



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)

ปริญญา

กีฏวิทยา

กีฏวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพของสารสกัดจากค้ำควาดำและพาหมีที่มีต่อหนอนใยผัก
Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) และเพลี้ยอ่อนถั่ว
Aphis craccivora Koch (Homoptera: Aphididae)

Efficacy of Crude Extracts from *Tacca chantrieri* Andre and *Linostoma pauciflorum*

Griff against the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera:

Yponomeutidae) and Pea Aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae)

นามผู้วิจัย นายไตรรัตน์ หนูเอียด

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ศาสตราจารย์อังศุมาลย์ จันทราปัดย์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากค้ำควาดำและพาหมีที่มีต่อหนอนใยผัก
Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) และเพลี้ยอ่อนถั่ว
Aphis craccivora Koch (Homoptera: Aphididae)

Efficacy of Crude Extracts from *Tacca chantrieri* Andre and *Linostoma
pauciflorum* Griff against the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.
(Lepidoptera: Yponomeutidae) and Pea Aphid, *Aphis craccivora* Koch
(Homoptera: Aphididae)

โดย

นายไตรรัตน์ หनुเอียด

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กัญชาวิทยา)
พ.ศ. 2552

ไตรรัตน์ หนูเอียด 2552: ประสิทธิภาพของสารสกัดจากค้ำควาดำและพามีที่มีต่อหนอนใยผัก
Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) และเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* Koch
(Homoptera: Aphididae) ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา) สาขากีฏวิทยา
ภาควิชากีฏวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์วินัย จงรัตนเมธิกุล, Ph.D.
92 หน้า

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำ (*Tacca chantrieri* Andre) และต้นพามี (*Linostoma pauciflorum* Griff) โดยทำการสกัด 2 วิธีคือ ethanol soxhlet extraction และต้มด้วยน้ำ (hot water extraction) และนำสารดังกล่าวมาทดสอบกับแมลง 2 ชนิด คือ หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) และเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch) โดยใช้วิธี leaf-dipping ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำทั้งวิธี ethanol soxhlet extraction และต้มด้วยน้ำ มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้ โดยพบว่าสารสกัดจากต้นค้ำควาดำด้วยวิธี ethanol soxhlet extraction (TES) ที่ความเข้มข้น 10% (w/v) สามารถฆ่าหนอนใยผักได้สูงสุด 96% ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มทดลอง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.57% (w/v) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ แต่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำเนื่องจากการทดสอบใช้อัตราความเข้มข้นที่ใกล้เคียงค่า LC_{50} ซึ่งค่อนข้างต่ำ และยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักได้ค่อนข้างดี ซึ่งสารสกัด TES ที่ความเข้มข้น 5% (w/v) มีค่ายับยั้งการวางไข่ (ER%) ได้สูงถึง 80.96% ส่วนสารสกัดจากต้นพามีมีฤทธิ์ต่อหนอนใยผักในลักษณะเดียวกันถึงแม้ว่าประสิทธิภาพจะต่ำกว่าสารสกัดจากต้นค้ำควาดำ

จากการทดสอบประสิทธิภาพกับเพลี้ยอ่อนถั่วพบว่า มีฤทธิ์ในการฆ่าได้เช่นกัน โดยสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีด้วยวิธี ethanol soxhlet extraction ให้ผลการตายใกล้เคียงกัน คือ สารสกัด TES 10% (w/v) สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 80% ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มทดลอง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.14% (w/v) และสารสกัดจากต้นพามีด้วยวิธี ethanol soxhlet extraction (LES) ที่ความเข้มข้น 10% (w/v) สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 84% ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.61% ซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ดีกว่าสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ นอกจากนั้นสารสกัดทุกชนิดยังมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วได้ โดยมีผลทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วลดจำนวนและระยะเวลาการแทะปากในพืชอาหาร และยังมีฤทธิ์ยับยั้งการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่วได้ดีกว่าสารสกัด LES ที่ 0.3% (w/v)

จากผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ มีแนวโน้มที่จะนำไปพัฒนาใช้ในการควบคุมหนอนใยผักและเพลี้ยอ่อนถั่วในสภาพแปลงต่อไปได้

Trirat Nhuaid 2009: Efficacy of Crude Extracts from *Tacca chantrieri* Andre and *Linostoma pauciflorum* Griff against the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) and Pea Aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). Master of Science (Entomology), Major Field: Entomology, Department of Entomology. Thesis Advisor: Associate Professor Wiboon Chongrattanameteekul, Ph.D. 92 pages.

This research was aimed to study the effectiveness of crude extracts from *Tacca chantrieri* Andre and *Linostoma pauciflorum* Griff, by two extraction methods: ethanol soxhlet extraction and hot water extraction. All crude extracts were tested against the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) and pea aphid (*Aphis craccivora* Koch). Leaf-dipping was used as testing method. The results showed that both ethanol soxhlet extracts and hot water extracts of *T. chantrieri* had insecticidal activity against diamondback moth larvae. Crude extract from *T. chantrieri* by ethanol soxhlet extraction (TES) at 10% (w/v) showed the highest toxicity of 96% mortality at 72 hours after treatment and the LC_{50} value of 1.57% (w/v). Moreover, at sublethal dosage (near LC_5) the extract could express low antifeedant activity against diamondback moth larvae. However, *Tacca* crude extracts exhibited quite good antioviposition activity against diamondback moth adults. The results showed that TES at 5% (w/v) were effective repellency with (ER%) value of 80.96%. Crude extracts from *L. pauciflorum* expressed similar activities with lower efficacy.

In the efficacy test of crude extracts against pea aphid, *A. craccivora*, the TES and the crude extract from *L. pauciflorum* by ethanol soxhlet extraction (LES) at 10% (w/v) showed the high toxicities of 80 and 84% mortality respectively at 72 hours after treatment and the LC_{50} values of 1.14 and 2.61% (w/v) respectively. Moreover, all crude extracts exhibited antifeedant activity by causing decreased number of stylet injection and time of feeding. Fertilities of aphids fed on plants treated with all crude extracts except LES at 0.3% (w/v) were also lowered when compared to that of the untreated control.

This study demonstrated the potential of using *T. chantrieri* and *L. pauciflorum* extracts against the diamondback moth and pea aphid in fields.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์ จงรัตนเมธิกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชัย สมบัติศิริ ผู้ทรงคุณวุฒิ และรองศาสตราจารย์ ดร. ประภาณี หอมจันทร์ ประธานกรรมการการสอบ ที่กรุณาให้คำชี้แนะซึ่งเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติวิทยาที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาในด้านการเรียน การวิจัย และให้คำปรึกษาและคำแนะนำ เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษาเล่าเรียนมา ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและขอขอบพระคุณบุคลากรภาควิชาสถิติวิทยาที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำงาน

ขอขอบคุณ คุณสุวรรณา อนุรักษพรชัย คุณสุวิมล วงศ์พลัง และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชาสถิติวิทยาที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยระหว่างการวิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ผู้ให้ชีวิต ความรัก ความห่วงใย กำลังใจ และคอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอนในทุกๆ เรื่อง และส่งเสริมการศึกษาแก่ลูกโดยตลอด

ผลงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนคุณภาพงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2551 จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไตรรัตน์ หนูเอียด

เมษายน 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	33
ผลการทดลอง	33
วิจารณ์ผลการทดลอง	47
สรุป	54
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	56
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง	71
ภาคผนวก ข ภาพขั้นตอนการทดสอบ	82
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	92

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของหนอนใยผักวัย 2 หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	36
2 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของหนอนใยผักวัย 2 หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามิที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	37
3 อัตรายับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant index, AFI) ของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพามิที่ความเข้มข้นใกล้เคียงค่า LC_5 ที่ 24 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลองทดสอบแบบไม่ให้ทางเลือก (no-choice test)	38
4 เปอร์เซนต์ยับยั้งการวางไข่ (%effective repellency, %ER) ของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพามิต่อผีเสื้อหนอนใยผัก ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง (ผีเสื้อ 20 คู่, ต้นกล้าคะน้า 15 ต้น)	40
5 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	42
6 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน หลังจากได้รับสารสกัดหยาบพามิ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	43
7 ค่าเฉลี่ยจำนวนและระยะเวลาในการแทงปากของเพลี้ยอ่อนถั่วลงในใบพืชอาหาร ซึ่งผ่านการจุ่มสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพามิ จากการเฝ้าสังเกตเป็นเวลา 15 นาที	44
8 ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว ซึ่งเลี้ยงบนต้นถั่วที่ได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพามิ (ต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว 1 ตัว)	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
9	จำนวนหนอนไขผักในสภาพเรือนทดลองเมื่อทดสอบกับสารสกัด TES 0.5% (w/v) โดยฉีดพ่นสาร 2 ครั้ง ทำการตรวจนับครั้งที่ 1 หลังฉีดพ่นสาร 7 วัน และตรวจนับครั้งที่ 2 หลัง การฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 2 วัน
	46
 ตารางผนวกที่	
ก1	จำนวนการตายของหนอนไขผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง
	72
ก2	จำนวนการตายของหนอนไขผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง
	72
ก3	จำนวนการตายของหนอนไขผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามีสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง
	73
ก4	จำนวนการตายของหนอนไขผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง
	73
ก5	จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง
	74
ก6	จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง
	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก7 จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนตัวอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามีด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง	75
ก8 จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนตัวอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามีสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง	75
ก9 อัตราการกินอาหารของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามี ที่ 24 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง ทดสอบแบบไม่ให้ทางเลือก (no-choice test)	76
ก10 จำนวนและระยะเวลาในการแทงปากในพืชอาหารของเพลี้ยอ่อนตัว เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามี (ในช่วงเวลา 15 นาที)	77
ก11 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ 48 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง	78
ก12 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง	78
ก13 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามีด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง	79
ก14 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามีด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง	79
ก15 จำนวนการออกลูกของเพลี้ยอ่อนตัว เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามี	80
ก16 จำนวนหนอนใยผักในสภาพเรือนทดลอง เมื่อได้รับสารสกัดหยาบค้ำควาดำ (TES 0.5%w/v)	81

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ Saponin	19
2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ flavones และ Stigmasterol	21
3 ตัวอย่างค้ำควาดำ	27
4 ตัวอย่างพหมี	27
5 สารสกัดหยาบสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย	34
6 สารสกัดหยาบสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ	34
ภาพผนวกที่	
ข1 วิธีการเลี้ยงหนอนไผ่ฝัก	83
ข2 วิธีการเลี้ยงเพ็ลย์อ่อนถั่ว	84
ข3 การสกัด Soxhlet extraction ด้วยเครื่อง Soxhlet apparatus	85
ข4 การระเหยแห้งโดยใช้เครื่อง rotary evaporator	85
ข5 การต้มด้วยน้ำ (Hot water extraction) ด้วยเครื่อง hot plate	86
ข6 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนไผ่ฝัก โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	87
ข7 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าเพ็ลย์อ่อนถั่ว โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	88
ข8 เครื่องวัดพื้นที่ใบ (LI-3000A Portable Area Meter)	89
ข9 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารต่อเพ็ลย์อ่อนถั่ว	89
ข10 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของหนอนไผ่ฝัก	90
ข11 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกลูกของเพ็ลย์อ่อนถั่ว	90
ข12 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากต้นค้ำควาดำต่อหนอนไผ่ฝักในเรือน ทดลอง	91

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากค้ำควาดำและพาหมีที่มีต่อหนอนใยผัก
Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) และเพลี้ยอ่อนถั่ว
Aphis craccivora Koch (Homoptera: Aphididae)

Efficacy of Crude Extracts from *Tacca chantrieri* Andre and *Linostoma*
pauciflorum Griff against the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.
(Lepidoptera: Yponomeutidae) and Pea Aphid, *Aphis craccivora* Koch
(Homoptera: Aphididae)

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมากผลิตขึ้นเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศ ที่เหลือจากการบริโภคได้นำส่งออกขายต่างประเทศ ทำรายได้ให้กับประเทศปีหนึ่งๆ เป็นจำนวนเงินมหาศาล ไม่ว่าจะเป็นพืชไร่ ผัก ผลไม้ ไม้ดอก ไม้ประดับ และอื่นๆ ซึ่งจำเป็นต้องทำให้ผลผลิตเหล่านั้นมีทั้งปริมาณและคุณภาพที่ดีเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค แต่เกษตรกรต้องเผชิญกับปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูพืชอยู่ตลอดเวลา ปัญหาดังกล่าวทำให้ต้องมีการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืช จากสถิติการนำเข้าพบว่ามีแนวโน้มการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรเพิ่มขึ้นเกือบทุกปี ดังเช่นในปี พ.ศ. 2543 มีการนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตร จำนวน 51,344 ตัน ในปี พ.ศ. 2545 เพิ่มขึ้นเป็น 70,158 ตัน และในปี พ.ศ. 2548 เพิ่มขึ้นเป็น 78,816 ตัน ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550) ซึ่งการใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชจำนวนมากเช่นนี้ได้ก่อปัญหาหลายประการ ทั้งในด้านต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นและการตกค้างของสารเคมีในผลผลิต ในตัวเกษตรกร ผู้บริโภค และในสภาพแวดล้อม ทำให้วงจรอาหารและวงจรชีวิตของพืชและสัตว์เสียสมดุลไป รวมทั้งศัตรูพืชเกิดความต้านทาน

ในปัจจุบันสังคมโลกเริ่มตระหนักถึงผลกระทบดังกล่าว จึงได้มีความพยายามศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องในหลายวิธีการที่จะลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และการนำพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชมาใช้ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้ ซึ่งจะไปแล้วการใช้พืชสมุนไพรควบคุมแมลงศัตรูพืชนั้นไม่ใช่เรื่องใหม่สำหรับวงการเกษตรในเมืองไทย

โดยเฉพาะแวดวงเกษตรทางเล็กล้วนได้มีการนำสมุนไพรมาใช้ปราบศัตรูพืชมากกว่า 20 ปีแล้ว แต่ยังไม่มี การส่งเสริมอย่างจริงจัง (มุสดี และ พันธรัตน์, 2546)

ค้ำควาดำ (*Tacca chantrieri* Andre) และพาหมี (*Linostoma pauciflorum* Griff) เป็นพืชสมุนไพรพื้นบ้านของประเทศไทย ซึ่งพบมากทางภาคใต้ โดยค้ำควาดำเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยามากมาย โดยเฉพาะหัวต้มให้เด็กกินแก้ซาง เป็นยาอายุวัฒนะ แก้โรคความดันเลือดต่ำ บำรุงกำลังทางเพศ บำรุงกำลังสตรีระหว่างตั้งครรภ์ และแก้ผดผื่นคัน นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ทางด้านยาแล้ว การศึกษาในระยะหลังพบว่า สารสกัดจากค้ำควาดำยังมีฤทธิ์ทางด้านการเกษตร คือสามารถยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผักได้ ส่วนพาหมี เป็นไม้เถาเนื้อแข็ง ได้มีการนำสารสกัดจากลำต้นและรากของพาหมีไปใช้ในการเบื่อปลาและฉีดพ่นเพลี้ยไฟมะม่วง จึงน่าจะมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพตลอดจนวิธีการสกัดให้สามารถนำสารสกัดจากต้นค้ำควาดำและต้นพาหมีไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลง เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากต้นลำไยดำและต้นพามีด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากต้นลำไยดำและต้นพามีในการควบคุมหนอนไขผักและเพลี้ยอ่อนถั่ว ในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง

การตรวจเอกสาร

หนอนใยผัก

หนอนใยผัก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Plutella xylostella* L. ชื่อสามัญ diamondback moth จัดอยู่ในวงศ์ Yponomeutidae อันดับ Lepidoptera หรือที่เกษตรกรเรียกว่าตัวจรวดหรือตัวบิน (อนันต์, 2521 ก)

หนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของพืชตระกูลกะหล่ำเช่น กะหล่ำปลี, กะหล่ำดอก, คะน้า, ผักกาดขาวปลี, ผักกาดหัว, บร็อกโคลี (Bunsit *et al.*, 1974) ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในทุกเขตของโลกไม่ว่าจะเป็นเขตร้อน เขตอบอุ่น หรือเขตหนาว จัดเป็น cosmopolitan species (Hill, 1975) โดยคาดว่าน่าจะมีแหล่งกำเนิดในแถบเมดิเตอร์เรเนียน (Harcourt, 1954) สำหรับประเทศไทยหนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ โดยเฉพาะแหล่งปลูกผักตระกูลกะหล่ำ (อจรรพร และคณะ, 2528) เช่น จังหวัดราชบุรี บางพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ นนทบุรี และในเขตกรุงเทพฯ พบการระบาดมาตั้งแต่ช่วงปลายฤดูหนาว ถึงฤดูแล้ง โดยเฉพาะเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ส่วนในฤดูฝนมีการระบาดน้อยเนื่องจากฝนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้หนอนใยผักตาย (Vattanatangum, 1988)

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

หนอนใยผักเป็นแมลงที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนมาก ๆ ได้เป็นอย่างดี (Stepanova, 1962) โดยสามารถเจริญเติบโตได้แม้ช่วงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 5 °C หรือสูงกว่า 37 °C แต่ปกติช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 5 °C ถึง 30 °C ในเขตร้อนยังไม่พบว่าหนอนใยผักมีการพักตัวแต่อย่างใด ส่วนในเขตอบอุ่นและเขตหนาวหนอนใยผักสามารถอยู่ข้ามฤดูหนาวได้ในรูปดักแด้ ส่วนตัวเต็มวัยนั้น อาศัยหลบซ่อนตามซากพืชและวัชพืชที่เหี่ยวตกล้างอยู่ (Arkhipov, 1980) พฤติกรรมของหนอนใยผักเมื่อถูกตัวจะคืบและสร้างใย ทั้งตัวห้อยลงบนพื้นดิน (ชาญณรงค์, 2550)

หนอนใยผักเป็นหนอนที่มีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาหนอนผีเสื้อศัตรูผัก ในระยะไข่ ตัวอ่อน และดักแด้ พบได้บนพืชอาหารซึ่งบางส่วนจะเข้าดักแด้ในดิน ส่วนตัวเต็มวัยสามารถพบได้ทั้งบนพืชอาหาร และพืชชนิดอื่นๆ ไข่มีขนาดเล็กมาก ค่อนข้างแบนเป็นรูปวงรี มีสีเหลืองอ่อน เป็นมัน มีผิวขรุขระ ระยะไข่มีอายุ 2-3 วัน ตัวเมียสามารถวางไข่ได้ 37-407 ฟอง (แสน, 2520) หนอนเป็น

แบบ eruciform มี 4 วัย จากลักษณะทางสรีรวิทยาทำให้ สามารถจำแนกหนอนออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ หนอนในระยะแรกคือ วัยที่ 1 และวัยที่ 2 ลำตัวหนอนบางใส เป็นมันวาว สีเขียว หัวสีดำ ส่วนใหญ่พบบริเวณใต้ใบ และบ่อยครั้งมีพฤติกรรมซ่อนใบ ส่วนหนอนในระยะที่ 2 คือ วัยที่ 3 และ 4 มีผนังลำตัวหนาขึ้นมาก มีหลายสีขึ้นอยู่กับอาหารและความชื้น ตามปกติมีสีเขียวเข้ม มีไขปกคลุม ส่วนหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวมีขนปกคลุมโดยทั่วไป ในช่วงสุดท้ายของการเป็นหนอนมักพบ หนอนตามซอกใบและถักใยสีขาวใสเป็นรูปกระสวยหุ้มตัวเองและหยุดนิ่ง 1-2 วัน จึงลอกคราบเป็นดักแด้ รวมระยะเวลาในการเป็นหนอน 6-17 วัน ดักแด้เป็นแบบ obtect มีสีเขียวใสในระยะแรก และเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ครีเม หรือชมพู และในส่วนของพัฒนาเป็นปีก ขา และหนวด มีสีน้ำตาล ส่วนตัวรวมมีสีดำ ใช้ระยะเวลานาน 2-4 วัน จึงเป็นตัวเต็มวัย รวมเวลาพัฒนาจากไข่ถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลา 9-23 วัน ผีเสื้อหนอนใยผักเป็นผีเสื้อกลางคืน มีขนาดเล็ก สีน้ำตาลอ่อน เทา และน้ำตาลเข้ม บนสันหลังของปีกคู่หน้ามีรอยแถบสีเหลืองขาวตามยาวของลำตัว และเมื่อมองทางด้านข้างของลำตัวเห็นเป็นรูปสามเหลี่ยม 3 อันเรียงต่อกัน ตามปกติเพศผู้มีสีเข้มสด และมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย หนวดเป็นแบบเส้นด้าย เมื่อเกาะนิ่งหนวดมักรวมและวางชี้ไปด้านหน้า ดำรงชีพด้วยน้ำหวาน อายุของตัวเต็มวัยในเพศผู้ ประมาณ 11-20 วัน เพศเมีย 8-12 วัน (วีรเทพ, 2528)

