วิทยานิพนธ์

ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) ต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus.)

Insecticidal Efficacy of Essential Oil from Wildbetal Leafbush *(Piper sarmentosum* Roxburgh.) Leaf Against the Diamondback Moth (*Plutella xylostella* Linnaeus.) Larvae

นางสาวอรทัย วรสุทธิ์พิศาล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)

ปริญญา

กีฏวิทยา	กีฏวิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) ต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnacus.)

Insecticidal Efficacy of Essential Oil from Wildbetal Leafbush (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) Leaf Against the Diamondback Moth (*Plutella xylostella* Linnacus.) Larvae

นามผู้วิจัย นางสาวอรทัย วรสุทธิ์พิศาล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ศิริพรรณ ตันตาคม, Dr.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อินทวัฒน์ บุรีคำ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 29 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) ต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus.)

Insecticidal Efficacy of Essential Oil from Wildbetal Leafbush *(Piper sarmentosum* Roxburgh.) Leaf Against the Diamondback Moth (*Plutella xylostella* Linnaeus.) Larvae

โดย

นางสาวอรทัย วรสุทธิ์พิศาล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)
พ.ศ. 2551

อรทัย วรสุทธิ์พิศาล 2551: ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) ต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus.) ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา) สาขากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ศิริพรรณ ตันตาคม, Dr.Agr. 82 หน้า

สกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) โดยใช้วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ได้น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูปริมาตรเท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus.) ในด้านประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีค่า LC_{50} ต่อหนอนใยผักเท่ากับ 4.34 ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในด้านประสิทธิภาพการเป็นสารรมพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีค่า LC_{50} ต่อหนอนใยผัก เท่ากับ 1.64 ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในด้านประสิทธิภาพการเป็นสารไล่แมลงพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 2.5 % (v/v) มีประสิทธิภาพในการไล่ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเฉลี่ยเท่ากับ 58.89 ± 26.98 % ในด้านประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 2 และ 2.5 % (v/v) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารต่อหนอนใยผัก สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในสภาพแปลง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู มีประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักโดยที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้จำนวนหนอนใยผักลดลง หลังทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่งโมง เท่ากับ 0.66, 1.13, 1.10, และ 1.56 ตัว/ต้น ตามลำดับ

อรทัย วรสุทธิ์พิศาล — 29 / 04 / 51

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Orratai Varasutpisal 2008: Insecticidal Efficacy of Essential Oil from Wildbetal Leafbush *(Piper sarmentosum* Roxburgh.) Leaf Against the Diamondback Moth (*Plutella xylostella* Linnaeus.) Larvae. Master of Science (Entomology), Major Field: Entomology, Department of Entomology. Thesis Advisor: Associate Professor Siripan Tantakom, Dr.Agr. 82 pages.

The essential oil of Wildbetal leafbush *(Piper sarmentosum* Roxburgh.) was extracted by steam distillation. The quantity of Wildbetal leafbush oil obtained was 0.05 % by weight. The insecticidal efficacy tests of Wildbetal leafbush oil against diamondback moth (*Plutella xylostella* Linnaeus.) larvae were conducted. In insecticidal test, the oral LC_{50} values at 24 hours after feeding was 4.34 % (v/v). In fumigant test, the LC_{50} values to diamondback moth at 24 hours was 1.64 % (v/v). In repellent test, the repellency percentage of the Wildbetal leafbush oil against diamondback moth at a concentration of 2.5 % (v/v) was 58.89 ± 26.98 %. The results from antifeedant test revealed that the Wildbetal leafbush oil at a concentration of 2 and 2.5 % (v/v) show antifeedant activity to diamondback moth, but the Wildbetal leafbush oil at a concentration of 1 and 1.5 % (v/v) did not. The effecicacy of Wildbetal leafbush oil at a concentration of 3, 5, 7, and 9 % (v/v) in decreasing the diamondback moth at 24 hours when tested in field condition were 0.66, 1.13, 1.10, and 1.56, respectively.

Orratai Varasutpisal — Student's signature

Siripan Tantakom — Thesis Advisor's signature

29 / 04 / 08

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริพรรณ ตันตาคม ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่ได้ให้คำแนะนำในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนคำแนะนำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อวบ สารถ้อย ที่ให้คำแนะนำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลในครอบครัวทุกท่าน ที่ช่วยผลักดัน ให้ความรัก ความห่วงใย คำแนะนำปรึกษา ให้กำลังใจ และคอยช่วยเหลือด้านการศึกษาของข้าพเจ้าจนประสพความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชากีฏวิทยา และห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนากีฏอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง ม.ก. วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย และอื่น ๆ อีกทั้งยังเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำงานวิจัย

ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จะพึงมีเพียงใด ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้จนถึงปัจจุบัน

อรทัย วรสุทธิ์พิศาล

มีนาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลการทดลอง	42
วิจารณ์	57
สรุป	61
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	63
ภาคผนวก	73

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักและประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่เวลา 24 ชั่วโมง	43
2	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักและประสิทธิภาพในการเป็นสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่เวลา 24 ชั่วโมง	46
3	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการเป็นสารไล่แมลงด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก	48
4	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่มีผลต่อการกินอาหารและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของหนอนใยผักหลังจากเริ่มทดลองเป็นเวลา 3 วัน	52
5	ค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหารของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	53
6	จำนวนหนอนใยผักที่พบบนต้นคะน้าในสภาพแปลงทดลองที่ฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลการทดสอบเบื้องต้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก ครั้งที่ 1	74
2	ผลการทดสอบเบื้องต้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก ครั้งที่ 2	75
3	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก	76
4	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก	77
5	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	78
6	ผลการทดสอบสาร emulsifier 5 ชนิด ต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเมื่อทดสอบโดยการกิน	79
7	ผลการสำรวจจำนวนแมลงศัตรูพืชของคะน้าก่อนทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	80
8	ผลการสำรวจจำนวนแมลงศัตรูพืชของคะน้าหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	81
9	จำนวนแมลงศัตรูพืชของคะน้าที่ลดลงหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	82

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	หนอนใยผัก (*P. xylostella*)	11
2	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชะพลู	18
3	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของคะน้า	22
4	การเลี้ยงหนอนใยผักเพิ่มปริมาณเพื่อใช้ในการทดลอง	24
5	การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ	26
6	การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	28
7	การทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	30
8	การทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	33
9	การทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารยับยั้งการกินอาหารแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู	36
10	สารที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหา emulsifier ที่เหมาะสม	39
11	การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักในสภาพแปลงทดลอง	40
12	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูโดยวิธี Leaf dipping method	44
13	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารรม	47
14	ประสิทธิภาพในการไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก	50
15	จำนวนหนอนใยผักที่พบบนต้นคะน้าในสภาพแปลงทดลอง ก่อนและหลังการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	56

ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) ต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus.)

Insecticidal Efficacy of Essential Oil from Wildbetal Leafbush *(Piper sarmentosum* Roxburgh.) Leaf Against the Diamondback Moth (*Plutella xylostella* Linnaeus.) Larvae

คำนำ

การปลูกพืชผักไม่ว่าจะเป็นการปลูกแบบเป็นการค้าหรือปลูกแบบสวนครัว มักจะถูกรบกวนโดยแมลงศัตรูพืชผักอยู่เสมอ ความรุนแรงของการทำลายจะมากน้อยขึ้นกับสภาพของสวนผักนั้น ๆ ส่วนใหญ่แล้วการปลูกผักเป็นการค้า ทั้งที่ปลูกตามฤดูกาลและปลูกตลอดปีจะประสบปัญหาอันเกิดจากแมลงศัตรูผักอยู่ตลอดเวลา หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus) เป็นปัญหาที่สำคัญแก่เกษตรกรที่ปลูกผักในตระกูลกะหล่ำเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นแมลงที่มีขนาดเล็ก มีวงจรชีวิตสั้น ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว มักพบหนอนใยผักระบาดรุนแรงในเขตเกษตรที่ราบทั่ว ๆ ไป ตามปกติหนอนใยผักจะเริ่มระบาดมากตั้งแต่ฤดูหนาว และจะเพิ่มความรุนแรงขึ้นในช่วงฤดูร้อน การปลูกผักในตระกูลกะหล่ำติดต่อกันทุกฤดูจะเป็นสภาพที่เหมาะสมแก่การขยายพันธุ์ของหนอนใยผัก ทำให้มีการระบาดอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกษตรกรใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดเป็นปริมาณมาก ในช่วงที่มีการระบาดอย่างรุนแรงจะพบว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีบ่อยครั้งในอัตราที่สูง เกษตรกรต้องแบกรับภาระค่าสารเคมี ทำให้การผลิตมีต้นทุนสูงขึ้น เกิดสารตกค้างในผลผลิตซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ทั้งยังเกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว และการใช้สารชนิดเดียวอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้หนอนเกิดความต้านทานต่อสารเคมีได้อย่างรวดเร็ว

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญในเรื่องสุขภาพและสภาพแวดล้อมมากขึ้น รัฐบาลมีการรณรงค์ให้เกษตรกรและผู้บริโภคตระหนักถึงความสำคัญของการผลิต และบริโภคพืชอาหารที่ปลอดภัยจากสารพิษ ดังนั้นจึงมีการมุ่งเน้นการผลิตพืชอาหารที่ปลอดภัยจากสารเคมีมากขึ้น เช่น การผลิตพืชผักปลอดสารพิษ ผักอนามัย เป็นต้น เพื่อเป็นการตอบสนองนโยบายการประกาศตัวเป็นครัวโลกของรัฐบาล

การนำสารสกัดจากพืชมาใช้ทางการเกษตร มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะนอกจากจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงแล้ว ยังมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค ไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์ และสามารถส่งออกโดยไม่มีปัญหาด้านพิษตกค้าง

พืชกว่า 2,400 ชนิดมีคุณสมบัติเป็นพิษต่อแมลง (Grainge, 1988) สารสกัดจากพืชมีสารที่เป็นองค์ประกอบอยู่มากมาย มีผลทำให้แมลงต้องใช้เวลานานในการสร้างความต้านทานต่อองค์ประกอบต่างๆ ในสารสกัดเหล่านั้น (Visetson, 1991)

ชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh) เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งในวงศ์ Piperaceae มีน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้เกิดกลิ่นเผ็ดฉุน มี pellitorine เป็นสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งอยู่ในกลุ่ม dienamides ที่มีคุณสมบัติ เป็นสารกำจัดแมลง (Jacobson, 1971) โดยทั่วไปพบว่าสารเคมีธรรมชาติที่ได้จากพืชส่วนใหญ่ สลายตัวได้เร็วในสภาพแวดล้อม ไม่ทำให้เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิตและมีพิษต่ำต่อสัตว์เลือดอุ่น (สุภาณี, 2532)

ชะพลู มีการปลูกทั่วไปเพื่อใช้เป็นอาหารและพืชสมุนไพร เพาะปลูกง่าย ขยายพันธุ์รวดเร็ว สะดวกสำหรับนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาเพื่อที่จะใช้ในการป้องกันและกำจัดหนอนใยผักหรือแมลงศัตรูพืชผักอื่นๆ เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผัก และเป็นแนวทางการพัฒนา การใช้สารสกัดจากพืชเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรู และลดปริมาณการใช้สารเคมี

การศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นการตรวจสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการป้องกันและกำจัดหนอนใยผัก จากการสกัดโดยเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการฆ่าหนอนใยผัก

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการเป็นสารรมต่อหนอนใยผัก

3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการเป็นสารไล่ต่อหนอนใยผัก

4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารต่อหนอนใยผัก

5. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักในสภาพแปลงทดลอง

การตรวจเอกสาร

หนอนใยผัก

ชื่อสามัญ	Diamondback moth
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Plutella xylostella* Linnaeus.
อันดับ	Lepidoptera
วงศ์	Plutellidae

1. ความสำคัญและลักษณะการทำลาย

หนอนใยผักระบาดทำความเสียหายอย่างรุนแรงกับพืชผักตระกูลกะหล่ำ (Cruciferae) หลายชนิด โดยหนอนจะแทะกินผิวใบด้านล่างเป็นวงกว้างและมักทิ้งผิวใบด้านบนซึ่งมีลักษณะโปร่งแสงเอาไว้ หากมีการระบาดรุนแรง หนอนใยผักจะกัดกินใบจนเหลือแต่ก้านใบ เมื่อมีสิ่งรบกวนจากภายนอกจะดิ้นและสร้างใยทิ้งตัวห้อยลงบนพื้น (อนันต์ และคณะ, 2519)

2. รูปร่างและชีวประวัติ

ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก อาศัยอยู่ตามใต้ใบพืชผัก ลำตัวมีสีเทาอ่อน เวลาเกาะปีกจะแนบอยู่กับลำตัว ปีกคู่หน้ามีรอยแถบสีเหลืองขาวตามความยาวของลำตัว เมื่อมองทางด้านข้างของลำตัวจะเห็นเป็นรูปสามเหลี่ยม 3 อัน ตามปกติเพศผู้จะมีสีเข้มกว่าเพศเมีย ปีกคู่หลังมีแถบสีเหลืองอยู่ที่บริเวณขอบปีก (Hue, 1965) การเปลี่ยนแปลงของสภาพดินฟ้าอากาศและช่วงอุณหภูมิมีผลต่อการขยายพันธุ์ และการเจริญเติบโต Bonnemaison (1965) รายงานว่าจากระยะไข่จนกระทั่งถึงตัวเต็มวัย ในช่วงอุณหภูมิ 10 - 30 องศาเซลเซียส จำนวนรุ่นผีเสื้อจะมีตั้งแต่ 2 จนถึง 10 รุ่น

