แช่น้ำนานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองกากออก นำไปพ่นเมื่อพบการระบาดของหนอนใยผักเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ตัว/ต้น โดยพ่นทุก 4 วัน อย่างน้อย 5 ครั้ง มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดี ไม่แตกต่างกับการใช้สารเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) โดยมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักระหว่าง 71.86 - 82.49 % ใน

แปลงที่อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี และ 60.15 - 82.07 % ในแปลงอำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี นอกจากนี้ยังพบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้ควบคุมหนอนใยผักต่อครั้งของกากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] มีราคาถูกกว่าการใช้สารเปรียบเทียบบาซิลลัส ทูริงเยนซิส (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) (ฟลอร์แบค) ดังนั้นจึงแนะนำให้เกษตรกรใช้ กากเมล็ดชาน้ำมัน ซาโปนิน (saponin) 10% [ที-ซาโปนิน (T-Saponin)] อัตรา 125 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แช่น้ำนานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง แล้วกรองกากออก นำไปพ่นให้ทั่วเมื่อพบการระบาดของหนอนใยผักเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ตัว/ต้น โดยพ่นทุก 4 วัน อย่างน้อย 5 ครั้ง สามารถควบคุมหนอนใยผักได้ดี

เอกสารอ้างอิง

กองกีฏและสัตววิทยา. 2538. หนอนใยผักและการป้องกันกำจัด. แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=1274. สืบค้น: 15 พฤษภาคม 2563.

ปาริชาต อุปทุม. 2552. อิทธิพลของสารซาโปนินจากกากเมล็ดชาต่อความเป็นพิษและเอนไซม์เอสเทอเรสกลูทาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ต่อสัตว์และศัตรูพืชบางชนิด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์, กรุงเทพฯ. 166 หน้า.

นิรนาม. 2553. ซาโปนิน (Saponins). แหล่งข้อมูล: http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR 10 pdf. สืบค้น: 15 พฤษภาคม 2563.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน. 2563. ชาน้ำมัน. แหล่งข้อมูล: https://www.teaoilcenter.org. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2563.

Geyter, E.D.; D. Geelen and G. Smagghe. 2007. First results on the insecticidal action of saponins. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 72: 645-648.

Kawai, A.; M. Toshihiro; H. Hideki and K. Katsunori. 1999. Control effect of tea seed saponins against insect pests and mite. *Tea Research Journal (Chagyo Kenkyu Hokoku)* 87: 7-12.

Puntener, W. 1992. *Manual for Field Trials in Plant Protection*. Third edition. Ciba-Geigy, Basel. 269 p.

ประเมินความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟ (*Thrips palmi* Karny) ที่ทำลายมะเขือในพื้นที่ปลูกสำคัญ

Evaluation of Insecticide Resistance in Thrips (*Thrips palmi* Karny) damaging Eggplants in Major Planting Areas

กรกฏ รัตนมหามณีกร[1/] ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา[1/] ศุภกร แต่งสวน[1/]

Korakot Ratanamahamaneekorn[1/] Srijumnun Srijuntra[1/] Supakorn Tangsuan[1/]

Abstract

Chemical control is the fastest method to control outbreak of thrips. Farmers often use same group of insecticide which can cause insecticide resistance problem in thrips. The objective of this study was to evaluate insecticide resistance in cotton thrips (*Thrips palmi* Karny) damaging eggplants in major planting areas. Thrips was collected in eggplant fields from; Banphot Phisai district, Nakhon Sawan province; Bueng Narang district, Pichit province; Tha Yang district, Petchaburi province; Pak Tho and Muang Ratchaburi district, Ratchaburi province; Tha Maka and Tha Muang district, Kanchanaburi province and Lom Sak district, Phetchabun province; in year 2021 - 2023. All thirps were tested using leaf-dipping method with various insecticides; fipronil (fip), imidacloprid (imi), acetamiprid (ace), spinetoram (spi), abamectin (aba), emamectin benzoate (ema), chlorfenapyr (chl), and cyantraniliprole (cya) at the recommended dose and double of recommended doses. The results revealed that thrips from several areas had moderate and high resistance to many insecticides tested. Insecticides affected more than 60% mortality in thrips which implied as low resistance in Banphot Phisai district were ema, chl; Bueng Narang district were fip, spi, ema; Tha Yang district was ema; Pak Tho district was ema; Muang Ratchaburi district were spi, ema; Tha Maka district were ema chl; Tha Muang district were fip, spi, ema, chl and Lom Sak district were spi, ema. Thus, insecticides showing low resistance level in thrips could be selected for rotation spraying strategy to retard insecticide resistance problem in thrips damaging eggplants in each area.

Keywords : insecticides, insecticide resistance, thrips in eggplant, cotton thrips

[1/] กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Plant Pest Management Research Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การใช้สารฆ่าแมลงเป็นวิธีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่มีการระบาดที่ได้ผลรวดเร็วที่สุด เกษตรกรมักใช้สารกำจัดแมลงโดยไม่มีการหมุนเวียนทำให้เกิดปัญหาเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารฆ่าแมลง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือในพื้นที่ต่าง ๆ โดยทำการเก็บเพลี้ยไฟฝ้ายที่ระบาดทำลายมะเขือในพื้นที่อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี อำเภอปากท่อ อำเภอเมืองราชบุรี จังหวัดราชบุรี อำเภอท่ามะกา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2566 นำเพลี้ยไฟมาทดสอบความต้านทานโดยวิธี Leaf-dipping โดยใช้ใบอ่อนมะเขือชุบด้วยสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ fipronil (fip), imidacloprid (imi), acetamiprid (ace), spinetoram (spi), abamectin (aba), emamectin benzoate (ema), chlorfenapyr (chl), และ cyantraniliprole (cya) แล้วให้เพลี้ยไฟดูดกิน ที่ความเข้มข้นที่อัตราแนะนำและที่ความเข้มข้นสองเท่าของอัตราแนะนำของสารแต่ละชนิด ผลการทดลองพบว่าเพลี้ยไฟที่ทำลายมะเขือในหลายพื้นที่มีความต้านทานปานกลางและต้านทานสูงต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิด ส่วนสารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานต่ำโดยพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายมากกว่า 60% ในพื้นที่อำเภอบรรพตพิสัย ได้แก่ ema, chl อำเภอบึงนาราง ได้แก่ fip, spi, ema อำเภอท่ายาง ได้แก่ ema อำเภอปากท่อ ได้แก่ ema อำเภอเมืองราชบุรี ได้แก่ spi, ema อำเภอท่ามะกา ได้แก่ ema chl อำเภอท่าม่วง ได้แก่ fip, spi, ema, chl และ อำเภอหล่มสัก ได้แก่ spi, ema ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้ชนิดสารที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานต่ำในแต่ละพื้นที่ มาใช้แบบหมุนเวียนในพื้นที่นั้น ๆ เพื่อลดปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟที่ทำลายมะเขือ

คำหลัก : ความต้านทานสารฆ่าแมลง สารฆ่าแมลง เพลี้ยไฟในมะเขือ เพลี้ยไฟฝ้าย

คำนำ

เพลี้ยไฟฝ้าย (cotton thrips) *Thrips palmi* Karny เป็นแมลงที่ระบาดทำลายมะเขือในทุกระยะการเจริญเติบโตโดยดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบ ดอก และผลอ่อน การใช้สารฆ่าแมลงเป็นวิธีที่รวดเร็วที่สุด ในการหยุดการระบาดทำลายของเพลี้ยไฟ มีการแนะนำสารฆ่าแมลงหลายชนิดเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะเขือ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา (2553) ได้แนะนำสาร imidacloprid, fipronil, benfuracarb และ fenpropathrin นอกจากนี้สุภราดาและคณะ (2564) ได้รายงานว่าสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟฝ้ายในมะเขือ ได้แก่ spinetoram และ emamectin benzoate ซึ่งหากเกษตรกรใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ที่แนะนำในกลุ่มเดิมซ้ำกันบ่อยครั้งก็จะทำให้แมลงเกิดความต้านทาน ส่งผลให้สารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพลดลง เกษตรกรจึงไม่สามารถกำจัดแมลงที่ระบาดทำลายอย่างรวดเร็วโดยใช้สารกลุ่มหรือสารชนิดนั้น ๆ ได้อีกต่อไป

การป้องกันไม่ให้แมลงเกิดความต้านทานสามารถทำได้โดยการจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง (Insecticide Resistance Management, IRM) ซึ่งวิธีหนึ่งที่ทำได้ง่ายและเป็นที่นิยม คือการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน (insecticide rotation) (Bielza, 2008; Zhao *et al*., 2010) การใช้สารแบบหมุนเวียนสามารถแก้ปัญหาเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารฆ่าแมลงอย่างได้ผล (Immaraju *et al*., 1990a; Gao *et al*., 2012) วิธีการใช้สารแบบหมุนเวียนจำเป็นต้องใช้สารกำจัดแมลงหลาย ๆ กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพต่อแมลงชนิดนั้น ๆ แบบหมุนเวียนกันในแต่ละช่วงเวลา หรือในช่วงเวลาหนึ่งชั่วอายุขัย (generation) ของแมลงชนิดนั้น ๆ (Bielza, 2008;

Gao *et al*., 2012) โดยที่หลังจากการใช้สารกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดในการพ่นเพื่อป้องกันกำจัดแล้ว ในช่วงเวลาถัดมาถ้าจะพ่นสารอีกจะต้องงดใช้สารกลุ่มที่พ่นมาแล้วในชั่วอายุขัยก่อนหน้านี้อย่างน้อยหนึ่งชั่วอายุขัยโดยใช้สารกลุ่มอื่นแทน ในการพ่นสารแบบหมุนเวียนต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารที่แมลงมีความต้านทานสูงเนื่องจากการพ่นสารที่แมลงมีความต้านทานกับแมลงต้านทาน นอกจากไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด ยังส่งผลให้แมลงมีความต้านทานเพิ่มมากขึ้น

การใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนในการแก้ปัญหาความต้านทานจำเป็นต้องทราบข้อมูลความต้านทานของสารในแมลงศัตรู ในปัจจุบันขาดข้อมูลความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ในเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือในประเทศไทย เพื่อช่วยในการเลือกชนิดสารมาใช้ในการสร้างรูปแบบการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ก็เพื่อประเมินความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือในพื้นที่ปลูกสำคัญของประเทศไทย ข้อมูลที่ได้ทำให้สามารถเลือกชนิดสารในการสร้างรูปแบบการใช้สารแบบหมุนเวียนในแต่ละพื้นที่ และได้ข้อมูลสารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานสูงเพื่อแจ้งเตือนแก่เกษตรกรให้หยุดพักการใช้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาความต้านทานเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแมลงทดลอง

เพลี้ยไฟเป็นแมลงที่มีขนาดตัวเล็ก เลี้ยงค่อนข้างยาก และต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเป็นพิเศษ การเลี้ยงเพลี้ยไฟในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการทดลองอาจได้เพลี้ยไฟที่มีลักษณะการตอบสนองต่อสารฆ่าแมลงต่างกับเพลี้ยไฟในสภาพแปลง การใช้เพลี้ยไฟที่เก็บจากแปลงมาทำการทดลองจึงได้ผลใกล้เคียงกับเพลี้ยไฟในสภาพแปลงมากกว่า (Shelton *et al*., 2003) ดังนั้นจึงสามารถใช้เพลี้ยไฟที่เก็บจากแปลงเกษตรกรมาทำการทดลองได้ (Martin and Workman, 1994) ในการทดลองนี้ได้เก็บเพลี้ยไฟแบบสุ่มกระจายทั่วแปลงมะเขือในแหล่งปลูกมะเขือของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี อำเภอปากท่อ อำเภอเมืองราชบุรี จังหวัดราชบุรี อำเภอท่ามะกา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2564 - 2566 (Figure 1) ก่อนทดลองทำการตรวจสอบชนิด (species) เพลี้ยไฟ แล้วทำการแยกเอาเพลี้ยไฟชนิด *Thrips palmi* ที่เป็นตัวเต็มวัยเพศเมียและมีความแข็งแรงโดยสังเกตจากขนาดลำตัวที่ใหญ่กว่าเพศผู้ และมีการเดินที่รวดเร็วว่องไวมาเพื่อใช้ในการทดลอง