สำหรับช่วงอายุในแต่ละวัยนั้นมักไม่แน่นอน ผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม เช่น อาหาร อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น จากรายงานของ Ooi and Kelderman (1977) พบว่าหนอนใยผักซึ่งระบาดในมาเลเซีย ผีเสื้อตัวเมีย 1 ตัววางไข่ได้สูงสุด 288 ฟอง มีระยะไข่ 3 วัน ระยะหนอนมี 4 ระยะ ใช้เวลา 6 วัน ระยะดักแด้ใช้เวลา 3.7 วัน จึงออกมาเป็นตัวเต็มวัย จากการศึกษาในประเทศอินเดีย ที่อุณหภูมิ 25-26 °C ตัวเต็มวัยมีอายุอยู่ได้ 16.17 ± 3.06 วัน (Yamada and Kawasaki, 1983) ในเขตลุ่มน้ำแยงซีของจีน Ko and Fang (1979) ได้ทำการศึกษาถึงความผันแปรของชั่วอายุขัยของ หนอนใยผักกับอุณหภูมิ พบว่าในช่วง 1 ปี สามารถมีถึง 14 ชั่วอายุขัย และในสภาพธรรมชาติจะมีการเหลื่อมล้ำของชั่วอายุขัยต่างๆ หากสภาพแวดล้อมเหมาะสมหนอนใยผักสามารถใช้เวลาเพียง 9-10 วัน เท่านั้นก็สามารถเจริญจากไข่เป็นตัวเต็มวัยได้ แต่ในช่วงฤดูหนาวต้องใช้เวลาจนถึง 110 วัน

ลักษณะการทำลาย

การทำลายเริ่มหลังจากหนอนฟักออกจากไข่ โดยระยะแรก ๆ พบว่าหนอนมีพฤติกรรม คล้ายกับหนอนซ่อนใบ เมื่อโตขึ้นจะแทะผิวใบด้านล่าง และทิ้งผิวใบด้านบนไว้ ทำให้ใบพืชมีลักษณะบางใสเป็นจุดๆ ซึ่ง Hill (1975) เรียกว่า windows

การวางไข่ของแมผีเสื้อก่อนข้างหนาแน่นในต้นหนึ่ง จึงพบว่ามีหนอนจำนวนมากนับสิบตัวเกิดขึ้นในคราวเดียวกัน หนอนใยผักกัดกินผิวใบด้านล่างจนเกิดเป็นรูพรุน รอยทำลายแตกต่างจากหนอนอื่นและมักเข้าไปกัดกินในยอดผักที่กำลังเจริญถึงทำให้ยอดเสีย หรือกัดกินใบที่หุ้มหัวผักพวกกะหล่ำทำให้เสียคุณภาพ นอกจากนี้แล้วยังกัดกินฝักอ่อนหรือดอก หากระบาดในระยะนั้นด้วย

การป้องกันกำจัด

การป้องกันกำจัดทำได้ยากและมีปัญหากันมานาน ทั้งนี้เนื่องจากหนอนใยผักมีขนาดเล็กและชีพจักรสั้นมาก จึงมีความสามารถในการขยายพันธุ์และพัฒนาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้รวดเร็วกว่าหนอนชนิดอื่นๆ จนเป็นที่ทราบกันดีว่า หากมีการใช้สารฆ่าแมลงชนิดใดชนิดหนึ่งติดต่อกันในสวนผักมากเกิน 3 ปี หนอนก็สามารถต้านทานต่อสารชนิดนั้นได้แล้ว (อนันต์, 2521 ข) จึงเป็นการยากต่อการควบคุมด้วยการใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดเดียวฉีดพ่นเป็นประจำ การใช้สารฆ่าแมลงหลายชนิดผสมกัน ร่วมกับการจัดระบบการพ่นสารจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมมากกว่าการใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์มีการใช้ cypermethrin, triazophos, fenvalerate, decamethrin, methamidophos และ *Bacillus thuringiensis* (Bt) ผสมกันอย่างน้อย 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อควบคุมหนอนใยผัก (Magallona *et al.*, 1982) ในขณะที่ประเทศมาเลเซียมีการใช้ phenthoate และ dichlorvos ผสมกันในอัตรา 20% กับ 40% ฉีดพ่นทุกๆ 3-6 วัน (Ooi and Sudderuddin, 1979) สำหรับในประเทศไทย สมศักดิ์ (2546) ใช้สารฆ่าแมลงสลับกับเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (Bt) ในการควบคุมหนอนใยผักในกะหล่ำปลี พบว่ามีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดและลดจำนวนหนอนใยผัก

นอกจากการใช้สารเคมีควบคุมหนอนใยผักแล้วยังมีวิธีการอื่น เช่น การเก็บผักที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวออกจากแปลงให้หมด เพื่อไม่ให้เป็นที่หลบซ่อนขยายพันธุ์ของหนอนต่อไป การใช้กับดักกาวเหนียว การใช้ศัตรูธรรมชาติและการใช้สารสกัดจากพืช เป็นต้น ปิยรัตน์ และคณะ (2542) รายงานว่าการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองจำนวน 80 กับดัก/ไร่ สามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงลงได้มากกว่า 50% และยังทดลองปล่อยแตนเบียนไข่อัตรา 60,000 ตัว/ไร่ ทุกๆ 10 วัน พบว่าสามารถควบคุมการระบาดของหนอนใยผักให้อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังมีการนำเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ในการควบคุมหนอนใยผัก Li *et al.* (2001); วินัย และ ญัฐวัฒน์ (2538) รายงานว่า เชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ kurstaki และสายพันธุ์ aizawai มีประสิทธิภาพที่ดีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก และยังมีการนำสารสกัดจากพืชมาใช้ โดย กฤษณกร (2530) ได้ทำการศึกษา

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาด้วย methyl alcohol, hexane และ alcohol พบว่าสามารถฆ่าหนอนใยผักได้โดยตรง และยังมีผลให้อัตรการวางไข่ของหนอนใยผักลดลงอย่างมาก และได้มีการนำเอาสารสกัดมาผสมรวมกันโดยนำเมล็ดสะเดา (*Azadirachta indica* var. *siamensis* Valuton) 50% ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* Rendle) 25% และเหง้าข่า (*Alpinia galanga* L.) 25% บดตัวอย่างพืชแห้งทั้งหมดผสมให้เข้ากัน ผสมน้ำในอัตราส่วน 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร แช่ทิ้งไว้ 1 คืน กรองเอาน้ำที่ได้ไปฉีดพ่นแมลง สามารถควบคุมหนอนใยผักได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับการนำใบสะเดาสด 2 กิโลกรัมบดผสมเหง้าข่าบด 2 กิโลกรัม ใส่ น้ำ 20 ลิตร แช่ทิ้งไว้ 1 คืน กรองเอาน้ำที่ได้ไปฉีดพ่นแมลงบนแปลงผักทุกๆ 3 วัน สามารถป้องกันการทำลายของหนอนใยผักได้ (รักษเกียรติ, 2546) Facknath (1997) ได้ใช้สารสกัดจาก *Ayapana triplinervis*, *Chenopodium* spp., ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*), เลียนบ้าน (*Melia azedarach*), สะเดา (*Azadirachta indica*), แฝก (*Vertivera zizanoides*) และพกากรอง (*Lantana camara*) ยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก และใช้สารสกัดจาก *Ligustrum conyzoides*, *C. citrates* และ *M. azedarach* เป็นสารฆ่าหนอนใยผัก และใช้สารสกัดจาก *M. azedarach* และ *A. indica* เป็นสารไล่หนอนใยผักได้ นอกจากนี้ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่มีฤทธิ์ในการควบคุมหนอนใยผักได้ เช่น มะเขือเทศ ขมิ้นชัน (สุสติ และ พันธิตร, 2546)

เพลี้ยอ่อนถั่ว

เพลี้ยอ่อนถั่ว (Pea aphid) ชื่อสามัญอื่นๆ เช่น cowpea aphid, bean aphid, groundnut aphid, black legume aphid มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aphis craccivora* Koch จัดอยู่ในวงศ์ Aphididae อันดับ Homoptera เป็นศัตรูสำคัญของพืชตระกูลถั่ววงศ์ Leguminosae ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Tao and Chiu, 1971; Agarwala *et al.*, 1987; Waterhouse, 1998) เช่น ถั่วฝักยาว ถั่วเขียว ถั่วแขก ถั่วพู ถั่วลิสง หางนกยูง มะขาม และ แคน เป็นต้น (พิศิษฐ์, 2524) นอกจากนี้ยังพบว่าทำลายผักโขม มันสำปะหลัง ปอเทือง (Banziger, 1977)

เพลี้ยอ่อนถั่วเป็นแมลงศัตรูพืชที่ชอบอากาศอบอุ่น ถิ่นดั้งเดิมจึงอยู่ในแถบทวีปยุโรป ทางตอนใต้ของทวีป หรือแถบตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นเขตที่มีอากาศอบอุ่น แต่ปัจจุบันสามารถพบได้ทั่วโลก มีการแพร่กระจายได้ดีในเขตร้อน และพบมากในฤดูแล้งที่ยาวนาน (Blackman and Eastop, 2000, 2007)

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

เพลี้ยอ่อนเป็นแมลงขนาดเล็ก เคลื่อนไหวช้า มักจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มบนพืช ตามลำต้น ยอด ใบอ่อน ช่อดอกและฝักอ่อน เพลี้ยอ่อนมีขาและหนวดยาวเมื่อเทียบกับอวัยวะส่วนอื่น มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สามารถออกลูกเป็นตัวอ่อนเล็กๆ สีน้ำตาลปนเหลืองเล็กน้อย เพลี้ยอ่อนระยะตัวอ่อนจะมีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยแต่มีขนาดเล็กกว่าและอวัยวะไม่เจริญเต็มที่ เมื่อเป็นตัวเต็มวัยใหม่ๆ จะมีสีน้ำตาลอ่อน แต่ต่อมาสีจะค่อยๆ เข้มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลแก่เกือบดำเป็นมัน และมีลักษณะคล้ายผงแป้งสีขาว อยู่บริเวณด้านบนของปล้องท้อง มีหนวดค่อนข้างยาวเป็นปล้องเล็กๆ ประมาณ 6 ปล้อง พบทั้งพวกมีปีกและไม่มีปีก ปีกมีลักษณะบางใส 2 คู่ ปีกคู่หน้ายาวกว่าลำตัวอย่างเห็นได้ชัด ส่วนปีกคู่หลังซ่อนอยู่ในปีกคู่หน้า ลำตัวยาวประมาณ 1.0-1.3 มิลลิเมตร ที่บริเวณส่วนท้องปล้องที่ 5 และ 6 จะมี cornicle สีดำ 1 คู่ ยื่นออกมาเห็นได้ชัด ส่วนปลายสุดของส่วนท้องจะมีลักษณะคล้ายหางเรียกว่า caudal สีดำเช่นเดียวกัน ระยะตัวอ่อนจะกินเวลาประมาณ 5-7 วัน มีการลอกคราบ 4 ครั้ง ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 14-18 วัน ตัวเมียออกลูกได้ 25-55 ตัว (กฤษณกร, 2530)

ลักษณะการทำลาย

เพลี้ยอ่อนดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอด ใบอ่อน ช่อดอกและฝักอ่อน ทำให้ต้นแคระแกร็น ยอดอ่อนหงิกงอ ดอกร่วง ฝักอ่อนบิดเบี้ยว ผลผลิตลดลง นอกจากนี้สิ่งขับถ่ายของเพลี้ยอ่อนเป็นอาหารของราดำ ทำให้ราดำเจริญเติบโตปกคลุมลำต้นและใบ นอกจากจะทำให้ผลผลิตของถั่วลดลงแล้ว เพลี้ยอ่อนชนิดนี้ยังเป็นพาหะที่สำคัญในการนำโรคต่างมาสู่พืชตระกูลถั่วอีกด้วย (ก้องเกียรติ, 2524)

การป้องกันกำจัด

คลินิกพืช กรมส่งเสริมการเกษตร (2549) รายงานว่าการใช้ carbofuran 3% G (Furadan[®] 3% G) อัตรา 4 กิโลกรัม/ไร่ หรือโรยในแถวปลูกหลังจากต้นถั่วงอกได้ 20-25 วัน จะสามารถป้องกันเพลี้ยอ่อนในระยะต้นอ่อนได้ ถ้าพบเพลี้ยอ่อนในระยะออกดอกหรือติดฝักอ่อนมากกว่า 10 ตัว/ใบ ให้พ่นด้วย triazophos 0.05% 1-2 ครั้ง โดยพ่นเป็นจุดๆ ที่พบเพลี้ยอ่อนลงทำลาย และยังมีการนำเอาสารสกัดจากสมุนไพรหลายชนิดมาใช้ในการควบคุมเพลี้ยอ่อน กฤษณกร (2530) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาด้วย methyl alcohol, hexane และ alcohol พบว่าทำ

ให้อัตราการออกลูกต่ำลง และยังมีสมุนไพรอื่นอีกนอกจากสะเดาที่สามารถใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ ซึ่ง ผุสดี และ พันธมิตร (2546) รายงานว่าจากผลการทดลองของกลุ่มงานวิจัยการปราบปรามศัตรูพืชทางธรรมชาติของกรมวิชาการเกษตรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 จนถึงปัจจุบัน พบว่ามีพืชที่มีพืชต่อเพลี้ยอ่อน 18 ชนิด ได้แก่ ว่านน้ำ (*Acorus calamus*) ข่าลิง (*Alpinia conchigera*) รัก (*Calotropis gigantean*) ลำโพง (*Datura metel*) แสมสาร (*Cassia garrettiana*) สลอล (*Croton tiglium*) เถาวัลย์เปรียง (*Derris scandens*) กลอย (*Dioscorea hispida*) ผกากรอง (*Lantana camara*) ทานตะวัน (*Helianthus annuus*) ชาด (*Erythrophloeum succirbrum*) พญาไร้ใบ (*Euphorbia tirucalli*) ดอกคิง (*Gloriosa superba*) สนุ่นแดง (*Jatropha gossypifolia*) เลี่ยน (*Melia azedarach*) มันแกว (*pachyrhizus angulatus*) สารพัดพิษ (*Sophora tomentosa*) และแสลงใจ (*Strychnos nux-vomica*)

สารสกัดจากพืช

สารสกัดจากพืชเป็นสารเคมีที่มีอยู่ในพืช ซึ่งเป็นสารประเภททุติยภูมิ มีลักษณะค่อนข้างพิเศษ และแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด สารเหล่านี้เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ในพืช ซึ่งกระบวนการชีวสังเคราะห์ของสารเคมีแต่ละชนิดก็แตกต่างกัน เนื่องจากสารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ต่างกัน นอกจากนี้ในแต่ละกระบวนการก็จะใช้เอนไซม์ (enzyme) ที่เฉพาะเจาะจงแตกต่างกันไปอีกด้วย เอนไซม์นี้เองที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาต่างๆ ในพืช และสะสมไว้ตามส่วนต่างๆ เช่น หัว ราก ใบ เมล็ด (เขวมาลย์, 2547)

สารที่พบในพืชมีทั้งที่มีพิษ และไม่มีพิษ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ หรือประยุกต์ใช้ ซึ่ง ขวัญชัย และคณะ (2538) ได้ยกตัวอย่างสารออกฤทธิ์ที่สำคัญของพืชไว้ดังนี้

อัลคาลอยด์ (alkaloid) ส่วนมากพบได้ในส่วนของเมล็ด และรากของพืช เป็นสารที่มักแสดงฤทธิ์เป็นด่าง มีโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อน พิษของสารชนิดนี้จะมีผลต่อระบบประสาท ตัวอย่างพืชที่มีสารจำพวกอัลคาลอยด์ เช่น ผักกาดฝรั่ง บานเย็น ราตรี และพญาสัตบรรณ เป็นต้น

ไกลโคไซด์ (glycoside) หรือเรียกอีกอย่างว่า heterosides เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากการสร้างขึ้นมาในช่วงหนึ่งของวัฏจักรพืช โครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วย aglycone หรือ genin ไกลโคไซด์มักจะมรสหวาน และละลายน้ำได้ดี หรือละลายได้บางส่วนใน ethanol และ methanol เป็นสารที่สามารถพบได้ทุกส่วนของต้นพืช ทั้งผล เมล็ด ดอก เปลือก ใบ และราก ตัวอย่างพืชที่พบ

สารชนิดนี้ เช่น โปมะขามแขก ชุมเห็ดเทศ ชุมเห็ดไทย แสมสาร เถาสังโต แคสเสด และผักกาดหัว เป็นต้น

ซาโปนิน (saponin) อาจจัดเป็นพวกกลุ่มย่อยของสารไกลโคไซด์ ซาโปนินเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะทำให้เกิดฟอง ส่วนมากมีคุณสมบัติเป็นกลาง ตัวอย่างพืชที่พบสารชนิดนี้ เช่น มะคำดีควาย กากลูกชา และฝักส้มป่อย เป็นต้น

แทนนิน (tannin) เป็นสารที่มาจากพืชที่มีในโตรเจน มีรสฝาด มีคุณสมบัติทำให้เกิดความระคายเคือง สามารถพบได้ในพืชทั่วไป ได้แก่ เปลือกต้นโพธิ์ ชา กาแฟ และกาแฟมะม่วง

สารอื่นๆ (others) เช่น terpenes และ phenolid รวมทั้งมีสารพวกไขมัน และโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต (Yu, 1984)

วิธีสกัดสารสำคัญจากพืช

การสกัด (extraction) สารสำคัญจากพืชสมุนไพร เป็นการดึงหรือชะส่วนที่ละลายออกจากส่วนที่ไม่ละลาย (ส่วนที่เหลือ) ด้วยการใช้ตัวสกัดที่เป็นของเหลวที่เหมาะสม (กลุ่มกัญญาวิทยาทางการแพทย์, 2546) ซึ่ง การสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปการสกัดเบื้องต้นไม่ว่าจะสกัดด้วยวิธีการใดหรือใช้ตัวทำละลาย (solvent) ใด ก็จะได้องค์ประกอบเป็นของผสมหรือสารสกัดหยาบ (crude extract) ที่มีองค์ประกอบทางเคมี 2 ชนิด คือ สารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ (active constituents) และ สารไม่ออกฤทธิ์หรือสารเฉื่อย (inert substances) รัตนนา (2547) และ นันทวัน (2544) กล่าวว่า การสกัดสารสำคัญจากพืชอาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของสารสกัด คุณสมบัติของสารในการทนต่อความร้อน และชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ วิธีเหล่านั้นได้แก่

1. Maceration เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชโดยวิธีการหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายในภาชนะที่ปิด เช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปชมพู่ ถังสแตนเลส เป็นต้น ทิ้งไว้ 7 วันจนกระทั่งเนื้อเยื่อของสมุนไพรอ่อนนุ่มและตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปละลายองค์ประกอบภายในสมุนไพรออกมาได้

2. Percolation เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญแบบต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เรียกว่า percolator นำสมุนไพรมาหมักกับตัวทำละลายพอขึ้น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้พองตัวเต็มที่แล้วค่อยๆ บรรจุลงใน percolator เป็นชั้นๆ เติมตัวทำละลายลงไปให้ระดับตัวทำละลายสูงเหนือสมุนไพร ประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงเริ่มไหลเอาสารสกัดออก โดยคอยเติมตัวทำ

ละลายเนื้อสมุนไพรอย่าให้แห้ง วิธี percolation จัดเป็นวิธีการสกัดที่ดีสำหรับการสกัดสารจากสมุนไพรแบบสมบูรณ์และไม่ต้องใช้ความร้อน แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือ เปลืองตัวทำละลายและใช้เวลาในการสกัดนาน ดังนั้นจึงมีการดัดแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด โดยใช้ percolator ต่อกันหลายตัว และให้มีการเคลื่อนที่ของตัวทำละลายเข้าหากัน

3. การสกัดด้วย Soxhlet extractor เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง โดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ การสกัดทำได้โดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายใน flask ระเหยขึ้นไป แล้วกลั่นตัวลงมา thimble ซึ่งบรรจุสมุนไพรไว้ เมื่อตัวทำละลายใน extracting chamber สูงถึงระดับ สารสกัดจะไหลกลับลงไปใน flask ด้วยวิธีการกลั่นน้ำ flask ได้รับความร้อนจาก heating mantle หรือหม้ออังไอน้ำ ตัวทำละลายจึงระเหยขึ้นไป ทั้งสารสกัดไว้ใน flask ตัวทำละลายเมื่อกระทบ condenser แล้วจะกลั่นตัวลงมาใน thimble ซึ่งบรรจุสมุนไพรไว้ โดยผ่านผงสมุนไพรซ้ำแล้วซ้ำอีกไปเรื่อยๆ จนองค์ประกอบในสมุนไพรถูกสกัดออกมา เมื่อตัวทำละลายใน extracting chamber สูงถึงระดับจะเกิดคาถักน้ำ สารสกัดไหลกลับลงในภาชนะวนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์

4. Liquid-Liquid Extraction เป็นการสกัดสารละลายซึ่งเป็นของเหลวลงในตัวทำละลายอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่ผสมกับตัวทำละลายชนิดแรก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

4.1 Extractant lighter เป็น liquid-liquid extractor ซึ่งตัวทำละลายที่ใช้สกัดเบากว่าตัวทำละลายที่ใช้ละลายสาร

4.2 Raffinate lighter เป็น liquid-liquid extractor ซึ่งตัวทำละลายที่ใช้สกัดหนักกว่าตัวทำละลายที่ใช้ละลายสาร

5. การสกัดน้ำมันหอมระเหย (extraction of volatile oil) มีหลายวิธีการให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของพืชที่ใช้

5.1 Resorption เป็นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีดูดซับ โดยมากใช้สกัดกลีบดอกไม้

5.2 Solvent Extraction เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น สกัดน้ำมันกานพลูโดยใช้ petroleum ether

5.3 Mechanical Expression เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีบีบ เช่น นำเปลือกผลส้มไปบีบ จะได้ water-in-oil emulsion ซึ่งแยกน้ำมันหอมระเหยออก โดยวิธี centrifugation

5.4 Steam Distillation เป็นการกลั่นโดยใช้ไอน้ำ โดยผ่านไอน้ำไปบนสมุนไพรซึ่งบรรจุไว้ใน flask พร้อมกับน้ำ ไอน้ำจะพาเอาน้ำมันหอมระเหยไปยัง condenser แล้วกลั่นตัวเป็นของเหลว เมื่อถึงไอน้ำน้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำ

5.5 Water distillation เป็นวิธีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรโดยต้มกับน้ำ เมื่อน้ำและน้ำมันหอมระเหยขึ้นไปถึง condenser จะกลั่นตัว แล้วจึงนำของเหลวที่ได้ไปแยกน้ำมันหอมระเหยจากชั้นน้ำ เครื่องมือที่ใช้คือ Clevenger's apparatus ซึ่งมีชนิดสำหรับน้ำมันหอมระเหยซึ่งหนักกว่าน้ำ และสำหรับน้ำมันหอมระเหยที่เบา

6. การกลั่นน้ำมันพืช การสกัดน้ำมันพืช จากเมล็ดพืชอาจทำได้โดยใช้ความร้อน หรือไม่ใช้ความร้อนก็ได้ การบีบโดยใช้ความร้อนจะได้น้ำมันออกมามากกว่า แต่จะบริสุทธิ์น้อยกว่า เครื่องมือที่ใช้บีบน้ำมันทางอุตสาหกรรมที่นิยมกัน คือ เครื่องบีบชนิดเกลียว (Screw press) หรือ expeller เมื่อหมุนเกลียวเข้าไปจะเกิดแรงกดทำให้เมล็ดพืชแตกออกให้น้ำมันไหลออกมาอีกทางหนึ่ง

7. Extraction by Thermomicrodistillation เป็นการสกัดสารโดยใช้เครื่องมือ Thermomicro Analysis and Separation Ovens (TAS oven) เป็นการสกัดสารขนาดเล็กมาก นำสารใส่ลงใน cartridge ซึ่งข้างหนึ่ง seal อีกข้างหนึ่งเป็น capillaries เมื่อใส่เข้าไปใน oven ความร้อนจะทำให้สารระเหย หรือระเหิดออกมาทาง capillaries รองรับสารที่ระเหยหรือระเหิดออกมาด้วยแผ่น TLC แล้วนำไปตรวจสอบอีกทีหนึ่ง

8. Supercritical fluid extraction วิธีนี้เป็นการอาศัยอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ซึ่งที่จุดๆ หนึ่งสารจะอยู่ในสถานะที่ไม่กลั่นตัวหรือไม่ระเหย แต่อยู่ในลักษณะของเหลวเรียกว่า critical state เมื่อสารอยู่เหนือ critical temperature และ pressure สารจะอยู่ในสถานะที่มีคุณสมบัติระหว่างของเหลวและก๊าซ จึงทำให้สารกระจายได้ดีเช่นก๊าซ และละลายสารได้ดีเช่นของเหลวจึงทำให้สามารถสกัดสารออกจากพืชได้ดีกว่าปกติ ก๊าซที่ใช้ในการสกัดสารจากพืชที่นิยม คือ CO_2

การทำให้สารสกัดให้เข้มข้น

เมื่อสกัดสารจากพืชด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว สารสกัดที่ได้มักจะมีปริมาณมาก และเจือจาง ทำให้นำไปแยกองค์ประกอบได้ไม่สะดวกและไม่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องนำมาทำให้เข้มข้นเสียก่อน

การทำให้สารสกัดให้เข้มข้นสามารถทำได้ 4 วิธี (รัตนนา, 2547)

1. การระเหย (free evaporation) เป็นการนำตัวทำละลายออกจากน้ำยาสกัด โดยใช้ความร้อนจากหม้ออังไอน้ำ (water bath) หรือ hot plate วิธีนี้อาจทำให้องค์ประกอบในสารสกัดสลายตัวได้ เนื่องจากอุณหภูมิสูงเกินไป
2. การกลั่นในสภาวะสุญญากาศ (distillation in vacuo) เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกโดยการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำ พร้อมทั้งลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศ โดยใช้เครื่อง rotary evaporator
3. การระเหยแห้ง (drying) เป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากน้ำยาสกัดจนแห้ง ได้สารสกัดออกมาในสภาพแข็ง หรือกึ่งของแข็ง มีหลายวิธี เช่น การใช้ความเย็น (lyophilizer หรือ freeze dryer) หรือการใช้ความร้อน (spray dryer) ฯลฯ
4. อัลตราฟิลเตรชัน (ultrafiltration) เป็นการทำให้สารสกัดด้วยน้ำให้เข้มข้นโดยใช้แผ่น membrane ใช้กับสารที่มี molecular weight สูงกว่า 5,000

กลไกของสารพิษจากพืชที่มีผลต่อแมลง

กลไกการออกฤทธิ์ของสารพิษจากพืช สามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ปัจจัยใดเป็นพื้นฐานในการจำแนก

อรัญ (2547) จำแนกประเภทของสารพิษ ตามการออกฤทธิ์ต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย คือ สารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบหายใจ สารที่มีผลกระทบต่อการทำงานของเจริญเติบโต และสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหารของแมลง

และมีการจัดจำแนกประเภทของสารพิษจากพืช ตามการตอบสนองของแมลงเมื่อได้รับสารพิษเข้าไป ดังนี้ (สุรพล, 2546)

1. สารที่มีผลยับยั้งการกิน หรือการทำลายของแมลง
2. สารที่มีผลทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึมของแมลงผิดปกติ
3. สารที่มีผลไล่แมลง ไม่ให้เข้าไปทำลาย หรือวางไข่
4. สารที่มีผลใช้ต่อแมลง ที่ไม่ใช่ฟิโรโมนให้เข้ามา
5. สารที่มีผลในการฆ่าทำให้แมลงตาย
6. สารที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง

สารสกัดจากพืชที่นำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลง

สารป้องกันกำจัดแมลงจากพืช (botanical insecticides) หมายถึง สารเคมีที่ได้จากพืชและนำมาใช้ประโยชน์กำจัดแมลงในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปผงหรือรูปน้ำ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสารกำจัดแมลงจากธรรมชาติ (natural insecticides) และมีคุณสมบัติเป็นสารประกอบอินทรีย์ (อรัญ, 2547)

สารสกัดจากพืชได้มีการนำมาใช้ในการควบคุมแมลงมานานแล้ว โดยมีการสกัดสาร Pyrethrin จากดอกเบญจมาศ (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1800 ต่อมาในปี ค.ศ. 1947 La Forge และ Barthel แยกสารจากดอกเบญจมาศดังกล่าว ได้ 4 ชนิด คือ Pyrethrin I, Pyrethrin II, Cinerin I และ Cinerin II สำหรับกำจัดแมลงปากกัดและปากดูด (Wegler, 1975) และในปี 1920 Nagai ได้สกัดแยกสาร rotenone จากรากของหางไหลหรือโล่ดิน (*Derris elliptica*) พบว่าสารมีฤทธิ์ทำให้หนอนกระทู้ผักตายมากกว่าสัปดาห์ถึง 20 เท่า (Pagan and Morris, 1953) นอกจากนั้น Puttarudriah and Bhutta (1955) พบว่าผงละเอียดของรากโล่ดินสามารถฆ่าหนอนกระทู้ผักได้ถึง 80% ภายใน 24 ชั่วโมง

ต่อมาก็ได้มีการศึกษาวิจัยและนำสารสกัดจากพืชหลายชนิด มาใช้ป้องกันกำจัดแมลงในหลายๆ รูปแบบ ตามฤทธิ์ของสารสกัด เช่น

1. สารสกัดที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง (insecticidal effect) สารในกลุ่มนี้มีพิษต่อแมลงในลักษณะสัมผัสตาย (contact poison) และลักษณะกินตาย (stomach poison) ได้แก่ สาร rotenone, pyrethrin และ nicotine สามารถป้องกันกำจัดแมลงได้หลายชนิด เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ ยุง ไร แมลงหวี่ขาว และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (Hassal, 1990; Klass and Eames-Sheavly, 2004; Cloyd, 2004) สารสกัดจากเมล็ดผักชีช้าง (*Anethum graveolens* L.) ที่สกัดด้วย acetone ปริมาณ 50 ไมโครกรัม ทำให้ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) ตายถึง 60 % (Su, 1985) สารสกัดจากต้นดาเลอที่สกัดด้วย ethanol ความเข้มข้น 60 และ 100 ไมโครกรัม มีผลทำให้มอดแป้งตาย 75 และ 79% ภายใน 72 ชั่วโมง ตามลำดับ (Talukder and Howse, 1995) Vyas *et al.* (1996) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากน้อยหน่า สับดูดำ (*Jatropha curcas* L.) และหนามขาง (*Bassia latifolia* Roxb.) ต่อหนอนกระทู้ผัก พบว่าสารสกัดจากพืชดังกล่าวทำให้หนอนตาย 89, 61 และ 21% ตามลำดับ สารสกัดจากขมิ้นเมอชาวอร์ (*Satureia holensis* L.) และไทม์ (*Thymus vulgaris*) ทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายมากกว่า 90% โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 48.4 และ 46.9 ไมโครกรัม/ตัว (Isman *et al.*, 2001) สารสกัดจากกิ่ง *T. americana* ทำให้หนอนกระทู้ผักอายุ 10 วันตาย โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 17.2 มิลลิกรัม/ลิตร (Wheeler *et al.*, 2001) สารสกัดจากรากและใบของหนอนตายหยากที่สกัดด้วย methanol มีคุณสมบัติในการถูกตัวตายต่อหนอนกระทู้ฝ้าย โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 3 และ 15 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (Brem *et al.*, 2002)

2. สารสกัดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการกินของแมลง (antifeedant) สารในกลุ่มนี้มีผลทำให้แมลงทำลายพืชลดลง เช่น สาร azadirachtin และสาร rotenone ซึ่งสาร azadirachtin ในเมล็ดสะเดาสามารถยับยั้งการกินอาหารของแมลงในอันดับ Lepidoptera เช่น หนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* F. อันดับ Coleoptera เช่น *Epilachna varivestis* Mulsant และ *Acalymma vittatum* F. อันดับ Hemiptera เช่น *Myzus persicae* Sulzer., *Rhodnius prolixus* Stal และอันดับ Orthoptera ได้แก่ ตั๊กแตน locust *Locusta migratoria* Meyen เป็นต้น (Mordue and Blackwell, 1993) ขณะที่สาร rotenone สามารถยับยั้งการกินของมอดแป้ง *Tribolium confusum* Boisd และด้วงงวงข้าว *Sitophilus granaries* L. (Nawrot *et al.*, 1989) Kongkathip *et al.* (2004) รายงานว่า สารสกัดจากใบเสม็ดขาวที่ได้จากการสกัดโดยใช้ hexane เป็นตัวทำละลายและน้ำมันเสม็ดขาวที่สกัดด้วย hexane สามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนกระทู้ผักได้ 89 และ 79% ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจาก

Cymbopogon winterianus Jowitt., *Eucalyptus* sp. และ *Ocimum basilicum* Basil ที่ความเข้มข้น 5% สามารถลดอัตราการกินอาหารของหนอนกระทู้ผัก และที่ความเข้มข้น 10% หนอนกระทู้ผักไม่กินอาหารเลย (Sharma *et al.*, 2000) สารสกัดจากประยงค์ (*Aglaia odorata* Lour.), มะกรูด (*Citrus hystrix* DC.), หนอนตายหยาก (*Stemona collinsae* Craib), พริก (*Piper retrofractum* Vahl.) และ ค้างคาวดำ (*Tacca chantrieri* Andre) แสดงคุณสมบัติในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนกระทู้ผักเพียงเล็กน้อยโดยมีค่า antifeedant index เท่ากับ 17.94 ± 6.73 , 18.51 ± 1.83 , 19.35 ± 1.00 , 23.29 ± 7.59 และ 25.32 ± 6.04 ตามลำดับ (Naunla, 1999)

3. สารสกัดที่มีฤทธิ์ทำให้กระบวนการเจริญเติบโตของแมลงผิดปกติ (insect growth regulat) สารในกลุ่มนี้ไม่สามารถทำให้แมลงตายทันที แต่จะมีผลต่อระบบการทำงานของร่างกายและพฤติกรรมของแมลง ได้แก่ สาร azadirachtin จะไปขัดขวางการทำงานของ prothoracicotropic hormone (PTTH) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการพัฒนาการของแมลงจากระยะตัวอ่อนไปเป็นตัวเต็มวัยจึงมีผลทำให้ ecdysone และ juvenile hormone ทำงานผิดปกติแมลงจึงไม่สามารถลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย และตายในที่สุด (Hansen *et al.*, 1994; Isman, 1999; Mordue and Blackwell, 1993) ส่วนสารสกัดจาก *Trichilia americana* (Sess, & Moc.) Pennington และ *Trichilia glabra* L. ที่ความเข้มข้น 0.1% มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักวัย 1 ได้ถึง 96 และ 89% ตามลำดับ (Wheeler *et al.*, 2001) สารสกัดจากต้นเลี่ยนยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนผีเสื้อกะหล่ำและหนอนกระทู้คอรวงได้ 50% โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 7.6 และ 12.5 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ภายหลังการทดสอบเป็นเวลา 10 วัน (Akhtar and Isman, 2004)

4. สารสกัดที่มีฤทธิ์ไล่หรือดึงดูดแมลง (repellent หรือ attractant) สารในกลุ่มนี้สามารถไล่หรือดึงดูดแมลงได้เพียงชั่วคราว เมื่อกลิ่นหมดไปจะไม่มีผลต่อแมลง ได้แก่ สาร citral ในตะไคร้หอม *Cymbopogon citratur* Stapf มีฤทธิ์ไล่ยุงลาย *Aedes aegypti* L. (Oyedele *et al.*, 2002) สาร ethyl (2E, 4Z)-2,4-dicadenoate, methyl (2E, 4Z)-2,4-dicadenoate (E,E)- α -fanesene ในผลแอปเปิ้ล วอลนัท และผลแพร์ สามารถดึงดูดตัวหนอนและตัวเต็มวัยของ codling moth, *Cydia pomonella* L. ซึ่งเป็นแมลงในอันดับ Lepidoptera (Knight and Light, 2001; Light *et al.*, 2001) น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากเหง้าของว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) ใช้เป็นสารขับไล่ผีเสื้อกลางคืนหมัด และแมลงศัตรูเมล็ดพืชอื่นๆ (Watt *et al.*, 1962) สารสกัดจากเมล็ดผักชีช้างที่สกัดด้วย acetone ความเข้มข้น 680 และ 340 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร มีฤทธิ์ในการไล่ด้วงงวงข้าว 74.81 และ 68.69% ตามลำดับ (Su, 1985) สารสกัดจากต้นดาเลื้อยที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ

petroleum-ether, acetone, ethanol และ methanol ความเข้มข้น 0.31 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร มีฤทธิ์ในการไล่มอดแป้งเท่ากับ 92, 100, 95 และ 98% ในเวลา 5 ชั่วโมง (Talukder and Howse, 1995)

5. สารสกัดที่มีฤทธิ์เป็นสารรม (fumigant) สารกลุ่มนี้เป็นสารระเหยง่ายที่อุณหภูมิปกติมีพิษเมื่อแมลงสูดดมสารเข้าไป เช่น สาร perillaldehyde และสาร perillyl alcohol ในพืช *Conyza newii* Oliv. & Hiern ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองในประเทศแถบแอฟริกา มีฤทธิ์เป็นสารรมต่อยุงก้นปล่อง *Anopheles gambiae* sensu stricto สาร p-cymene, piperitone, p-cymene-8 ol, α -pinene, 1,8-cineole, α -terpineol, terpinen-4-ol, cryptone, α -thujene, sabinene, limonene และ r-terpinene ซึ่งเป็นสารองค์ประกอบที่มีในพืช *Callistemon sieberi* River Bottlebrush, *Eucalyptus blakely* Maiden, *Eucalyptus codonocarpa* Blakely & Makie, *Eucalyptus nicholii* Maiden and Blakely, *Melaleuca armillaris* (Sol. ex Gaertn.) Sm, *Melaleuca fulgens* R. Br. และ *Artemisia annua* L. มีพิษเป็นสารรมต่อด้วงงวง ข้าว มอดแป้ง และมอดหัวป้อม โดยพืชที่มีสาร 1,8-cineole ในปริมาณสูงจะมีประสิทธิภาพเป็นสารรมได้ดีกว่าพืชที่มี 1,8-cineole เป็นองค์ประกอบในระดับต่ำ (Lee *et al.*, 2004; Tripathi *et al.*, 2001) และยังมีการทดสอบโดยวิธีการรมน้ำมันจากยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camadulensis* Dehn), ยอ (*Thymbra spicata* L. var. *spicata*) และ *Saturaja thymba* L. ที่ความเข้มข้น 108 ไมโครลิตร/ลิตรของอากาศ พบว่าน้ำมันดังกล่าวทำให้ด้วงงวงข้าวมีอัตราการตายที่เวลา 168 ชั่วโมง เท่ากับ 94.8, 94.9 และ 94.8% ตามลำดับ น้ำมันยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 135 ไมโครลิตร/ลิตรของอากาศ มีผลทำให้มอดแป้งมีอัตราการตายที่เวลา 168 ชั่วโมง เท่ากับ 85.5% และในการทดสอบผลของน้ำมันยูคาลิปตัส, ยอ และ *S. thymba* ที่ความเข้มข้น 108 ไมโครลิตร/ลิตรของอากาศ มีผลทำให้ผีเสื้อข้าวโพดมีอัตราการตายที่เวลา 168 ชั่วโมง เท่ากับ 92.5, 91.6 และ 84.1% ตามลำดับ น้ำมันยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 135 ไมโครลิตรต่อลิตรของอากาศ มีผลทำให้มอดแป้งมีอัตราการตายที่เวลา 168 ชั่วโมง เท่ากับ 85.5% น้ำมันของ cardemon (*Elletria cardamomum* L.) ที่ความเข้มข้น 1.2 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร มีผลทำให้มอดแป้งตาย 100% ในเวลา 24 ชั่วโมง (Huang *et al.*, 2000) สารสกัดจากอบเชยจีนที่สกัดด้วย methylene-chloride ความเข้มข้น 0.58 กรัม/มิลลิลิตร มีผลให้มอดแป้งตายถึง 97% ในเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.28 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร (Huang and Ho, 1998)

ค้างคาวดำ

ค้างคาวดำ (black lily, bat flower) ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Tacca chantrieri* Andre อยู่ในวงศ์ Taccaceae มีชื่อเรียกด้วยกันหลายชื่อ ได้แก่ ว่านหัวลา (จันทบุรี) ดิงหว่า (ภาคเหนือ) เนระพูสีไทย (ภาคกลาง) มังกรดำ (กรุงเทพฯ) และเป้านูเก๊ะ (มาเลเซีย-ยะลา) ว่านพังพอน (ยะลา) กลาดิกลามูยี (มาเลเซีย-ปัตตานี) (เอี่ยมพร และทยา, 2541) ลักษณะทั่วไปของต้นค้างคาวดำมีความสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร มีเหง้าใต้ดินทรงกระบอกใบเป็นใบเดี่ยวเรียงเวียนสลับออกเป็นรัศมี ใบมีลักษณะเป็นรูปวงรี กว้าง 6-18 เซนติเมตร ยาว 25-60 เซนติเมตร ดอกเป็นดอกช่อ มีดอกย่อย 4-6 ดอก กลีบดอกเป็นสีม่วงแกมเขียวถึงสีม่วงดำ มีใบประดับ 2 คู่ เรียงตั้งฉากกัน ใบใหญ่ 2 ใบ ใบเล็ก 2 ใบ ส่วนผลมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกแกมสามเหลี่ยม มีสันเป็นคลื่นตามยาว เมล็ดเป็นรูปไต สีม่วงจนถึงม่วงอมน้ำตาล มักพบพืชชนิดนี้ขึ้นตามภูเขาสูงเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีอากาศเย็นชื้น แสงแดดร่มรำไร โดยถ้าอยู่ในที่ร่มจะให้ดอกสีเข้มกว่าอยู่ในที่แสงแดดจัด (วงศ์สถิตินันท์ และคณะ, 2539)

การปลูก

ปลูกในดินร่วนที่มีการระบายน้ำดีหรือดินที่ผสมทรายบ้างเล็กน้อยจะทำให้ต้นเจริญเติบโตได้ดีและควรนำไปไว้ในที่ร่มแสงแดดรำไร รดน้ำเช้าเย็น (ธวัชชัย และรัชชัย, 2544)

สรรพคุณทางสมุนไพร

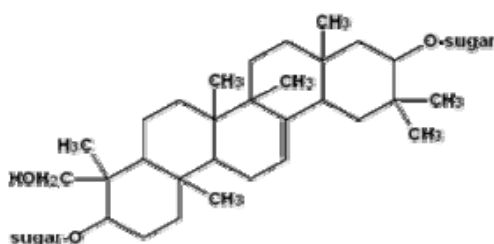
ค้างคาวดำทั้งต้นสามารถนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรได้ทุกส่วน เช่น หัวต้มให้เด็กกินแก้เซาหรือเป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้สุขภาพแข็งแรงมีพลังกำลัง โดยนำมาต้มหรือดองกับสุรา แล้วดื่มแก้โรคความดันเลือดต่ำ บำรุงกำลังทางเพศ บำรุงกำลังสตรีระหว่างการตั้งครรภ์ ทั้งต้นนำมาต้มอาบแก้เมื่อยคันทันตามร่างกายได้ (ธวัชชัย และรัชชัย, 2544) สารสกัดจากต้นค้างคาวดำนอกจากจะมีฤทธิ์ทางยารักษาโรคแล้ว ยังมีจากการศึกษาวิจัยยังพบว่า สารสกัดจากพืชชนิดนี้ยังสามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนกระทู้ผักได้ (รัตติยา และพิทยา, 2543; กันทรส, 2544; ปทุมพร, 2546) และสารสกัดหยาบจากต้นค้างคาวดำผสมดีปีสสามารถไล่ควบคุมหนอนกระทู้ผัก เพลี้ยอ่อนและหนอนชอนใบได้ (ปทุมพร, 2546)

องค์ประกอบทางเคมีของสารจากต้นค้ำควาดำ

Yokosuka *et al.* (2002) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารจากเหง้าค้ำควาดำ พบว่ามีสารกลุ่ม saponins หลายชนิด (ภาพที่ 1) ซึ่ง saponin เป็นสารในกลุ่มไกลโคไซด์ (glycoside) ที่มีส่วน aglycone (sapogenin) เป็นสารจำพวก steroid หรือ triterpenoids ซึ่งจะจับกับน้ำตาลหรืออนุพันธ์ของน้ำตาลตำแหน่ง C3 ได้เป็น O-glycoside น้ำตาลที่พบมักจะเป็น oligosaccharide 1-5 หน่วย มีความเป็นพิษรุนแรงเฉพาะสัตว์เลือดเย็นหรือสัตว์ชั้นต่ำเท่านั้น โดยจะมีผลต่อระบบประสาทที่ควบคุมการหายใจของสัตว์ชั้นต่ำ ทำให้ขาดออกซิเจนและทำให้เกิดการสลายตัวของเม็ดเลือดแดง แต่ในสัตว์ชั้นสูงหรือสัตว์เลือดอุ่น เช่น คนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม saponin จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อเยื่อช่องจมูก ทำให้น้ำมูกไหล จาม และมีเมือกได้ (Hostettmann and Marston, 1995)

Tzeng *et al.* (1994) พบว่าสารที่สกัดจากเมล็ดชาพันธุ์ *Camellia* ซึ่งมีสารสำคัญคือ saponin สามารถใช้กำจัดหอยเชอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการทำลายเม็ดเลือดในสัตว์ เนื่องจาก saponin เป็นสารลดแรงตึงผิวธรรมชาติเหมือน Sodium dodecyl sulfate และ Sodium linear alkylbenzene sulfonate ซึ่งสามารถใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ได้

ส่วนสารออกฤทธิ์จากค้ำควาดำที่มีฤทธิ์ป้องกันกำจัดแมลงยังไม่มีรายงาน



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ Saponin

ที่มา: Anonymous (n.d.)