ไข่มีขนาดเล็ก สีเหลืองอ่อน ลักษณะค่อนข้างกลมรี (วีรเทพ, 2528) ขนาดประมาณ 3.57 × 4.57 นิ้ว ผิวเรียบ (Ho, 1984) และเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อใกล้จะฟัก ตัวเต็มวัยเพศเมียแต่ละตัวสามารถวางไข่ได้ประมาณ 233.5 ฟอง ภายใต้ห้องทดลอง (วีรเทพ, 2528) โดยมีระยะฟักตัว 2.21 วัน ที่อุณหภูมิ 27.5 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25 - 26 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการฟักออกมาจากไข่ได้มากถึง 93.83 % ใช้เวลาประมาณ 3 - 6 วัน (Yamada and Kawasaki, 1983)

เมื่อไข่เป็นสีดำจะเริ่มฟักเป็นตัวหนอน โดยตัวหนอนจะแทะเปลือกไข่เป็นวงกลม และโผล่หัวออกมาจนตลอดลำตัว (Harcourt, 1954) ระยะหนอนมี 4 ระยะ โดยที่ตัวอ่อนวัยที่ 1 และ 2 มีลำตัวสีซีด ขนาดเล็ก ส่วนหัวสีน้ำตาลอ่อน (วีรเทพ, 2528) และเมื่อเข้าสู่วัยที่ 3 และ 4 จะมีสาร cuticle ปกคลุมลำตัวหนากว่า 2 วัยแรก (Harcourt, 1954) เมื่อโตเต็มที่แล้วมีลำตัวสีเขียวและหัวสีน้ำตาล ลำตัวยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ลักษณะของตัวหนอนส่วนหัวและส่วนท้ายจะแหลม ด้านบนของส่วนท้ายจะมีปุ่มยื่นเป็น 2 แฉก สีลำตัวอาจเป็นสีเขียวอ่อน หรือเขียวปนเหลือง ซึ่งจะแปรผันไปตามความชื้นและอาหาร ตัวหนอนวัยที่ 1 - 4 ใช้เวลาประมาณ 8 - 10 วัน สามารถยืดหยุ่นได้ประมาณ 6 - 30 วัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อาหาร และ อุณหภูมิ (Yamada and Kawasaki, 1983) นอกจากนี้พืชอาหารก็มีผลต่อการพัฒนาตัวของตัวอ่อน ได้แก่ กะหล่ำปลี (*Brassica oleracea* var. *capitata*), กะหล่ำดอก (*B. oleracea* var. *botrytis*) และ mustard (*B. oleracea* var. *campestris*) (Dube and Chand, 1978) หลังจากหนอนเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว หนอนจะชักใยออกมาปกคลุมตัวอย่างหลวมๆ โปร่งและจะหดลำตัวสั้นลง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 - 2 วัน

ดักแด้ระยะแรก จะมีใยบาง ๆ หุ้ม เกาะติดบริเวณใต้ใบ เมื่อเวลาผ่านไปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำ ก็จะออกเป็นตัวเต็มวัย ระยะดักแด้ใช้เวลา 4 - 15 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Harcourt, 1954; Abraham and Padmanaban, 1968; Chelliah and Srinivasan, 1986) ในฤดูร้อน และฤดูฝน ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 4 และ 5 วัน ตามลำดับ ฤดูหนาวใช้เวลา 5 - 6 วัน ประเทศไทยระยะดักแด้ใช้เวลาเพียง 3 - 4 วัน (Jamjinya, 1983; Wanleelag, 1983) แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของดักแด้คือ 25 - 26 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 3.20 ± 0.62 วัน (Yamada and Kawasaki, 1983)

ผีเสื้อ ตัวผู้และตัวเมียมีขนาดเท่ากัน ปีกมีสีเทา และมองเห็นจุดสว่างบนปีกคู่แรกของเพศผู้ (Harcourt, 1954) จากการศึกษาในประเทศอินเดีย ที่อุณหภูมิ 25 - 26 องศาเซลเซียส ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้ 16.17 ± 3.06 วัน (Yamada and Kawasaki, 1983) แต่ตามธรรมชาติแล้วตัวเมียสามารถมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 3 - 58 วัน หรือโดยเฉลี่ย 12.1 วัน ปริมาณของไข่ที่วางต่อเพศเมีย 1 ตัว เท่ากับ 18 - 356 ฟอง ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของช่วงแสง อุณหภูมิ อาหาร และอายุ (Harcourt, 1954) อัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมียในรุ่นแรกคือ 1.60: 1.00 และ 1.60: 1.35 ในรุ่นที่ 2 (Bhalla and Dubey, 1985)

ตัวเต็มวัย เป็นผีเสื้อที่ออกหากินเวลากลางคืน และบินติดต่อกันตลอดทั้งคืน นับเป็นช่วงเวลาที่ตัวเต็มวัยผสมพันธุ์ ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มออกจากดักแด้ เวลาในการผสมพันธุ์ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง จากนั้นเพศเมียจะเริ่มวางไข่หลังผสมพันธุ์เรียบร้อยแล้ว (Jayarathnam, 1979)

3. การกระจายและฤดูการแพร่ระบาด

หนอนใยผักพบทั่วไปตามแปลงที่มีการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำ (กองกีฏและสัตววิทยา, 2542) ซึ่งเป็นพืชที่ประเทศไทยปลูกอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปีในหลายพื้นที่ ทำให้หนอนใยผักมีการระบาดอยู่เป็นประจำในทุกพื้นที่และทุกฤดูที่มีการปลูก (กองกีฏและสัตววิทยา, 2535) เช่นจังหวัดราชบุรี บางพื้นที่ของเชียงใหม่ นนทบุรี และในเขตกรุงเทพ ฯ พบการแพร่กระจายสูงในเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน (Vattanatangum, 1988) หนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้นมาก ดังนั้นการปลูกผักฤดูหนึ่ง ๆ จะมีหนอนทำลายหลายรุ่น

4. พืชอาหาร

หนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ มีพืชอาหารคือพืชตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า ผักกาดเขียว ผักกาดขาว กวางตุ้ง ผักกาดหัว (สิริวัฒน์, 2526) ซึ่งในพืชตะกูลนี้มีสารจำพวก mustard oil และ glucosides ซึ่งเป็นสารที่หนอนชนิดนี้ต้องการเป็นองค์ประกอบ (Gupta and Thorsteinson, 1960)

5. การป้องกันกำจัด

การป้องกันกำจัดหนอนใยผัก สามารถทำได้หลายวิธี (กองกีฏและสัตววิทยา, 2542) แต่เนื่องจากหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น และมียีนที่สามารถทำให้เกิดความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง จึงทำให้หนอนใยผักเกิดความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้อย่ารวดเร็ว (พิสมัย, 2538) ดังนั้นการที่จะควบคุมและกำจัดหนอนใยผักควรใช้หลายๆ วิธีร่วมกันจึงจะประสบผลสำเร็จ

5.1 การควบคุมโดยชีววิธี (Biological control)

ในสภาพธรรมชาติของประเทศไทยมีการพบแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผัก 4 ชนิด ซึ่งทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตของหนอนใยผัก (ปิยรัตน์ และจักรพงศ์, 2534) ได้แก่ แตนเบียนไข่ 2 ชนิด คือ *Trichogramma confusum* Viggiani และ *T. toidea bacirae* Nagaraja แตนเบียนหนอน *Apanteles plutellae* Kurdjumov และแตนเบียนดักแด้ *Thyracela collaris* Gravenhorst (โกศล และวิวัฒน์, 2529)

การป้องกันกำจัดโดยใช้แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* Berl ซึ่งปกติจะพบแบคทีเรียชนิดนี้ได้ตามธรรมชาติ แต่ปัจจุบันมีการผลิตขายเป็นการค้า ควรฉีดพ่นในอัตรา 15 - 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร และควรผสมสารจับใบ เพื่อทำให้ตัวเชื้อติดใบได้ดี และทั่วถึง และรีบใช้เมื่อพบไข่หรือหนอนที่เริ่มฟักออกมาจากไข่เป็นจำนวนมาก วิธีพ่นควรพ่นตามใต้ใบ ยอด และซอกกาบใบ เมื่อตัวหนอนกินเชื้อแบคทีเรียเข้าไป เชื้อจะผ่านเข้าสู่ทางเดินอาหาร และทำให้หนอนตายได้ เชื้อนี้จะมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 2 - 3 วัน (อัจฉรา, 2534)

5.2 การควบคุมโดยวิธีเขตกรรม (Cultural control)

เมื่อผักถูกหนอนใยผักลงทำลายอย่างรุนแรงให้เก็บต้นผักออกจากแปลงปลูกแล้วนำไปฝังหรือเผาทำลาย เพื่อไม่ให้เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งเพาะพันธุ์ของตัวหนอน (วินัย, 2531)

ใช้น้ำระบบ sprinkler เนื่องจากหนอนวัยแรกๆ มักจะอ่อนแอต่อการจมน้ำ และพบว่าการให้น้ำระบบ sprinkler ช่วยควบคุมหนอนใยผักได้สำเร็จ บนเกาะ Oahu แต่ถ้าอากาศไหลเวียนไม่ดีจะประสบปัญหาโรคพืชแทน (Waterhouse, 1987)

5.3 การควบคุมโดยใช้พันธุ์ต้านทาน (Host plant resistance)

ในอเมริกาเหนือ หนอนใยผักมีความต้านทานสูงต่อสารกำจัดแมลง permethrin และ methomyl จึงมีการใช้พันธุ์ต้านทาน โดยปลูกพืชตระกูลกะหล่ำที่ใบมีความมันเงา และมียีนที่สร้างไข (wax) มาก ซึ่งมีผลต้านทานต่อหนอนใยผักวัยที่ 1 ทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนไหวมากกว่าปกติ และกินอาหารน้อยลง ชักนำให้ตัวอ่อนขาดอาหารและตายในที่สุด (Eigenbrode and Shelton, 1990)

5.4 การใช้กับดักแมลงชนิดต่าง ๆ

กับดักแสงไฟ ใช้หลอดสีน้ำเงิน 20 วัตต์ เป็นหลอดเรืองแสงที่เหมาะสำหรับดักผีเสื้อหนอนใยผักมากที่สุด สามารถดึงดูดผีเสื้อได้มากพอสมควร และมีราคาถูก ซึ่งสามารถลดจำนวนของหนอนใยผักได้จำนวนหนึ่ง (ศรีสุดา และคณะ, 2530)

กับดักกาวเหนียวสีเหลือง เป็นกับดักกาวเหนียวสีเหลืองทรงกระบอก หรือกระป๋องทาด้วยกาวเหนียว (polybutane) ความเข้มข้น 5 % ในสารละลายเฮกเซน และเมื่อใช้กับดัก 10 - 15 วัน ต่อครั้ง สามารถจับผีเสื้อหนอนใยผักได้เฉลี่ย 16 ตัว ต่อวันต่อกับดัก โดยจับผีเสื้อเพศเมีย ต่อเพศผู้ ได้ 0.79: 1 และเมื่อติดตั้งกับดักกาวเหนียวสีเหลืองชนิดนี้จำนวน 80 กับดักต่อไร่ สามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงได้มากกว่า 50 % (วินัย, 2531)

5.5 การควบคุมโดยสารเคมี (Chemical control)

การควบคุมและกำจัดหนอนใยผักโดยใช้สารฆ่าแมลง พบว่าหนอนใยผักสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้มากมายหลายชนิด ได้แก่ สารฆ่าแมลงกลุ่มระงับการเจริญเติบโต เช่น teflubenzuron กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (synthetic pyrethroid) และ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) (วินัย และอนันต์, 2532) สำหรับสารฆ่าแมลง abamectin อัตรา 2.88 กรัม ของปริมาณสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และใช้สลับกันกับ diafenthiuron อัตรา 120 กรัม ของปริมาณสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ให้ผลดีในการกำจัดหนอนใยผัก ในแนวทางเดียวกันเมื่อหนอนใยผักระบาดควรพ่นด้วย abamectin (เวอร์ทิเม็ค 1.8 % E. C.) และฟิโปรนิล (แอสเซนด์ 5 % E. C.) โดยการฉีดสลับกันจึงจะเห็นผลในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดี (วินัย, 2534)

พิสมัย และคณะ (2526) ได้ทำการทดสอบสารฆ่าแมลงประเภทสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผัก สารเคมีที่มีแนวโน้มให้ผลดี ได้แก่ IKI 7899 5 % E.C. + cypermethrin (Cymbush 25 % E. C.) อัตรา 15 และ 8 มิลลิกรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร เว้นช่วงการพ่น 3 วันต่อการฉีดพ่น 1 ครั้ง ให้ผลดี และได้มีการทดสอบสารสังเคราะห์กลุ่มไพรีทรอยด์ เช่น permethrin, deltamethrin, cyflythrin สารกลุ่มคาร์บาเมต ได้แก่ BPMC และสาร organotin เช่น fentin acetate โดยทดสอบกับหนอนใยผักวัยที่ 3 โดยวิธีการจุ่มใบแล้วนำไปให้หนอนกิน แล้วทำการวัดพื้นที่ใบซึ่งทั้ง 3 ชนิด ให้ผลคล้ายคลึงกันคือสามารถยับยั้งการกินของหนอนใยผักได้ 45 - 66 เปอร์เซ็นต์ (Omar *et al*., 1984)

สารระงับการลอกคราบ เช่น diflubenzuron (ดิมิลิน 25 % EC) trifulumuron (อัลซิสตัน 25 % WP) tefluron (แซค - คิลเลอร์ 15 % SC) และ chlorfluazuron (อาทาบรอน 5 % EC) ฉีดพ่นในอัตรา 30 - 40 กรัม, 20 - 30 กรัม, 5 - 10 ซีซี และ 15 - 30 ซีซี ตามลำดับ ต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถใช้ควบคุมหนอนใยผักได้ดี แต่สารระงับการลอกคราบเหล่านี้มีราคาแพงมาก การที่จะเลือกใช้สารดังกล่าวควรจะพิจารณาถึงค่าลงทุนและผลกำไรที่จะได้รับด้วย (พิสมัย, 2531)