การเตรียมสารฆ่าแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง

เนื่องจากไม่มีข้อมูลค่าความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแยกเพลี้ยไฟฝ้ายสายพันธุ์ต้านทานและสายพันธุ์อ่อนแอ (discriminating dose หรือ diagnostic dose) ในเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือในประเทศไทย ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้ค่าความเข้มข้นที่อัตราแนะนำ และที่อัตราสองเท่าของอัตราแนะนำ ของสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดในการศึกษาผลของสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดต่อการตายของเพลี้ยไฟเพื่อประเมินความต้านทาน จึงทำการเตรียมสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อัตราแนะนำ และที่อัตราสองเท่าของอัตราแนะนำ โดยใช้น้ำที่ผสมน้ำยาจับใบ (Triton X-100) อัตรา 0.05 มิลลิลิตร/ลิตร ดังนี้

1. สาร fipronil 5% SC (กลุ่ม 2) ที่อัตรา 50 และ 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
2. สาร imidacloprid 70% WG (กลุ่ม 4A) ที่อัตรา 15 และ 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
3. สาร spinetoram 12% SC (กลุ่ม 5) ที่อัตรา 10 และ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

4. สาร abamectin 1.8% EC (กลุ่ม 6) ที่อัตรา 50 และ 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
5. สาร emamectin benzoate 1.92 % EC (กลุ่ม 6) ที่อัตรา 30 และ 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
6. สาร chlorfenapyr 10% SC (กลุ่ม 13) ที่อัตรา 30 และ 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
7. สาร cyatraniliprole 10% OD (กลุ่ม 28) ที่อัตรา 40 และ 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
8. สารจับใบ (Triton X-100) (control) ที่อัตรา 0.05 มิลลิลิตร/ลิตร

การทดสอบผลของสารฆ่าแมลงต่อการตายของเพลี้ยไฟฝ้ายในมะเขือเพื่อประเมินความต้านทาน

ทำการทดลองโดยใช้วิธี leaf-dipping method (Immaraju *et al*., 1990b; Fahmy *et al*., 1991; Guillen *et al*., 2014) ทำการล้างใบอ่อนมะเขือที่ไม่มีการพ่นสารฆ่าแมลงให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วนำใบอ่อนมะเขือมาตัดเป็นชิ้นขนาด 3x3 เซนติเมตร ทำการจุ่มใบมะเขือที่ถูกตัดเป็นชิ้น ๆ ลงไปในสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อัตราแนะนำและที่อัตราความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำ นาน 10 วินาที ส่วนชุดควบคุม (control) จุ่มใบอ่อนมะเขือในน้ำที่ผสมสารจับใบ นำชิ้นใบอ่อนมะเขือที่ชุบสารฆ่าแมลงและผึ่งจนแห้งแล้วมาใส่ในถ้วยพลาสติกใสที่มีฝาปิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร ถ้วยละ 1 ชิ้น จากนั้นใส่เพลี้ยไฟในแต่ละถ้วย ๆ ละ 10 ตัว ปิดฝาถ้วยให้สนิท ปล่อยให้เพลี้ยไฟดูดกินใบมะเขือที่ชุบสารในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟโดยการมองผ่านแว่นขยาย เพลี้ยไฟที่ไม่ตอบสนองต่อการเขี่ยของปลายพู่กันจะถูกพิจารณาว่าตาย

การบันทึกผลและวิเคราะห์

บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟ และเมื่อพบว่าแมลงในชุดควบคุม (control) ตาย 5 - 20% จะทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายโดยใช้ Abbott’s formula (Abbott, 1925) แต่ถ้าตายเกิน 20% จะทำการทดลองใหม่

สูตร Abbott’s formula :

$$\% \text{ Corrected Mortality} = \frac{\% \text{ test mortality} - \% \text{ control mortality} \times 100}{100 - \% \text{ control mortality}}$$

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟในแต่ละพื้นที่มาหาค่าเฉลี่ย และค่า standard deviation (SD) การทดลองนี้ประเมินความต้านทานของเพลี้ยไฟฝ้ายในมะเขือโดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้

- เปอร์เซ็นต์การตาย 60 - 100% จัดเป็นสารที่มีผลต่อการตายค่อนข้างสูง - สูงหรือมีความต้านทานต่ำ (low resistance)
- เปอร์เซ็นต์การตายคาบเกี่ยวกันในช่วง 0 - 40%, 40 - 60% หรือ 60 - 100% จัดเป็นสารที่มีผลต่อการตายปานกลาง – ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง (moderate resistance)
- เปอร์เซ็นต์การตาย 0 - 40% จัดเป็นสารที่มีผลต่อการตายต่ำ-ต่ำมากหรือมีความต้านทานสูง (high resistance)

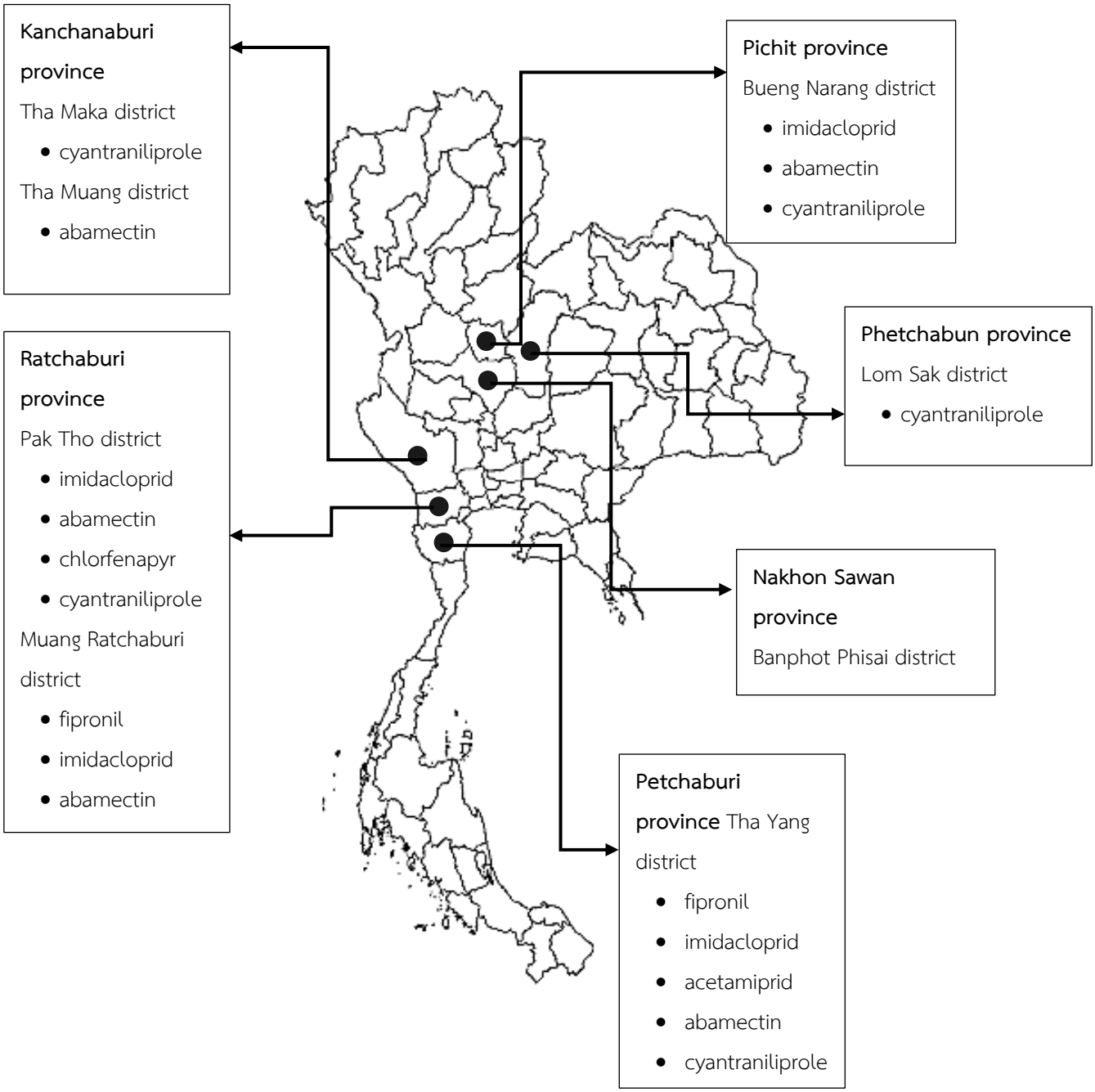


Figure 1 Insecticides which *Thrips palmi* in eggplants showed high resistance in each planting area in Thailand in year 2021 - 2023.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปัญหาความต้านทานสารฆ่าแมลงของเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือทำให้เกษตรกรต้องใช้สารฆ่าแมลงในอัตราที่สูงขึ้น และบ่อยครั้ง ส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มมากขึ้น และส่งผลเสียต่อสุขภาพของเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม ปัญหาความต้านทานสารฆ่าแมลงสามารถแก้ไขได้ด้วยการนำสารที่แมลงไม่มีความต้านทานสูงมาใช้แบบหมุนเวียน ดังนั้นจึงต้องทราบข้อมูลความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ จากการประเมินความต้านทานในช่วงปี พ.ศ. 2564 - 2566 ทำให้ทราบว่าเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือในแต่ละพื้นที่มีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดแตกต่างกัน

ในพื้นที่อำเภอบรรพตพิสัย ใน Figure 2 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ emamectin benzoate (66.7 - 80.0%) และ chlorfenapyr (63.3 - 73.3%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ fipronil (33.3 - 46.7%), imidacloprid (10.0 - 46.7%), spinetoram (50.0 - 83.3%) และ cyantraniliprole (26.7 - 43.3%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ abamectin (23.3 - 30.0%)

ในพื้นที่อำเภอบึงนาราง ใน Figure 3 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ fipronil (63.3 - 73.3%), spinetoram (73.3 - 76.7%), และ emamectin benzoate (96.7%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ chlorfenapyr (43.3 - 73.3%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ imidacloprid (13.3 - 30.0%), abamectin (20%) และ cyantraniliprole (26.7 - 30.0%)