พหมี

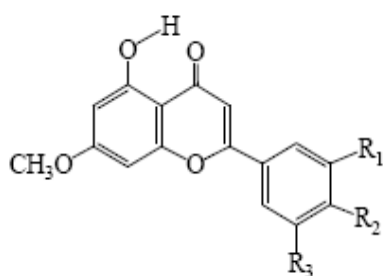
พหมีเป็นไม้เถาเนื้อแข็ง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Linostoma pauciflorum* Griff อยู่ในวงศ์ Thymelaeaceae มีชื่อเรียกอื่นๆ อีก คือ พันไสน (ภาคกลาง) และ ตูบาตูลี (มาเลเซีย-นราธิวาส) ลักษณะทั่วไปเป็นเถายาว 10-24 เมตร อาจพบเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นสูงถึง 7 เมตร กิ่งมีขนาดเล็ก ใบมีลักษณะแคบถึงกว้าง รูปรีหรือรูปไข่ ปลายใบมน ใบกว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 1.5-4.5 เซนติเมตร ใบเกลี้ยงคล้ายแผ่นหนังก้านใบยาว 2-3 มิลลิเมตร ช่อดอกมี 2-5 ดอก ก้านช่อดอกยาว 4-10 มิลลิเมตร มีใบประดับ 2 ใบ เกิดตรงกันข้ามหรือสลับ รูปไข่หรือขอบขนานแกมรูปไข่ ปลายมนหรือปลายตัดโคนมีลักษณะมนหรือคล้ายรูปหัวใจ กว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 2-4 เซนติเมตร สีขาว เกลี้ยงลักษณะบางคล้ายเยื่อ ใบประดับย่อยอยู่เหนือก้านช่อดอกรูปแถบ ยาว 5-10 มิลลิเมตร หลุดร่วงง่าย ดอกมีสีเขียวยาวปนเขียว หลอดกลีบเลี้ยงยาว 15 มิลลิเมตร ผิวเกลี้ยงด้านในมีขนสั้นอ่อนนุ่ม กลีบเลี้ยงรูปรี กว้าง 1-3 มิลลิเมตร ยาว 3-10 มิลลิเมตร ผิวเกลี้ยงมีลักษณะแผ่ออก กลีบดอกทรงกระบอกแคบ ยาว 5-7 มิลลิเมตร ผลทรงรี ยาว 12-14 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 6-7 มิลลิเมตร ถูกล้อมรอบด้วยหลอดกลีบเลี้ยง (Smittinand and Larson, 1993)

สรรพคุณทางสมุนไพร

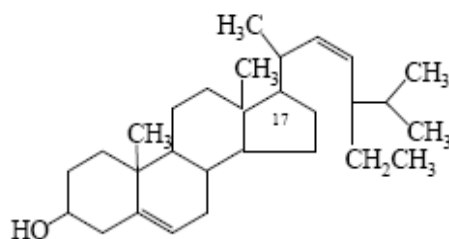
จากสารานุกรมสมุนไพร มีรายงานถึงสรรพคุณของต้นพหมีว่า รากมีรสเมาเบื่อ แก้กิดสีดวงดำไส้ ริดสีดวงจุก และเป็นพืชมีพิษเช่นเดียวกับหางไหล (วุฒิ, 2540) ส่วนรากของพหมีสามารถนำไปใช้ในการเบื่อปลา และเป็นยาระบายได้ (โกสินทร์, ม.ป.ป.; Smittinand and Larson, 1993) และมีรายงานว่าแต่เดิมเกษตรกรใช้ลำต้นต้มน้ำแล้วนำมาอาบน้ำให้วัวเพื่อกำจัดเห็บวัว รวมทั้งมีการนำสารสกัดจากลำต้นและรากไปใช้ฉีดไล่เพลี้ยไฟมะม่วง หรือใช้ใบเป็นส่วนผสมในการทำน้ำหมักสมุนไพรเพื่อใช้กำจัดแมลงในแปลงผัก (นิรนาม, 2547)

องค์ประกอบทางเคมีของสารจากต้นพหมี

องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดพหมียังมีการศึกษาน้อยมาก Navarat *et al.* (n.d.) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนจากใบพหมี ด้วยวิธีการทางโครมาโทกราฟี พบว่าสามารถแยกสารได้ 2 กลุ่ม คือ flavones และ stigmasterol (ภาพที่ 2) แต่ยังไม่มีการศึกษาที่ระบุชนิดของสารออกฤทธิ์จากพหมีที่มีฤทธิ์ป้องกันกำจัดแมลง



flavones



Stigmasterol

ภาพที่ 2 สูตร โครงสร้างทางเคมีของ flavones และ Stigmasterol

ที่มา: Navarat *et al.* (n.d.)

วิธีการทดสอบความเป็นพิษของสารกับแมลง

การทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชสามารถทำได้หลายกรรมวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสาร ชนิดของแมลง ได้มีการยกตัวอย่างวิธีการทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชไว้ดังนี้ (สุรพล, 2546)

วิธีการหยดทางด้านบน (topical application) ทดสอบโดยการหยดสารที่ทราบปริมาณลงบนสัตว์ทดลอง เพื่อให้สารซึมผ่านผิวหนัง โดยใช้ microapplicator เครื่องมือนี้สามารถปรับปริมาณของสารได้ในปริมาณน้อยๆ

วิธีการฉีดเข้าลำตัว (injection method) เป็นการให้สารพิษโดยใช้เข็มฉีดยา ทำให้กระจายไปตามเส้นเลือด และเนื้อเยื่อต่างๆ วิธีนี้ทำให้ทราบปริมาณสารที่เข้าสู่สัตว์ทดลองที่แน่นอน บริเวณที่ฉีดมักจะเป็นลำตัวทางด้านหน้าท้อง ฉีดเข้าทางอกด้านท้อง และฉีดเข้าทางปล้องท้อง

วิธีการจุ่มสัตว์ทดลอง (dipping method) เป็นการจุ่มสิ่งทดลองลงในส่วนผสมของสารพิษที่ทราบความเข้มข้น การทดลองนี้มักใช้กับการทดสอบในตัวอ่อนแมลง ในอันดับ Lepidoptera และ Diptera เพื่อหาสารที่เหมาะสมในการกำจัดแมลงที่ต้องการควบคุมปริมาณกลไกของความเป็นพิษ จะต้องเกิดจากการที่แมลงได้รับสารพิษเข้าไปทางปาก ผิวหนัง และระบบการหายใจ แล้วซึมผ่าน

เข้าสู่ระยะที่แสดงการเกิดพิษต่อไป สารพิษควรมีตัวพาในการละลาย เช่น ondina oil ซึ่งจะช่วยให้สารพิษมีการกระจายตัวได้ดีในสารละลาย

วิธีการสัมผัส (contact method) หรือวิธีทำให้แมลงสัมผัสกับสารฆ่าแมลงที่ตกค้าง (residue exposure method) เป็นวิธีการที่ต้องทำให้สารพิษเกาะติดกับตัวของสิ่งทดลอง โดยต้องการหาความเป็นพิษจากการสัมผัส วิธีนี้จะใช้สารพิษผสมกับตัวทำละลายที่ระเหยง่าย แล้วทำการฉีดพ่นลงบนภาชนะทดสอบ ปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยแห้ง แล้วปล่อยแมลงลงไป ซึ่งวิธีการนี้จะให้ค่าการตายที่สูงกว่าวิธีการหยดสารทางด้านบนถึง 20 เท่า

วิธีการจุ่มใบพืช (leaf-dipping method) ทำโดยตัดใบพืชให้ได้พื้นที่ที่ต้องการ จากนั้นจุ่มใบพืชลงในส่วนของผสมของสารละลายของสารกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้ส่วนของผสมของสารกำจัดศัตรูพืชควรมีสารจับใบผสม เพื่อเพิ่มการจับเกาะของสาร จุ่มไวนาน 30-60 วินาที แล้วนำใบพืชมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำใบพืชใส่ในกล่องและนำแมลงที่จะทดสอบใส่ลงไป แมลงจะกินใบพืชที่มีสารพิษตกค้างอยู่ และแสดงอาการเกิดพิษต่อมา การวัดความเป็นพิษมักจะวัดที่เวลา 3, 6, 24 หรือ 48 ชั่วโมง

วิธีการรมเมล็ดพืช (grains fumigation method) มักใช้กับการทดสอบการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงในผลผลิตทางการเกษตร วิธีการนี้จะใช้สารที่มีการระเหยได้ดี เช่น methyl bromide, chloropicrine พ่นในกองเมล็ดพืชที่ปกคลุมด้วยผ้าพลาสติกพิเศษ ป้องกันการฟุ้งกระจาย การตรวจสอบความเป็นพิษจะมีการตรวจสอบการตาย และการเพิ่มปริมาณของแมลงในกองเมล็ดพืช ซึ่งต้องใช้เวลาดังแต่ 7- 15 วัน หลังการฉีดพ่น

วิธีทำให้สารกำจัดศัตรูพืชติดแห้งกับภาชนะทดสอบ (dry film method) เป็นวิธีการทดสอบที่คล้ายกับวิธีการสัมผัส แต่วิธีนี้จะนำสารพิษผสมกับตัวทำละลายและตัวพาที่เหมาะสม จากนั้นฉีดพ่นลงบนแผ่นกระดาษ หรือใบพืช ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วปล่อยแมลงลงไป ทิ้งไว้ประมาณ 15-30 นาที สารพิษจะเกาะติดไคตินของแมลง หรือติดกับรูหายใจของแมลง แมลงจะแสดงความเป็นพิษในเวลาต่อมา

วิธีพ่นฝอยหมอกทางด้านบน (topical mists method) เป็นวิธีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชที่รู้ปริมาณโดยใช้แรงดันอากาศผ่านท่อด้านบน ทำให้สารออกมาเป็นฝอยหมอกตกลงบนภาชนะที่มี

แมลงทดลองอยู่ ทำให้สารเกาะที่ไคติน ซึมผ่านเข้าระบบไหลเวียนโลหิตสู่อวัยวะเป้าหมาย และแสดงอาการเกิดพิษต่อไป

วิธีคลุกเมล็ดธัญพืช (grain treated method) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการทำการทดสอบกับสารที่มีลักษณะเป็นผง (dust) หรือผงแป้ง (powder) ทำการคลุกสารแล้วใส่แมลงที่จะทดสอบลงไป วิธีนี้ทดสอบความเป็นพิษจากการกิน และการสัมผัส ของแมลงศัตรูพืช ในโรงเก็บ ในการทดลองอาจใช้เวลามากกว่า 1 เดือน

การประเมินความเป็นพิษของสาร

การประเมินความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute doses) เป็นการที่สัตว์ทดลองได้รับสารพิษเพียงครั้งเดียว หรือหลายครั้งในระยะเวลาสั้น แล้วแสดงอาการความเป็นพิษออกมาทันที ปกติจะแสดงอาการออกมาในระยะเวลาไม่เกิน 15 นาที ถึง 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับสาร (สุรพล, 2546) และเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นภายใน 1-3 วัน ในการบอกระดับความเป็นพิษนิยมใช้คำว่า lethal dose (LD) หรือ lethal concentration (LC) เป็นดัชนีแสดง (สุภาพณี, 2540)

Lethal dose (LD) หมายถึง ปริมาณของสารพิษที่ทำให้สัตว์ทดลองตายในเวลาที่กำหนด ตัวอย่าง เช่น LD_{50} (median lethal dose) เป็นปริมาณของสารพิษที่สัตว์ทดลองแต่ละตัวได้รับเข้าไป ทำให้สัตว์ทดลองตายเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของสัตว์ทดลองทั้งหมด ภายในระยะเวลาที่กำหนด ใช้หน่วยเป็นปริมาณของสารพิษต่อตัว หรือต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง เช่น ไมโครกรัม/ตัว, มิลลิกรัม/ตัว หรือมิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นต้น

Lethal concentration (LC) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารพิษที่ทำให้สัตว์ทดลองตายในเวลาที่กำหนด ใช้หน่วยเป็น ส่วน/ล้าน (part per million, ppm), %, มิลลิกรัม/ลิตร, มิลลิกรัม/กรัม, หรือแม้กระทั่งอัตราส่วนการเจือจางสารละลายมาตรฐาน เช่น 1: 1,000, 1:10,000 เป็นต้น การประเมินค่า LC นี้ไม่สามารถบอกได้ว่าสัตว์ทดลองแต่ละตัวได้รับสารพิษปริมาณเท่าใด แต่รู้ว่าสัตว์ทดลองได้รับสารพิษที่มีความเข้มข้นใด

นอกจากนี้ยังมีค่าที่ใช้บอกระดับความเป็นพิษแบบอื่นๆ ที่มีการใช้กันอยู่ เช่น ค่า ED_{50} (median effective dose) เป็นปริมาณของสารพิษต่อน้ำหนักตัวที่สามารถทำให้สัตว์ทดลองแสดง

อาการเป็นพิษไม่ถึงตาย 50% ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด และค่า KD_{50} (median knockdown dose) เป็นปริมาณของสารพิษต่อน้ำหนักตัวที่สามารถทำให้สัตว์ทดลอง หมดสติ หยุดการเคลื่อนไหว 50% ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด และอาจทำให้แมลงตายในเวลาต่อมา (สุรพล, 2546)

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลี้ยงและเพิ่มปริมาณแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง

1. หนอนใยผัก

เก็บรวบรวมหนอนและดักแด้ของหนอนใยผักจากแปลงผักตระกูลกะหล่ำของเกษตรกร อ. บางบัวทอง จ.นนทบุรี หลังจากนั้นนำมาเลี้ยงต่อในห้องเลี้ยงแมลงที่อุณหภูมิห้อง โดยนำดักแด้มาใส่รวมกันในกรงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมขนาด 30×30 เซนติเมตร ด้านข้างบุด้วยตาข่ายลวด รองนเป็นตัวเต็มวัย หลังจากที่ยกออกมาเป็นตัวเต็มวัยแล้ว นำสาหร่ายน้ำหวานเจือจาง 10% ใส่ลงในกรงเพื่อเป็นอาหารสำหรับตัวเต็มวัย และใส่ดินกลักระน้ำอายุประมาณ 1 สัปดาห์ ที่ปลูกไว้ในถ้วยพลาสติกเพื่อให้ผีเสื้อหนอนใยผักวางไข่ (ภาพผนวกที่ ข1) จนกระทั่งหนอนเริ่มฟักออกมาจากไข่จึงนำถ้วยดินกระน้ำออกมาใส่ในกล่องพลาสติกทรงกลมมีฝาปิด นำใบปูล่มมาวางทับลงไปบนถ้วยดินกระน้ำ หนอนจะค่อยๆ ไต่ขึ้นสู่ใบปูล่ม หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนใบปูล่มตามความเหมาะสม

2. เพลี้ยอ่อนถั่ว

ปลูกถั่วฝักยาวพืชอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วในกระถาง รองนต้นถั่วโตและมีเพลี้ยอ่อนตามธรรมชาติลงทำลาย หลังจากนั้นจึงคอยควบคุมดูแล และปลูกต้นถั่วเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นอาหารให้เพลี้ยอ่อนถั่วต่อไปเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันเมื่อจะทำการทดสอบก็นำตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนถั่วมาเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงทรงกลมโดยใช้ใบอ่อนถั่วเป็นอาหาร กล่องละ 20-30 ตัว (ภาพผนวกที่ ข2) เพื่อให้ได้เพลี้ยอ่อนถั่วที่อยู่ในวัยเดียวกันพร้อมที่จะใช้สำหรับการทดสอบต่อไป

การสกัดสารออกฤทธิ์จากต้นค้ำควาดำและต้นพามี

เตรียมตัวอย่างค้ำควาดำและพามีโดยใช้ส่วนของลำต้นนำมาสกัดสารออกฤทธิ์ โดยการนำลำต้นค้ำควาดำมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ (ภาพที่ 3) ส่วนลำต้นพามีนำไปบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ด้วยเครื่องบดไม้เนื่องจากเป็นไม้เถาเนื้อไม้แข็ง (ภาพที่ 4) หลังจากนั้นนำไปสกัดโดยใช้วิธีสกัด 2 วิธี คือ

1. Soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย นำต้นค้ำควาดำและต้นพามีที่เตรียมไว้บรรจุใน Thimble โดยใช้ ตัวอย่างพืช 100 กรัม ต่อ ethanol 800 มิลลิลิตร (1:8 w/v) แล้วนำไปสกัดด้วยเครื่องสกัดสาร Soxhlet apparatus สักวันละ 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วัน (ภาพผนวกที่ 3) หลังจากนั้นจึงนำมารองด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 จะได้สารสกัดที่ผสมอยู่ในตัวทำละลาย จึงนำไประเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 42 °C (ภาพผนวกที่ 4) ก็จะได้สารสกัดหยาบ (crude extract) ซึ่งจัดเป็นสารสกัดความเข้มข้น 100% นำไปเก็บโดยวิธีการแช่แข็ง เพื่อใช้ทดสอบขั้นต่อไป

2. ต้มด้วยน้ำ (hot water extraction) โดยนำตัวอย่างพืช 50 กรัม ต่อ น้ำ 500 มิลลิลิตร (1:10 w/v) ใส่ในปิกเกอร์ปิดปากด้วยแผ่น aluminum foil แล้วต้มด้วย hot plate (ภาพผนวกที่ 5) ที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น หลังจากนั้นจึงนำมารองด้วยผ้าขาวบางเพื่อกรองเอากากออก แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 อีกครั้ง จะได้เป็นสารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 100 % นำไปเก็บโดยวิธีแช่แข็ง เพื่อใช้ทดสอบขั้นต่อไป



ภาพที่ 3 ตัวอย่างค้ำควาดำ

- (ก) ลำต้นค้ำควาดำ
- (ข) ลำต้นค้ำควาดำหั่น



ภาพที่ 4 ตัวอย่างพหมี

- (ก) ลำต้นพหมี
- (ข) ลำต้นพหมีบด

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกับแมลงเป้าหมาย

ทำการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบกับแมลงเป้าหมาย 2 ชนิด คือ หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) และเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch.) ซึ่งเป็นตัวแทนของแมลงปากกัดและแมลงปากดูด ตามลำดับ และทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด 3 ด้าน คือ ประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง (Insecticidal activity) ประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Antifeedant activity) และประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการออกลูกของแมลง (Antioviposition activity)

1. การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง (Insecticidal activity)

เตรียมสารสกัดจากต้นค้างคาวดำและต้นพามิ สำหรับการทดลองโดยนำสารสกัดที่ได้จากวิธี Soxhlet extraction เจือจางด้วยน้ำจนมีความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10% (w/v) ด้วยวิธี serial dilution และใส่สารจับใบ 0.5% ส่วนชุดควบคุมใช้น้ำผสม ethanol 1% และสารจับใบ 0.5% ในส่วนของสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ เจือจางด้วยน้ำจนมีความเข้มข้น 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100% (v/v) และใส่สารจับใบ 0.5% ส่วนชุดควบคุมใช้น้ำผสมสารจับใบ 0.5%

1.1 ประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผัก

ทำการทดสอบโดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) โดยตัดใบปูลู่เป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร หรือเท่ากับก้นถ้วยเลี้ยงแมลง นำชิ้นใบปูลู่ไปจุ่มในสารสกัดที่เตรียมไว้นาน 10 วินาที ผึ่งใบให้แห้ง หลังจากนั้นวางชิ้นใบที่ชุบสารแล้วในถ้วยเลี้ยงแมลงที่ใส่กระดาษฟางชุบน้ำไว้ก้นถ้วย เพื่อให้ความชุ่มชื้นแก่ชิ้นใบปูลู่ เชี่ยหนอนวัย 2 ลงบนชิ้นใบปูลู่ ใบละ 5 ตัว ทดสอบ 10 ซ้ำ ต่อ ความเข้มข้น (50 ตัว ต่อ ความเข้มข้น) (ภาพผนวกที่ ข6) บันทึกอัตราการตายของหนอนหลังทำการทดสอบที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง นำข้อมูลไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การตาย และคำนวณหาค่า LC_{50} โดยใช้โปรแกรม Probit analysis และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2 ประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่ว

ทำการทดสอบโดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) เช่นเดียวกับ ข้อ 1.1 โดยตัดใบถั่วฝักยาวมาพั่นก้านด้วยสาลิซุบน้ำใสในขวด vial ขนาดเล็ก พั่นปากขวดด้วย parafilm เพื่อรักษาความชุ่มชื้นของใบถั่ว นำไปจุ่มในสารสกัดที่เตรียมไว้นาน 10 วินาที ผึ่งใบให้แห้ง หลังจากนั้นวางใบที่ซุบสารแล้วในถ้วยเลี้ยงแมลง เขี่ยเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน ลงบนใบถั่วใบละ 10 ตัว ทดสอบ 5 ซ้ำ ต่อ ความเข้มข้น (50 ตัว ต่อ ความเข้มข้น) (ภาพผนวกที่ ข7) บันทึกอัตราการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วหลังทำการทดสอบที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และนำข้อมูลไปคำนวณหาค่า LC_{50} โดยใช้โปรแกรม Probit analysis และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Antifeedant activity)

2.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก

ทดสอบแบบไม่ให้ทางเลือก (no-choice test) เตรียมสารสกัดจากต้นค้ำคาวดำและต้นพาหมี โดยใช้ความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกับค่า LC_5 ซึ่งคำนวณได้จากข้อ 1.1 ของแต่ละสาร และใช้น้ำเป็นชุดควบคุม ทดสอบโดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) เช่นเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่า หลังจากนั้นเตรียมหนอนใยผักวัย 2 สำหรับทดสอบ โดยให้อุดอาหารทิ้งไว้ก่อนนาน 30 นาที จึงเขี่ยหนอนลงบนใบปูล่ที่จุ่มสารแล้ว ใบละ 5 ตัว (ทำการทดสอบ 10 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว) บันทึกการกินของหนอนหลังการทดลองที่ 24 ชั่วโมง โดยวัดพื้นที่ใบก่อนและหลังการกินด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (LI-3000A Portable Area Meter) (ภาพผนวกที่ ข8) นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่า antifeedant index ตามวิธีของ Blaney *et al.* (1984) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$$AFI = (C - T) / (C + T) \times 100$$

เมื่อ C = % การกินในชุดควบคุม

T = % การกินในชุดทดลอง

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของเพี้ยอ่อนตัว

เตรียมสารสกัดจากต้นค้ำควาดำและต้นพามี โดยใช้สารความเข้มข้นต่ำที่ไม่มีผลทำให้เพี้ยอ่อนตัวตายหรือตายน้อย ในการทดลองครั้งนี้สารสกัดที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction ใช้ความเข้มข้น 0.3% (w/v) ส่วนสารสกัดที่สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำใช้ความเข้มข้น 3.0% (v/v) และใช้น้ำเป็นชุดควบคุม ทำการตัดใบถั่วฝักยาวมาพ่นด้วยสารละลายน้ำใส่ในขวด vial แล้วพันปากขวดด้วย parafilm เพื่อรักษาความชุ่มชื้นแก่ใบถั่ว จุ่มใบในสารสกัดที่เตรียมไว้นาน 10 วินาที ผึ่งใบให้แห้ง วางใบซุบสารในถ้วยเลี้ยงแมลง เชื้อเพี้ยอ่อนตัวอายุ 4 วัน ที่ปล่อยให้อุดอาหารไว้ก่อนล่วงหน้า 30 นาที ลงบนใบถั่วใบละ 1 ตัว ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ ฝ้าดูพฤติกรรมการกินอาหาร (สังเกตการแทงปากเข้าไปในพืชอาหาร) และบันทึกผล เป็นเวลา 15 นาที หลังการทดสอบ (ภาพผนวกที่ ข 9)

3. การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการออกลูกของแมลง

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของหนอนใยผักบนพืชอาหาร (Antioviposition activity)

ทดสอบแบบให้ทางเลือก (choice test) เพาะกล้าคะน้าในถ้วยพลาสติกซึ่งรองภายในด้วยกระดาษทิชชูเปียก เมื่ออายุครบ 7 วัน ถอนต้นกล้าคะน้าที่จนเหลือถ้วยละ 15 ต้น เตรียมสารสกัดจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีที่ความเข้มข้นสูง กลาง และต่ำ โดยสารสกัดด้วยวิธี Soxhlet extraction ใช้ที่ความเข้มข้น 5, 1.25 และ 0.3% (w/v) ส่วนสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ ใช้ที่ความเข้มข้น 50, 12.5 และ 3% (v/v) ตามลำดับ ทำการฉีดพ่นสารสกัดที่เตรียมไว้ลงบนต้นกล้าคะน้า ถ้วยละ 5 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดสเปรย์ขนาดเล็ก หลังจากนั้นนำต้นกล้าคะน้าที่ผ่านการฉีดพ่นสารแล้ว ความเข้มข้นละ 1 ถ้วยใส่ในกรงพลาสติก โดยมีต้นกล้าคะน้าที่ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า 1 ถ้วยเป็นชุดควบคุม ปล่อยผีเสื้อหนอนใยผักที่เพิ่งออกเป็นตัวเต็มวัยใหม่ๆ ในกรงๆ ละ 20 คู่ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้พืชและแมลงคนละชุดกัน ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง จึงทำการตรวจนับจำนวนไข่ (ภาพผนวกที่ ข 10) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่า Effective repellency (%ER) ตามวิธีของ Xue *et al.* (2001) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$$ER (\%) = (NC - NT) / NC \times 100 (\%)$$

เมื่อ NC = จำนวนไข่ในชุดควบคุม

NT = จำนวนไข่ในชุดทดลอง

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว

ปลูกถั่วฝักยาวใส่ถั่วขนาดเล็ก ถั่วละ 1 ต้น เตรียมสารสกัดความเข้มข้นเดียวกันกับการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่ว (ข้อ 2.2) หลังจากนั้นฉีดพ่นสารลงบนต้นถั่วต้นละ 2 มิลลิเมตร โดยใช้ขวดสเปรย์ขนาดเล็ก ทิ้งให้แห้งก่อนเจียเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 7 วัน ลงไปต้นละ 1 ตัว แล้วครอบด้วยขวดน้ำพลาสติกตัดท้ายและปิดปากด้วยผ้าขาวบาง (ภาพผนวกที่ ข11) เพื่อป้องกันการหลบหนีของเพลี้ยอ่อนถั่ว หลังจากนั้นตรวจนับจำนวนลูกที่พบทุกๆ 24 ชั่วโมง จนเพลี้ยอ่อนถั่วแม่พันธุ์ตาย

4. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในเรือนทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดต่อหนอนใยผัก

การทดสอบในสภาพเรือนทดลองใช้สารสกัดจากต้นค้างคาวคำซึ่งสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย (TES) พิจารณาจากผลการทดลองอื่นที่ดำเนินการก่อนล่วงหน้า ในการทดสอบครั้งนี้ใช้สารที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % (w/v) ผสมสารจับใบ 0.5% ใช้ต้นคะน้าอายุประมาณ 50 วัน โดยปลูกต้นคะน้าใส่กระถางๆ ละ 1 ต้น จำนวน 40 กระถาง โดยแบ่งเป็น 2 ฟัง คือ ฟังชุดควบคุม และฟังชุดทดลอง ฟังละ 20 ต้น ทำการฉีดพ่นสารสกัดที่เตรียมไว้ด้วยกระบอกฉีด (foggy) ในฟังที่เป็นชุดทดลอง ส่วนฟังที่เป็นชุดควบคุมฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า หลังจากครอบด้วยมุ้งแล้วจึงปล่อยผีเสื้อหนอนใยผักจำนวน 20 คู่ เข้าไปภายในมุ้ง (ภาพผนวกที่ ข12) ตรวจนับจำนวนหนอนใยผักจากผักทุกต้นหลังจากฉีดพ่นสาร 7 วัน และทำการฉีดพ่นสารที่ระดับความเข้มข้นเดิมอีกครั้ง แล้วตรวจนับจำนวนหนอนใยผักหลังจากฉีดพ่นสาร 2 วัน นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

5. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสถิติวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
กรุงเทพมหานคร

6. ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มต้นตั้งแต่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2552

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลอง

1. การสกัดสารออกฤทธิ์

การสกัดสารออกฤทธิ์จากลำต้นค้ำควาดำและพามี โดยใช้วิธีการสกัด 2 วิธี คือ วิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย ได้สารสกัดหยาบอยู่ในลักษณะของเหลวข้นหนืด (ภาพที่ 5) เมื่อนำไปเตรียมสำหรับใช้ทดสอบที่ความเข้มข้นต่างๆ จึงใช้วิธีการชั่งก่อนนำไปเจือจางด้วยน้ำให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ (% w/v) ส่วนอีกวิธีหนึ่ง คือ วิธีต้มด้วยน้ำ (hot water extraction) จะได้สารสกัดหยาบอยู่ในลักษณะของเหลวใส (ภาพที่ 6) สามารถนำไปเจือจางด้วยน้ำให้เป็นความเข้มข้นต่างๆ ได้โดยตรง (% v/v) ซึ่งจากการสกัดในครั้งนี้ได้สารสกัดหยาบ 4 ชนิด สำหรับใช้ทดสอบต่อไป ดังนี้

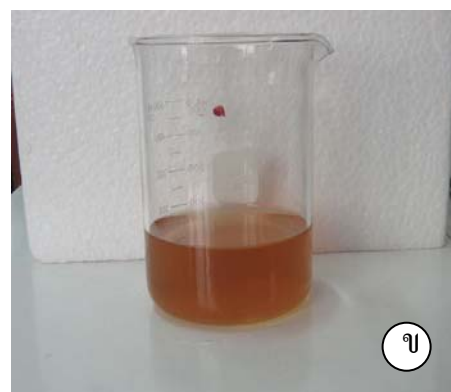
1. สารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย (TES) (ภาพที่ 5 ก)
2. สารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ (THW) (ภาพที่ 6 ก)
3. สารสกัดหยาบจากต้นพามีด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย (LES) (ภาพที่ 5 ข)
4. สารสกัดหยาบจากต้นพามีต้มด้วยน้ำ (LHW) (ภาพที่ 6 ข)



ภาพที่ 5 สารสกัดหยาบสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย

(ก) สารสกัดหยาบจากต้นลำไยดำ (TES)

(ข) สารสกัดหยาบจากต้นพหมี (LES)



ภาพที่ 6 สารสกัดหยาบสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ

(ก) สารสกัดหยาบจากต้นลำไยดำ (THW)

(ข) สารสกัดหยาบจากต้นพหมี (LHW)

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควดดำและต้นพามีต่อหนอนใยผัก

2.1 ประสิทธิภาพในการฆ่า (Insecticidal activity)

ผลการทดสอบสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควดดำต่อหนอนใยผัก วัย 2 โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) พบว่า สารสกัด TES ที่ระดับความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10% (w/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้ 14, 14, 44, 68, 88 และ 96% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10% ให้ผลการตายสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับผลที่ได้จากความเข้มข้น 5% แต่ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติกับผลที่ได้จากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) และจากข้อมูลการตายของหนอนใยผัก นำมาคำนวณหาค่าความเป็นพิษของสารสกัด ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 1.57% (w/v) ส่วนสารสกัด THW ก็มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้เช่นกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100% (v/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้ 20, 32, 40, 54, 70 และ 82% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100% ให้ผลการตายสูงสุด และแตกต่างกันทางสถิติกับผลของความเข้มข้นอื่นที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 22.98% (v/v) (ตารางที่ 1)

ผลการทดสอบสารสกัดหยาบจากต้นพามีต่อหนอนใยผัก วัย 2 โดยใช้วิธีการทดสอบเดียวกัน พบว่า สารสกัด LES ที่ระดับความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10% (w/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้ 6, 10, 20, 34, 46 และ 72% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10% ให้ผลการตายสูงสุด และแตกต่างกันทางสถิติกับผลการทดลองที่ความเข้มข้นอื่นที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.35% (w/v) (ตารางที่ 2) ส่วนสารสกัด LHW ก็มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้ใกล้เคียงกัน ที่ระดับความเข้มข้น 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100% (v/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้ 26, 38, 44, 50, 58 และ 68% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100% ให้ผลการตายสูงสุด ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 50% แต่ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติกับผลที่ได้จากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 32.04% (v/v) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของหนอนใยผักวัย 2 หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากต้น
 ค้างคาวดำที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)

สารสกัดหยาบจากต้นค้างคาวดำ			
สารสกัด TES		สารสกัด THW	
ความเข้มข้น (% w/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}	ความเข้มข้น (% v/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}
ชุดควบคุม	2±2.00a	ชุดควบคุม	8±3.26a
0.3125	14±6.00a	3.125	20±2.98b
0.625	14±4.26a	6.25	32±3.26c
1.25	44±10.24b	12.5	40±4.21c
2.5	68±8.00b	25	54±4.26d
5	88±5.33c	50	70±4.47e
10	96±2.66c	100	82±4.66f
$LC_{50}=1.57\%$ (w/v)		$LC_{50}=22.98\%$ (v/v)	

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

ตารางที่ 2 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของหนอนใยผักกวย 2 หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพาหมีที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)

สารสกัดหยาบจากต้นพาหมี			
สารสกัด LES		สารสกัด LHW	
ความเข้มข้น (% w/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}	ความเข้มข้น (% v/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}
ชุดควบคุม	6±3.05a	ชุดควบคุม	8±3.26a
0.3125	6±3.05a	3.125	26±5.20b
0.625	10±3.33ab	6.25	38±4.66bc
1.25	20±5.16b	12.5	44±6.53cd
2.5	34±4.26c	25	50±6.14cd
5	46±4.26d	50	58±6.28de
10	72±4.42e	100	68±4.42e
$LC_{50}=5.35\%$ (w/v)		$LC_{50}=32.04\%$ (v/v)	

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

2.2 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant activity)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักวัย 2 ที่อดอาหารทิ้งไว้นาน 30 นาที โดยใช้สารในอัตราความเข้มข้นต่ำ และใกล้เคียงกับค่า LC_5 ที่คำนวณได้จากการทดลองในข้อ 2.1 โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ทดสอบแบบไม่ให้ทางเลือก (no-choice test) และเช็คผลที่ 24 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง โดยตรวจวัดพื้นที่ใบที่ถูกกินเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เพื่อคำนวณค่ายับยั้งการกิน (AFI) พบว่าสารสกัดหยาบทั้ง 4 ชนิด สามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ในระดับต่ำ โดยสารสกัด TES 0.2% (w/v) มีค่า AFI เท่ากับ 20.81% สารสกัด THW 1.2% (v/v) มีค่า AFI เท่ากับ 24.07% ส่วนสารสกัด LES 0.6% (w/v) มีค่า AFI เท่ากับ 11.03% และสารสกัด LHW 0.2% (v/v) มีค่า AFI เท่ากับ 14.64% (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย AFI ของสารทั้ง 4 ชนิด พบว่า ค่าเฉลี่ย AFI ของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำทั้ง 2 ชนิด (TES และ THW) มีความแตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ย AFI ของสารสกัดหยาบจากต้นพามีทั้ง 2 ชนิด (LES และ LHW) อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3 อัตรายับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant index, AFI) ของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีที่ความเข้มข้นใกล้เคียงค่า LC_5 ที่ 24 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลองทดสอบแบบไม่ให้ทางเลือก (no-choice test)

สารสกัดหยาบ	ความเข้มข้น (%)	อัตรายับยั้งการกินอาหาร ^{1/} (AFI)
TES	0.2 % (w/v) ($LC_5=0.27$)	20.81±2.16b
THW	1.2 % (v/v) ($LC_5=1.22$)	24.07±3.19b
LES	0.6 % (w/v) ($LC_5=0.60$)	11.03±1.81a
LHW	0.2 % (v/v) ($LC_5=0.21$)	14.64±1.78a

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

2.3 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหาร (Antioviposition activity)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควดดำในการยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักบนพืชอาหาร ทดสอบแบบให้ทางเลือก (choice test) นับจำนวนไข่ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง แล้วนำจำนวนไข่มาคำนวณหาค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) พบว่าสารสกัด TES ที่ระดับความเข้มข้น 0.3, 1.25, และ 5% (w/v) มีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) เท่ากับ 46.65, 55.13, และ 80.96% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5% (w/v) ให้ผลยับยั้งการวางไข่ (% ER) ได้มากที่สุด แตกต่างทางสถิติกับผลการทดลองที่ความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสารสกัด THW ใช้ที่ระดับความเข้มข้น 3.0, 12.5, และ 50% (v/v) ก็สามารถยับยั้งการวางไข่เช่นกัน โดยมีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) เท่ากับ 26.56, 35.68 และ 72.30% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 50% (v/v) ให้ผลยับยั้งการวางไข่ (% ER) ได้มากที่สุด แตกต่างทางสถิติกับผลจากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นพามีในการยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก โดยใช้วิธีการทดสอบเดียวกัน พบว่าสารสกัดดังกล่าวสามารถยับยั้งการวางไข่ได้เช่นกันแต่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ สารสกัด LES ที่ระดับความเข้มข้น 0.3, 1.25, และ 5% (w/v) มีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) เท่ากับ 32.29, 37.69 และ 47.60% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5% มีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) ได้ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลจากความเข้มข้นอื่นๆ แต่แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสารสกัด LHW ที่ระดับความเข้มข้น 50% (v/v) มีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) ได้เพียง 21.77% และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 50% (v/v) มีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) ได้ไม่แตกต่างทางสถิติกับผลจากความเข้มข้นอื่นๆ และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 เปอร์เซนต์ยับยั้งการวางไข่ (%effective repellency, %ER) ของสารสกัดหยาบจากต้น
 ค้างคาวดำและต้นพามีต่อผีเสื้อหนอนใยผัก ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง (ผีเสื้อ
 20 คู่, ต้นกล้าคะน้า 15 ต้น)

สารสกัด หยาบ	ความเข้มข้น (%)	จำนวนไข่ ^{1/} (ฟอง)	เปอร์เซนต์ยับยั้งการ ^{2/} วางไข่ (% ER)
TES	5 % (w/v)	81.33±38.19	80.96±8.07c
	1.25 % (w/v)	176.66±13.77	55.13±7.13b
	0.3 % (w/v)	215.33±22.51	46.65±4.65b
	ชุดควบคุม	415.00±39.45	0±0.00a
THW	50 % (v/v)	85.66±16.82	72.30±5.60c
	12.5 % (v/v)	165.66±17.03	35.68±15.87b
	3 % (v/v)	224.33±34.66	26.56±11.35ab
	ชุดควบคุม	310.00±22.81	0±0.00a
LES	5 % (w/v)	127.06±5.85	47.60±8.87b
	1.25 % (w/v)	156.33±15.85	37.69±2.23b
	0.3 % (w/v)	171.33±34.37	32.29±10.44b
	ชุดควบคุม	254.33±38.04	0±0.00a
LHW	50 % (v/v)	131.66±23.10	21.77±11.24a
	12.5 % (v/v)	165.66±62.91	25.42±12.72a
	3 % (v/v)	136.00±51.05	31.62±16.26a
	ชุดควบคุม	171.33±25.15	0±0.00a

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

^{2/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความ
 แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพาหมีต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว

3.1 ประสิทธิภาพในการฆ่า (Insecticidal activity)

ผลการทดสอบสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำต่อเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) พบว่าสารสกัด TES ที่ระดับความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10% (w/v) มีฤทธิ์ในการเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 44, 46, 52, 54, 76 และ 80% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ความเข้มข้น 10% (w/v) ให้ผลการตายสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับความเข้มข้น 5% (w/v) แต่ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติจากผลของความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.14% (w/v) (ตารางที่ 5) ส่วนสารสกัด THW ก็มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนเพลี้ยอ่อนถั่วได้เช่นกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100% (v/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 16, 28, 38, 38, 38 และ 64% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100% ให้ผลการตายสูงสุด และแตกต่างกันทางสถิติจากผลของความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 70.32% (v/v) (ตารางที่ 5)

ผลการทดสอบสารสกัดหยาบจากต้นพาหมีต่อเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน พบว่าสารสกัด LES ที่ระดับความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10% (w/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 28, 28, 38, 42, 64 และ 84% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10% ให้ผลการตายสูงสุด และแตกต่างกันทางสถิติกับผลจากความเข้มข้นอื่นที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.61% (w/v) (ตารางที่ 6) ส่วนสารสกัด LHW ก็มีฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ แต่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100% (v/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 12, 12, 14, 18, 26 และ 32% ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100 % ให้ผลการตายสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับผลจากความเข้มข้น 50% แต่ให้ผลแตกต่างกันทางสถิติกับผลจากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) เนื่องจากอัตราการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วต่ำ เพราะสารสกัด LHW ที่ทดสอบใช้ในอัตราที่ค่อนข้างต่ำ จึงไม่สามารถนำมาคำนวณค่า LC_{50} ได้

ตารางที่ 5 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำ ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)

สารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำ			
สารสกัด TES		สารสกัด THW	
ความเข้มข้น (% w/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}	ความเข้มข้น (% v/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}
ชุดควบคุม	8±2.00a	ชุดควบคุม	6±2.45a
0.3125	44±2.45b	3.125	16±2.48ab
0.625	46±4.00b	6.25	28±3.74bc
1.25	52±3.74b	12.5	38±5.83c
2.5	54±5.10b	25	38±3.74c
5	76±6.78c	50	38±4.90c
10	80±8.37c	100	64±5.83d
$LC_{50}=1.14$ % (w/v)		$LC_{50}=70.34$ % (v/v)	