สารล่อ หรือ sex pheromone ใช้เป็นกับดักล่อให้ตัวเต็มวัยของหนอนใยผักเข้ามาติด ได้แก่ สารเคมีที่ได้มาจากธรรมชาติ (Talekar *et al*., 1985) การควบคุมหนอนใยผักในประเทศไทย นั้น พบรายงานว่ากับดักสารล่อ Takeda ซึ่งมีส่วนผสมของ cis - 11 - hexadecenol จำนวน 0.1 mg มีประสิทธิภาพสูงในการจับผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ (พิสมัย และคณะ, 2527)

5.6 การควบคุมโดยใช้สารสกัดจากพืช (Plant extracts)

สารสกัดจากพืชที่ประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผัก ได้แก่ สารสกัดหยาบจากเมล็ดทุเรียนเทศ (*Annona muricata*), เมล็ดน้อยหน่า (*A. squamosa*) และ รากของหนอนตายหยาก (*Stemona collinsae*) (Sinchaisri, 1991)

Sinchaisri *et al*. (1998) รายงานว่า พืชสมุน 2 ชนิด คือหนุมานประสานกาย (*Scheffera venulosa* Harms) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* Rendle) มีส่วนประกอบของสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนใยผัก

สุรพล (2544) รายงานว่า จากการสุ่มตัวอย่างแห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.) เพื่อศึกษาปริมาณสาร 4, 11- selinnadien - 3 - one และความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก พบว่าค่าความเป็นพิษของสารสำคัญดังกล่าวจากหัวแห้วหมูที่นำมาจากแหล่งเพาะปลูกทุกฤดูกาล และทุกภาคของประเทศไทย มีค่า LD_{50} อยู่ระหว่าง 7 - 12 ppm ต่อหนอนใยผักวัยที่ 2 - 3 ส่วนกลไกที่มีผลต่อการลดความเป็นพิษในหนอนใยผักคือระบบเอนไซม์ monooxygenase, esterases และบางส่วนเกิดจากระบบเอนไซม์ glutathione - S - transferase นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ (synergists) เช่น piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารสำคัญได้ระหว่าง 2 - 6 เท่า ส่วนความเป็นพิษเฉียบพลันทางการกิน ผิวหนัง และการระคายเคืองบริเวณตา ที่ระดับความเข้มข้นของสารสำคัญที่ 2,000 ppm พบว่าไม่มีผลต่อหนูทดลอง ค่า LC_{50} ที่มีต่อปลาหางนกยูงไทย (*Poecillia reticulate*) อายุ 1 เดือน เท่ากับ 28.0 ppm ในขณะที่ในตัวอ่อนผึ้งมิ้ม (*Apis florae*) มีค่า LD_{50} เท่ากับ 10.8 ppm

กฤษกนธ์ (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดา โดยวิธีการสกัดด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ กับสกัดน้ำมันออกด้วยเฮกเซน และสกัดต่อด้วยแอลกอฮอล์ พบว่าสารสกัด deoiled methanol extract ให้ผลดีกว่าสารสกัดด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ โดยมีค่า LC_{50} ของสารสกัดจากสะเดาโดยวิธีฉีดต่อหนอนใยผักวัยที่ 2 และวัยที่ 4 เท่ากับ 0.49 % และ 4.50 % และเมื่อใช้

สารเพิ่มประสิทธิภาพ (synergist) ร่วมกับสารสกัดจากสะเดา เพื่อทดสอบกับหนอนใยผัก Lange (1983) พบว่าเมื่อใช้ piperonyl butoxide ซึ่งเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพ ร่วมกับสารที่สกัดได้จากสะเดาโดยวิธีการต่าง ๆ สามารถทำให้อัตราการตายของหนอนใยผักเพิ่มขึ้นถึง 97 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ก้าน และคณะ (2547) ทดลองนำสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้างและสะเดาไทย โดยใช้เฮกเซน และเมทธานอล เป็นตัวทำละลาย เพื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผัก พบว่าสารละลายจากเมทธานอลมีฤทธิ์ดีกว่าเฮกเซน และสารสกัดด้วยเมทธานอลจากเมล็ดสะเดาช้างมีฤทธิ์ดีที่สุด มีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมงหลังการทดสอบต่อหนอนใยผักวัยที่ 2 และวัยที่ 3 โดยวิธีทางการสัมผัส คือ 16,298.4 มก./ลิตร และ 28,225.4 มก./ลิตร ตามลำดับ และโดยวิธีการกิน ในความเข้มข้น 3,921.1 มก./ลิตร และ 5,136.2 มก./ลิตร ตามลำดับ แต่ฤทธิ์ในการลดจำนวนประชากรหนอนใยผักบนต้นผักกวางตุ้ง พบว่าไม่แตกต่างจากสารสกัดด้วยเมทธานอลจากเมล็ดสะเดาไทยอย่างมีนัยสำคัญ และในการศึกษาการยับยั้งการวางไข่ของผีเสื้อเพศเมียบนต้นผักกวางตุ้งพบว่าสารสกัดด้วยเฮกเซนจากเมล็ดสะเดาช้างมีฤทธิ์ดีกว่าสารสกัดด้วยเฮกเซนจากเมล็ดสะเดาไทยที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 1 หนอนใยผัก (*P. xylostella*)
(ก) ไข่ (ข) หนอน (ค) ดักแด้ (ง) ตัวเต็มวัย

ชะพลู

ชื่ออื่น ช้าพลู (ภาคกลาง) ชะพลูเถา เฌอภลู (สุรินทร์) ผักปูนา ผักปูลิง ผักปูริง ปูลิงนก ผักพลูนก ผักอีไร ผักอีเลิศ (ภาคอีสาน) พลูลิง (ภาคเหนือ) เย่เท้ย (แม่ฮ่องสอน) พลูนก ผักปูนก (พายัพ) พลูลิงนก (เชียงใหม่) นมวา (ใต้)

ชื่อสามัญ Wildbetal leafbush

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Piper sarmentosum* Roxburgh.

วงศ์ Piperaceae

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก พันอาศัย หรือเป็นเถาทอดเลื้อยไปตามพื้นดิน ปลายยอดตั้งขึ้น สูงประมาณ 30 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียว มีข้อเป็นปม และมีไหลงอกยาวเป็นต้นใหม่ ก้านใบยาว 1.0 - 2.5 เซนติเมตร ใบเรียงแบบสลับ เนื้อใบบางถึงหนา ผิวเป็นมัน กว้าง 5 - 10 เซนติเมตร ยาว 7 - 15 เซนติเมตร ใบบนลำต้นฐานใบเว้าลึกแบบสมมาตร ใบบนกิ่งฐานใบรูปลิ่มหรือเกือบตัดตรง ปลายใบแหลม ใบสีเขียวเข้มเห็นเส้นใบชัดเจน เส้นใบมีจำนวน 7 เส้น ออกจากฐานใบ ช่อดอกรูปทรงกระบอกตั้งขึ้น ดอกมีสีขาวเป็นช่อแบบช่อเชิงลด (spike) ออกตามซอกใบ ช่อดอกที่มีทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย ขนาด 0.3 - 0.5 ×1เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร ใบประดับรูปกลม เกสรเพศผู้ 1 อัน ต่อยอดเกสรเพศเมีย 3 - 4 อัน ช่อดอกที่มีเฉพาะดอกเพศเมียมีดอกเรียงซ้อนกันแน่น ส่วนอื่น ๆ มีลักษณะเช่นเดียวกับช่อดอกที่มีทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย ออกดอก ผลมีสีเขียวสด ลักษณะกลมผิวมัน แบบ achene ขนาดเล็ก ออกดอกและติดผลตลอดปีแต่พบมากในฤดูฝน (อรุณรัตน์, 2548)

2. การปลูกและการขยายพันธุ์

ชะพลูแพร่กระจายอยู่ในประเทศเขตร้อน และกึ่งร้อน เป็นพืชที่ชอบอากาศร้อนชื้น ดินร่วนปนทรายระบายน้ำได้ดี ต้องการความชื้นสูง เจริญเติบโตได้ดีในที่ร่ม ขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนของลำต้นปักชำในดินร่วนซุย รดน้ำให้ชุ่มในระยะที่ต้นกล้ายังไม่แข็งแรง ไม่ควรให้โดนแดดมากนัก โดยอาจปลูกบริเวณสวนไม้ผลเพื่อได้รับร่มเงา

3. การใช้ประโยชน์

ใบสดมีรสเผ็ด มีน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้เกิดกลิ่นฉุน และมีคุณค่าทางสารอาหารที่สำคัญ คือ มีแคลเซียมและสารเบต้า - แคโรทีนในปริมาณสูง ลวกเป็นผักจิ้มหรือรับประทานสดโดยใช้เป็นใบห่อเมี่ยงคำ เมี่ยงปลาทู รองก้นกระทงห่อหมก ซอยใส่ข้าวยำ หรือนำไปชุบแป้งทอด ใบอ่อนนำไปใส่ในแกงกะทิต่าง ๆ เช่นคั่วไก่ แต่ไม่ควรรับประทานใบชะพลูมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ และทำให้มีการสะสมของสารออกซาเลท (oxalate) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคนิ่วในไต สามารถใช้ทำยารักษาโรค (Burkill, 1966) และควบคุมศัตรูพืช (Nair and Burke, 1990)

ตารางแสดงคุณค่าอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	101.00	กิโลแคลอรี่
โปรตีน	5.40	กรัม
ไขมัน	2.50	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	14.20	กรัม
แคลเซียม	298.00*	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	30.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	4.63*	กรัม
วิตามินบี1	0.09*	กรัม
วิตามินบี2	0.23*	กรัม
ไนอาซีน	3.40	กรัม
วิตามินซี	22.00*	กรัม
เบต้า - แคโรทีน	414.45*	ไมโครกรัม
ใยอาหาร	6.90*	กรัม

* วิเคราะห์โดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย (2535)

4. สรรพคุณในการรักษาโรค

ใบชะพลูช่วยขับเสมหะ (Pongboonrod, 1976) ช่วยลดระดับน้ำตาลในกระแสโลหิตในกระต่ายที่เป็นโรคเบาหวาน (Pongmarutai, 1980) ในมาเลเซีย และอินโดนีเซีย ใบและรากใช้รักษาอาการปวดฟัน เชื้อราบนเท้า ไอจากอาการหอบหืด และ เยื่อหุ้มปอดอักเสบ (Perry, 1981) ในขณะที่สารสกัดจากเมทธานอลของใบชะพลูสามารถยั้บยั้งการทำงานของระบบประสาทในกล้ามเนื้อของหนู (Ridtitid *et al*., 1998) สารสกัดจากใบชะพลูที่สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม และ เมทธานอล สามารถต่อต้านเชื้อมาลาเรียที่เกิดจากเชื้อ *Plasmodium falciparum* และ *P. berghei* (Najib Nik *et al*., 1999) Masuda *et al*. (1991) รายงานว่าสาร 1 - allyl - 2, 6 - dimethoxy - 3, 4 - methylenedioxybenzene ในชะพลูมีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อ *Escherichia coli* และ *Bacillus subtilis* สาร β - sitosterol ที่สกัดได้จากชะพลู สามารถแสดงฤทธิ์ต้านการเกิดเนื้องอกได้เป็นอย่างดี (Toong and Wong, 1989) สาร Sarmentine และ 1 - piperettyl pyrrolidine ในชะพลูมีผลในการต่อต้านวัณโรค (Rukachaisirikul *et al*., 2004) สารสกัดด้วยเมทธานอลจากผลดีปลี รากชะพลู และลูกเบญกานี (*Quercus infectoria*) มีประสิทธิภาพต่อเชื้อ *Entamoeba histolytica* ในตอนต้นลำไส้ใหญ่ของหนู พบว่า การใช้สารสกัดผลดีปลี รากชะพลู และผลเบญกานีที่ความเข้มข้น 1000 mg/kg ต่อวัน ให้อัตราการรักษา 100, 40 และ 26 % ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 500 และ 250 mg/kg/วัน สารสกัดผลดีปลีให้ผลถึง 93 และ 46 % จากจำนวนที่รักษาทั้งหมด ตามลำดับ แต่สารสกัดรากชะพลูที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 1000 mg/kg ต่อวันไม่ให้ผลรักษาเลย (Sawangjaroen *et al*., 2004) และสารสกัดจากชะพลูด้วยคลอโรฟอร์ม ที่เวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้น 0.1 mg/mL มีผลยับยั้งโปรโตซัวได้ 86.3 % (Takahisa *et al.,* 1999)

Peungvicha *et al*. (1998) ศึกษาฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดของชะพลู เมื่อทดลองให้สารสกัดด้วยน้ำของต้นชะพลู ที่ความเข้มข้น 0.125 และ 0.25 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวแก่หนูขาวปกติ พบว่ามีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด แต่สารสกัดที่ความเข้มข้นดังกล่าวไม่สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูขาวที่เป็นเบาหวาน (streptozotocin - diabetic rats) แต่เมื่อให้สารสกัดดังกล่าวในขนาด 0.125 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว โดยการกินติดต่อกันนาน 7 วัน พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดของหนูขาวที่ เป็นโรคเบาหวานได้

5. ประสิทธิภาพของสารต่อแมลงศัตรูพืช

Tuntiwachwuttikul *et al*. (2006) พบสารประกอบ 16 ชนิด จากรากสดของชะพลู และ 7 ชนิด จากผล และใบของพืชชนิดนี้ ได้แก่ aromatic alkene, 1 - allyl - 2 -methoxy - 4, 5 - methylenedioxybenzene, β - sitosterol, pyrrole amide, sarmentine, sarmentosine, pellitorine, (+) - sesamin, horsfieldin, two pyrrolidine amides 11 and 12, guineensine, brachystamide B, sarmentamide A, B, และ C