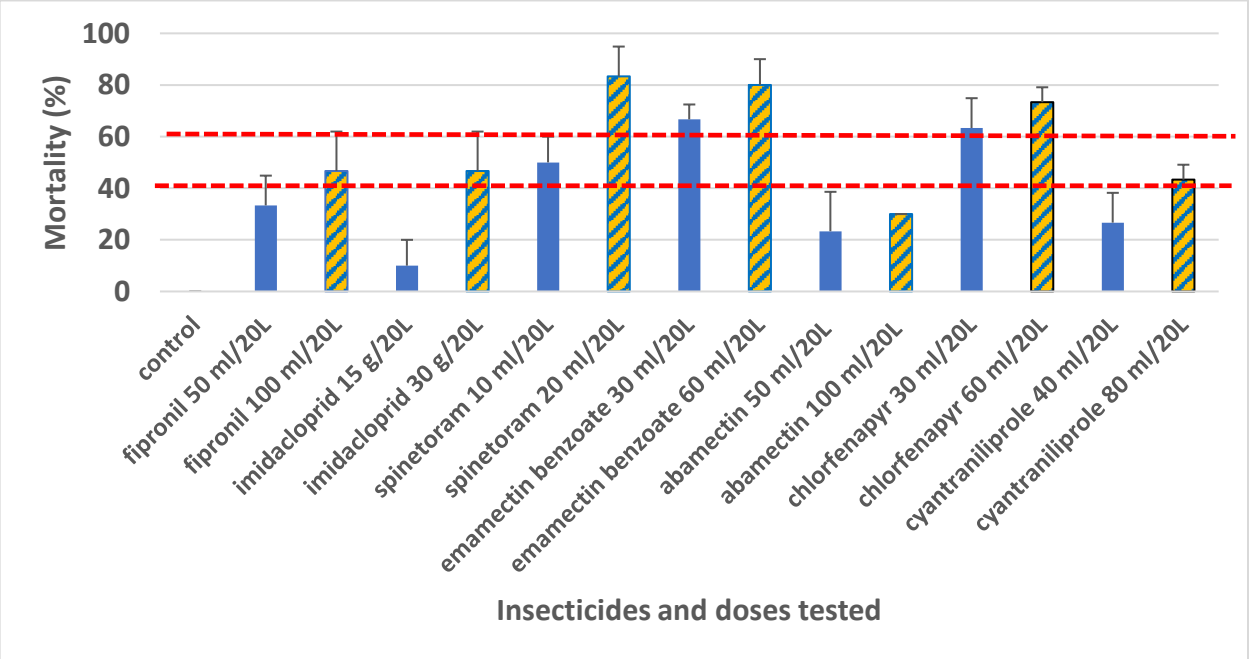


Figure 2 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Banphot Phisai district, Nakhon Sawan province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2021.

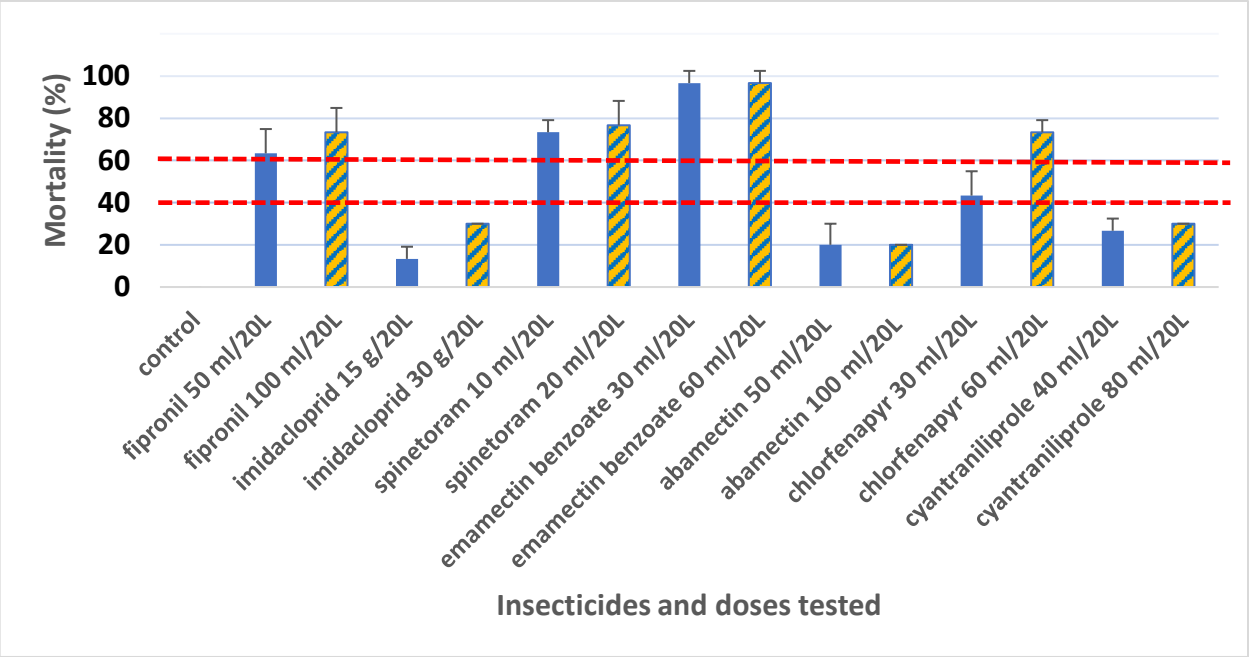


Figure 3 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Bueng Narang district, Pichit province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2021.

ในพื้นที่อำเภอท่ายาง ใน Figure 4 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ emamectin benzoate (60.0 - 93.3%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ spinetoram (43.3 - 56.7%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ fipronil (6.7 - 30.0%), imidacloprid (3.3 - 10.0%), acetamiprid (10.0%), abamectin (20.0 - 26.7%), chlorfenapyr (20.0 - 33.3%) และ cyantraniliprole (3.3 - 26.7%)

ในพื้นที่อำเภอปากท่อ ใน Figure 5 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ emamectin benzoate (70.0 - 100.0%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ fipronil (23.3 - 50.0%) และ spinetoram (56.7 - 63.3%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ imidacloprid (13.3 - 30.0%), abamectin (3.3 - 6.7%), chlorfenapyr (16.7 - 33.3%) และ cyantraniliprole (10.0 - 23.3%)

ในพื้นที่อำเภอเมืองราชบุรี ใน Figure 6 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ spinetoram (90.0 - 93.3%) และ emamectin benzoate (83.3 - 93.3%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ chlorfenapyr (36.7 - 53.3%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ fipronil (20.0 - 30.0%), imidacloprid (0.0 - 23.3%), abamectin (10.0 - 20.0%) และ cyantraniliprole (23.3 - 26.7%)

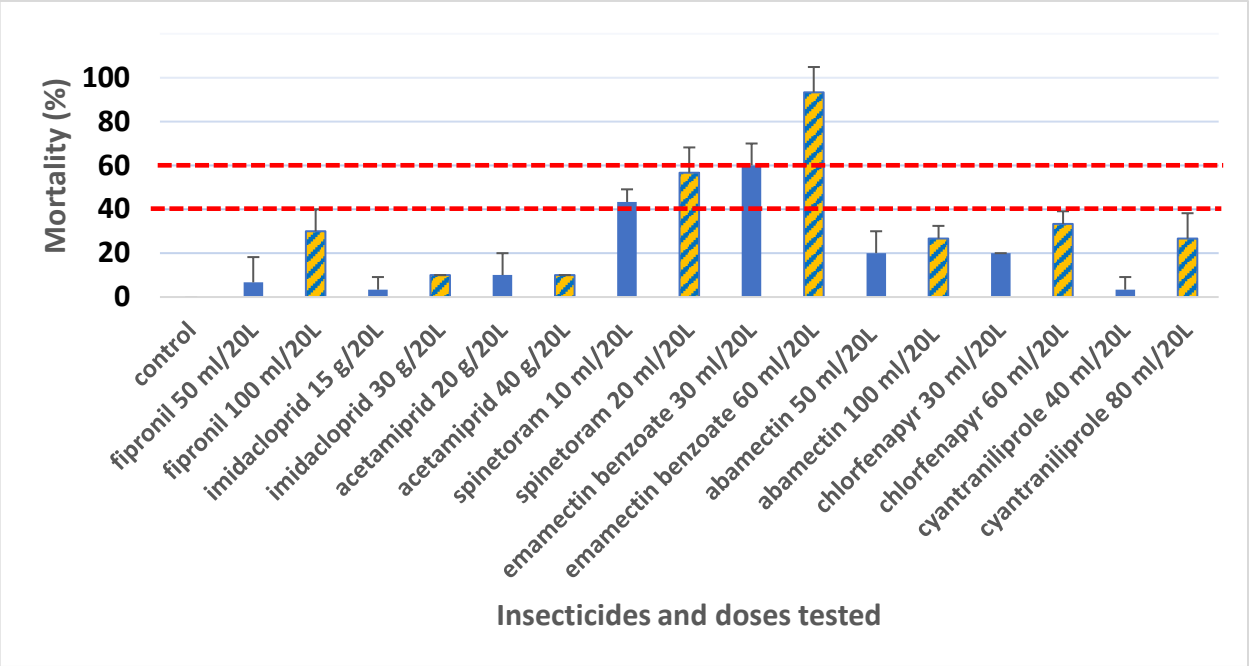


Figure 4 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Tha Yang district, Petchaburi province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2021.

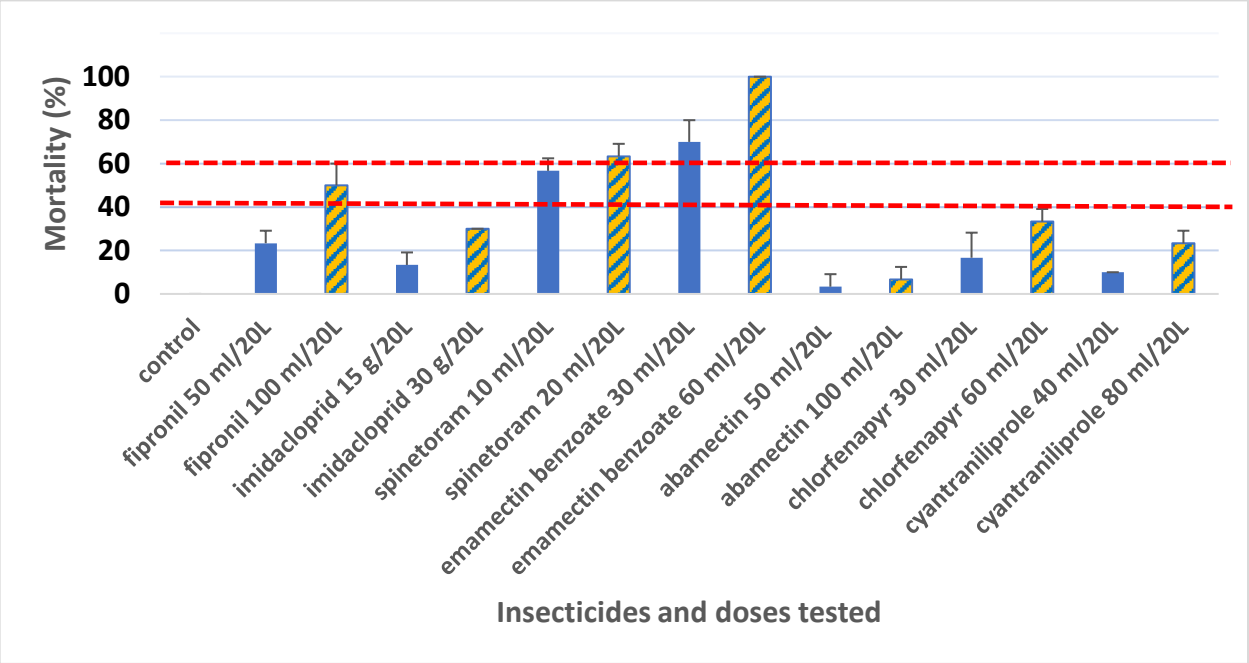


Figure 5 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Pak Tho district, Ratchaburi province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2021.