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

ตารางที่ 6 อัตราการตายและค่า LC_{50} ของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน หลังจากได้รับสารสกัดหยาบ
พามี ที่ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)

สารสกัดหยาบจากต้นพามี			
สารสกัด LES		สารสกัด LHW	
ความเข้มข้น (% w/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}	ความเข้มข้น (% v/v)	อัตราการตาย (%) ^{1/}
ชุดควบคุม	6±2.44a	ชุดควบคุม	6±2.45a
0.3125	28±3.74b	3.125	12±3.74ab
0.625	28±3.74b	6.25	12±2.00ab
1.25	38±3.74b	12.5	14±2.45ab
2.5	42±5.83b	25	18±3.74bc
5	64±6.00c	50	26±4.00cd
10	84±5.09d	100	32±3.74d
$LC_{50}=2.61\%$ (w/v)		N/A ^{2/}	

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

^{2/} N/A = not available

3.2 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant effect)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพาหมีในการยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่ว โดยสังเกตจากจำนวนและระยะเวลาการแทงปากเข้าไปในพืชอาหาร ในช่วงเวลา 15 นาที หลังเริ่มการทดลอง พบว่า จำนวนและระยะเวลาการแทงปากเข้าไปในพืชอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทั้งนี้เพลี้ยอ่อนถั่วในชุดควบคุมมีการแทงปากลงในพืชอาหารเฉลี่ย 5.00 ครั้ง ในขณะที่เพลี้ยอ่อนถั่วจากชุดทดลองที่ใบถั่วถูกจุ่มในสารสกัดต่างๆ มีจำนวนครั้งในการแทงปากน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) โดยสารสกัด LES มีผลให้เพลี้ยอ่อนถั่วแทงปากลงในใบถั่วน้อยที่สุดเพียง 1.20 ครั้ง ในช่วงเวลา 15 นาที นอกจากนั้นสารสกัดทั้ง 4 ชนิด ในอัตราความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบยังมีผลทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมการแทงปากดูดกินอาหารลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) โดยเพลี้ยอ่อนถั่วในชุดควบคุมใช้เวลาเฉลี่ย 9.20 นาที สำหรับการแทงปากดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืช จากช่วงเวลา 15 นาที ของการสังเกตพฤติกรรม ในขณะที่เพลี้ยอ่อนถั่วในชุดทดลองซึ่งได้รับสารสกัดต่างๆ ใช้เวลาดำกว่า 1 นาที ในการแทงปากดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืช

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยจำนวนและระยะเวลาในการแทงปากของเพลี้ยอ่อนถั่วลงในใบพืชอาหาร ซึ่งผ่านการจุ่มสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพาหมี จากการเฝ้าสังเกตเป็นเวลา 15 นาที

สารสกัดหยาบ	ความเข้มข้น (%)	จำนวนการแทงปากใน ^{1/} พืชอาหาร (ครั้ง)	ระยะเวลาการแทงปากในพืช ^{1/} อาหารในเวลา 15 นาที (นาที)
TES	0.3 % (w/v)	2.40±0.89b	0.38±0.09b
THW	3.0 % (v/v)	2.20±1.48b	0.42±0.13b
LES	0.3 % (w/v)	1.20±0.44b	0.19±0.03b
LHW	3.0 % (v/v)	2.40±1.67b	0.40±0.10b
ชุดควบคุม	0.0	5.00 ±1.58a	9.20±0.78a

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

3.3 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกลูก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีในการยับยั้งการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว ทดสอบโดยเจียเพลี้ยอ่อนถั่ว ไร่ 4 ลงบนต้นถั่วที่ฉีดพ่นสารสกัด ต้นละ 1 ตัว แล้วทำการบันทึกผลการออกลูกทุกๆ 24 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง จนเพลี้ยอ่อนถั่วแม่พันธุ์ตาย พบว่า เพลี้ยอ่อนถั่วในชุดควบคุมและสารสกัด LES 0.3% (w/v) มีอัตราการออกลูกมากที่สุดเท่ากัน คือ 18.20 ตัว และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนลูกเฉลี่ยของเพลี้ยอ่อนถั่ว จากชุดทดลองซึ่งต้นถั่วได้รับการฉีดพ่นสารสกัดต่างๆ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว ซึ่งเลี้ยงบนต้นถั่วที่ได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามี (ต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว 1 ตัว)

สารสกัด หยาบ	ความเข้มข้น (%)	อัตราการออกลูกของ ^{1/} เพลี้ยอ่อนถั่ว (ตัว)
TES	0.3 % (w/v)	5.80±0.73b
THW	3.0 % (v/v)	4.40±0.50b
LES	0.3 % (w/v)	18.20±1.06a
LHW	3.0 % (v/v)	6.80±0.80b
ชุดควบคุม	0.0	18.00±1.48a

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's multiple range test

4. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในเรือนทดลอง

ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดต่อหนอนใยผัก

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดในสภาพเรือนทดลอง โดยใช้สาร TES ที่ความเข้มข้น 0.5 % (w/v) ทำการฉีดพ่นสาร 2 ครั้ง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหาร (ต้นคะน้า) และประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผัก โดยปล่อยผีเสื้อหนอนใยผัก จำนวน 20 คู่ รอจนผีเสื้อหนอนใยผักวางไข่และฟักออกมาเป็นตัวหนอน ตรวจสอบจำนวนหนอนใยผักครั้งที่ 1 หลังการฉีดพ่นสาร 7 วัน พบว่า ในชุดทดลอง (TES 0.5% (w/v)) มีหนอนใยผัก 10.45 ตัว/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับผลการทดลองในชุดควบคุม ที่มีหนอนใยผัก 11.55 ตัว/ต้น และเมื่อทำการฉีดพ่นสารสกัดซ้ำอีกครั้ง และตรวจสอบจำนวนหนอนใยผักอีกครั้ง 2 วันหลังการฉีดพ่นสาร พบว่า ในชุดทดลอง (TES 0.5% (w/v)) มีหนอนใยผัก 10.10 ตัว/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับผลการทดลองในชุดควบคุมที่มีหนอนใยผัก 12.40 ตัว / ต้น (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 จำนวนหนอนใยผักในสภาพเรือนทดลองเมื่อทดสอบกับสารสกัด TES 0.5% (w/v) โดยฉีดพ่นสาร 2 ครั้ง ทำการตรวจสอบครั้งที่ 1 หลังฉีดพ่นสาร 7 วัน และตรวจสอบครั้งที่ 2 หลัง การฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 2 วัน

การฉีดพ่นสาร (ครั้ง)	กรรมวิธี	N	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น)	t	df	P
1	TES 0.5% (w/v)	20	10.45±1.42	-0.583	19	0.567
	ชุดควบคุม	20	11.55±1.14			
2	TES 0.5% (w/v)	20	10.10±1.16	-1.717	19	0.102
	ชุดควบคุม	20	12.40±0.83			

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพาหมีที่มีต่อหนอนใยผัก

1.1 ประสิทธิภาพในการฆ่า (Insecticidal activity)

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำที่มีต่อหนอนใยผักวัย 2 โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) พบว่า สารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำมีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้สูง โดยสารสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction ใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย (TES) สามารถฆ่าหนอนใยผักได้สูงกว่าสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ (THW) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปทุมพร (2546) ที่รายงานว่าสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำที่สกัดด้วย ethanol 95% และสารสกัดกึ่งบริสุทธิ์จากส่วนสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม และส่วนสกัดด้วยน้ำ ที่ความเข้มข้น 1% มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนกระทู้ผักได้ 65, 68 และ 68% ตามลำดับ ที่ 48 ชั่วโมงหลังเริ่มทดลอง แต่ให้ผลตรงข้ามกับ กันทรส (2546) และ รัตติยา และพิทยา (2543) ซึ่งรายงานว่าสารสกัดหยาบจากลำต้นได้ค้ำคาวดำด้วย acetone ที่ความเข้มข้น 1% มีฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผักได้ดี แต่ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนกระทู้ผัก ดังนั้นจึงคาดว่า ethanol และ น้ำ น่าจะเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์จากต้นค้ำคาวดำที่มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงได้

ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าของสารสกัดหยาบจากต้นพาหมีที่มีต่อหนอนใยผักวัย 2 พบว่า สารสกัดหยาบจากต้นพาหมีมีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้ แต่มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผักได้ต่ำกว่าสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำ และสารสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย สามารถฆ่าหนอนใยผักได้สูงกว่าสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานที่ว่าการนำสารสกัดจากต้นพาหมีมาใช้ควบคุมแมลง โดยการใช้สารสกัดจากลำต้นและรากของต้นพาหมีในการควบคุมเพลี้ยไฟมะม่วง และใช้เป็นส่วนผสมในการทำน้ำสมุนไพรหมักสามารถกำจัดแมลงในแปลงผักได้ (นิรนาม, 2547) Amarajeewa *et al.* (2007) รายงานว่า สารสกัดจากเปลือกลำต้นของ *Gnidia glauca* Gilg ซึ่งเป็นพืชในวงศ์เดียวกับต้นพาหมี สกัดด้วย hexane, dichloromethane และ methanol มีสารออกฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุง *Aedes aegypti* L. ได้ โดยสารสกัดด้วย dichloromethane สามารถฆ่าลูกน้ำยุงได้ 100% เช่นเดียวกับ Sundararajan and Kumuthaklavalli (2001) ซึ่งรายงานว่า สารสกัดจากใบ *G. glauca* ด้วยน้ำมีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้ายได้มากกว่า 50% ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0%

จากการใช้วิธีการสกัดและตัวทำละลายที่แตกต่างกันในการสกัดสารออกฤทธิ์จากต้น ค้างคาวดำและต้นพามี และนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผัก พบว่า ทั้งสารสกัด หนอยาบจากต้นค้างคาวดำและต้นพามี ที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำ ละลาย มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้สูงกว่า และสามารถใช้อัตราความเข้มข้นที่ต่ำกว่าสาร สกัดหนอยาบที่สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ อาจเนื่องจากการสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายได้สารสกัดที่เข้มข้นกว่าสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ ดังนั้นคาดว่าสารสกัดสารออก ฤทธิ์ด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย ให้สารที่มีความเข้มข้นและมีฤทธิ์ ในการฆ่าหนอนใยผักได้ดีกว่าสารที่สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ คำนวน (2549) ที่ รายงานว่า สารสกัดจากดอกกานพลูที่สกัดด้วย ethanol มีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.32% (v/v) ต่อหนอนใย ผัก ซึ่งต่ำกว่าสารสกัดจากดอกกานพลูที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ ที่มีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.43% (v/v) แสดงว่าสารสกัดจากดอกกานพลูที่สกัดด้วย ethanol มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผักได้ดีกว่า สารสกัดจากดอกกานพลูที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ เช่นเดียวกับ ฤชอร และคณะ (2549) ซึ่งรายงาน ว่า สารสกัดจากใบขี้เหล็กสดแช่แอลกอฮอล์ มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ 100% รองลงมา คือ สารสกัดจากใบขี้เหล็กต้มด้วยน้ำ และแช่น้ำ ตามลำดับ

1.2 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant activity)

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก พบว่า สาร สกัดหนอยาบจากต้นค้างคาวดำด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายและสาร สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ สามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ค่อนข้างต่ำ และให้ผล ไกล่เคียงกันทั้ง 2 วิธี อาจเนื่องมาจากการทดลองครั้งนี้ใช้อัตราความเข้มข้นที่ต่ำ (ใกล้เคียงค่า LC_5) จึงมีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของหนอนใยผักน้อย หากมีการใช้สารสกัดในอัตราความ เข้มข้นที่สูงขึ้นอาจจะสามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้มากขึ้น

ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ รัตติยา และพิทยา (2543) ซึ่งรายงาน ว่า สาร สกัดหนอยาบจากลำต้นใต้ดินของค้างคาวดำด้วย acetone ที่ความเข้มข้น 1% สามารถยับยั้งการกิน อาหารของหนอนกระทู้ผักได้ นอกจากนี้ ปทุมพร (2546) ยังรายงานว่าสารสกัดหนอยาบจากต้น ค้างคาวดำด้วย ethanol มีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของหนอนกระทู้ผักได้เช่นเดียวกัน โดยการ ทดสอบแบบเลือกกินตามวิธีของ Escoubas *et al.* (1993) และเกณฑ์การตัดสินพืชที่มีฤทธิ์ยับยั้งการ

กินอาหาร ที่ค่า AFI น้อยกว่า 20 พบว่าสารสกัดหยาบจากลำต้นค้ำควาดำ มีค่า AFI เท่ากับ 17.26 ซึ่งสามารถยับยั้งการกินอาหารได้ค่อนข้างดี เช่นเดียวกับ กันธรส (2544) ที่รายงานว่าสารสกัดหยาบจากลำต้นใต้ดินของค้ำควาดำด้วย acetone ที่ความเข้มข้น 1% สามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนกระทู้ผักได้ โดยมีค่า AFI เท่ากับ 16.86 และ รัตติยา และพิทยา (2544) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทำละลายได้แก่ น้ำ, น้ำและต้มนาน 2 ชั่วโมง, methanol และ acetone ในการสกัดสารออกฤทธิ์ควบคุมหนอนกระทู้ผักจากใบและลำต้นใต้ดินค้ำควาดำ พบว่า สารสกัดหยาบจากลำต้นใต้ดินด้วยน้ำและต้มนาน 2 ชั่วโมงให้ผลยับยั้งการกินได้ดีเท่ากับสารสกัดหยาบด้วย methanol และ acetone

ส่วนสารสกัดหยาบจากต้นพามี ทั้งชนิดที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายและสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำก็มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจเป็นเพราะการทดลองครั้งนี้ใช้ในอัตราความเข้มข้นในการทดสอบที่ต่ำเกินไป (ใกล้เคียงค่า LC_{50})

ทั้งนี้งานวิจัยหลายชิ้น ที่รายงานว่าสารสกัดจากพืชสามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ เช่น จรงค์ศักดิ์ และคณะ (2551) ทดสอบประสิทธิภาพยับยั้งการกินอาหารของสารสกัดจากผักชีลาว (*Anethum graveolens* Linn.) ผักเพกา (*Oroxylum indicum* Vent.) และผักแว่น (*Polygonum odoratum* Lour.) ที่สกัดด้วย acetone, ethanol และ hexane ต่อหนอนใยผัก โดยให้หนอนใยผักเลือกกิน (choice test) พบว่า สารสกัดจากผักแว่นด้วย acetone ที่ความเข้มข้น 4% ($7.6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) สามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้สูงสุด มีค่า AFI เท่ากับ 100% รองลงมาคือ ผักชีลาวที่สกัดด้วย hexane และพบว่าใบผักกวางตุ้งที่หดยาสกัดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้หนอนใยผักมีการกินอาหารลดลง

1.3 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหาร (Antioviposition activity)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีในการยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักบนพืชอาหาร พบว่า สารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำทั้งที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายและสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำสามารถยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักบนพืชอาหารได้ค่อนข้างดี แตกต่างกับสารสกัดหยาบจากต้นพามีที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายสามารถยับยั้งการวางไข่

ของผีเสื้อหนอนใยผักได้ค่อนข้างน้อย และสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำไม่สามารถยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหารของผีเสื้อหนอนใยผักได้เลย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำมีกลิ่นจุนกว่าสารสกัดหยาบจากต้นพาหมี เมื่อฉีดพ่นสารบนพืชอาหารทำให้กลิ่นของพืชอาหารเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งมีผลให้ผีเสื้อหนอนใยผักไม่สามารถหาพืชอาหารพบได้ เพราะโดยปกติผีเสื้อหนอนใยผักสามารถหาพืชอาหารได้โดยการรับรู้กลิ่นจากใบพืชตระกูลกะหล่ำ ซึ่งมีสาร glucosinolates (Renwick, 2002; Sarfraz *et al.*, 2006) เป็นสารที่จะไปกระตุ้นทำให้หนอนใยผักมีการกินอาหารและวางไข่ (Thorsteinson, 1953; Fahey *et al.*, 2001)

ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ Charleston *et al.* (2005) ซึ่งทำการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหารของผีเสื้อหนอนใยผักจากสารสกัดจากใบเถียน (*Melia azedarach* L.) ต้มด้วยน้ำ พบว่า สารสกัดจากใบเถียนสามารถลดอัตราการวางไข่บนพืชอาหารที่ฉีดพ่นสารได้ดี เมื่อเทียบกับพืชอาหารในชุดควบคุม เช่นเดียวกันกับ Dover (1985) รายงานว่า สารสกัดจาก hyssop, rosemary, sage, thyme และ white clover สามารถยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักบนพืชอาหารได้ นอกจากนี้ Hough-Goldstein and Hahn (1992) ยังรายงานว่า สารสกัดจาก *Tanacetum vulgare* L. สามารถยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักบนพืชอาหารได้ และสารสกัดจากต้นเถียนด้วย ethanol ก็สามารถยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักบนพืชอาหารได้เช่นกัน (Chen *et al.*, 1996).

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพาหมีต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว

2.1 ประสิทธิภาพในการฆ่า (Insecticidal activity)

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพาหมีที่มีต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว อายุ 4 วัน โดยทดสอบด้วยวิธีเดียวกันกับหนอนใยผัก พบว่า สารสกัดหยาบจากต้นค้ำคาวดำและต้นพาหมีที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายมีฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ค่อนข้างสูง และใกล้เคียงกัน และมีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ดีกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ อาจเนื่องจากการสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายได้สารสกัดที่เข้มข้นและมีสารออกฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วมากกว่าสารสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ

ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับ งานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน ที่พบว่าสารสกัดจากพืชมีฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนตัวได้ เช่น Dos *et al.* (2008) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจาก สะเดา (*Azadirachta indica*) รางจืด (*Calotropis procera*) ผักไผ่น้ำ (*Polygonum hydropiper*) ว่านผักบุ้ง (*Ipomoea sepiaria*) โดยสกัดด้วยน้ำร้อนและน้ำเย็น พบว่า สารสกัดผักไผ่น้ำและสะเดาด้วยน้ำร้อน สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนตัวได้สูงสุด 87.6-94.5 และ 80.5-89.6% ตามลำดับ ส่วนสารสกัดอื่นทั้งที่สกัดด้วยน้ำร้อนและน้ำเย็นก็สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนได้ 59.5-87.5% Bahar *et al.* (2007) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยน้ำ จากใบยาสูบ ใบสะเดา กระเทียม ยูคาลิปตัส และมะฮอกกานี ต่อเพลี้ยอ่อนตัวฝักยาว พบว่า สารสกัดจากใบยาสูบมีฤทธิ์ในการฆ่าเพลี้ยอ่อนตัวได้สูงสุด 74-90% รองลงมา คือ สารสกัดจากสะเดา ฆ่าเพลี้ยอ่อนตัวได้ 53-64% , สารสกัดจากกระเทียม, สารสกัดจากยูคาลิปตัส และมะฮอกกานี ตามลำดับ และ กฤษณกร (2530) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาต่อเพลี้ยอ่อนตัว โดยวิธีฉีดโคนตัว พบว่า สารสกัดสะเดาด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ (methanol extract) ให้ผลดีสามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนตัวได้โดย มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.056%

2.2 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant activity)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามิในการยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนตัว พบว่า สารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 2 ชนิด สามารถยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนตัวได้ โดยมีผลทำให้จำนวนและระยะเวลาการแทงปากในพืชอาหารที่จุ่มสารลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอาหารในชุดควบคุม อาจเนื่องมาจากเพลี้ยอ่อนตัวสัมผัสสารที่เคลือบอยู่บนพืชอาหารทำให้พฤติกรรมการกินอาหารเปลี่ยนไปไม่คุ้นเคยกับกลิ่นพืชอาหารเดิมทำให้มีการแทงปากในพืชอาหารน้อยลง ซึ่งแสดงว่ามีการกินอาหารน้อยลงด้วยเนื่องจากพฤติกรรมการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนคือ การแทงปากเข้าไปกินน้ำเลี้ยงจากยอด ใบอ่อน ช่อดอกและฝักอ่อน ของพืชอาหาร (ก้องเกียรติ, 2524)

ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ Powell (1997) ที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาในการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant effect) ของเพลี้ยอ่อน *Sitobion avenae* (F.) และ *Rhopalosiphum padi* (L.) โดยการสังเกตและจับเวลาการเจาะอยู่กับที่และเคลื่อนที่บนพืชอาหาร พบว่า สารสกัดสะเดาสามารถเปลี่ยนแปลงและลดพฤติกรรมการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

2.3 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกลูก

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีในการยับยั้งการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว โดยเจียเพลี้ยอ่อนถั่วลงบนต้นถั่วที่ฉีดพ่นสารสกัด พบว่าเพลี้ยอ่อนถั่วในชุดทดลอง (ฉีดพ่นสาร) มีอัตราการออกลูกลดน้อยลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ยกเว้นเพลี้ยอ่อนถั่วที่ได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามีที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย (LES)

ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ กฤษณกร (2530) ซึ่งทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาต่อเพลี้ยอ่อนถั่ววัย 3 โดยวิธีฉีดโคนตัว และนับจำนวนลูกที่เกิดขึ้นเป็นเวลา 5 วันพบว่า สารสกัดสะเดาที่สกัดด้วย hexane และ alcohol ที่ความเข้มข้น 0.05% ทำให้จำนวนเฉลี่ยของลูกเพลี้ยอ่อนถั่วที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด คือ 20 ตัว/แม่พันธุ์ 10 ตัว ซึ่งสารสกัดสะเดาด้วยตัวทำละลายต่างๆ ทั้ง hexane, alcohol และน้ำ มีผลทำให้ความสามารถในการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่วลดลงจากปกติ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งมีจำนวนเฉลี่ยของลูกเพลี้ยอ่อนถั่วที่เกิดขึ้นสูงถึง 85.5 ตัว/แม่พันธุ์ 10 ตัว