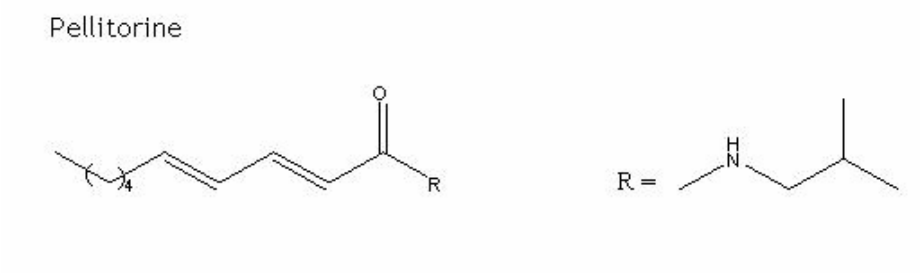
Scott *et al*. (2005) ได้มีการพัฒนาวิธีสกัดสารจากพืชวงศ์ Piperaceae ที่มีความสำคัญทางยา และเมื่อวิเคราะห์ด้วย HPLC - MS (high performance liquid chromatography - mass spectrometer) ทำให้มีวิธีวัดค่าสาร amide ไม่อิ่มตัว หรือสาร piperamides ในพริกไทยดำ (*P. nigrum*) และพริกป่า (*Tabernalmontana pauciflora*) ในอเมริกากลางหลายชนิดการสกัดรีฟลักซ์จากใบและฝักจะได้สาร piperine สูงสุด (> 80 %) การวิเคราะห์ HPLC โดยใช้ส่วนประกอบอาซีโตไนไตรล์ และแยก amide peaks หลักได้ในเวลา 5 - 12 นาที ส่วน Atmospheric pressure chemical ionization (APCI) - MS เพิ่มขีดจำกัดในการวัดได้เป็น 0.2 mg. สามารถใช้แยกสาร pellitorine, piperylin, 4, 5 - dihydropiperlonguminine, piperlonguminine, piperine, 4, 5 - dihydropiperine และ pipercide และพืชสกุล Piper หกชนิดในคอสตาริกาที่มี piperamide เป็นสารประกอบให้ผลในการกำจัดลูกน้ำยุง

พืชในวงศ์ Piperaceae มีสารประกอบ piperamide ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่ดี สามารถใช้ในการควบคุมแมลงขนาดเล็ก และสามารถลดการพัฒนาการต้านทานลงได้ เมื่อนำไปผสมกับสารเพิ่มประสิทธิภาพ หรือผสมกับสารกำจัดแมลงจากธรรมชาติชนิดอื่น เช่น ไพรีทรัม (pyrethrum) (Scott *et al*., 2006)

Yang *et al*. (2002) ทำการวิจัยเพื่อหาคุณสมบัติทางฆ่าแมลงของสาร piper amides แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสาร piperidine amide (สาร pipernonaline ที่สกัดได้จากต้นดีปลี *P. longum*) ต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) ฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงนี้มีความสำคัญต่อมนุษย์เพราะยุงชนิดนี้เป็นพาหะไข้เหลือง Parmar *et al.* (1997) ได้รายงานถึงฤทธิ์ทางชีวภาพของเคมีในพืชวงศ์ Piper ส่วนใหญ่ใช้เป็นยาหรือสารฆ่าแมลง เช่น มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดมะเร็ง

สาร Pellitorine ซึ่งเป็นสารตัวแรกที่สามารถแยกออกมาจากการ metabolites ของพืชวงศ์ Compositae, Piperaceae และ Rutaceae (Jacobson, 1971) และสาร pellitorine อยู่ในกลุ่มของ dienamides (Jacobson, 1949) ซึ่งมีโครงสร้างลักษณะที่สำคัญ สำหรับเป็นสารฆ่าแมลง ซึ่งอาจเปรียบเทียบได้กับ first genaration pyrethroids แต่มีการทดสอบที่แสดงให้เห็นว่า dienamides เป็นสารประกอบจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพมากกว่า สามารถในการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเหลือง หนอนกอข้าว และแมลงวันบ้าน ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเพื่อเป็นการค้า แต่จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงให้มีคุณภาพมากขึ้น เพื่อสามารถนำมาใช้ได้จริง

สูตรโครงสร้างของ pellitorine



กลไกการออกฤทธิ์ของ dienamides มีความเฉพาะเจาะจง โดยขัดขวางการทำงานของ Sodium ion chanal ในสายประสาทของแมลง (Elliott *et al*., 1986) เหมือนสารในกลุ่ม Pyrethroids แต่เมื่อทดสอบ dienamides กับแมลงวันบ้านที่ต้านทาน pyrethroids ไม่พบการต้านทานข้ามกลุ่ม (cross resistant) และ Ridtitid *et al*. (1998) รายงานว่าสารสกัดจากพืชตระกูลพริกไทย (*Piper* spp.) มีผลต่อระบบประสาทของหนู โดยจะบล็อกการทำงานของระบบประสาท ทำให้เป็นอัมพาตและตายในที่สุด และสามารถใช้ควบคุมศัตรูพืชได้ (Nair and Burke, 1990)

Scott *et al,* (2004) ได้ทดสอบสารสกัดจากพืชตระกูลพริกไทยสามชนิด ได้แก่พริกไทยดำ พริกไทยขาว (*P. guineense*) และ *P. tuberculatum* เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลง พบว่าพืชทั้งสามชนิดมีสาร isobutyl amides เป็นสารประกอบทุติยภูมิของพืช ซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบประสาทของแมลงแต่ปลอดภัยกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพราะมีพืชตระกูลพลูใช้เป็นเครื่องเทศและยามาหลายร้อยปีแล้ว ในการเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของพริกไทยดำ ที่ 24 ชั่วโมง ต่อแมลงศัตรูพืชทั่วไปในแคนาดาตะวันออกและอเมริกาตะวันออกเฉียงเหนือพบว่าใช้ได้ผลกับแมลงต่าง ๆ ดังนี้ (เรียงตามความเข้มข้นของสาร) eastern tent caterpillar (*Malacosoma americanum*) น้อยกว่า European pine sawfly larvae (*Neodiprion sertifer*) น้อยกว่า spindle ermine

moth larvae (*Yponomeuta cagnagella*) น้อยกว่า viburnum leaf beetle larvae (*Pyrrhalta viburni* [Paykull]) น้อยกว่า stripped cucumber beetle adults (*Acalymma vittatum*) น้อยกว่า Colorado potato beetle adults (*Leptinotarsa decemlineata*) น้อยกว่า Japanese beetle adults (*Popillia japonica*) น้อยกว่า hairy chinch bug (*Blissus leucopterus hirtis*) ตามลำดับ โดยทำการทดสอบกับแมลงแต่ละสายพันธุ์ในช่วงวัยที่สร้างความเสียหายให้กับพืชอาศัยได้มากที่สุด และเป็นช่วงที่มีการใช้สารสังเคราะห์กำจัดแมลงเหล่านั้น การทดลองในเรือนกระจกให้ผลว่าสูตรสารฆ่าแมลงจากพริกไทยดำยังมีผลในการขับไล่แมลง จึงสามารถป้องกันการทำลายใบจาก lily leaf beetle (*Lilioceris lilii*) ทั้งในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย, stripped cucumber beetle, การวางไข่ของผีเสื้อ European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) ทั้งนี้จะได้ผลเป็นพิษขับไล่แมลงมากขึ้นเมื่อผสมกับสารสกัดพืชอื่น ๆ และไม่เป็นพิษต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ไม่ใช่เป้าหมายในการกำจัด

นที และสุภาณี (2546) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยง่ายจากผักพื้นบ้าน 4 ชนิด คือ ผักชีลาว (*Anethum graveolens* Linn.) ผักแพว (*Polygonum ordoratum* Lour.) ผักแขยง (*Limnophila aromatica* Merr.) และชะพลู มีพิษสัมผัสตายต่อด้วงถั่วเขียว (*Callosobuchus maculatus*) จากการทดสอบเพื่อประเมินพิษในลักษณะสัมผัสตายโดยวิธี residual film technique พบว่า น้ำมันระเหยง่ายจาก ผักชีลาว ผักแพว ผักแขยง และชะพลู มีฤทธิ์ฆ่าด้วงถั่วเขียวได้ โดยอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับความเข้มข้น (dose - response relationship) โดยน้ำมันระเหยง่ายจากผักชีลาวมีพิษสัมผัสตายต่อด้วงถั่วเขียวสูงสุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 3,003 ppm รองลงมาได้แก่น้ำมันจากชะพลู (LC_{50} = 8,864 ppm) ผักแพว (LC_{50} = 18,530 ppm) และผักแขยง (LC_{50} = 18,721 ppm)

Choochote *et al*. (2006) รายงานว่า สารสกัดจากพืชตระกูลพลูสามชนิดได้แก่ ดีปลี สะค้าน (*P. ribesoides*) และชะพลู มีพิษต่อตัวเต็มวัยของยุงลาย *Stegomyia aegypti* (Diptera: Culicidae) เมื่อสกัดโดยเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 8.89, 3.21 และ 5.30 % (w/w) ตามลำดับ ผลจากการทดสอบโดยหยดสารสกัดลงบนอกปล้องที่ 2 (topical application) ของยุงลายเพศเมีย พบว่าสารสกัดจากชะพลู สะค้าน และดีปลี มีค่า LD_{50} ต่อยุงลายเพศเมีย 1 ตัว เท่ากับ 0.14, 0.15 และ 0.26 มิลลิกรัม ตามลำดับ

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชะพลู

(ก) รูปร่างต้นชะพลู (ข) ใบ (ค) ดอก (ง) ผล

คะน้า

ชื่อสามัญ	Chinese kale, Kailan
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Brassica alboglabra*
วงศ์	Brassicaceae

1. ลักษณะทั่วไป

คะน้าเป็นพืชอายุสองปี (biannual) แต่ปลูกเป็นพืชอายุปีเดียว (annual) มีอายุปลูกตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยว 45 - 55 วัน สามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ได้ผลดีที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีช่วง pH อยู่ที่ 5.5 - 6.8 ความชื้นในดินสูงและสม่ำเสมอ ต้องการแสงแดดเต็มที่ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 20 - 25 องศาเซลเซียส (เมืองทอง และ สุรีรัตน์, 2525)

ลำต้นสูงประมาณ 35 - 50 เซนติเมตร มีข้อตามลำต้น มีใบเดี่ยว (Simple leaf) มีการจัดเรียงใบแบบสลับ ลักษณะใบแบบ obevate มีดอกสมบูรณ์เพศ มีช่อดอกแบบ raceme ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

คะน้าใบกลมมีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมน ผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อยได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 ของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คะน้าใบแหลมเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าชนิดแรก ปลายใบแหลม ข้อห่าง ผิวใบเรียบ เช่น พันธุ์ PL - 20

คะน้ายอดหรือคะน้าก้านเป็นพวกที่มีลักษณะคล้ายคะน้าใบแหลม แต่คะน้ายอดมีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่า และปล้องยาวกว่า เช่น พันธุ์แม่โจ้ (ไฉน, 2542)

2. การปลูกและการขยายพันธุ์

คะน้าสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีแต่ผลผลิตจะแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ขึ้นอยู่กับความชื้นในดินและอากาศ รวมถึงศัตรูพืช

ในการเตรียมดินปลูก เนื่องจากคะน้าเป็นพืชผักรากตื้น ควรขุดหรือไถดินลึกประมาณ 10 - 15 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ 7 - 10 วัน หากดินเป็นดินเหนียวให้ใส่ปูนขาว 20 - 30 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้นใส่ปุ๋ยคอกหรือ ปุ๋ยหมัก 2 - 3 ตันต่อไร่ คลุกเคล้าให้ทั่วแล้วปรับหน้าดินให้เรียบ เสร็จแล้วนำเมล็ดไปหว่านหรือนำต้นกล้าไปปลูก การหว่านกระจายทั่วทั้งแปลงเหมาะสำหรับแปลงขนาดใหญ่ปลูกเป็นการค้า เช่น แปลงปลูกแบบร่องสวนในภาคกลาง ต้องหว่านให้กระจายทั่วแปลง ให้เมล็ดห่างกันประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร ใช้เมล็ดประมาณ 1 - 2 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อหว่านเมล็ดเรียบร้อยกลบเมล็ดด้วยดินดีหรือปุ๋ยอินทรีย์หนาประมาณ 0.5 - 1 เซนติเมตร คลุมด้วยฟางข้าวหรือหญ้าแห้งเสร็จแล้วรดน้ำให้ชุ่ม ส่วนการปลูกด้วยกล้าเหมาะกับงานศึกษาทดลองและปลูกในกิจการเล็กๆ ในเชิงการค้าปัจจุบันไม่นิยม ระยะปลูกที่เหมาะสมคือ 20 × 25 หรือ 25 × 25 เซนติเมตร

หลังจากทำการหว่านเมล็ดแล้ว เมล็ดคะน้าจะงอกภายใน 7 วัน ให้ทำการถอนแยกต้นกล้าโดยทำ 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อคะน้ามีอายุได้ 20 วัน และครั้งที่ 2 เมื่ออายุได้ 30 วันหลังจากงอก โดยจัดระยะให้ได้ประมาณ 20 × 25 เซนติเมตร คะน้าเป็นพืชที่ต้องการความชื้นในดินสูง ควรรดน้ำทุกวันให้ชุ่ม ควรพรวนดินและกำจัดวัชพืชพร้อม ๆ กับการถอนแยก การพรวนดินต้องระวังไม่ให้รากและใบของคะน้าได้รับความกระทบกระเทือน การใส่ปุ๋ย ควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง เช่น ปุ๋ยสูตร 20 - 11 - 11 หรือ 12 - 8 - 8 อัตรา 75 - 150 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ แบ่งใส่ 3 ครั้ง ใส่ครั้งแรกขณะเตรียมดิน อัตรา 25 - 50 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ครั้งที่ 2 และ 3 เมื่ออายุ 20 และ 30 วันหลังงอก อัตรา 25 - 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อคะน้าอายุได้ 45 วัน เป็นระยะที่ตลาดต้องการมากที่สุด แต่หากเก็บเกี่ยวในช่วงโตเต็มที่ เมื่ออายุ 50 - 55 วันจะได้น้ำหนักมากกว่า (ไฉน, 2542)

3. โรคและแมลงศัตรู

โรคที่สำคัญต่อคะน้า ได้แก่ โรคเน่าคอดินของคะน้า สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Pythium* sp. หรือ *Phytophthora* sp. โรคราน้ำค้าง สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Peronospora parasitica* และโรคแผลวงกลมสีน้ำตาลไหม้ สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Alternaria* sp.