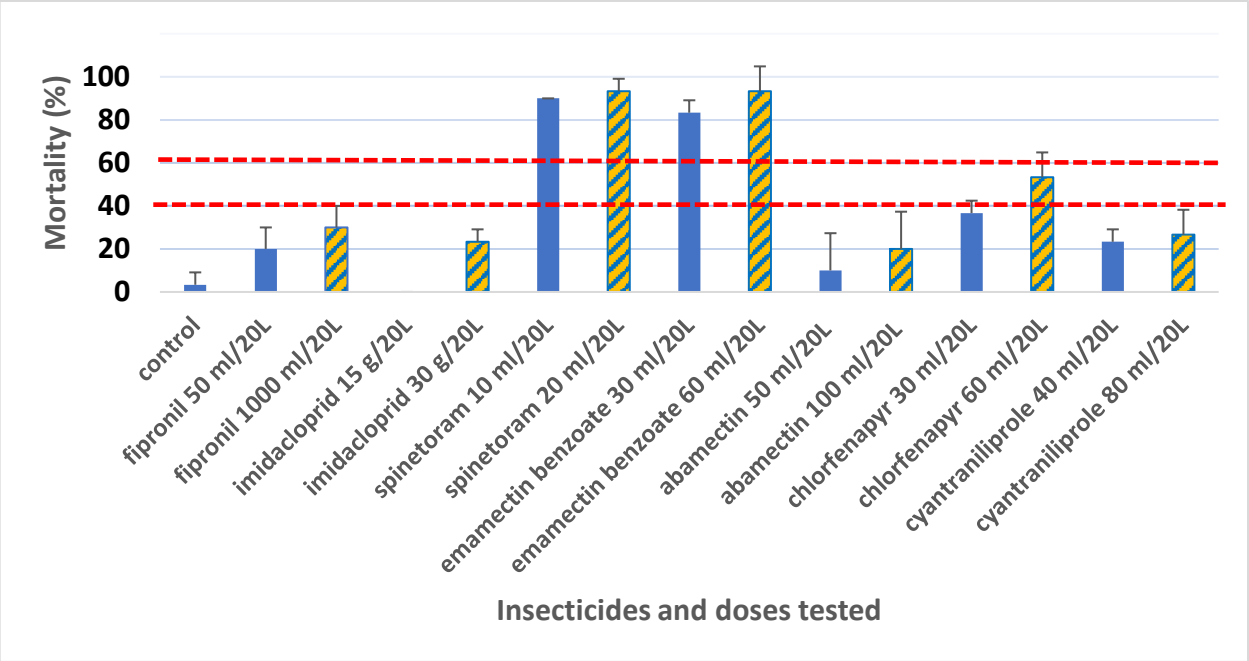


Figure 6 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Muang Ratchaburi district, Ratchaburi province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2021.

ในพื้นที่อำเภอท่ามะกา ใน Figure 7 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ emamectin benzoate (86.7 - 100.0%) และ chlorfenapyr (86.7 - 93.3%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ fipronil (36.7 - 43.3%), imidacloprid (40.0 - 53.3%), spinetoram (53.3 - 66.7%) และ abamectin (30.0 - 50.0%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ cyantraniliprole (20.0 - 40.0%)

ในพื้นที่อำเภอท่าม่วง ใน Figure 8 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ fipronil (63.3 - 66.7%), spinetoram (60.0 - 76.7%), emamectin benzoate (73.3 - 93.3%) และ chlorfenapyr (63.3 - 83.3%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ imidacloprid (36.6 - 46.7%) และ cyantraniliprole (23.3 - 50.0%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ abamectin (10.0 - 20.0%)

ในพื้นที่อำเภอหล่มสัก ใน Figure 9 พบว่า สารที่ทำให้เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างสูง - สูง หรือมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ spinetoram (90.6 - 93.9%) และ emamectin benzoate (96.7 - 100%) และพบว่าสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายปานกลาง - ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง ได้แก่ fipronil (50.7 - 52%), imidacloprid (29.3 - 46.7%), abamectin (25.7 - 50.7%) และ chlorfenapyr (50 - 72.3%) ส่วนสารที่เพลี้ยไฟมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำ - ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง ได้แก่ cyantraniliprole (22.3 - 35.7%)

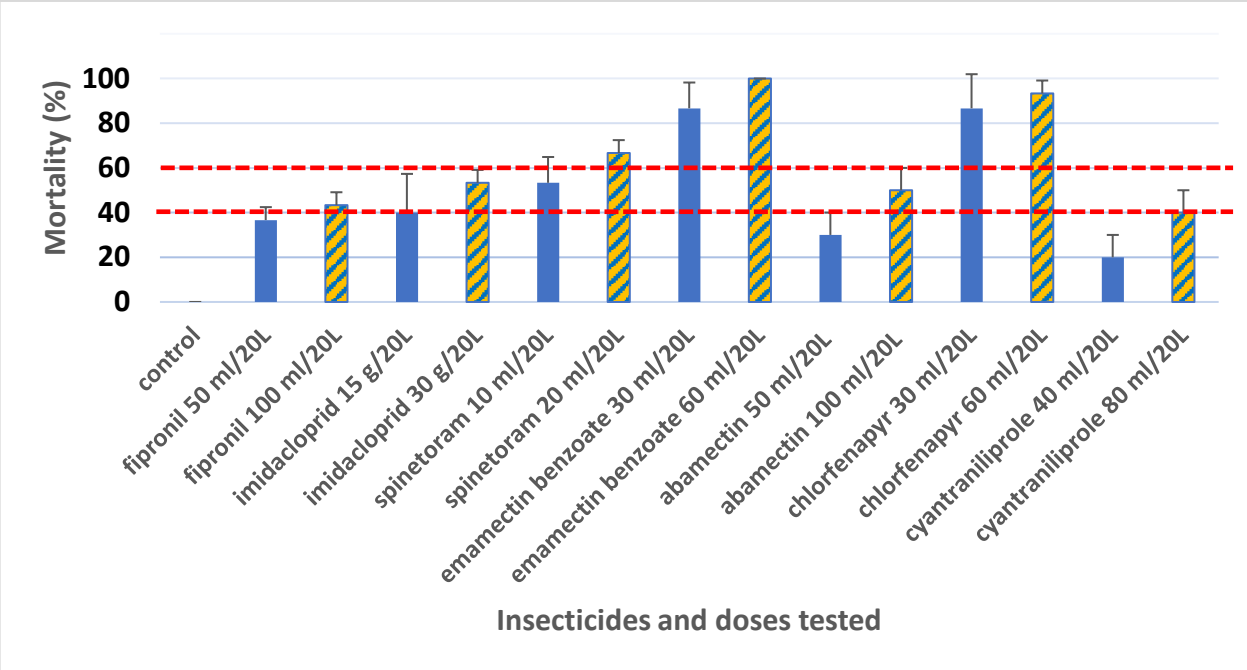


Figure 7 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Tha Maka district, Kanchanaburi province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2021.

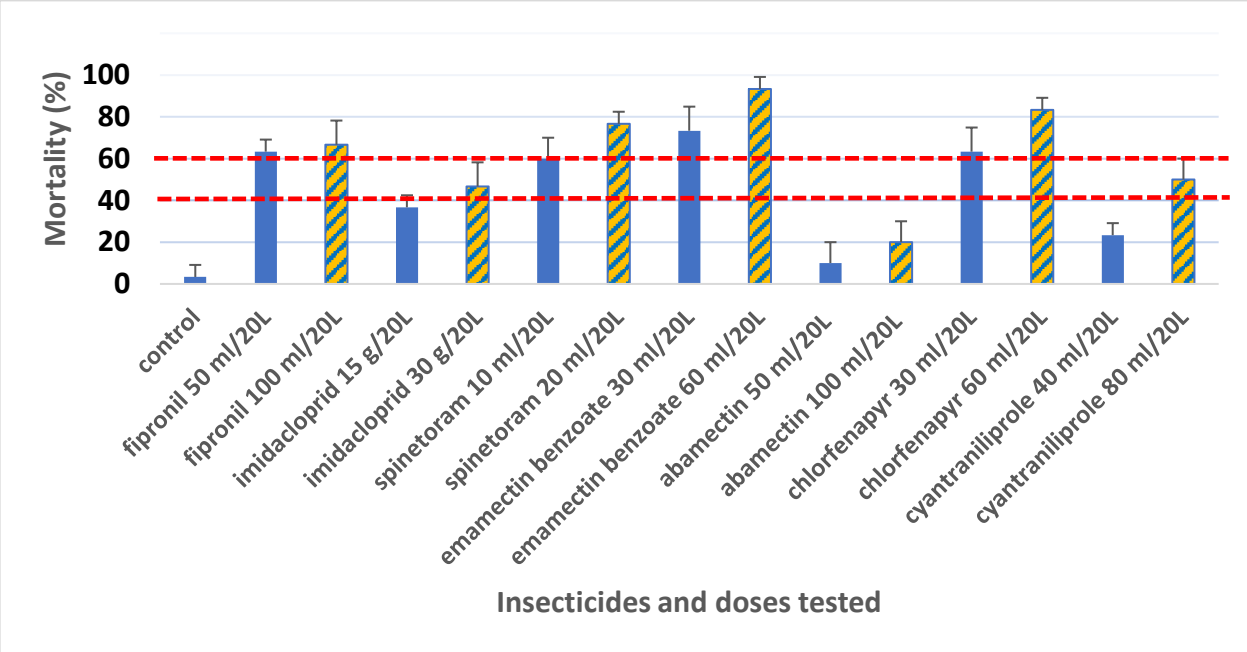


Figure 8 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Tha Muang district, Kanchanaburi province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2022.

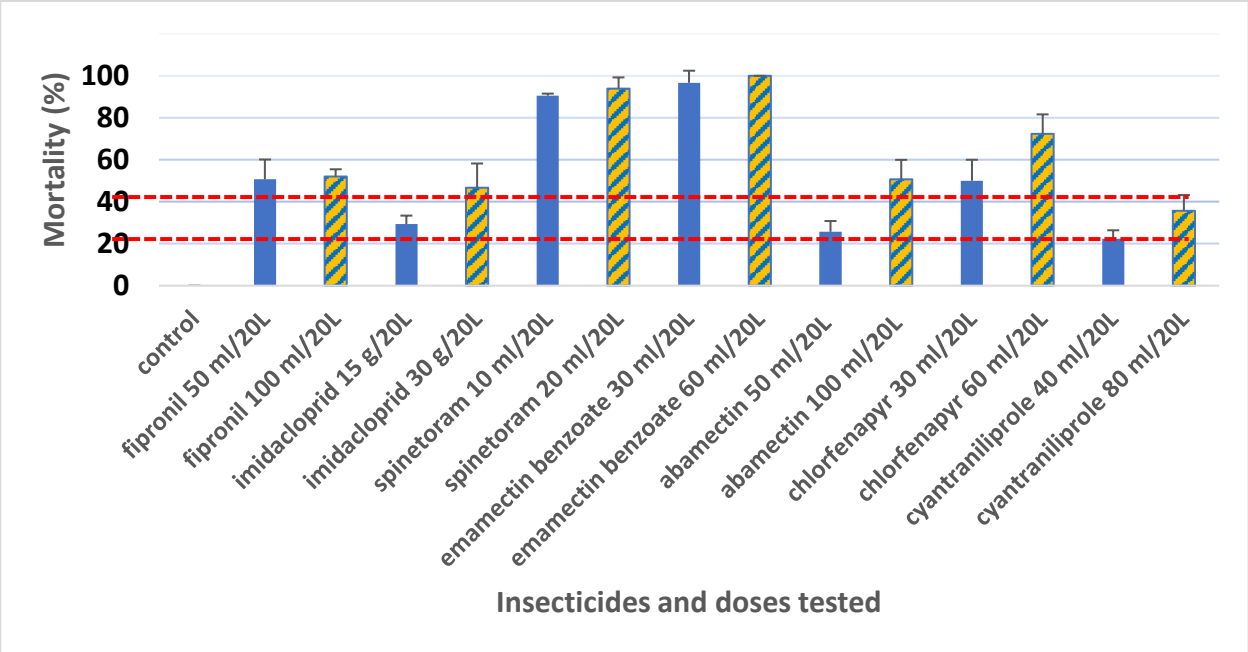


Figure 9 Mortality percentage of *Thrips palmi* in eggplants from Lom Sak district, Phetchabun province, after feeding with eggplant leaves dipped with insecticides in year 2023.