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีที่มีต่อหนอนใยผักและเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากพืชทั้ง 2 ชนิด มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักและเพลี้ยอ่อนถั่วได้ นอกจากนั้นยังมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารและยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหารของหนอนใยผัก และการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่วได้ ดังนั้นหากพิจารณาจากเกณฑ์การแบ่งประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ของ ผุสดี และพันธุ์ (2546) ที่แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามฤทธิ์ที่มีต่อแมลง คือ ออกฤทธิ์ทางตรงพิษเฉียบพลัน โดยเมื่อแมลงได้รับสารแล้วตายทันที เช่น สารไพรีทรัมและสารนิโคตินจากยาสูบ ออกฤทธิ์ทางอ้อมไม่ทำให้แมลงตาย แต่จะมีผลต่อระบบสรีระและพฤติกรรมของแมลง เช่น ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) ยับยั้งการเจริญเติบโตของตัวหนอน (growth inhibitor) มีผลต่อฮอร์โมนที่ใช้ควบคุมการลอกคราบหรือมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ทำให้แมลงเป็นหมัน ไข่ฝ่อ วางไข่ได้น้อยลง หรือไข่ที่ฟักไม่สมบูรณ์ เช่น azadirachtin และสาร rotenone และเป็นสารไล่หรือดึงดูดแมลง (repellent หรือ attractant) เป็นสารที่ป้องกันไม่ให้ศัตรูพืชเข้าทำลาย หรือล่อให้แมลงมาอยู่รวมกันเพื่อทำลายทีเดียว จึงจัดว่าสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีมีฤทธิ์ทั้งทางตรง ทางอ้อมและการไล่ ต่อหนอนใยผักและเพลี้ยอ่อนถั่ว

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในเรือนทดลอง

จากการทดสอบในสภาพเรือนทดลอง โดยเลือกใช้สารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำสกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย (TES) เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการฆ่าและยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหารต่อหนอนใยผักได้สูงในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า จำนวนหนอนใยผักในชุดทดลอง (ฉีดพ่นสาร) ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม และจากการสังเกตการทำลายต้นค้ำควาดำของหนอนใยผัก พบว่ามีความเสียหายไม่ต่างกับชุดควบคุม ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ให้ผลตรงข้ามกับ ปทุมพร (2546) ที่รายงานการใช้สารสกัดหยาบค้ำควาดำผสมกับดีปลีในสภาพแปลงปลูกค้ำควาดำ เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสารอินทรีย์ 3 ชนิด คือ สารสมุนไพรรวม, สาร azadirachtin และ สาร permethrin ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีการจัดจำหน่ายในรูปการค้า ในการป้องกันกำจัดแมลง พบว่า สารสกัดหยาบค้ำควาดำผสมกับดีปลีมีประสิทธิภาพควบคุมแมลงในแปลงผักได้ใกล้เคียงกันกับ สาร azadirachtin และ สาร permethrin

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองในสภาพเรือนทดลองในครั้งนี้ใช้สารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่ำ และอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมในเรือนทดลองต่างจากห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของสารสกัดได้ ดังนั้นจึงอาจต้องทำการทดสอบโดยใช้สารสกัดที่ความเข้มข้นสูงขึ้น หรือใช้ร่วมกับสารเสริมฤทธิ์หรือสารสกัดอื่นๆ

สรุป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีที่มีต่อหนอนใยผัก พบว่าสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีมีประสิทธิภาพในการฆ่า (Insecticidal activity) หนอนใยผักได้ โดยสารสกัด TES ที่ระดับความเข้มข้น 10% (w/v) มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้สูงสุด 96% ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มทดลอง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.57% (w/v) ส่วนสารสกัด LES และ LHW ก็สามารถฆ่าหนอนใยผักได้เช่นเดียวกันแต่ในอัตราที่ต่ำกว่า และทั้งสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามี ที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผักได้สูงกว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก พบว่าสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามียังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ (Antifeedant activity) แต่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากใช้สารสกัดในอัตราความเข้มข้นที่ต่ำ (ใกล้เคียงค่า LC_{50}) หากใช้สารสกัดในอัตราความเข้มข้นที่สูงกว่านี้อาจจะสามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้มากขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักบนพืชอาหาร พบว่า สารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีมีประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่บนพืชอาหารได้ ยกเว้น สารสกัด LHW ทั้งนี้สารสกัด TES ที่ระดับความเข้มข้น 5% (w/v) มีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) ได้สูงสุด 80.96% รองลงมาคือ สารสกัด THW ที่ระดับความเข้มข้น 50% (v/v) มีค่ายับยั้งการวางไข่ (% ER) ได้ 72.30%

ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีที่มีต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่า สารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีมีประสิทธิภาพในการฆ่า (Insecticidal activity) เพลี้ยอ่อนถั่วได้เช่นกัน โดยสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพามีที่สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลายให้ผลการตายใกล้เคียงกัน คือ สารสกัด TES 10% (w/v) สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 80% ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มทดลอง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.14% (w/v) ส่วนสารสกัด LES 10% (w/v) สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ 84% ที่ 72 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.61% ซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วได้ดีกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่าสามารถยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วได้ โดยมีผลทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วลดจำนวนและระยะเวลาการแทงปากในพืชอาหาร แต่เพลี้ยอ่อนถั่วในชุดทดลองที่ได้รับสารสกัดทั้ง 4 ชนิด ใช้เวลาในการกินอาหารเฉลี่ยไม่ถึง 1 นาที จากช่วงเวลา 15 นาที

และการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่าเพลี้ยอ่อนถั่วในชุดทดลอง (ฉีดพ่นสาร) มีอัตราการออกลูกลดลง ยกเว้นเพลี้ยอ่อนถั่วที่ได้รับสาร LES 0.3% (w/v) โดยเพลี้ยอ่อนถั่วที่ได้รับสาร THW 3.0% (v/v) มีอัตราการออกลูกต่ำสุด คือ 4.40 ตัว/แม่พันธุ์ 1 ตัว

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากต้นค้ำควาดำและต้นพาหมีที่มีต่อหนอนใยผักและเพลี้ยอ่อนถั่ว แสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากพืชทั้ง 2 ชนิด มีฤทธิ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อแมลง

สำหรับการทดสอบในสภาพเรือนทดลอง ในครั้งนี้ไม่สามารถยืนยันประสิทธิภาพของสารสกัดได้ เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้อาศัยสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำเกินไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษณกันต์ เต็มบุญเกียรติ. 2530. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาที่มีต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* Linn. และเพลี้ยอ่อนตัว *Aphis craccivora* Koch. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2550. สารอันตราย. แหล่งที่มา: <http://www.thaienvimonitor.net/Download/pollu-chem.XLS>, 2 ธันวาคม 2550.

กลุ่มกัญญาวิทยาทางการแพทย์. 2546. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

ก้องเกียรติ ว่องวิไลรัตน์. 2524. การศึกษาแมลงศัตรูผักบุ้ง (*Ipomoea reptans* Poir.) ถั่วฝักยาว (*Vigna sesquipedalis* Fruw.) และการป้องกันกำจัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โกสินทร์ กล้าใจ. ม.ป.ป. พืชเบียนพลงของสารสกัดพาล์มมีต่อปลา. โครงการงานวิจัยทางชีววิทยา. แหล่งที่มา: <http://www.bio.sci.tsu.ac.th/research/fileupload/441021103.doc>, 1 สิงหาคม 2550.

ขวัญชัย สมบัติศิริ, งามพ่อง คงคาทิพย์, สุรพล วิเศษสรรค์, อัญชลี สงวนพงษ์ และกนกวรรณ อนุกุลวรรธนะ. 2538. สะเดา: สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช. แนวเกษตร. 11(11): 103-104.

คันทรส มีเดช. 2544. สารออกฤทธิ์ป้องกันกำจัดหนอนกระชู้ผักจากลำต้นไต้ดินค้างคาวดำ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรีสาขาวิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คลินิกพืช กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. เพลี้ยอ่อนตัว. แหล่งที่มา: <http://plantpro.doae.go.th/plantclinic/plant/peanut/aphid.htm>, 19 ธันวาคม 2549.

คำณวน จินดา. 2549. ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงและการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากดอกทานตะวันดอก (Plutella xylostella Linn.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน, อัมร อินทร์สังข์ และสาโรช เจริญศักดิ์. 2551. ประสิทธิภาพของสารสกัดผักชีลาว (*Anethum graveolens* Linn.) ผักเพกา (*Oroxylum indicum* Vent.) ผักแว่น (*Polygonum odoratum* Lour.) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linn.). แหล่งที่มา: http://conf.agi.nu.ac.th/nhc7/upload/abstract/Ab_NHC7_จรงค์ศักดิ์%20พุมนวน_01.pdf, 2 มีนาคม 2552.

ชาญณรงค์ ดวงสอาด. 2550. แมลงศัตรูผัก. ศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ ภาคเหนือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. แหล่งที่มา: http://www.mju.ac.th/nbcrc/data/44/data01_44.doc, 1 มีนาคม 2550.

รัชชัย อินทุโส และ รัชชัย อินทุโส. 2544. วานยา-เสน่ห์หม่อมมงคล. มติชน, กรุงเทพมหานคร.

นันทวัน บุญยะประภัสร์. 2544. การสกัดแยกและพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารสำคัญจากสมุนไพร. น. 129-164. ใน นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, บรรณาธิการ. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เล่ม 1. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2547. สมุนไพรหมักสูตรบางเหริ่ง ช่วยกำจัดแมลงในแปลงผัก. คม-ชัด-ลึก เจาะข่าวทั่วไทย. แหล่งที่มา: <http://www.komchadluek.net/news/2004/12-01/farm1-15585621.html>, 1 สิงหาคม 2550.

ปทุมพร ดิยาชน. 2546. การใช้สารสกัดกิ่งบริสุทธิ์จากค้างคาวดำและดีปลีเพื่อควบคุมแมลงในการผลิตผัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์, นงพร กิจบำรุง, จักรพงศ์ พิริยพล, ศรีสุดา ไท่ทอง, สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น, ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์, อูราพร ใจเพชร, ศรีจันทร์ พิชิตสุวรรณชัย, สมรวย รุ่งรัตนวารี และ สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. 2542. **แมลงศัตรูผัก**. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผักไม้ดอกและไม้ประดับ กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ผุสดี สายชนะพันธ์ และ พันธิธร มะลิสวรรณ. 2546. **สมุนไพรกำจัดแมลงและศัตรูพืช**. บริษัท ศรีสยามพรีนซ์เอนด์แพคค์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

พิศิษฐ์ เมลานนท์. 2524. **การศึกษาทางอนุกรมวิธานของเพลี้ยอ่อนในท้องที่บางเขน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เขาวมาลัย คำเจริญ. 2547. **ยุคใหม่ของตัวอย่างในการเสริมยาสมุนไพรเป็นวัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ในการผลิตสัตว์ (An Update on Feed Additives in Animal Production with Special Reference to Medicinal Herbs) ใน สมุนไพรไทย: โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ครั้งที่ 2 วันที่ 15-16 มกราคม 2547**. ณ โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ.

ฤชอร วงศ์ภิรมย์, นที ชาวนา และปราณี ถาวรศิริ. 2549. **การศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* L.. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ปีงบประมาณ 2549**.

รักษ์เกียรติ จิรันธร. 2546. **สมุนไพรควบคุมแมลงศัตรูพืช**. บทความวิชาการ : มิถุนายน 2546. แหล่งที่มา: <http://pcog.pharmacy.psu.ac.th/thi/Article/2546/06-46/06-46.html>, 1 มีนาคม 2550.

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. **การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

รัตติยา นวลห่อ และ พิทยา สรวศิริ. 2543. ฤทธิ์ควบคุมหนอนกระพี้ของสารสกัดหยาบ
 ค้างคาวดำ, น. 200-209. ใน รายงานการสัมมนาแนวทางการพัฒนาสมุนไพรของประเทศ
 ไทย, 13-14 กันยายน 2543. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

_____. 2544. ฤทธิ์ควบคุมหนอนกระพี้ของสารสกัดหยาบจากค้างคาวดำ.
 วารสารเกษตร. 17(3): 176-184.

วงศ์สถิตน์ ชั่วกุล, พร้อมจิต สรลัมพ์, วิจิต เปานิล และ รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล. 2539. สมุนไพร
 พื้นบ้านลานนา. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล,
 กรุงเทพฯ.

วินัย รัชตปกรณชัย และ ณัฐวัฒน์ แยมยิ้ม. 2538. ผลของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ต่อ
 แมลงศัตรูพืชที่สำคัญในกระถาง. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2538. กลุ่มงานวิจัยแมลง
 ศัตรูพืชไม้ดอกและไม้ประดับ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2528. การศึกษานิเวศวิทยาของหนอนใยผักและศัตรูธรรมชาติในประเทศ
 ไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. สำนักพิมพ์โอเดียนส
 โตร์, กรุงเทพฯ.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

สุรพล วิเศษสรรค์. 2546. เอกสารประกอบการสอนวิชา 423581 กลไกของสารพิษในสัตว์.
 ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2546. การใช้สารฆ่าแมลงสลับกับเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ป้องกันกำจัดหนอนใยผักในกะหล่ำปลี. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 25(4): 271-282.

แสน ตีพัฒนานนท์. 2520. แมลงศัตรูผักบางชนิดในภาคกลางของประเทศไทยและการป้องกันกำจัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรัญ งามพ่องใส. 2547. สารเคมีควบคุมศัตรูพืช. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

อนันต์ วัฒนธัญกรรม. 2521ก. หนอนใยผัก, น. 2. ใน นาริลักษณ์ สุขกิจ (ผู้รวบรวม). บทความรู้ทางการเกษตร เผยแพร่ทางสถานีวิทยุกระจายเสียง เล่ม 3. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2521ข. การศึกษาเกี่ยวกับหนอนใยผัก, น. 548-598. ใน เอกสารประมวลการค้นคว้าวิจัย. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อัจฉราพร เกตุกระทุ่ม, เกศรา จีระจรรยา และ สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2528. กับดักสารเพศของหนอนใยผัก. วารสารวิชาการเกษตร. 3(9-12): 176-181.

เอี่ยมพร วิสมหมาย, ทยา เจนจิตติกุล และ อรณี วงศ์พนฤติน. 2541. พฤษภามัน. โรงพิมพ์เอช แอน กรู๊ป จำกัด, กรุงเทพฯ.

Agarwala, B.K., S. Das, and A.K. Bhaumik. 1987. Natural food range and feeding habits of aphidophagous insects in north east India. **J. Aphidol.** 1:18–22.

Akhtar, Y. and M.B. Isman. 2004. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. **J. Appl. Entomol.** 128: 32-38.

- Amarajeewa, B.W.R.C., A.P. Mudalige and V. Kumar. 2007. Chemistry and Mosquito Larvicidal Activity of *Gnidia glauca*. **Proc. Of the Peradeniya University Research Sessions**, Srilanka. 12(1): 100-102.
- Anonymous. n.d. **Saponins**. Phytochemicals. Available Source: <http://www.phytochemicals.info/phytochemicals/saponins.php>, January 7, 2009.
- Arkhipov, G.E. 1980. The cabbage moth. **Rev. Appl. Entomol. Ser. A**. 69: 391.
- Bahar, H., A. Islam, A. mannan and J. Uddin. 2007. Effectiveness of some botanical extracts on bean aphids attacking Yard Long Beans. **J. of Entomol.** 4(2): 136-142.
- Banziger, H. 1977. **Key for the Identification of Aphid of crops in Thailand**. Dept of Agriculture Ministry of Agriculture and Co-operation, Bangkok.
- Blackmand, R.L. and V.F. Eastop. 2000. **Aphid on the World's Crops an Identification Guide**. John Wiley and Sons, England.
- _____. 2007. Taxonomic issues, pp. 1-29. In H.F. van Emden and R. Harrington, eds. **Aphids as Crop Pests**. Cromwell Press, Trowbridge, UK.
- Blaney, W.M., M.S.J. Simmonds, S.V. Evans and Fellows, L.E. 1984. The role of the secondary plant compound 2,5-dihydroxymethyl 3,4-dihydroxypyrrolidine as a feeding inhibitor for insects. **Entomol. Exp. Appl.** 36:209–216.
- Brem, B., C. Seger, T. Pacher, O. Hofer, S. Vajrodaya and H. Greger. 2002. Feeding deterrence and contact toxicity of *Stemona* alkaloids – A source of potent natural insecticides. **J. Agric. Food Chem.** 50: 6383-6388.

- Bunsit, K., W. Rushtapakornchai and A. Vattanatangum. 1974. New insecticides for controlling diamondback moth (*Plutella xylostella* Linn.), pp. 81. *In Annual Research Report for 1974*. Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.
- Charleston, D.S., R. Kfir, L.E.M. Vet and M. Dicke. 2005. Behavioural responses of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica*. **Bull. of Entomological Res.** 95: 457–465.
- Chen, C.C., S.J. Chang, L.L. Cheng and R.F. Hou. 1996. Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Yponomeutidae). **J. of Appl. Entomol.** 120: 165–169.
- Cloyd, R. 2004. Natural indeed: **Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides**. Illinois Pesticide Review. Available Source: <http://www.pesticidesafety.uiuc.edu/newsletter/html/200403a.html>, December 2, 2008.
- Dover, J.W. 1985. The responses of some Lepidoptera to labiate herb and white clover extracts. **Entomol. Expt. Appl.** 39: 177–182.
- Dos, B.C., P.K., Sarker and M. Rahman. 2008. Aphidicidal activity of some indigenous plant extracts against bean aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). **J. Pest Sci.** 81: 153-159.
- Escoubas, P., L. Lajidi and A. Mitzutani. 1993. An improved leaf-disk antifeedant bioassay and its application for the screening of Hokkaido plant. **Entomol. Exp. Appl.** 66: 99-107.
- Facknath, S. 1997. Study of botanical pesticides in Mauritius. **Proc. Expert Group Meeting on Risk Reduction in Agrochemical Development in the AfrO-Arab region. Dec. 1996**, Mauritius.

- Fahey, J.W., A.T. Zalcman and P. Talalay. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. **Phytochemistry**. 56: 5–51.
- Hansen, D.J., J. Cuomo, M. Khan, R.T. Gallagher and W.P. Ellenberger. 1994. Advances in neem and azadirachtin chemistry and bioactivity, pp. 103-129. *In pest management agents*. American Chemical Society, Washington D.C.
- Harcourt, D.G. 1954. **The biology and ecology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* Curtis.**, in Eastern Ontario. Ph. D. Thesis, Conell Univ., New York.
- Hassall, K.A. 1990. **The Biochemistry and Uses of Pesticide**. Macmillan Press, London. 536 p.
- Hill, D.S. 1975. **Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control**. Cambridge University. Press, London.
- Hostettmann, K. and A. Marston. 1995. **Saponins**. Cambridge University. Press, London.
- Hough-Goldstein, J. and S.P. Hahn. 1992. Antifeedant and oviposition deterrent activity of an aqueous extract of *Tanacetum vulgare* L. on two cabbage pests. **Environ. Entomol.** 21: 837–844.
- Huang, Y. and S.H. Ho. 1998. Toxicity and antifeedant activities of cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **J. Stored Prod. Res.** 34: 11-17.
- _____, S.L. Lam and S.H. Ho. 2000. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **J. Stored Prod. Res.** 36: 107-117.

- Isman, M.B. 1999. Neem and related natural product, pp. 139-153. **In F.R. Hall and J.J. Menn, Eds. Methods in Biotechnology, Vol. 5: Biopesticides: Use and Delivery. Humana Press.** Totowa, New Jersey.
- _____, A.J. Wan and C. Passreiter. 2001. Insecticidal activities of essential oils to the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*. **Fitoterapia.** 72: 65-68.
- Klass, C., and M. Eames-Sheavly. 2004. **Cornell gardening resources Nature's Botanical Insecticide Arsenal ecogardening factsheet #7, spring 1993.** Gardening resources, Cornell University. Available Source:
<http://www.gardening.cornell.edu/factsheets/ecogardening/natbotan.html>, December 2, 2008.
- Knight, A.L., and D.M. Light. 2001. Attractants from Bartlett pear for codling moth, *Cydia pomonella* (L.), larvae. **Nzturwissenschaften.** 88: 339-342.
- Ko, L.T. and J.L. Fang. 1979. Studies on the biology of the diamondback moth *Plutella Xylostella*: life history, annual generations and temperature relations relations. **Rev. Appl. Entomol. Ser. A.** 68: 310.
- Kongkathip, N., A. Chandrapatya, U. Dilokkunanant, Y. Mongkolsook, V. Haruthaithanasan and B. Kongkathip. 2004. Toxicity and antifeedant of crude extract from leaves of *Melaleuca leucadendron* L. against *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Thai J. Agric. Sci.** 37(3): 199-211.
- Lee, B.H., P.C. Annis, F. Tumaalii and W.S. Choi. 2004. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1, 8-cineole against 3 major stored-grain insects. **J. Stored Prod. Res.** 40: 553-564.