แมลงศัตรูพืชของคะน้าที่สำคัญ คือ หนอนใยผัก (*P. xylostella*), หนอนกระทู้หอม (Beet armyworm; *Spodoptera exigua* Hubner), หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm; *S. litura* Fabricius), ด้วงหมัดผัก (Leaf eating beetle; *Phyllotreta chontanica* Duvivier และ *P. sinuata* Stephens), เพลี้ยอ่อน (Aphid; *Myzus persicae* Sulzer), หนอนเจาะยอดกะหล่ำ (Cabbage webworm; *Hellula undalis* Fabricius), และแมลงชนิดอื่นๆ ที่พบการลงทำลายแต่ไม่ส่งผล หรือไม่พบบ่อยนัก ได้แก่ หนอนคืบกะหล่ำ (Cabbage looper; *Trichoplusia ni* Hubner), หนอนกระทู้ดำ (Black cutworm; *Agrotis ipsilon* Hufnagel), หนอนกะหล่ำ (Cabbage moth; *Crocidolomia binoltalis* Zeller), หนอนผีเสื้อกะหล่ำปลี (Cabbage white butterfly; *Pieris canidia* Sparr. และ *P. brassicae nepatensis* Doubleday), แมลงวันหนอนชอนใบกะหล่ำ (Cabbage Leaf miner; *Liriomyza brassicae* Riley), เพลี้ยอ่อนฝ้าย(Cotton aphid; *Aphis gossypii* Glover), เพลี้ยอ่อนกะหล่ำ (Cabbage aphid; *Lipaphis erysimi* Kaltenbach), เพลี้ยอ่อนข้าวโพด (Corn leaf aphid; *Rhopalosiphum maidis* Fitch), แมลงหวี่ขาวยาสูบ (Tobacco Whitefly; *Bemisia tabaci* Gennadius), และมวนผัก (Leaf sucking bug; *Eurydema pulchra* Westwood) (Wongsiri, 1991; ประสิทธิ์, 2541; กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผักไม้ดอกและไม้ประดับ, 2542)

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของคะน้า

(ก) คะน้า (ข) ยอด (ค) ใบ (ง) ลำต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเลี้ยงหนอนใยผักเพื่อใช้ในการทดลอง

เก็บและรวบรวมหนอนใยผักจากแปลงเกษตรกรตำบลท่ายาง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี นำหนอนที่เก็บได้มาทำการเลี้ยงและขยายพันธุ์ที่ห้องทดลองโดย แยกใส่กล่องขนาด 10 × 15 × 5 เซนติเมตร กล่องละประมาณ 100 ตัว นำใบคะน้าวางไว้เพื่อเป็นอาหาร เปลี่ยนใบคะน้าทุกวันจนหนอนเข้าดักแด้ เก็บดักแด้รวมใส่จานเลี้ยงเชื้อไว้ จานละ 50 คู่ นำจานเลี้ยงเชื้อที่มีดักแด้ดังกล่าวมาวางบนจานรองที่ใส่น้ำไว้และปิดทับด้วยตาข่ายในล่อนเพื่อให้ความชื้น พร้อมกับวางสำลีชุบน้ำผสมน้ำผึ้งเพื่อเป็นอาหารแก่ตัวเต็มวัย ครอบทั้งหมดด้วยโหลแก้วปลายเปิดทั้งสองด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร ซึ่งด้านบนขึงกระดาษทิชชู่ไว้เพื่อให้แมลงวางไข่ หุ้มภายนอกด้วยกระดาษฟอยด์และนำใบคะน้ามาวางไว้บนทิชชูให้มีกลิ่นล่อแมลงมาวางไข่ (ภาพที่ 4) เก็บไข่ทุกวันโดยนำโหลเลี้ยงผีเสื้อไปใส่ตู้เย็นในช่องแช่แข็งประมาณ 2 นาทีเพื่อทำผีเสื้อให้สลบก่อนจึงนำออกมาเปลี่ยนทิชชู่ที่ขึงปากโหล นำไข่ที่ได้มาใส่ในกล่องเลี้ยงแมลง และนำใบคะน้ามาวางไว้ รอให้ไข่ฟักเป็นตัวหนอน และนำหนอนวัยที่ 2 - 3 มาใช้ในการทดลอง

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 4 การเลี้ยงหนอนใยผักเพิ่มปริมาณเพื่อใช้ในการทดลอง

(ก) โหลใส่ดักแด้ เพื่อให้ออกเป็นตัวเต็มวัยให้ผสมพันธุ์และวางไข่

(ข) ไข่ที่ผีเสื้อวางบนทิชชู่ที่ขึงไว้ปากโหล

(ค) กล่องสำหรับเลี้ยงหนอน และให้ใบคะน้าเป็นอาหาร

2. การเก็บใบชะพลูเพื่อนำไปสกัดเป็นสารสกัด

เก็บใบชะพลู ที่ปลูกบริเวณแปลงทดลองพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยเลือกเก็บใบที่ค่อนข้างแก่ เนื่องจากให้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยในปริมาณมากกว่า (สุรัตน์วดี และคณะ, 2540)

3. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

สกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) โดยใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ (ภาพที่ 5) ใส่น้ำลงในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยประมาณ 7 ลิตร นำใบชะพลู 10 กิโลกรัม ใส่ลงในเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ ปิดฝาหม้อกลั่นให้สนิทไม่ให้มีไอน้ำออกมา จุดไฟที่เตาแก๊สและเปิดน้ำเข้าหม้อทำความเย็น เมื่อนำในหม้อกลั่นเดือด น้ำมันหอมระเหยในใบชะพลูจะถูกสกัดออกมาในรูปไอของน้ำมัน โดยไอน้ำมันจะเคลื่อนที่เข้าไปในสายยางที่ต่อไปยังท่อทำความเย็น เมื่อไอน้ำมันได้รับความเย็นจะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำมันไหลลงสู่ขวดแก้วที่นำมารองไว้ น้ำมันหอมระเหยของใบชะพลูที่สกัดได้เป็นน้ำมันหนักซึ่งจะแยกชั้นกับน้ำ ส่วนของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูอยู่บริเวณส่วนล่างของขวด จากนั้นค่อย ๆ รินใส่บิกเกอร์ขนาด 50 ml ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ใช้ dropper ดูดเฉพาะน้ำมันหอมระเหยออกมา นำน้ำมันหอมระเหยที่ได้เก็บใส่ขวดเล็กสีชา เพื่อเก็บไว้ใช้ในการทดลอง ต่อไป ในการสกัดน้ำมันชะพลูแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 5 การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ
(ก) เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ
(ข) เก็บน้ำมันชะพลูที่ได้จากการกลั่นไว้ในขวดแก้ว
(ค) เก็บน้ำมันชะพลูในขวดสีชา

4. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารฆ่าแมลง (insecticidal test)

ทำการทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารฆ่าแมลง โดยต้องการหาช่วงความเข้มข้นที่ทำให้มีการตายของหนอนใยผักอยู่ในช่วง 25 - 75 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเบื้องต้นช่วงความเข้มข้นคือ 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ดังตารางภาคผนวกที่ 1

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู กับหนอนใยผักวัยที่ 2 - 3 (ภาพที่ 6) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สารละลายน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู 4 ความเข้มข้น และทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

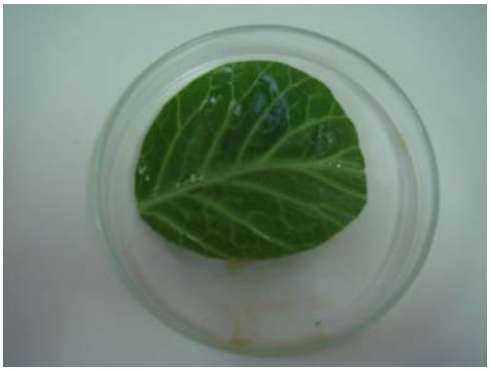
4.1 นำน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูผสมกับเอทธานอลที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ใช้ เอทธานอลเป็นส่วนควบคุม (control)

4.2 ทำการทดสอบโดยวิธี Leaf dipping method นำใบคะน้าจุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 30 วินาที ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

4.3 นำใบคะน้าใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีหนอนวัย 2 - 3 อยู่จานละ 10 ตัว ปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

4.4 จดบันทึกปริมาณหนอนที่ตายหลังการทดสอบที่ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่า Lethal Concentration 50 (LC_{50}) โดยวิธี Probit analysis

(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู
(ก) การทดสอบโดยใช้วิธี Leaf dipping method
(ข) ปล่อยหนอนใยผักจำนวน 10 ตัวต่อซ้ำลงบนใบคะน้า

5. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารรม (Fumigatn test)

ทำการทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารรม โดยต้องการหาช่วงความเข้มข้นที่ทำให้มีการตายของหนอนใยผักอยู่ในช่วง 25 - 75 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบเบื้องต้นช่วงความเข้มข้นคือ 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

วิธีการทดสอบ ดัดแปลงจากวิธีของ Choi *et al*. (2003) ทำการทดสอบโดยใช้กระดาษกรองและหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับแมลงโดยตรง (ภาพที่ 7) วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยใช้สารละลายน้ำมันใบชะพลู 4 ความเข้มข้น และทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

5.1 นำน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูผสมกับเอทธานอลที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ใช้ เอทธานอลเป็นส่วนควบคุม

5.2 วางกระดาษกรองเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ไว้บนก้นถ้วยพลาสติก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 6.5 เซนติเมตร) นำน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ผสมกับเอทธานอล ในแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หยดลงบนกระดาษกรอง รอจนกระทั่งเอทธานอลระเหยหมด

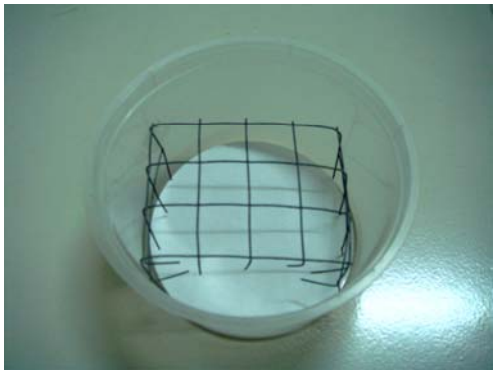
5.3 วางกระดาษเอนกประสงค์ไว้บนตะแกรงลวดเหนือกระดาษกรอง 4 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการสัมผัสกับหนอนใยผักที่ทำการทดสอบ

5.4 วางใบคะน้าไว้บนกระดาษเอนกประสงค์ สำหรับเป็นอาหารของหนอน

5.5 ปล่อยหนอนใยผักวัย 2 - 3 ลงไปบนใบคะน้า 10 ตัวต่อซ้ำ ปิดฝาถ้วยพลาสติก

5.6 จดบันทึกปริมาณหนอนที่ตายหลังการทดสอบที่ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่า (LC_{50}) โดยวิธี Probit analysis

(ก)



(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 7 การทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

(ก) หยดน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูบนกระดาษเอนกประสงค์ที่ก้นถ้วยพลาสติก

(ข) วางตะแกรงลวดเหนือกระดาษกรอง

(ค) วางใบคะน้าบนกระดาษเอนกประสงค์ปล่อยหนอนลงบนใบคะน้า

(ง) จดบันทึกปริมาณหนอนที่ตายหลังทำการทดสอบ 24 ชั่วโมง

6. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารไล่แมลง (Repellent test)

ทำการทดสอบเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อหนอนใยผักสำหรับการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลง เนื่องจากเป็นการทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารไล่แมลง ซึ่งไม่ต้องการให้มีการตายของหนอนใยผักเกิดขึ้นจึงกำหนดให้ช่วงความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ เริ่มจากระดับความเข้มข้นที่สามารถไล่หนอนใยผักได้ ถึงระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ไม่ทำให้หนอนใยผักตาย ช่วงความเข้มข้นสำหรับน้ำมันหอมระเหยคือ 1, 1.5, 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

วิธีในการทดสอบ นำมาจากวิธีของ McDonald *et al.* (1970) และดัดแปลงบางส่วนโดย Talukder and howse (1995) ทำการทดสอบโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยการทดสอบคุณสมบัติในรูปสารไล่แมลง (ภาพที่ 8) และมีวิธีการทดสอบดังนี้

6.1 ทำการทดสอบโดยใช้สารละลายน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู 4 ความเข้มข้นคือ 1, 1.5, 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ

6.2 ตัดกระดาษกรองเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน

6.3 นำน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ผสมกับเอทธานอลในแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 400 ไมโครลิตร หยดลงบนกระดาษกรองส่วนแรก สำหรับกระดาษกรองส่วนที่สองหยดด้วยเอทธานอลในปริมาตรที่เท่ากัน เพื่อใช้เป็นส่วนควบคุม