เมื่อมองในภาพรวมทั้ง 8 พื้นที่พบว่า สารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีความต้านทานต่ำอันดับแรก ๆ คือ emamectin benzoate และ spinetoram โดยที่ emamectin benzoate แสดงความต้านทานต่ำในเพลี้ยไฟในทุกพื้นที่ส่วนสารอันดับรองคือ spinetoram แสดงความต้านทานต่ำใน 4 พื้นที่จาก 8 พื้นที่ (Figure 2 - 9) สาร emamectin benzoate และ spinetoram ยังเป็นสารที่เพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis*) ที่ทำลายมะม่วง และมะนาวแสดงความต้านทานต่ำในหลาย ๆ พื้นที่เช่นกัน (สุภราดาและคณะ 2562; สุภราดาและคณะ, 2565) แสดงว่าเกษตรกรใช้สารดังกล่าวเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟยังไม่มากนัก ทำให้ยังไม่เกิดปัญหาความต้านทาน จึงสามารถใช้สารดังกล่าวแบบหมุนเวียนเพื่อป้องกันปัญหาความต้านทานได้

ข้อมูล Figure 2 - 9 ชี้แนะว่าสารที่เพลี้ยไฟฝ้ายมีความต้านทานต่ำและสามารถนำมาสร้างรูปแบบการใช้สารแบบหมุนเวียนได้ในพื้นที่อำเภอบรรพตพิสัย ได้แก่ emamectin benzoate, chlorfenapyr อำเภอบึงนาราง ได้แก่ fipronil, spinetoram, emamectin benzoate อำเภอท่ายาง ได้แก่ emamectin benzoate อำเภอปากท่อ ได้แก่ emamectin benzoate อำเภอเมืองราชบุรี ได้แก่ spinetoram, emamectin benzoate อำเภอท่ามะกา ได้แก่ emamectin benzoate, chlorfenapyr อำเภอท่าม่วง ได้แก่ fipronil, spinetoram, emamectin benzoate, chlorfenapyr และอำเภอหล่มสัก ได้แก่ spinetoram, emamectin benzoate ส่วนสารชนิดอื่น ๆ ที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานปานกลางอาจนำมาใช้ได้เป็นบางครั้งเท่านั้น เพราะสารที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานปานกลาง ถ้าถูกนำมาใช้เรื่อย ๆ ก็อาจทำให้เพลี้ยไฟสร้างความต้านทานสูงขึ้นได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ข้อมูลใน Figure 2 - 9 ยังชี้ว่าเพลี้ยไฟที่ทำลายมะเขือในแต่ละพื้นที่มีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในระดับที่แตกต่างกัน จึงทำให้การใช้สารแบบหมุนเวียนในแต่ละพื้นที่ควรมีรูปแบบที่ใช้สารแตกต่างกันตามระดับความต้านทานของเพลี้ยไฟต่อสารแต่ละชนิด

สำหรับสารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือมีความต้านทานสูง ได้แก่ abamectin, cyantraniliprole และ imidacloprid โดยที่ abamectin แสดงความต้านทานสูงต่อเพลี้ยไฟใน 7 พื้นที่ จาก 8 พื้นที่ สาร cyantraniliprole แสดงความต้านทานสูงต่อเพลี้ยไฟใน 6 พื้นที่จาก 8 พื้นที่ และสาร imidacloprid แสดงความต้านทานสูงต่อเพลี้ยไฟใน 5 พื้นที่จาก 8 พื้นที่ (Figure 2 - 9) โดยทั่วไปพบว่าเกษตรกรมักใช้สาร abamectin และ imidacloprid บ่อยครั้งอย่างต่อเนื่องจึงทำให้เกิดปัญหาความต้านทานสูงในหลายพื้นที่ ดังนั้นจึงควรแนะนำเกษตรกรในพื้นที่ที่มีปัญหาให้งดใช้หรือลดการใช้ abamectin และ imidacloprid เพื่อไม่ให้เกิดความต้านทานเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าสาร cyantraniliprole เป็นสารที่เพลี้ยไฟแสดงความต้านทานสูงในหลายพื้นที่เช่นกัน แต่กลับพบว่าเกษตรกรมักไม่ค่อยใช้สารดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าสาร cyantraniliprole เป็นสารที่มีประสิทธิภาพต่ำในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ หรือเพลี้ยไฟอาจมีกลไกความต้านทานต่อสารชนิดอื่นแล้วกลไกนี้เองทำให้เพลี้ยไฟต้านทานต่อสาร cyantraniliprole ด้วย (cross-resistance)

จากผลการทดลองยังทำให้ทราบว่าชนิดสารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานต่ำ และเหมาะสมเพื่อใช้แบบหมุนเวียนมีค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจทำให้ไม่เพียงพอต่อการใช้สารแบบหมุนเวียน ดังนั้นการวิจัยเพื่อหาสารชนิดใหม่/กลุ่มใหม่อื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงและยังไม่แสดงความต้านทาน เพื่อนำมาใช้แบบหมุนเวียนเพิ่มเติม หรือการวิจัยเพื่อนำสารที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานปานกลางชนิดอื่น ๆ ในอัตราที่มีประสิทธิภาพมาใช้เสริมในการหมุนเวียนสารในบางครั้งที่ช่วงเวลาที่แมลงระบาดไม่รุนแรงจึงเป็นสิ่งจำเป็น และสิ่งสำคัญในการใช้สารแบบหมุนเวียนเพื่อแก้ปัญหาความต้านทานคือต้องคำนึงถึงเลขของกลุ่มสารของสารแต่ละชนิดที่นำมาใช้ สารฆ่าแมลงชนิดที่มีเลขกลุ่มสารเดียวกันสามารถใช้พ่นติดต่อกันได้ไม่เกิน 3 ครั้งในหนึ่งชั่วอายุขัยของเพลี้ยไฟคือประมาณ 15 วัน (Broughton and Herron, 2007) นอกจากนี้การใช้สารแบบหมุนเวียนในแต่ละชั่วอายุขัยของเพลี้ยไฟควรพิจารณาปริมาณการระบาดของเพลี้ยไฟหรือระดับจำนวนแมลงที่สมควรทำการพ่นสารป้องกันกำจัด (Economic Threshold, ET) และควรใช้การป้องกันกำจัดในรูปแบบการบริหารศัตรูพืช (Integrated Pest Management, IPM) เช่น การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธี การปลูกพืชพันธุ์ต้านทาน และการเขตกรรมร่วมด้วย เพื่อลดการใช้สารเคมี (Horowitz *et al*., 2020) จึงจะสามารถลดปัญหาการระบาดของเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในแปลงมะเขือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการประเมินความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือ ในช่วงปีพ.ศ. 2564 - 2566 พบว่า สารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานต่ำโดยพบว่ามีการตายมากกว่า 60% ในพื้นที่อำเภอบรรพตพิสัย ได้แก่ emamectin benzoate, chlorfenapyr อำเภอบึงนาราง ได้แก่ fipronil, spinetoram, emamectin benzoate อำเภอท่ายาง ได้แก่ emamectin benzoate อำเภอปากท่อ ได้แก่ emamectin benzoate อำเภอเมืองราชบุรี ได้แก่ spinetoram, emamectin benzoate อำเภอท่ามะกา ได้แก่ emamectin benzoate chlorfenapyr อำเภอท่าม่วง ได้แก่ fipronil, spinetoram, emamectin benzoate, chlorfenapyr และอำเภอหล่มสัก ได้แก่ spinetoram, emamectin benzoate เกษตรกรควรเลือกใช้ชนิดสารที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานต่ำมาใช้แบบหมุนเวียนให้เหมาะสมแต่ละพื้นที่เพื่อลดปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟที่ทำลายในมะเขือ นอกจากนี้ควรแจ้งเตือนเกษตรกรให้งดการใช้สารที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานสูง เพื่อลดปัญหาความต้านทานเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณสุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงและการทดสอบความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. *คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553*. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 303 หน้า.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา และสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2562. ผลของสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ต่อการตายของเพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis* Hood) ที่ทำลายมะม่วงในแหล่งปลูกสำคัญ. หน้า 211-223. *ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 14*. วันที่ 12-14 พฤศจิกายน 2562. โรงแรมดุสิตธานี หัวหิน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง พฤทธิชาติ ปุญวัฒโน เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ และศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา. 2564. *คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืชอย่างปลอดภัยจากงานวิจัย ปี 2564*. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 280 หน้า.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา และสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2565. ประเมินความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาว. หน้า181-182. *ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 15*. วันที่ 22-24 พฤศจิกายน 2565. โรงแรมรามาการ์เดนส์ กรุงเทพฯ.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.

Bielza, P. 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Management Science* 64: 1131-1138.

Broughton, S. and G.A. Herron. 2007. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) chemical control: insecticide efficacy associated with the three consecutive spray strategy. *Australian Journal of Entomology* 46: 140-145.

Fahmy, A.R.; N. Sinchaisri and T. Miyata. 1991. Development of chlorfluazuron resistance and pattern of cross-resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Journal of Pesticide Science* 16: 665-672.

Gao, Y.; Z. Lei and S.R. Reitz. 2012. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. *Pest Management Science* 68: 1111-1121.

Guillen, J.; M. Navarro, and P. Bielza. 2014. Cross-resistance and baseline susceptibility of spirotetramat in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 107(3): 1239-1244.

Horowitz, A. R.; M. Ghanim; E. Roditakis; R. Nauen and I. Ishaaya. 2020. Insecticide resistance and its management in *Bermisia tabaci* species. *Journal of Pest Science* 93: 893-910.

Immaraju, J.A.; J.G. Morse and R.F. Hobza. 1990a. Field evaluation of insecticide rotation and mixtures as strategies for citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance management in California. *Journal of Economic Entomology* 83(2): 306-314.

Immaraju, J.A.; J.G. Morse and O.L. Brawner. 1990b. Evaluation of three bioassay techniques for citrus thrips resistance and correlation of the leaf dip method to field mortality. *Journal of Agricultural Entomology* 7(1): 17-27.

Martin, N.A. and P.J. Workman. 1994. Confirmation of a pesticide-resistant strain of western flower thrips in New Zealand. pp. 144-148. *In: Proceedings of the Forty Seventh New Zealand Plant Protection Conference.* 9-11 August 1994. Waitangi Hotel, New Zealand.

Shelton, A.M.; B.A. Nault; J. Plate and J.-Z. Zhao. 2003. Regional and temporal variation in susceptibility to lambda-cyhalothrin in onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), in onion fields in New York. *Journal of Economic Entomology* 96(6): 1843-1848.

Zhao, J. Z.; H.L. Collins and A.M. Shelton. 2010. Testing insecticide resistance management strategies: mosaic versus rotations. *Pest Management Science* 66(10): 1101-1105.