- Li, J.H., W.Q. Ying, W. Mo, K.S. Kwon and Y.Z. Niu. 2001. Characteristics of two new isolates. **Rev. of Agri. Entomol.** 89 (6): 696.
- Light, D.M., A.L. Knight, C.A. Henrick, D. Rajapaska, B. Lingren, J.C. Dickens, K.M. Reynolds, R.G. Buttery, G. Merrill, J. Roitman and B.C. Campbell. 2001. codling moth, *Cydia pomonella*(L.). **Naturwissenschaften.** 88: 333-338.
- Magallona, E.D., E.A. Verzola, T.M. Reyes and C.M. Bajet. 1982. Insecticide management with particular relevance to Baguio-la Trinidad area. pp. 43-58. **Proc. 13th Annual Convention, Pest council of the Philippines**, Baguio.
- Mordue, A.J.L. and A. Blackwell. 1993. Azadirachtin. **J. Inst. Physiol.** 39: 903-924.
- Navarat, T., S. Pramjit and V. Rukachaisirikul. n.d. **Chemical constituents from the leaves of *Linostoma pauciflorum* Griff.** Available Source: http://www.scisoc.or.th/stt/32/sec_c/paper/stt32_C3_C0018.pdf, December 2, 2008.
- Nawrot, J., J. Hamatha, I. Kostova and I. Ognyanov. 1989. Antifeeding activity of rotenone and some derivatives towards selected insect storage pests. **Biochemical Systematics and Ecology.** 17(1): 55-57.
- Naunla, R. 1999. **Application of Medicinal Plant Crude Extract for Insect Control in Chinese Kale.** M.S. thesis, Chiangmai University, Chiangmai.
- Ooi, P.A.C. and K.I. Sudderuddin. 1979. **Control of Diamondback Moth in Cameron Highland, Malaysia.** Department of Agriculture Malaysia, Kuala Lumpur.
- _____ and W. Kelderman. 1977. A parasite of the diamondback moth in Cameron Highland, Malaysia. **Malaysian Agr. J.** 51: 187-190.

- Oyedeld, A.O., A.A. Gbolade, M.B. Sosan, F.B. Adewoyin, O.L. Soyelu and O.O. Orafidiya. 2002. Formulation of an effective mosquito-repellent topical product from lemongrass oil. **Phytomedicine**. 9(3): 259-262.
- Pagan, C. and M.P. Morris. 1953. A Comparison of the toxicity of mamey seed extract and rotenone. **J. Econ. Entomol.** 46: 1092-1093.
- Powell, G., J. Hardiel and J.A. Pickett. 1997. Laboratory evaluation of antifeedant compounds for inhibiting settling by cereal aphids. **Entomol. Expt. Appl.** 84: 189–193.
- Puttarudriah, M. and K.L. Bhutta. 1955. A preliminary notes on studies of mysory plants as sources of insecticides. **Indian J. Entomol.** 17: 121-124.
- Renwick, J.A.A. 2002. The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. **Entomol. Expt. Appl.** 104: 35–42.
- Sarfraz, M., L.M. Dosdall, and B.A. Keddie. 2006. Diamondback moth-host plant interactions: Implications for pest management. **Crop Protection**. 25(7): 625-639.
- Sharma, S.S., K. Gill, M.S. Malik and O.P. Malik. 2000. Insecticidal, antifeedant and growth inhibitory activities of essential oils of some medical plants. **J. Med. Arom. Pl. Sci.** 2(1): 6.
- Smittinand, T. and K. Larson. 1993. **Flora of Thailand. Volume six part one**. The Rumthai Press Co. Ltd., Bangkok.
- Stepanova, L.A. 1962. An experiment in the ecological analysis of the conditions for the development of pests of cruciferous vegetable crop in nature. **Rev. Appl. Entomol. Ser. A.** 53: 172.

- Su, H.C.F. 1985. Laboratory study on effects of *Anethum graveolens* seeds on four species of stored-product insects. **J. Econ. Entomol.** 78: 451-453.
- Sundararajan, G. and R. Kumuthaklavalli. 2001. Antifeedant activity of aqueous extract of *Gnidia glauca* Gilg. and *Toddalia asiatica* Lam. On the gram pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hbn). **J. Environ. Biol.** 22(1): 11-14.
- Tao, C.C. and Chiu, S.C. 1971. Biological control of citrus, vegetables and tobacco aphids. Spec. Publ. **Taiwan Agric Res. Inst.** 10, 1-10.
- Talukder, F.A. and P.E. Howse. 1995. Evaluation of *Aphanamixis polystachya* as a source of repellents, antifeedants, toxicants and protestants in storage against *Tribolium castaneum* (Herbst). **J. Stored Prod. Res.** 31(1): 55-61.
- Thorsteinson, A.J. 1953. The chemotactic responses that determine host specificity in an oligophagous insect (*Plutella maculipennis* (Curt.) Lepidoptera). **Canadian J. of Zool.** 31: 52-72.
- Tripathi, V. Prajapati, K.K. Aggarwal and S.Kumar. 2001. Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1,8-cieole from *Artemisia annua* on progeny production of *Tribolium castanaeum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. Econ. Entomol.** 94(4): 979-983.
- Tzeng, D. D. S., T.C. Tzeng, H.M. Lee and Y. Yeh. 1994. **Proc. of the National Science Council, ROC Part B: Life Sciences.** 18(3): 138-145.
- Vattanatangum, A. 1988. Resent problems on insecticide resistance of diamondback moth in Thailand, pp. 645-658. *In Annual Research Report for 1988.* Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.

- Vyas, B.N., S. Ganesan, K. Raman, N.B. Godrej and K.B. Mistry. 1996. Effects of three plant extracts and ahook: a commercial neem formulation on growth and development of three noctuid pests, pp. 103-109. *In* **R.P. Singh and R.C. Saxena (eds) *Azadirachta indica* A. Juss., International Neem Conference, Gatton, Feb. 4-9, 1996.**
- Waterhouse, D. F. 1998. **Biological Control of Insect Pests. Southeast Asia Prospects.** Canberra, Australian Centre for International Agricultural Research.
- Watt, J.M. and M.G. Breyer- Brandwijk. 1962. **The Medicinal and Poisonous Plants of Southern and Eastern Africa.** Edinburgh and London.
- Wheeler, D.A., M.B. Isman, P.E. Sanchez- Vindas and J.T. Arnason. 2001. Screening of Costa Rican *Trichilia* species for biological activity against the larvae of *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae). **Biol. Syst. Ecol.** 29: 347-358.
- Wegler, R. 1975. **Chemie der Pflanzenschutz and Schadlings beleamphingsmitteld.** Springer-Verlag Berlin-Hiedelberg.
- Xue, R.D., D.R. Barnard and A. Ali. 2001. Laboratory and field evaluation of insect repellents as oviposition deterrents against the mosquito *Aedes albopictus*. **Medical and Veterinary Entomol.** 15: 126-131.
- Yamada, H. and K. Kawasaki. 1983. The effect of temperature and humidity on the development, fecundity and multiplication of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). **Rev. Appl. Entomol.** 71: 636.
- Yokosuka, A., Y. Mimaki, Y. Sashida. 2002. Steroidal and Pregnane Glycosides from the rhizomes of *Tacca chantrieri*. **J. Nat. Prod.** 65 (9): 1293-1298.

Yu, S.J. 1984. Interaction of allelochemical with detoxification enzymes of insecticides in susceptible and resistance fall armyworm. **Pestic. Biochem. Physiol.** 14: 275-281.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก**ตารางผลการทดลอง**

ตารางผนวกที่ ก1 จำนวนการตายของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้างคาวดำ สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (% w/v)	จำนวนการตายของหนอนที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	0	1	1	1	2
0.3125	1	1	7	7	14
0.625	1	2	7	7	14
1.25	3	15	22	22	44
2.5	3	16	34	34	68
5	9	34	44	44	88
10	11	46	48	48	96

ตารางผนวกที่ ก2 จำนวนการตายของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้างคาวดำ สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (% v/v)	จำนวนการตายของหนอนที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	0	2	4	4	8
3.125	2	6	10	10	20
6.25	2	10	16	16	32
12.5	3	13	20	20	40
25	6	23	27	27	54
50	7	25	35	35	70
100	8	30	41	41	82

ตารางผนวกที่ ก3 จำนวนการตายของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพริกขี้หนู
ด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่มใบ
(leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (% w/v)	จำนวนการตายของหนอนใยผักวัย 2 ที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	1	3	3	3	6
0.3125	2	11	3	3	6
0.625	5	13	5	5	10
1.25	6	14	10	10	20
2.5	6	13	17	17	34
5	13	14	23	23	46
10	15	20	36	36	72

ตารางผนวกที่ ก4 จำนวนการตายของหนอนใยผักวัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพริกขี้หนู
ด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72
ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (% v/v)	จำนวนการตายของหนอนใยผักวัย 2 ที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	0	2	4	4	8
3.125	3	8	13	13	26
6.25	4	8	19	19	38
12.5	6	13	22	22	44
25	8	14	25	25	50
50	5	16	29	29	58
100	6	21	34	34	68

ตารางผนวกที่ ก5 จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้น
ค้ำควาดำด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่ม
ใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (% w/v)	จำนวนการตายของหนอนที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	0	2	4	4	8
0.3125	3	10	22	22	44
0.625	2	9	23	23	46
1.25	1	9	26	26	52
2.5	4	12	27	27	54
5	7	23	38	38	76
10	9	30	40	40	80

ตารางผนวกที่ ก6 จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้น
ค้ำควาดำสกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24,
48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (% v/v)	จำนวนการตายของหนอนที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	1	3	3	3	6
3.125	2	6	8	8	16
6.25	2	11	14	14	28
12.5	5	13	19	19	38
25	6	14	19	19	38
50	6	13	19	19	38
100	13	28	32	32	64

ตารางผนวกที่ ก7 จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามี
ด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยวิธีจุ่มใบ
(leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (% w/v)	จำนวนการตายของหนอนที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	1	3	3	3	6
0.3125	2	11	14	14	28
0.625	3	10	14	14	28
1.25	5	13	19	19	38
2.5	6	18	21	21	42
5	7	22	32	32	64
10	9	33	42	42	84

ตารางผนวกที่ ก8 จำนวนการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพามี
สกัดด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ โดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) ที่เวลา 24, 48, 72
ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น (%v/v)	จำนวนการตายของหนอนที่ระยะเวลา			รวม (N=50)	อัตราการตาย (%)
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.		
ชุดควบคุม	1	2	3	3	6
3.125	2	3	6	6	12
6.25	2	5	6	6	12
12.5	2	4	7	7	14
25	2	4	9	9	18
50	2	8	13	13	26
100	5	9	16	16	32

ตารางผนวกที่ ก9 อัตราการกินอาหารของหนอนไขผักวัย 2 เมื่อของหนอนไขผักวัย 2 เมื่อได้รับ สารสกัดหยาบจากต้นค้ำกาวดำและต้นพาหมีที่ 24 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง ทดสอบแบบไม่ให้ทางเลือก (no-choice test)

สารสกัด หยาบ	พื้นที่ที่ถูกกิน (cm ³)										อัตราการกิน (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ชุดควบคุม	3.35	6.30	2.62	5.44	3.58	2.34	4.05	3.61	5.54	5.19	66.03
TES 0.2 (%w/v)	2.79	1.80	2.95	1.98	3.70	2.55	2.68	4.98	2.28	1.17	42.13
THW 1.2 (%v/v)	2.28	2.68	2.07	2.35	2.17	2.40	4.43	2.55	1.81	2.66	39.30
LES 0.6 (%w/v)	4.20	2.51	4.09	2.66	2.53	3.55	2.49	5.16	2.20	3.76	52.04
LHW 0.2 (%v/v)	4.54	2.70	3.6	3.38	3.69	1.86	3.57	3.17	1.96	2.34	48.42

* พื้นที่ใบก่อนกิน 6.36 เซนติเมตร

ตารางผนวกที่ ก10 จำนวนและระยะเวลาในการแทงปากในพืชอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่ว เมื่อได้รับ สารสกัดหยาบจากต้นค้ำกวาดำและต้นพามี่ (ในช่วงเวลา 15 นาที)

สารสกัด หยาบ	ความเข้มข้น	จำนวนซ้ำ	จำนวนครั้งในการเจาะ	เวลาในการเจาะ (นาที)
ชุดควบคุม	0	1	5	9.23
		2	6	6.44
		3	7	8.35
		4	4	9.53
		5	3	11.25
TES	0.3 (%w/v)	1	3	0.55
		2	3	0.28
		3	2	0.19
		4	3	1.06
		5	1	0.22
THW	3.0 (%v/v)	1	2	0.32
		2	3	0.51
		3	2	0.42
		4	3	1.25
		5	0	0
LES	0.3 (%w/v)	1	2	0.32
		2	1	0.14
		3	1	0.12
		4	1	0.19
		5	1	0.19
LHW	3.0 (%v/v)	1	2	0.56
		2	2	0.43
		3	4	0.54
		4	4	0.48
		5	0	0

ตารางผนวกที่ ก11 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้น
 ค้างคาวดำด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ 48
 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น(% w/v)	จำนวนไข่ผีเสื้อหนอนใยผัก (ฟอง)			เฉลี่ย
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	
ชุดควบคุม	449	515	281	415.00
0.3125	216	254	176	215.33
1.25	204	166	160	176.67
5	156	58	30	81.33

ตารางผนวกที่ ก12 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้น
 ค้างคาวดำด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น(% v/v)	จำนวนไข่ผีเสื้อหนอนใยผัก (ฟอง)			เฉลี่ย
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	
ชุดควบคุม	294	355	281	310.00
3.125	155	269	259	227.67
12.5	187	132	178	165.67
50	113	89	55	85.67

ตารางผนวกที่ 13 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพาสี
ด้วยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ 48 ชั่วโมงหลัง
เริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น(% w/v)	จำนวนไข่ผีเสื้อหนอนใยผัก (ฟอง)			เฉลี่ย
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	
ชุดควบคุม	328	234	201	254.33
0.3125	231	113	169	171.00
1.25	187	148	134	156.33
5	125	118	138	127.00

ตารางผนวกที่ 14 จำนวนการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผัก เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นพาสี
ด้วยวิธีต้มด้วยน้ำ ที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลอง

ความเข้มข้น(% v/v)	จำนวนไข่ผีเสื้อหนอนใยผัก (ฟอง)			เฉลี่ย
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	
ชุดควบคุม	126	175	213	171.33
3.125	53	229	126	136.00
12.5	79	228	130	145.67
50	91	171	133	131.67

ตารางผนวกที่ ก15 จำนวนการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว เมื่อได้รับสารสกัดหยาบจากต้นค้ำขาวดำ และต้นพามี

สารสกัดหยาบ	จำนวนการออกลูกของเพลี้ยอ่อนถั่ว															รวม
	24 ชม.					48 ชม.					72 ชม.					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
ชุดควบคุม	17	5	9	14	7	5	10	6	10	3	5	0	0	0	5	90
TES 0.3 (%w/v)	7	1	4	5	5	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	29
THW 3.0 (%v/v)	1	3	3	3	9	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	22
LES 0.3 (%w/v)	11	10	12	17	0	6	3	4	4	16	3	2	5	1	2	91
LHW 3.0 (%v/v)	8	7	3	5	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	34

ตารางผนวกที่ ก16 จำนวนหนอนไขฝักในสภาพเรือนทดลอง เมื่อได้รับสารสกัดหยาบค้ำควดดำ
(TES 0.5%w/v)

จำนวนซ้ำ	จำนวนหนอนไขฝัก			
	ฉีดพ่นสารครั้งที่ 1		ฉีดพ่นสารครั้งที่ 2	
	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง	ชุดควบคุม	ชุดทดลอง
1	12	7	20	8
2	10	5	15	6
3	4	7	10	9
4	8	20	16	13
5	6	12	7	15
6	8	13	9	10
7	11	10	2	17
8	7	8	11	7
9	5	5	11	5
10	8	7	7	5
11	9	8	12	4
12	20	11	17	11
13	15	4	14	6
14	10	12	10	11
15	15	28	13	21
16	12	23	18	22
17	10	10	15	11
18	20	7	16	6
19	22	4	11	7
20	13	8	18	8
รวม	225	209	261	202

ภาคผนวก ข
ภาพขั้นตอนการทดสอบ



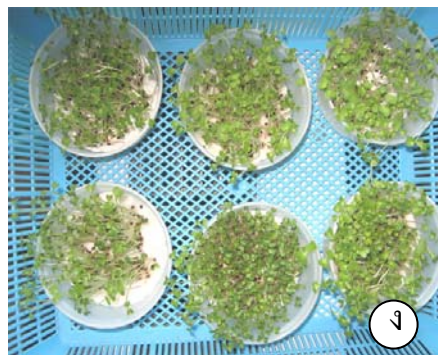
ก



ข



ค



ง



จ



ฉ

ภาพผนวกที่ ข1 วิธีการเลี้ยงหนอนใยผัก

- (ก) หนอนใยผักจากแปลงเกษตรกร
- (ข) เลี้ยงหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ
- (ค) ดินปลูกพืชอาหาร
- (ง) ดินกล้าคะน้าสำหรับให้ผีเสื้อหนอนใยผักวางไข่
- (จ) กรงเลี้ยงแมลงสำหรับใส่ผีเสื้อหนอนใยผัก
- (ฉ) ชั้นวางกล่องเลี้ยงแมลง



ภาพผนวกที่ ข2 วิธีการเลี้ยงเพลี้ยอ่อนถั่ว

- (ก) ปลูกรถั่วพักยาวในกระถาง
- (ข) เพลี้ยอ่อนถั่ว
- (ค) เลี้ยงเพลี้ยอ่อนถั่วในห้องปฏิบัติการ
- (ง) เพลี้ยอ่อนถั่วอายุ 4 วัน



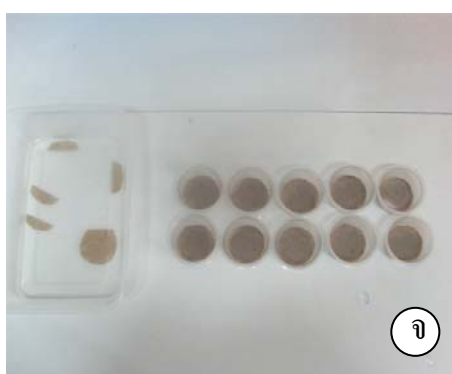
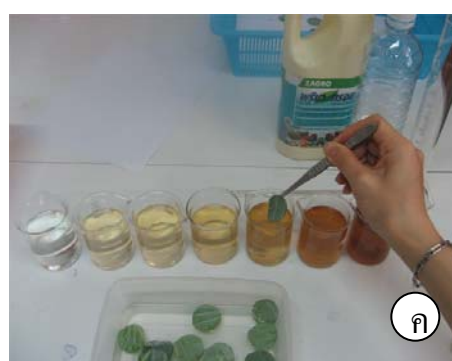
ภาพผนวกที่ ข3 การสกัด Soxhlet extraction ด้วยเครื่อง Soxhlet apparatus



ภาพผนวกที่ ข4 การระเหยแห้งโดยใช้เครื่อง rotary evaporator



ภาพผนวกที่ ข5 การต้มด้วยน้ำ (hot water extraction) ด้วยเครื่อง hot plate



ภาพผนวกที่ ๖ การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนไขผัก โดยวิธีจุ่มใบ
(leaf-dipping method)

- (ก) เตรียมสารสำหรับทดสอบ
- (ข) เตรียมชิ้นใบปูล่สำหรับทดสอบ
- (ค) จุ่มชิ้นใบปูล่ในสารที่ความเข้มข้นต่างๆ
- (ง) ผึ่งชิ้นใบให้แห้ง
- (จ) ใส่กระดาษฟางชุบน้ำที่ก้นถ้วย
- (ฉ) เชี่ยหนอนวัย 2 ใส่ถ้วยทดสอบ



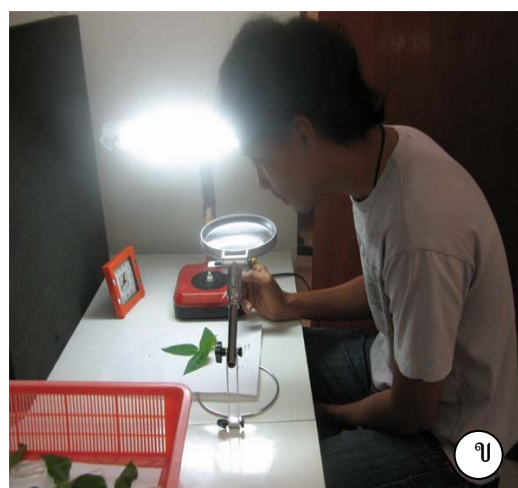
ภาพผนวกที่ ข7 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้ออ่อนตัว โดยวิธีจุ่มใบ

(leaf-dipping method)

- | | |
|-----------------------------|--|
| (ก) เตรียมใบแก้วสำหรับทดสอบ | (ข) จุ่มใบแก้วในสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ |
| (ค) ผึ่งใบแก้วให้แห้ง | (ง) เชี่ยวเชื้ออ่อนตัวลงในถ้วยทดสอบ |



ภาพผนวกที่ ข8 เครื่องวัดพื้นที่ใบ (LI-3000A Portable Area Meter)



ภาพผนวกที่ ข9 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่ว

(ก) อุปกรณ์สำหรับทดสอบ

(ข) นับและจับเวลาการแทงปากของเพลี้ยอ่อนถั่ว



ภาพผนวกที่ ข10 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของหนอนใยผัก

(ก) ฉีดพ่นสารลงบนต้นกล้าคะน้า

(ข) นำต้นกล้าคะน้าที่ฉีดพ่นสารแล้วใส่ในกรงเลี้ยงแมลงเพื่อทดสอบ



ภาพผนวกที่ ข11 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกลูกต่อเพลี้ยอ่อนถั่ว



ภาพผนวกที่ ข12 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากต้นค้ำควาดำต่อหนอนใยผักในเรือน
ทดลอง

(ก) นิคพ่นสารในชุดทดลอง

(ข) ปล่อยผีเสื้อหนอนใยผัก

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายไตรรัตน์ หนูเอียด
วัน เดือน ปี ที่เกิด	29 มกราคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนคุณภาพงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาประจำปี 2551