6.4 เมื่อเอทธานอลระเหยหมดแล้ว ติดกระดาษกรองทั้งสองส่วนกับจานเลี้ยงเชื้อเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร

6.5 ปล่อยหนอนใยผักวัย 2 - 3 ลงไปตรงกลางของกระดาษ 10 ตัวต่อซ้ำ ปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อ

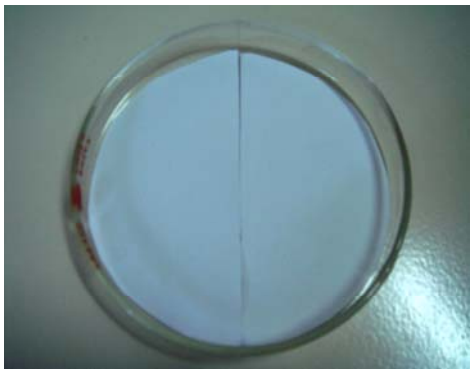
6.6 จดบันทึกจำนวนหนอนในแต่ละส่วนของกระดาษกรอง หลังจากปล่อยหนอนลงไป 15 นาที 1, 2, 3, 4, และ 5 ชั่วโมง

6.7 ข้อมูลที่ได้นำไปคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การไล่แมลง (Percentage repellency; PR) โดยใช้สูตร Talukder and howse (1995)

$$PR = 2 (C - 50)$$

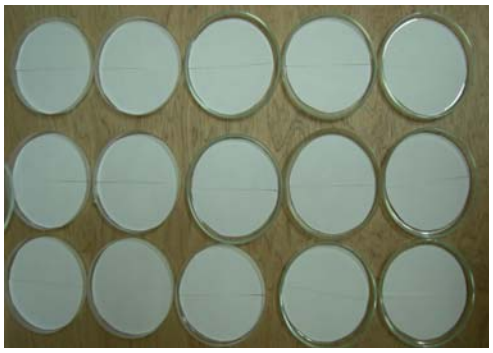
เมื่อ C คือ เปอร์เซ็นต์ของหนอนใยผัก ที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่ 2 (หยดด้วยเอทธานอล) โดยถ้าค่าเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเป็นบวก แสดงว่าเป็นสารไล่แมลง (repellency) และถ้าค่าเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเป็นลบ แสดงว่าเป็นสารดึงดูด (attractancy)

6.8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การไล่แมลง โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ ทำการแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test



(ก)

(ข)



(ค)

ภาพที่ 8 การทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู
(ก) ตัดกระดาษกรองออกเป็น 2 ส่วน แล้ววางบนจานเลี้ยงเชื้อ
(ข) นำน้ำมันชะพลูที่ผสมกับเอทธานอล หยดลงบนกระดาษกรองส่วนที่ 1 สำหรับกระดาษกรองส่วนที่ 2 หยดด้วยเอทธานอล
(ค) บันทึกปริมาณหนอนใยผักในแต่ละส่วนของกระดาษกรอง

7. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Antifeedant test)

ทำการทดสอบเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง เนื่องจากเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการกินอาหารของแมลง จึงไม่ต้องการให้มีการตายของหนอนใยผักที่ระยะเวลา 3 วันหลังการทดสอบ โดยกำหนดให้ช่วงความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ เป็นช่วงความเข้มข้นที่ไม่ทำให้หนอนใยผักตายหลังทำการทดสอบ 3 วัน ผลจากการทดสอบเบื้องต้นช่วงความเข้มข้นสำหรับน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูคือ 1, 1.5, 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

วิธีในการทดสอบ นำมาจากวิธีของ Morimoto *et al.* (1999) และดัดแปลงบางส่วนโดยเกรียงไกร และคณะ (2540) วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยการทดสอบคุณสมบัติในรูปสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง (ภาพที่ 9) และมีวิธีการทดสอบดังนี้

7.1 ทำการทดสอบโดยใช้สารละลายน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู 4 ความเข้มข้นคือ 1, 1.5, 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ และใช้เอทธานอลเป็นส่วนควบคุม

7.2 ตัดใบคะน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 2 × 3 เซนติเมตร และชั่งน้ำหนักหนอนเริ่มต้น

7.3 จุ่มใบคะน้าลงในสารละลายน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเอทธานอลระเหยหมดแล้ว นำใบคะน้าใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ 1 ใบ ปล่อยหนอนใยผักวัย 2 – 3 ที่ผ่านการอดอาหารมา 12 ชั่วโมง 10 ตัวต่อซ้ำ ปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อ วางไว้ที่สภาพอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน

7.4 เมื่อครบ 3 วัน วัดพื้นที่บนใบคะน้าที่เหลืออยู่ด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (Leaf area meter รุ่น LI - COR) บันทึกปริมาณของพื้นที่ใบคะน้าที่ถูกหนอนกิน และน้ำหนักหนอนที่เปลี่ยนแปลง คำนวณค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant; AFT) โดยใช้สูตรของ Escoubas *et al*. (1992)

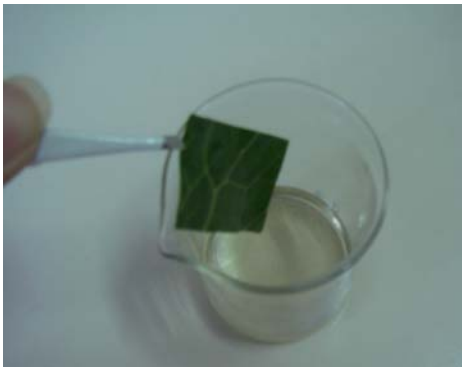
$$AFT = \frac{\%\ \text{of treated disc consumed}}{\%\ \text{of treated disc consumed} + \%\ \text{control disc consumed}} \times 100$$

เมื่อ % treated disc consumed คือ ปริมาณของใบพืชที่ถูกกินในชุดทดสอบ

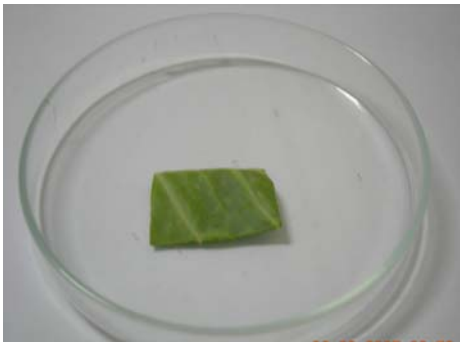
และ % control disc consumed คือ ปริมาณของใบพืชที่ถูกกินในชุดควบคุม

และถ้าค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหารน้อยกว่า 30 แสดงว่า สามารถยับยั้งการกินอาหารของแมลง (antifeedant activity)

วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหาร โดยวิธี ANOVA และเมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ ทำการแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test



(ก)



(ข)

ภาพที่ 9 การทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารยับยั้งการกินอาหารแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

(ก) จุ่มใบคะน้าในสารละลายน้ำมันชะพลูแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

(ข) วางไว้ที่สภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน

8. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักในสภาพแปลงทดลอง (Efficacy test under field conditions)

ทำการทดสอบเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลกำหนด emulsifier ที่เหมาะสม ทดสอบประสิทธิภาพของ emulsifier 5 ชนิด ประกอบด้วย น้ำยาล้างจานซันไลต์ ไลปอน - เอฟ ครีมอาบน้ำ Care Lux และ Benice ผลการทดสอบเบื้องต้นช่วงความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดคือ 0.25, 0.50 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ตารางภาคผนวกที่ 6)

ทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย emulsifier กับหนอนใยผักวัยที่ 2 - 3 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยใช้สารละลาย emulsifier 5 ชนิด (ภาพที่ 10) ชนิดละ 4 ความเข้มข้น และทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

8.1 ทำการทดสอบโดยวิธี Leaf dipping method นำใบคะน้าจุ่มสารละลาย emulsifier แต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 30 วินาที ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

8.2 นำใบคะน้าใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีหนอนวัย 2 - 3 อยู่จานละ 10 ตัว ปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกปริมาณหนอนที่ตายหลังการทดสอบที่เวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบว่าชนิดไหนมีผลต่อการตายต่อหนอนใยผักน้อยที่สุดหรือไม่พบการตายของหนอนเลย เพื่อเลือกมาทดสอบคุณสมบัติในการกำจัดหนอนใยผักในสภาพแปลงต่อไป

8.3 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยชะพลูในสภาพแปลงทดลอง (ภาพที่ 11) วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 4 ความเข้มข้น และส่วนควบคุม และทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ บนแปลงทดลองขนาด 1.5 × 1 เมตร โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

8.3.1 ทำการทดสอบโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้นต่างๆ ในแปลง โดยเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู กับน้ำพร้อมด้วยน้ำยาล้างจานซันไลต์ เป็นสาร emulsifier ที่เลือกมาใช้ (ตารางภาคผนวกที่ 6) อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตร ต่อปริมาตรสารตั้งต้น 50 มิลลิลิตร สำหรับเตรียมสารละลายน้ำมันหอมระเหยจากชะพลู ในส่วนควบคุมใช้ น้ำยาล้างจานซันไลต์ อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร

8.3.2 ทำการตรวจนับจำนวนหนอนใยผักในแปลง โดยการสุ่มนับจำนวนแมลงบนต้นคะน้า จำนวน 10 ต้น ต่อ 1 แปลงย่อย ช่วงเวลาในการนับจำนวนแมลง ทำการนับก่อนฉีดพ่นและหลังการฉีดพ่น เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี ANOVA และเมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ ทำการแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test

ภาพที่ 10 สารที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหา emulsifier ที่เหมาะสม

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 11 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักในสภาพแปลงทดลอง

(ก) สาร emulsifier ที่ใช้ทดสอบ

(ข) สารละลายน้ำมันชะพลู

(ค) แปลงคะน้า

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

1. สถานที่

ศูนย์วิจัยและพัฒนากีฏวิทยาอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549 สิ้นสุดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550

ผลการทดลอง

1. ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

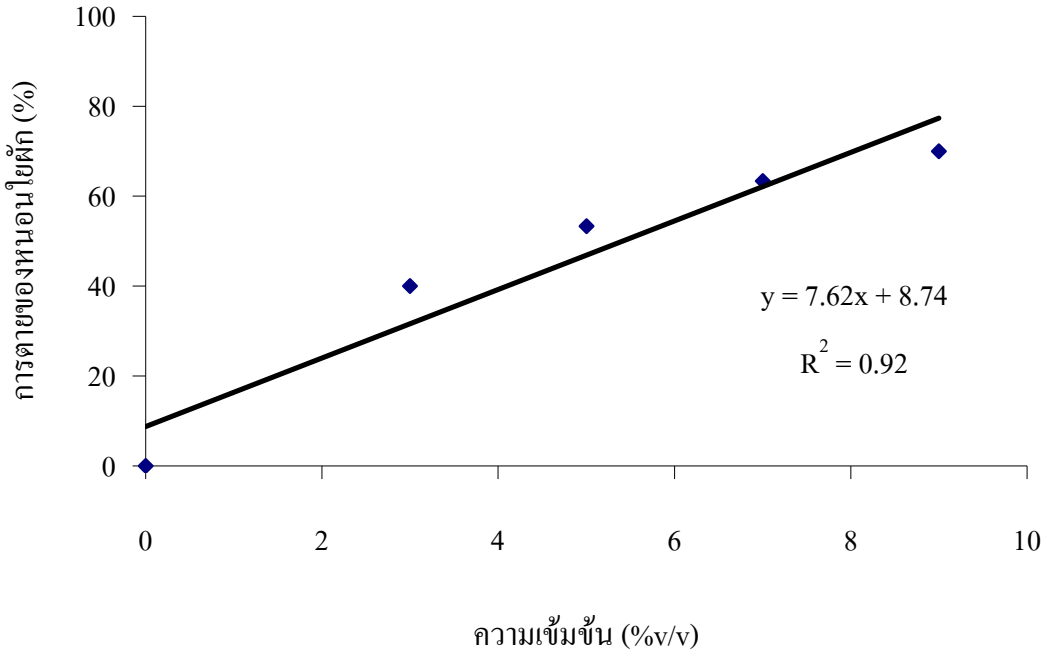
ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูโดยใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ พบว่าน้ำมันหอมระเหยของใบชะพลูที่สกัดได้เป็นน้ำมันหนักซึ่งจะแยกชั้นกับน้ำ ส่วนของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูจะอยู่บริเวณส่วนล่างของขวด และปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดใบชะพลูครั้งละ 10 กิโลกรัม ที่เวลา 2 ชั่วโมง มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ (w/w)

2. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารฆ่าแมลง

การทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ต่อหนอนใยผัก พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนใยผักตาย 40.00, 53.33, 63.33 และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 1) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษ พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีค่า LC_{50} ทางปากต่อหนอนใยผักที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 4.34 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เมื่อนำระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก (Y) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรง คือ $Y = 7.62X + 8.74$ สัมประสิทธิ์การกำหนด (coefficieant of determination, R^2) เท่ากับ 0.92 (ภาพที่ 12)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักและประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (% v/v)	เปอร์เซ็นต์การตาย (%)	LC_{50} (% v/v)	สมการรีเกรสชั่น	R^2
0	0.00 ± 0.00	4.34	Y = 7.62X + 8.74	0.92
3	40.00 ± 1.00			
5	53.33 ± 5.77			
7	63.33 ± 1.15			
9	70.00 ± 1.00			



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูโดยวิธี Leaf dipping method

3. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารรมควัน

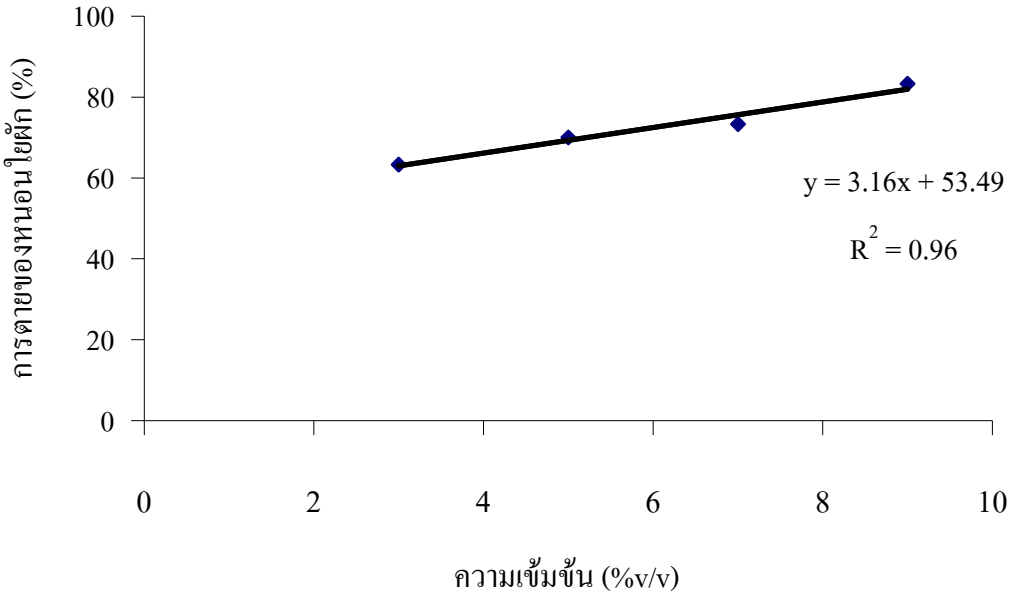
การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู พบว่า ที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนใยผักตาย 63.33, 70.00, 73.33 และ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 2)

เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู มีค่า LC_{50} ต่อหนอนใยผักที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 1.64 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 13) และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย จากใบชะพลู (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก (Y) พบว่า มีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรง คือ $Y= 3.16X + 53.49$ สัมประสิทธิ์การกำหนด (coefficieant of determination, R^2) เท่ากับ 0.96 (ภาพที่ 13)

จะเห็นได้ว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู มีประสิทธิภาพในรูปสารรมต่อหนอนใยผัก อัตราการตายของหนอนใยผักจะแปรผันตามความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย โดยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสูงขึ้น

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักและประสิทธิภาพในการเป็นสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (% v/v)	เปอร์เซ็นต์การตาย (%)	LC_{50} (% v/v)	สมการรีเกรสชั่น	R^2
0	0.00 ± 0.00	1.64	Y= 3.16X + 53.49	0.96
3	63.33 ± 0.57			
5	70.00 ± 1.00			
7	73.33 ± 5.77			
9	83.33 ± 5.77			



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารรม

4. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารไล่แมลง

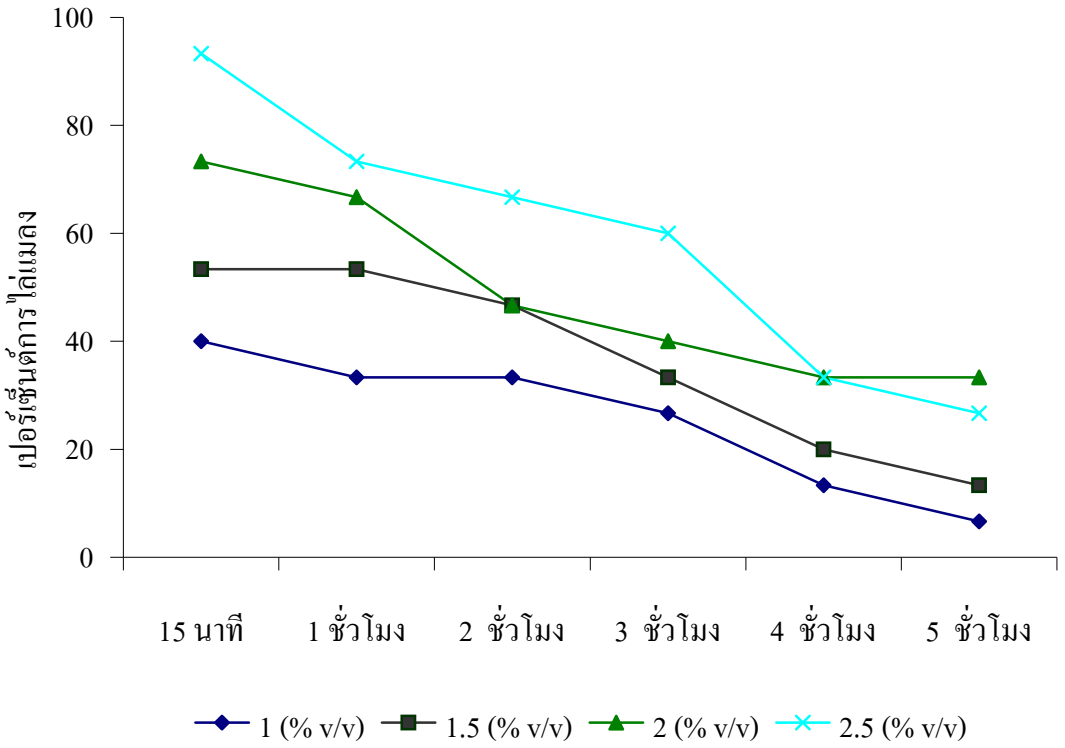
การทดสอบประสิทธิภาพในการไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูกับหนอนใยผัก พบว่า เปอร์เซ็นต์การไล่แมลงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 14) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในทุกระยะเวลาของการทดสอบที่ 15 นาที 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์การไล่แมลงไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกความเข้มข้น (ภาพที่ 14)

ในการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยกับหนอนใยผัก พบว่า เปอร์เซ็นต์การไล่เป็นบวก แสดงว่าเป็นสารไล่แมลง โดยที่ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู เท่ากับ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ให้เปอร์เซ็นต์การไล่แมลงสูงสุดที่ระยะเวลา 15 นาที โดยให้เปอร์เซ็นต์การไล่แมลง เท่ากับ 40.00, 53.32, 73.33 และ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหลังการทดสอบ 5 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเฉลี่ย เท่ากับ 6.67, 13.33, 33.33 และ 26.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการเป็นสารไล่แมลงด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ต่อหนอนใยผัก

ความเข้มข้น (% v/v)	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใยผัก (mean ± SD)						เปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเฉลี่ย (mean ± SD)
	15 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	
1	40.00 ± 20.00	33.33 ± 30.55	33.33 ± 30.55	26.67 ± 41.63	13.33 ± 30.55	6.67 ± 30.55	25.56 ± 28.95
1.5	53.33 ± 11.55	53.33 ± 11.55	46.67 ± 41.63	33.33 ± 11.55	20.00 ± 20.00	13.33 ± 23.09	36.67 ± 24.97
2	73.33 ± 11.55	66.67 ± 23.09	46.67 ± 11.55	40.00 ± 20.00	33.33 ± 11.55	33.33 ± 11.55	48.89 ± 20.83
2.5	93.33 ± 11.55	73.33 ± 11.55	66.67 ± 11.55	60.00 ± 20.00	33.33 ± 23.09	26.67 ± 11.55	58.89 ± 26.98
	ns[1/]	ns	ns	ns	ns	ns	
C.V. (%)	14.73	15.23	17.68	18.27	16.88	17.40	

[1/] ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 14 ประสิทธิภาพในการไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

5. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง

การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก พบว่า หนอนใยผักกินใบคะน้าทำให้พื้นที่ใบคะน้าลดลงในการทดสอบทุก ๆ ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู โดยที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีความแตกต่างทางสถิติที่ 95 % กับที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และพื้นที่ใบคะน้าส่วนควบคุม ที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พื้นที่ใบคะน้าลดลงเฉลี่ย 0.52, 0.49, 0.28 และ 0.10 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในใบคะน้าส่วนควบคุมพื้นที่ใบคะน้าลดลงเฉลี่ย 0.66 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 4) น้ำหนักของหนอนใยผักที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v)
เพิ่มขึ้น แต่ที่ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) น้ำหนักของหนอนใยผักไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย กับน้ำหนักของหนอนใยผักที่เพิ่มขึ้น พบว่าน้ำหนักของหนอนใยผักมีการเพิ่มขึ้นน้อยลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้น และที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) น้ำหนักของหนอนใยผักที่เพิ่มขึ้นแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับน้ำหนักหนอนที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และส่วนควบคุม

จากการคำนวณค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหารของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก พบว่า ค่าดัชนียับยั้งการกินอาหารมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีค่าเพิ่มขึ้น ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีความแตกต่างทางสถิติที่ 95 % กับที่ความเข้มข้น 1.0, 1.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และพื้นที่ใบคะน้าส่วนควบคุม (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาค่าดัชนียับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบว่าค่าดัชนียับยั้งการกินอาหารของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักมีค่าเท่ากับ 43.82 และ 42.03 ซึ่งมากกว่า 30 ดังนั้นจึงถือว่าไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก แต่ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบว่าค่าดัชนียับยั้งการกินอาหารของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักมีค่าเท่ากับ 27.33 และ13.06 ซึ่งน้อยกว่ากว่า 30 ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) จึงมี ประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่มีผลต่อการกินอาหาร และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของหนอนใยผักหลังจากเริ่มทดลองเป็นเวลา 3 วัน

ความเข้มข้น (% v/v)	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบคะน้าที่ถูกกิน (cm^3) mean ± SD	น้ำหนักของหนอนใยผักที่เปลี่ยนแปลง (mg) mean ± SD
0	0.66 ± 0.32^{a}	0.0023 ± 0.000577^{a}
1	0.52 ± 0.09^{ab}	0.0016 ± 0.000577^{ab}
1.5	0.49 ± 0.14^{b}	0.0016 ± 0.000577^{b}
2	0.28 ± 0.23^{bc}	0.0003 ± 0.000577^{bc}
2.5	0.10 ± 0.02^{c}	0^{c}
	*[1/]	*
c.v. (%)	63.89	84.51

[1/] แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหารของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้น (% v/v)	ค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหาร (mean ± SD)
1.0	43.82 ± 4.89^{a}
1.5	42.03 ± 7.17^{ab}
2.0	27.33 ± 15.8^{b}
2.5	13.06 ± 2.27^{b}
	*[1/]
c.v. (%)	48.01

[1/] แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

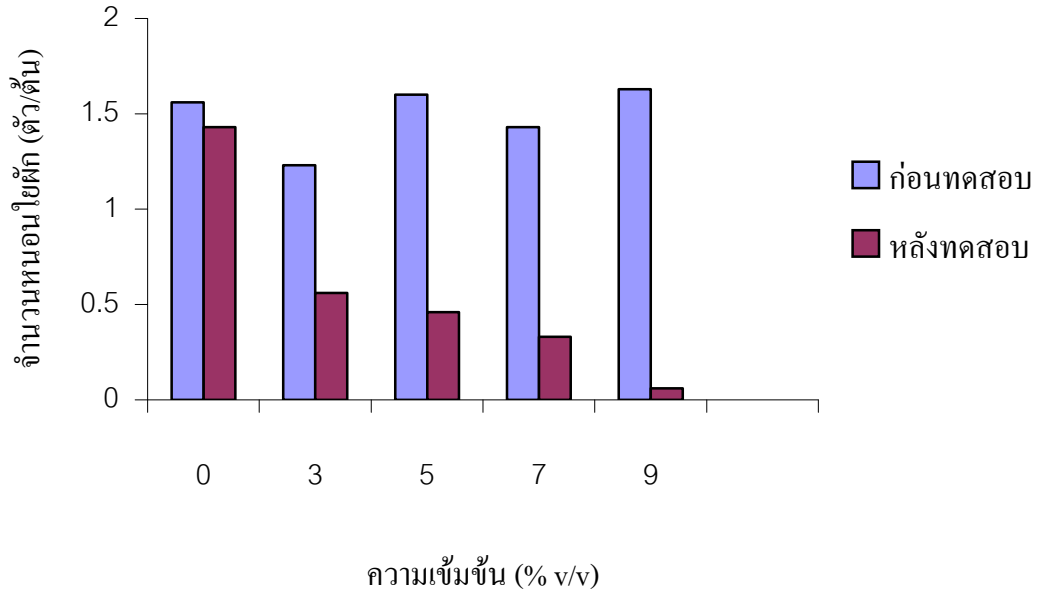
6. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักในสภาพแปลงทดลอง

ผลจากการตรวจนับจำนวนหนอนใยผักในแปลงทดลองก่อนและหลังทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และส่วนควบคุม พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีผลทำให้จำนวนหนอนใยผักในแปลงลดลง หลังทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่งโมง เท่ากับ 0.66, 1.33, 1.10, 1.56 และ 0.13 ตัว/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนหนอนใยผักที่ลดลง พบว่าจำนวนหนอนใยผักในแปลงที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างทางสถิติกับส่วนควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักในสภาพแปลงทดลอง

ตารางที่ 6 จำนวนหนอนใยผักที่พบบนต้นคะน้าในสภาพแปลงทดลองที่ฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น % (v/v)	จำนวนหนอนใยผัก (mean ± SD)		
	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ	ลดลง
0	1.56 ± 0.05	1.43 ± 0.05	0.13 ± 0.11[a]
3	1.23 ± 0.30	0.56 ± 0.05	0.66 ± 0.25[b]
5	1.60 ± 0.17	0.46 ± 0.20	1.13 ± 0.35[b]
7	1.43 ± 0.15	0.33 ± 0.15	1.10 ± 0.26[b]
9	1.63 ± 0.15	0.06 ± 0.11	1.56 ± 0.25[b]
			*[1/]