บทความ

หางไหล : ทางเลือกใหม่ของพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืช

ทัสดาว เกตุเนตร[1/]

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีรายได้หลักจากการส่งออกสินค้าเกษตรและเป็นหนึ่งในผู้ผลิตสินค้าการเกษตรที่สำคัญของโลก ทำให้มีการเร่งการผลิตโดยการขยายพื้นที่การเกษตรรวมทั้งการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งเห็นได้จากปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่สูงขึ้น ในแต่ละปีประเทศไทยมีการนำเข้าสารป้องกันกำจัดหนู (rodenticides) ในปริมาณมาก โดยในปี พ.ศ. 2562 มีการนำเข้าสารป้องกันกำจัดหนู คิดเฉพาะปริมาณสารออกฤทธิ์ช้าสูงถึง 187,000 กิโลกรัม มูลค่ารวมประมาณ 36.74 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2563 ปริมาณการนำเข้า 142,000 กิโลกรัม มูลค่ารวมประมาณ 27.60 ล้านบาท (ศูนย์ข้อมูลเกษตรแห่งชาติ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืชเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่รวมถึงการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม คือ การผลิตสารธรรมชาติ โดยการใช้สารสกัดจากพืช (plant extracted pesticide หรือ botanical pesticide) เพื่อทดแทนสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพปลอดภัยต่อการบริโภคและสิ่งแวดล้อม พืชที่นำมาใช้สามารถนำเอาส่วนที่สำคัญต่าง ๆ เช่น ต้น ราก ใบ ดอก และผล มาสกัดเพื่อให้ได้สารออกฤทธิ์ที่สำคัญจากพืชนั้น ๆ มาใช้ควบคุมศัตรูพืชแทนสารเคมีได้ดีโดยไม่มีพิษตกค้าง เนื่องจากสารธรรมชาติส่วนใหญ่จะสลายตัวได้เร็ว สามารถควบคุมคุณภาพได้ เพื่อให้เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรที่ปลูกพืชปลอดสารเคมีหรือเกษตรอินทรีย์

การใช้สารสกัดจากพืชธรรมชาติในการป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืช

การป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืช เกษตรกรมักนิยมใช้สารเคมี เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย ใช้ง่าย สะดวก และเห็นผลรวดเร็ว แต่สารเคมีกำจัดหนูศัตรูพืชมีราคาค่อนข้างสูงและพบว่าเกษตรกรอาจได้รับพิษภัยจากการใช้สารเคมี มีสารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตรและสภาพแวดล้อม นอกจากนั้น หนูศัตรูพืชอาจเกิดความต้านทาน ทำให้สารเคมีกำจัดหนูใช้ไม่ได้ผล นักวิจัยจึงให้ความสนใจและหันกลับมาค้นคว้าทดลองพืชที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืชได้ เช่น การใช้สารสกัดจากพืช หนึ่งในสารสกัดจากพืชที่สามารถใช้ป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืชได้ คือ หางไหล

หางไหลเป็นพืชที่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช มีถิ่นกำเนิดในสาธารณรัฐประชาชนจีน มีรายงานว่าชาวจีนเป็นผู้นำมาปลูกในประเทศไทยครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2470 - 2475 ในส่วนวิธีใช้หางไหลแต่ดั้งเดิม คือ การนำส่วนรากมาทุบแช่น้ำไว้ค้างคืน น้ำที่ได้จะมีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำซาวข้าว นำไปใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชผักได้ผลเป็นอย่างดี (วิทยา, 2550)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

หางไหล มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Derris elliptica* Benth. ชื่อท้องถิ่นอื่น ๆ ได้แก่ โล่ติ๊น กะลำเพาะ ไหลน้ำ เครือไหลน้ำ โพตะโกส้า (กะเหรี่ยง) และอวดน้ำ เป็นพืชสมุนไพรมีลักษณะเป็นไม้เถาเลื้อย เนื้อไม้แข็ง เจริญเติบโตได้ดีในป่าชื้น

[1/] กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ประเทศไทยสามารถพบหางไหลได้ 2 ชนิด คือ หางไหลแดงและหางไหลขาว ชนิดที่นิยมปลูกเป็นการค้าคือ หางไหลแดง (นวลศรี, 2566) เป็นสมุนไพรที่นิยมนำเถา ใบหรือรากมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นยา รวมถึงสารสกัดที่ได้จากส่วนต่าง ๆ มีฤทธิ์ในการกำจัดหนอน และแมลงศัตรูพืชได้ดี

นิรนาม (2560) รายงานว่า หางไหลแดง และหางไหลขาว แตกต่างกันที่ลักษณะสีของใบอ่อน หากเป็นหางไหลแดงจะมีสีของใบอ่อนออกแดงน้ำตาลหรือชมพูเข้ม ส่วนหางไหลขาวจะมีสีของใบอ่อนออกส้มปนน้ำตาล ซึ่งจะมีสีอ่อนกว่าหางไหลแดง และใบแก่ของหางไหลแดงจะเห็นเส้นใบไม่ชัดเจนเหมือนหางไหลขาว นอกจากนั้น สารสกัดจากหางไหลแดงจะมีสีแดง ส่วนสารสกัดจากหางไหลขาวจะมีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม ซึ่งแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จึงเป็นชื่อเรียกที่ต่างกันตามลักษณะที่กล่าวมา

<u>ลำต้น</u> (ภาพที่1 และ 2) เป็นไม้เถาเนื้อแข็ง เถาหรือลำต้นมีลักษณะกลม เป็นเถาเลื้อย โดยเถาที่แก่มีสีน้ำตาลปนแดง ส่วนเถาอ่อนและบริเวณเถาใกล้ ๆ ปลายยอดมีสีเขียว ซึ่งจะเห็นได้ชัดตรงปล้องที่อยู่ก่อนถึงยอดประมาณ 2 - 3 ปล้อง

ภาพที่ 1 ต้นหางไหล

ภาพที่ 2 ส่วนของลำต้นหางไหล

ใบ (ภาพที่ 3) ใบเป็นใบประกอบ เหมือนขนนกปลายถี่ ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อน และเป็นสีเขียวแก่เมื่ออายุใบมากขึ้น ใบจะแตกออกเป็นคู่ ๆ ตรงข้ามกัน 2-4 คู่ ใบคู่แรกมีขนาดเล็กที่สุด และเริ่มใหญ่ขึ้นตามลำดับ โดยมีใบสุดท้ายบริเวณยอดใบเป็นใบเดี่ยว มีขนาดใหญ่สุด ใบย่อย กว้างประมาณ 3.0 - 9.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 6.5 - 27.0 เซนติเมตร ซึ่งขนาดของใบอาจขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ต้นหางไหลขึ้นอยู่ ใบอ่อนบริเวณยอดจะปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลปนแดง พื้นใบด้านบนสีเขียว มีลักษณะมัน มีเส้นแขนงใบคล้ายก้างปลาอย่างเห็นได้ชัด ด้านท้องใบมีสีเขียว และเห็นเส้นใบชัดกว่าด้านบน

ภาพที่ 3 ส่วนของใบหางไหล

ดอก (ภาพที่ 4) การออกดอกของต้นหางไหลจะอยู่ในช่วงเดือนมีนาคม ดอกหางไหลมีลักษณะเป็นช่อคล้ายกับดอกแคฝรั่ง ช่อดอกยาวประมาณ 20 - 25 เซนติเมตร ดอกตูมมีสีชมพูอมม่วง เมื่อบานเต็มที่มีกลิ่นหอม กลีบดอกมีสีชมพูอ่อน และค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีขาวเมื่ออายุดอกมากขึ้น

ภาพที่ 4 ส่วนของดอกหางไหล

(ที่มา : https://puechkaset.com/หางไหล)

ผล ผลมีลักษณะเป็นฝัก ฝักอ่อนมีสีเขียว ฝักแก่มีสีน้ำตาลปนแดง ภายในประกอบด้วยเมล็ดลักษณะกลมแบนเล็กน้อย และเมื่อแก่เต็มที่ฝักหางไหลจะปริแตกออก เมล็ดที่อยู่ในฝักร่วงหล่นไปตามพื้นดิน เมื่อมีความชื้นพอเหมาะแก่การงอก เมล็ดจะเริ่มงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นหางไหลต่อไป (วิทยา, 2550)

สารที่พบในหางไหล

หางไหลมีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2548) รายงานว่าสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่พบในสารสกัดหางไหล คือ โรติโนน (rotenone) โดยหางไหลขาวมีสารโรติโนนประมาณ 7 - 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหางไหลแดงมีสารโรติโนนประมาณ 4 - 5 เปอร์เซ็นต์ โดยพบในส่วนของโคนต้น ก้าน ใบ ลำต้น ใบ รากกิ่ง รากขนาดเล็ก รากขนาดใหญ่ ที่ 0.4, 0.5, 2.7, 16.6, 26.7, 1003.9 และ 8981.1 ppm ตามลำดับ ดังนั้นจึงพบสารโรติโนนมากในส่วนของราก สารโรติโนนมีคุณสมบัติสลายตัวรวดเร็วภายใต้แสง ความชื้นและอุณหภูมิสูง การควบคุมการคงสภาพให้สามารถอยู่ได้นานจำเป็นต้องใช้กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารผสม สารออกฤทธิ์โรติโนนจึงอยู่ในรูปของโรติโนนฟอสเฟต สามารถเก็บได้นานกว่า 6 เดือน สารโรติโนนแตกตัวเร็วมากในดินและน้ำ มี half life 1 - 3 วัน ไม่สามารถซึมผ่าน (leaching) จากดินชั้นหนึ่งลงสู่ดินอีกชั้นหนึ่งได้ และไม่สามารถซึมผ่านจากดินลงสู่น้ำใต้ดิน (ground water) ด้วยคุณสมบัติที่สลายตัวได้ง่ายในธรรมชาติ จึงไม่พบสารพิษตกค้าง

สารโรติโนนจัดเป็นสารพิษที่มีพิษต่อคนและสัตว์ โดยเฉพาะต่อปลาที่มีผลของพิษสูง มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากต่อหนูขาว LD_{50} เท่ากับ 132 - 1,500 mg/kg ส่วนคนมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.3 - 0.5 mg/kg สำหรับปลามีค่า LC_{50} เท่ากับ 31 ppb โดยกลไกการออกฤทธิ์เกิดจากพิษที่เข้ายับยั้งขั้นตอนการส่งอิเล็คตรอนในเซลล์ของกระบวนการหายใจ ทำให้สัตว์ที่ได้รับพิษหายใจไม่ออก

ภาพที่ 5 ส่วนของลำต้นและรากหางไหลที่นำมาใช้สกัดสาร

ภาพที่ 6 การเตรียมส่วนของลำต้นและรากหางไหลเพื่อนำมาใช้สกัดสาร

(ที่มา : กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร)

ข้อมูลทางเภสัชวิทยาของหางไหล

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2548) และฐานข้อมูลสมุนไพร (2557) รายงานว่า รากและลำต้นหางไหลแดง (ภาพที่ 5 และ 6) มีสารโรติโนนสูง สถานภาพของสารโรติโนนที่พบในคนและสัตว์ เมื่อร่างกายได้รับสารโรติโนน สารจะถูกดูดเข้าทางผนังกระเพาะและลำไส้ ผ่านทางไขมัน และไปสะสมที่ตับ ขบวนการที่เกิดขึ้นที่ตับ สารโรติโนนจะถูก metabolite ได้เป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถูกขับออกทางเหงื่อและปัสสาวะ

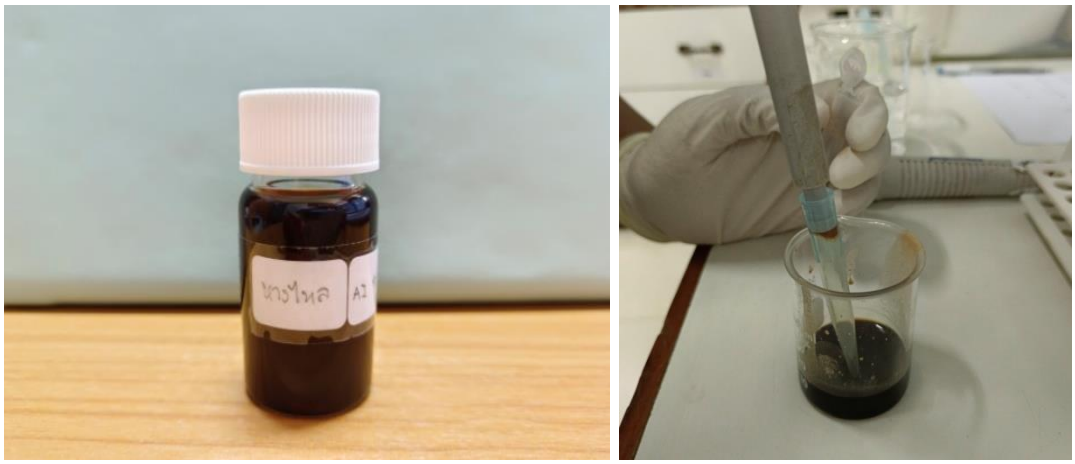
สารโรติโนนออกฤทธิ์เหมือนสารกำจัดแมลงชนิดไม่ดูดซึมเข้าสู่ต้นพืช (non-systemic) และเหมือนสารกำจัดไรออกฤทธิ์เป็นพิษโดยการกิน (stomach poison) การสัมผัส (contact poison) และมีผลโดยตรงกับระบบทำงานในไมโตคอนเดรีย ซึ่งอยู่ภายในเซลล์ของร่างกาย (mitochondria electron transport chain)

จากการศึกษาความเป็นพิษของสารโรติโนน พบว่ามีพิษเฉียบพลันทางปากต่อหนู (rats) LD_{50} เท่ากับ 132 - 1,500 mg/kg ความเป็นพิษทางปากต่อหนูตะเภา (guinea pig) LD_{50} เท่ากับ 60 - 1,500 mg/kg เมื่อร่างกายได้รับสารโรติโนน จะทำให้เกิดอาการเป็นพิษเฉียบพลัน โดยทำให้เยื่อตาขาวอักเสบ เป็นผื่น อาเจียน เจ็บคอ และมีเลือดคั่งในตา และการศึกษาความเป็นพิษเรื้อรังทางปากของหนูทดลองโดยใช้เวลาการศึกษานาน 90 วัน พบว่าทำให้หนูทดลองโตช้ากว่าปกติ มีอาการเบื่ออาหาร อาเจียนบ่อย เนื้อเยื่อภายในกระเพาะ ลำไส้ ตับ และไตมีความผิดปกติ การทดสอบเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ พบว่า หนู หนูตะเภา และกระต่าย ที่ได้รับสารโรติโนน หนูตัวเมียจะลดการตั้งครรภ์ หนูที่ตั้งครรภ์แล้วลูกหนูจะตายในครรภ์แม่ ส่วนลูกหนูที่รอดตายพบว่ามีน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ จึงแสดงให้เห็นว่าสารชนิดนี้มีความเป็นพิษต่อตัวอ่อนเมื่อเริ่มปฏิสนธิ การศึกษาทางพันธุกรรม พบว่าสารโรติโนนทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในการเพาะเลี้ยงของเซลล์หนู และยังพบว่ามีการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็งในหนูเผือก (albino rats)

การใช้สารสกัดโรติโนนจากหางไหล ในการป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืช

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2548) ได้มีการสกัดสารโรติโนนจากรากหางไหล โดยใช้วิธีสกัด 3 วิธี คือ การสกัดด้วยน้ำ การสกัดด้วยเมธานอล และการสกัดด้วยเอทธานอล พบว่า การใช้เอทธานอลแช่ผงหางไหลเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะให้สารโรติโนนออกมามากที่สุด โดยสารสกัดหางไหลที่ได้ มีลักษณะเป็นของเหลว เหนียวสีน้ำตาลแดง และได้ทดลองนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารสกัดหางไหลมาเก็บในสถานที่และสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลา 8 เดือน พบว่า การเก็บสารสกัดหางไหลไว้ที่อุณหภูมิห้อง เก็บไว้ในที่ที่โดนแสงแดด และเก็บไว้ในห้องปรับอากาศ ปริมาณสารโรติโนนจะลดลงหรือสลายตัวไปเท่ากัน คือ 0.61 เปอร์เซ็นต์ แต่สารสกัดหางไหลที่เก็บไว้ที่ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 8 เดือน สารโรติโนนจะสลายไป 0.85 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้น สารโรติโนนไม่จำเป็นต้องเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำจนถึงแช่แข็ง การเก็บที่อุณหภูมิต่ำมาก ๆ มีผลทำให้มีการเสื่อมสภาพเร็ว จึงควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องธรรมดาและที่สำคัญควรเก็บในขวดสีชา ปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นและแสงแดดผ่านเข้าไปได้ (ภาพที่ 7)

กรแก้วและคณะ (2553) ทำการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดหางไหลกับหนูท้องขาวบ้านและหนูพุกใหญ่ เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก (Acute oral LD_{50}) ได้ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากของหางไหลที่มีต่อหนูท้องขาวบ้าน เท่ากับ 31.66 ± (22.3517 - 45.4516) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และได้ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากของหางไหลที่มีต่อหนูพุกใหญ่ เท่ากับ 3.69 ± (1.9527 - 6.0653) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 ตัวอย่างสารสกัดหางไหล

กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสกัดผสมหางไหล 0.4 เปอร์เซ็นต์ และสะเดา 0.1 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธี การทดสอบตามแนวปฏิบัติของ OECD 423: Acute oral toxicity-Acute toxic class method of OECD guidelines for testing of chemicals (OECD, 2001) โดยให้สารสกัดกับหนูทดลองที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (mg/kg body weight) โดยตรงทางปาก (ภาพที่ 8) ผลการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน พบว่า หลังการทดสอบในช่วงระยะเวลา 2 ชั่วโมงแรกภายหลังได้รับสารสกัด หนูในกลุ่มทดสอบตายทั้งหมด (acute oral toxicity) เมื่อจัดระดับความเป็นพิษเฉียบพลันตามระบบการจำแนกและการติดฉลากสารเคมี (globally harmonized classification system; GHS) พบว่าสารสกัดผสมหางไหลสะเดา อยู่ใน category > 0 - 5 และมีค่า LD_{50} ที่ 5 mg/kg body weight มีระดับความเป็นพิษร้ายแรงมาก (extremely hazardous)

ภาพที่ 8 การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหางไหลกับหนูทดลอง โดยให้สารสกัดทางปาก

ดังนั้นสารสกัดหางไหลอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาผลิตเป็นสารป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืชได้ ซึ่งนอกจากเป็นการใช้ประโยชน์จากพืชท้องถิ่นแล้ว ยังอาจมีแนวโน้มในการลดหรือทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดหนูได้ ทั้งนี้จึงต้องมีการศึกษาวิจัยการใช้สารสกัดหางไหลและต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารสกัดหางไหล เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดหนูต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กรแก้ว เสือสะอาด ปราสาททอง พรหมเกิด ดาราพร รินทะรักษ์ ทรงทัพ แก้วตา รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา และ พรรณีกา อัตตนนท์. 2553. วิจัยการใช้หนอนตายหยากและหางไหลเพื่อกำจัดหนูศัตรูพืช. หน้า 90-612. *ใน: รายงานผลงานวิจัยและพัฒนา ปี 2553*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ฐานข้อมูลสมุนไพร. 2557. หางไหลแดง. แหล่งข้อมูล : https://medthai.com. สืบค้น: 10 กรกฎาคม 2566.

นวลศรี โชตินันทน์. 2566. สารสกัดจากว่านน้ำและหางไหลป้องกันกำจัดหนอนใยผักแทนสารเคมี. จดหมายข่าวผลิใบก้าวใหม่การวิจัยและพัฒนาการเกษตร. 25(10): 8-13.

นิรนาม. 2560. หางไหล/โล่ติ๊น และสรรพคุณหางไหล. แหล่งข้อมูล : https://puechkaset.com/หางไหล. สืบค้น: 10 กรกฎาคม 2566.

วิทยา อินถานัน. 2550. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้สารสกัดหางไหล ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผักของเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 80 หน้า.

ศูนย์ข้อมูลเกษตรแห่งชาติ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. การนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร รายประเภทการใช้. แหล่งข้อมูล : https://nabc-catalog.oae.go.th/dataset/doa0010/resource/. สืบค้น: 9 ตุลาคม 2566.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2548. ผลงานวิชาการเรื่อง โลติ๊น. *ใน: รายงานวิจัยปี 2541-2547*. กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

OECD. 2001.*Test no. 423: acute oral toxicity acute toxic class method*. OECD publishing, Paris. 14 p.

สถานการณ์การแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ *Rattus argentiventer* (Robinson & Kloss, 1916) ในประเทศไทย

สมเกียรติ กล้าแข็ง[1/]

ในบรรดาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก อันดับสัตว์ฟันแทะ (Rodentia) จัดเป็นสัตว์กลุ่มหนึ่งที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปและเป็นอันดับที่ใหญ่ที่สุด เนื่องจากมีจำนวนชนิดมากที่สุดและกระจายพันธุ์ทั่วโลก ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์ฟันแทะทั้งหมด โดยหนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จัดอยู่ในอันดับสัตว์ฟันแทะ ที่มีวิวัฒนาการมาช้านาน มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนตอนใต้ และแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทย พบทั้งสิ้น 36 ชนิด จาก 2 วงศ์ย่อย ใน 8 สกุล (กองกีฏและสัตววิทยา, 2544) หนูเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมและอาหารได้มากที่สุด สามารถที่จะกินพืชอาหารได้ทุกชนิด โดยหนูทุกชนิดกินพืชเป็นอาหารหลัก เช่น ข้าว ข้าวโพด ไม้ผล ปาล์มน้ำมัน และธัญพืชต่าง ๆ ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตมากมาย (เสริมศักดิ์, 2543)

หนูนาใหญ่ Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss, 1916) จัดเป็นหนูศัตรูพืชที่สำคัญในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากเป็นศัตรูพืชแล้ว หนูนาใหญ่ ยังเป็นที่นิยมใช้เนื้อบริโภคเป็นอาหารของเกษตรกรทั่วทั้งเอเชียอาคเนย์ การจัดลำดับของหนูนาใหญ่ทางอนุกรมวิธาน มีดังนี้

Kingdom	Animalia
Phylum	Chordata
Order	Rodentia
Family	Muridae (Rat and Mice)
Genus	*Rattus* (กองกีฏและสัตววิทยา, 2544)

ลักษณะสัณฐานของหนูนาใหญ่ (ภาพที่ 1 และ 2)

หนูนาใหญ่เป็นหนูขนาดกลาง มีความยาวหางสั้นกว่าความยาวหัวรวมกับลำตัว สีขนลำตัวด้านหลังลำตัวมีสีน้ำตาลจนถึงดำอ่อน ๆ เมื่อใช้มือลูบขนย้อนขึ้นบริเวณกลางหลังตัวหนูจะรู้สึกเจ็บมือ เนื่องจากมีขนแข็งมีสีขาวขึ้นแทรกอยู่ แต่บางตัวขนค่อนข้างยาวและนุ่ม ด้านท้องสีขาวเงินและบางตัวมีสีเทาจนถึงสีน้ำตาลเป็นแถบเล็ก ๆ สั้น ๆ จากใต้คอลงมาจนถึงท้อง หางมีสีดำตลอด โดยบริเวณโคนหูจะมีขนสีส้มขึ้นเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งจะพบในหนูที่ยังไม่โตเต็มวัย (subadult) มีน้ำหนักเมื่อโตเต็มวัยประมาณ 100 - 250 กรัม ลักษณะเด่นของหนูเพศเมียจะมีเต้านม 3 คู่ ที่บริเวณส่วนอก และ 3 คู่ที่บริเวณส่วนท้อง ขุดรูอาศัยตามคันนาที่มีวัชพืชขึ้นปกคลุม ขนาดของขุยดินจะมีลักษณะที่เล็กและละเอียดกว่าหนูพุก มีจำนวนลูกต่อครอกมากกว่าหนูนาชนิดอื่น ๆ ประมาณ 8 - 13 ตัว/ครอก (กองกีฏและสัตววิทยา, 2544) หนูนาใหญ่ไม่ได้จัดอยู่ในสถานภาพสัตว์สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่าตาม พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 และ International Union for Conservation of Nature (IUCN) จัดอยู่ในสถานภาพ สิ่งมีชีวิตที่มีความเสี่ยงต่ำต่อการใกล้สูญพันธุ์ (Least Concern, LC)

[1/] กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของหนูนาใหญ่ *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss, 1916)

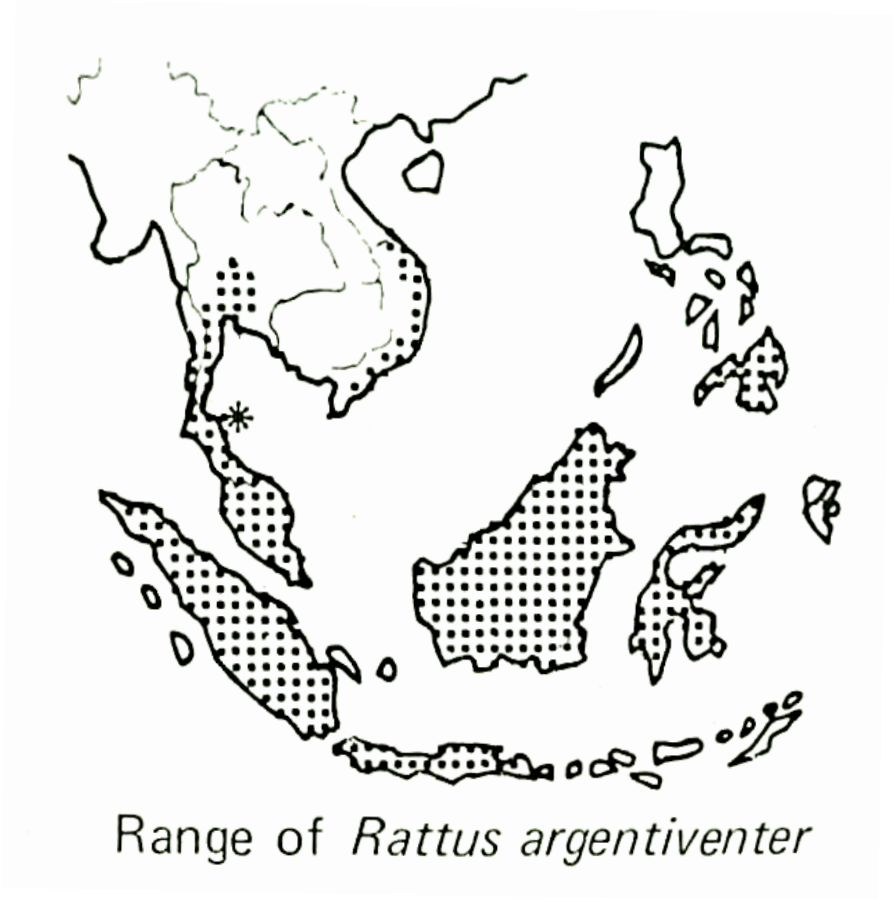
A. หนูนาใหญ่ที่เจริญวัย B. บริเวณโคนหูมีขนสีส้ม C. ลักษณะขนสีขาวแข็งแทรกบริเวณหลัง

D. ลักษณะเกล็ดหาง E. ลักษณะของ Paw pads F. ตีนหลังมีแถบขนสีดำพาด

ภาพที่ 2 ลักษณะลักษณะกะโหลกหนูนาใหญ่ *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss, 1916)

การแพร่กระจาย

หนูนาใหญ่ มีเขตการแพร่กระจายตั้งแต่ เวียดนาม กัมพูชา ไทย ลาว มาเลเซีย หมู่เกาะสุมาตรา ชวา กาลิมันตัน สุลาเวสี อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ตลอดจนถึงนิวกินี ในประเทศไทย ส่วนใหญ่พบในนาข้าวภาคกลางและภาคใต้ ได้แก่ สุพรรณบุรี นครปฐม ลพบุรี อ่างทอง อยุธยา ปทุมธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช ปัตตานี ฯลฯ (Lekagul and Mcneelley, 1977)



ภาพที่ 3 เขตการแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss, 1916)
(ที่มา: Lekagul and Mcneelley ,1977)

ภาพที่ 4 เขตการแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss, 1916) (ที่มา: http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=19322)

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างหนูนาใหญ่ ricefield rat, *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss, 1916) พื้นที่แปลงนาของเกษตรกร บริเวณภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ชี้ให้เห็นว่า หนูนาใหญ่มีเขตการแพร่กระจายของทุกภูมิภาคของไทยที่มีการทำนา (สมเกียรติและคณะ, 2558) โดยพบว่า

ภาคเหนือ พบการกระจายตัวของหนูนาใหญ่ ในพื้นที่ทำนาติดกับภาคกลาง พบตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ พิจิตร สุโขทัย พิษณุโลก จนถึงจังหวัดอุตรดิตถ์

ภาคกลาง พบว่า การแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ ในปัจจุบันการแพร่กระจายตัวทุกจังหวัด ที่มีการทำนาและจังหวัดกรุงเทพมหานคร พบในพื้นที่ที่มีการทำนา ในเขตหนองจอกและมีนบุรี ในจังหวัดกาญจนบุรีพบในอำเภอด่านมะขามเตี้ย

ภาคตะวันออก พบการแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ พื้นที่ทำนาในจังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดปราจีนบุรี

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบการแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ ในพื้นที่ทำนาจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ หนองบัวลำภู อุดรธานี ร้อยเอ็ด มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ ยโสธร และอุบลราชธานี

ภาคใต้ พบการแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ ในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ตรัง พัทลุง และจังหวัดกระบี่ โดยเฉพาะอำเภอควนขนุน อำเภอเมืองจังหวัดพัทลุง และในพื้นที่ที่ทำนาที่ปลูกข้าวสังข์หยด ในตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างหนูนาใหญ่ จะเห็นได้ว่า การแพร่กระจายในอดีตนั้น จากเดิมที่พบแพร่กระจายเฉพาะภาคใต้และในพื้นที่ทำนาและการเกษตรของภาคกลาง แต่ในปัจจุบัน จากการทำการเกษตรที่เปลี่ยนไปจากเดิม อีกทั้งระบบชลประทานที่ครอบคลุมและเข้าถึงแหล่งทำการเกษตร จึงทำให้ประชากรหนูที่อาศัยมีปริมาณอาหารที่เหลือเฟือต่อความต้องการ ทำให้การเพิ่มของประชากรเพิ่มมากขึ้น มีการอพยพและระบาดตามแหล่งที่เขตชลประทานเข้าถึง เพราะอาหาร น้ำ และที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่หนูต้องการ จากทำนาปีละ 2 ครั้ง เกษตรกรหันกลับมาทำนาปีละหลายครั้ง ทำให้เกษตรกรทำนาได้ตลอดทั้งปี ในบางพื้นที่ จากการที่เคยทำนาดำกลับมาเป็นการทำนาแบบหว่าน และการใช้รถเกี่ยวข้าวจากต่างพื้นที่อื่นเข้ามาเกี่ยวข้าวในพื้นที่ อาจทำให้หนูในพื้นที่ที่มีการระบาดอยู่แล้วเกิดการติดเข้ามากับรถเกี่ยวข้าว อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของหนูนาใหญ่เข้าไปยังพื้นที่ทำนาแหล่งใหม่ได้ ในอนาคต คาดว่าบริเวณที่มีการทำนาและใช้รถเกี่ยวข้าวที่เข้าถึง คาดว่าหนูนาใหญ่อาจจะมีการแพร่ระบาดในพื้นที่ที่มากกว่านี้

ภาพที่ 5 การแพร่กระจายของหนูนาใหญ่ *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss, 1916) จากการเก็บตัวอย่าง (สมเกียรติและคณะ, 2558)

เอกสารอ้างอิง

กองกีฏและสัตววิทยา. 2544. *หนูและการป้องกันกำจัด*. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 136 หน้า.

สมเกียรติ กล้าแข็ง เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์ วิชาญ วรรธนะไกวัล ปราสาททอง พรหมเกิด และทรงทัพ แก้วตา. 2558. การแพร่กระจายและความหลากหลายทางชีวภาพของหนูนาใหญ่, *Rattus argentiventer* (Robinson & Kloss, 1916) ในประเทศไทย. หน้า 1885-1911. *ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2558*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

เสริมศักดิ์ หงส์นาค. 2543. ประวัติการป้องกันกำจัดหนูในประเทศไทย. หน้า 1-35. *ใน*: เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่องหนูศัตรูพืชและมนุษย์ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

Lekagul, B. and A.M. Jeffery. 1977. *Mammal of Thailand*. Kurusapha Ladprao Press, Bangkok. 758 p.

คำแนะนำในการเตรียมเรื่องตีพิมพ์ใน “วารสารกีฏและสัตววิทยา”

1. เรื่องที่จะลงพิมพ์อาจเป็นรายงานการวิจัย บทความทางวิชาการ ข่าวสาร เรื่องแปล สาระน่ารู้ ข้อคิดเห็น หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องทางด้านกีฏวิทยา สัตววิทยา หรือที่เป็นประโยชน์ต่อวงการเกษตร ซึ่งยังไม่เคยตีพิมพ์ที่ใดมาก่อน

2. ต้นฉบับต้องมีเนื้อเรื่องสมบูรณ์ในฉบับ พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษพิมพ์สั้น (A4) ควรมีความยาวไม่เกิน 12 หน้า (รายงานการวิจัย) 6 หน้า (บทความ) และ 2 หน้า (สาระน่ารู้)

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 เกรียงไกรและศรุต (2549) รายงานว่า....หรือ.....(เกรียงไกรและศรุต, 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

อิ่มจิตและมานะ (2535) หรือ (อิ่มจิตและมานะ, 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 ให้คั่นด้วย ;

(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 กำกับในเนื้อเรื่องที่อ้างถึงก่อนและหลังตามลำดับ

8.2.2 ประเภทเอกสาร

- <u>ตำรา</u>

ชื่อผู้แต่ง. ปี. *ชื่อหนังสือ*. ชื่อสำนักพิมพ์ จังหวัด. จำนวนหน้า.

ตัวอย่างการเขียน

โกศล เจริญสม. 2523. *แตนเบียนคาชิดอยด์. เอกสารพิเศษ ฉบับที่ 3* ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช โดยชีวินทรีย์แห่งชาติ. 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.

- <u>วารสาร Newsletter และ Bulletin</u>

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. Jandalk. 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-nitrou-rea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 27: 2456-2458.

- <u>รายงานประจำปี</u>

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: ชื่อรายงานการประชุมพิมพ์ในแบบชื่อเต็มและเป็นตัวเอน ครั้งที่ (ถ้ามี).* วัน เดือน ปีที่มีการประชุม. สถานที่ประชุม.

ตัวอย่างการเขียน

พิสิษฐ์ เสพสวัสดิ์ ศรีสมร พิทักษ์ เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ และสาทร สิริสิงห์. 2523. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดกับหนอนเจาะฝักถั่วเหลือง. 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 มูลนิธิชัยพัฒนา. 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

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่ส่งไปลงพิมพ์ทุกเรื่องตามที่เห็นสมควร 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 (ถ้าเป็นได้)

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 “วารสารกีฏและสัตววิทยา” 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