[1/]แตกต่างกับส่วนควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 15 จำนวนหนอนใยผักที่พบบนต้นคะน้าในสภาพแปลงทดลอง ก่อนและหลังการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

วิจารณ์

1. ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูหลังการสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู พบว่า ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่ได้จากการสกัดโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งสอดคล้องกับ การทดลองของ นที และสุภาณี (2546) ที่ได้ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยง่ายจากผักพื้นบ้าน 4 ชนิด คือ ผักชีลาว ผักแพว ผักแขยง และชะพลู ได้ปริมาณน้ำมันระเหยง่ายคิดเป็น 0.064, 0.09, 0.24 และ 0.05 % ตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ได้จากการสกัดครั้งนี้ สอดคล้องกับที่สกัดได้จากการทดลองของ นที และสุภาณี (2546) ชะพลูมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยในปริมาณที่น้อยที่สุด ดังนั้นในการสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงในครั้งนี้ จึงต้องทำการสกัดหลายครั้ง เพื่อให้ได้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในปริมาณที่เพียงพอต่อการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงต่อไป

2. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารฆ่าแมลง

ในการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการเป็นสารฆ่าแมลง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.34 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เมื่อทำการทดสอบกับหนอนใยผักโดยวิธี leaf dipping method ซึ่งสอดคล้องกับ Choochote *et al*. (2006) ที่พบว่าพืชตระกูลพลู 3 ชนิด ได้แก่ ดีปลี สะค้าน และชะพลู มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลง โดยสารสกัดจากชะพลู สะค้าน และดีปลี มีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.14, 0.15 และ 0.26 มิลลิกรัมต่อยุงลายเพศเมีย 1 ตัว ตามลำดับ เมื่อทดสอบโดยวิธี topical application

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการเป็นสารฆ่าแมลงต่อหนอนใยผัก จะเห็นได้ว่า อัตราการตายของหนอนใยผักจะแปรผันตามความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู โดยเปอร์เซ็นต์การตายจะเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสูงขึ้น สอดคล้องกับ งานวิจัยของ นที และสุภาณี (2546) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยง่ายจากชะพลู มีพิษสัมผัสตายต่อด้วงถั่วเขียว โดยมีค่า LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 8,864 ppm เมื่อประเมินพิษในลักษณะสัมผัสตายโดยวิธี residual film technique

พบความเป็นพิษต่อหนอนใยผัก เมื่อได้รับจากสารสกัดจากพืชหลายชนิดโดยการกิน Sinchisri *et al*. (1991) พบว่าสารสกัดหยาบจากพืช 44 ชนิด มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลงต่อหนอนใยผัก และพืช 3 ชนิด ได้แก่ เมล็ดทุเรียนเทศ เมล็ดน้อยหน่า และรากหนอนตายหยาก ที่ความเข้มข้น 20 mg/ml ให้เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก 100 % สารสกัดจากแห้วหมู มีค่า LD_{50} อยู่ระหว่าง 7 - 12 ppm ต่อหนอนใยผักวัยที่ 2 - 3 (สุรพล, 2544) สารสกัดจากสะเดา มีค่า LC_{50} ต่อหนอนใยผักวัยที่ 2 และวัยที่ 4 เท่ากับ 0.49 % และ 4.50 % โดยวิธีฉีดโดนตัว และเมื่อใช้สารเพิ่มประสิทธิภาพ ร่วมกับสารสกัดจากสะเดา เพื่อทดสอบกับหนอนใยผัก Lange (1983) พบว่าเมื่อใช้ piperonyl butoxide ซึ่งเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพ ร่วมกับสารที่สกัดได้จากสะเดาโดยวิธีการต่าง ๆ สามารถทำให้อัตราการตายของหนอนใยผักเพิ่มขึ้นถึง 97 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (กฤษกนธ์, 2530) สารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง มีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมงหลังการทดสอบต่อหนอนใยผักวัยที่ 2 และวัยที่ 3 โดยวิธีทางการสัมผัส คือ 16,298.4 มก./ลิตร และ 28,225.4 มก./ลิตร ตามลำดับ และโดยวิธีการกินที่ความเข้มข้น 3,921.1 มก./ลิตร และ 5,136.2 มก./ลิตร ตามลำดับ (ก้าน และคณะ, 2547)

3. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารรม

ค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารรมต่อหนอนใยผักเท่ากับ 1.64 เปอร์เซ็นต์ (v/v) จะเห็นได้ว่า ค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจากน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีค่าต่ำ แสดงว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมสูง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการทดลองของ คำนวณ (2549) ซึ่งพบว่าเมื่อทดสอบประสิทธิภาพในรูปสารรม ค่า LC_{50} ของสารสกัดจากดอกกานพลู (*Syzygium aromaticum* Linn.) ที่สกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ มีค่าเท่ากับ 1.58 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ที่เวลา 24 ชั่วโมง แต่ผลการทดลองใช้สารสกัดจากดอกกานพลูที่สกัดด้วยน้ำโดยวิธีการรมสาร มีค่า LC_{50} เท่ากับ 144.16 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ที่เวลา 24 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำมีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมสูง

4. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารไล่แมลง

การที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้นไม่สูงมากในการทดสอบ เพราะไม่สามารถใช้ความเข้มข้นสูงกว่านี้ได้ในการทดสอบเบื้องต้น เนื่องจากในการทดสอบเบื้องต้นจะแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าที่ความเข้มข้นสูงกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) จะทำให้หนอนใยผักตาย ทำให้ไม่สามารถนำไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใยผักได้

สอดคล้องกับงานทดลองของ Scott *et al*. (2004) ได้ทำการทดลองในสภาพเรือนกระจก พบว่าผลว่าสารฆ่าแมลงจากพืชตะกูลพลู เช่น พริกไทยดำ มีผลในการไล่แมลง สามารถป้องกันใบพืชจาก lily leaf beetle, stripped cucumber beetle, ป้องกันการวางไข่ของผีเสื้อ European corn borer ทั้งนี้จะได้ผลเป็นพิษขับไล่แมลงมากขึ้นเมื่อผสมกับสารสกัดพืชอื่น ๆ

นอกจากนี้ ยังพบว่า สารสกัดจากพืชชนิดอื่นมีประสิทธิภาพในการไล่หนอนใยผัก จากรายงานของ Sinchaisri *et al*., (1998) พบว่าพืชสมุนไพร 2 ชนิด คือหนุมานประสานกาย และตะไคร้หอม มีสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนใยผัก

5. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก พบว่า การทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู มีผลทำให้พื้นที่ใบคะน้าลดลง มีผลทำให้พื้นที่ใบคะน้าลดลง และน้ำหนักของหนอนใยผักที่ความเข้มข้น1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เพิ่มขึ้น แต่ที่ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) น้ำหนักของหนอนใยผักไม่เปลี่ยนแปลง

ค่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีค่าต่ำกว่า 30 จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Scott *et al.* (2004) พบว่า สารสกัดจากพืชตระกูลพลู เช่น พริกไทยดำ เป็นสารยับยั้งการกินได้ในระยะสั้น ๆ

6. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักในสภาพแปลง

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ในการเป็นสารกำจัดแมลงต่อหนอนใยผักในสภาพแปลงทดลอง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีผลทำให้ปริมาณหนอนใยผักลดลงเมื่อเทียบกับแปลงควบคุม โดยที่น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูส่งผลต่อปริมาณแมลงชนิดอื่น เช่นหนอนกระทู้ผักและด้วงหมัดกระโดด เนื่องจากแมลงสองชนิดนี้เป็นแมลงที่มีการทำลายพืชโดยการกัดกินบริเวณใบ ทำให้แมลงดังกล่าวรวมทั้งหนอนใยผัก ได้รับผลกระทบจากน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูซึ่งอาจมีผลต่อการเป็นสารฆ่า หรือสารไล่แมลง ทำให้ปริมาณของหนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก และด้วงหมัดกระโดดมีปริมาณลดลงแต่สำหรับหนอนเจาะยอดกะหล่ำซึ่งมีการทำลายพืชโดยการเจาะเข้าไปทำลายบริเวณส่วนกลางของลำต้นและกาบใบ ทำให้ส่วนของสารเคมีไม่สัมผัสโดนลำตัวหรือส่วนที่หนอนเจาะยอดกะหล่ำกินเป็นอาหารทำให้ไม่พบการลดลงของหนอนเจาะยอดกะหล่ำเช่นเดียวกันกับที่ไม่พบการลดลงของเพลี้ยอ่อน เนื่องจากเพลี้ยอ่อนจะดูดน้ำเลี้ยงบริเวณท่ออาหารของพืช ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากชะพลูอาจจะไม่มีประสิทธิภาพในการดูดซึมไปสู่บริเวณดังกล่าว จึงทำให้ไม่พบการลดปริมาณของแมลงดังกล่าวลง (ตารางภาคผนวกที่ 9)

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงต่อหนอนใยผักของน้ำมันหอมระเหย จากใบชะพลู สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู พบว่า ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู ที่ได้จากการสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำมีค่าเท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ (w/w)

2. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารฆ่าแมลง พบว่า ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผัก โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีค่า LC_{50} ทางปากต่อหนอนใยผักที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 4.34 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

3. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารรม พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูแสดงความเป็นพิษด้านการเป็นสารรมต่อหนอนใยผัก โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีค่า LC_{50} ต่อหนอนใยผักที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.64 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

4. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารไล่แมลง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีประสิทธิภาพในการไล่หนอนใยผัก ในการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อต่อหนอนใยผัก ที่ความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเฉลี่ยต่อหนอนใยผักที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง เท่ากับ 58.89 ± 26.98 เปอร์เซ็นต์

5. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูในรูปสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก แต่น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่ความเข้มข้น1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก

6. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผักในสภาพแปลง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก โดยมีผลทำให้จำนวนหนอนใยผักลดลง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม

ดังนั้นผลการทดลองในครั้งนี้ กล่าวได้ว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าแมลง สารรม สารไล่แมลง และสารยับยั้งการกิน ต่อหนอนใยผัก สามารถใช้ควบคุมหนอนใยผักได้ จึงควรมีการศึกษาประสิทธิภาพต่อแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น และวิธีการสกัดที่เหมาะสม เพื่อให้ได้สารสกัดในปริมาณสูงสุด รวมทั้งมีการนำไปพัฒนาทางการค้า เพื่อใช้ทดแทนสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันจำจัดหนอนใยผัก และแมลงศัตรูพืชอื่นต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผักไม้ดอกและไม้ประดับ. 2542. **แมลงศัตรูผัก**. เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 98 น.

กฤษกนธ์ เต็มบุญเกียรติ. 2530. **การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาที่มีต่อหนอนใยผัก (*Pleutella xylostella* Linn.) และเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

กองกีฏและสัตววิทยา. 2535. **แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร**. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 400 น.

กองกีฏและสัตววิทยา. 2542. **แมลงศัตรูผัก**. เอกสารวิชาการ กลุ่มงานวิจัยและแมลงศัตรูผักไม้ดอกและไม้ประดับ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 97 น.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. สถาบันวิจัยโภชนาการ. มหาวิทยาลัยมหิดล

ก้าน จันทร์พรหมมา, นฤบดี ผดุงสมบัติ, ทิวา บุตรผา, สนั่น ศุภธีรสกุล และ สุนทร พิพิธแสงจันทร์. 2547. ผลของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้างต่อหนอนใยผัก. **วารสารสงขลานครินทร์**, 26 (2): 221 - 232

เกรียงไกร จำเริญมา, เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธ์ และ วรัญญา ตันติยุทธ. 2540. ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดากับหนอนกระทู้หอม. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**. 19 (2): 78 - 88

โกศล เจริญสม และ วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2529. **ศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืชของประเทศไทย** เอกสารพิเศษฉบับที่ 6 ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง, กรุงเทพฯ.

คำนวณ จินดา. 2549. **ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงและการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากดอกกานพลูต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linn.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ไฉน ยอดเพชร. 2542. **พืชผักในตระกูลครูซิเฟอร์**. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 195 น.

นที ชาวนา และ สุภาณี พิมพ์สมาน. 2546. **พิษสัมผัสตายของน้ำมันระเหยง่ายจากผักพื้นบ้านต่อด้วงถั่วเขียว *Callosobuchus maculatus* (F.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประสิทธิ์ โนรี. 2541. หลักการผลิตผักเบื้องต้น. **เอกสารประกอบคำบรรยาย**, สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 241 น.

ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และ จักรพงศ์ พิริยพล. 2534. แตนเบียน ศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผักที่น่าจับตามอง. **วารสารกีฏและสัตววิทยา** 13 (2): 105 - 107

พิสมัย ชวลิตวงษ์พร, วินัย รัชตปกรณ์ชัย, กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์, วีรวิทย์ วิทยารักษ์ และ อนันต์ วัฒนธัญกรรม. 2526. **การศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลง *Bacillus thuringeinsis* Berl. ที่ผลิตเป็นการค้าในอัตราและสูตรต่างๆ เพื่อป้องกันและกำจัดหนอนใยผักในสภาพไร่**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 9 น.

พิสมัย ชวลิตวงษ์พร, วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ, วีรวิทย์ วิทยารักษ์ และ วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2527. การศึกษาสารเพศของหนอนใยผัก. อ้างโดย. วินัย รัชตปกรณ์ชัย. แมลงและศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร**. เอกสารวิชาการกองกีฏและสัตววิทยา**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 400 น.

พิสมัย ชวลิตวงษ์พร. 2531. แมลงต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้อย่างไร. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**, 10 (2): 89 - 94

พิสมัย ชวลิตวงษ์พร. 2538. แนวทางบริหารหนอนผัก, **วารสารกีฏและสัตววิทยา**, 17 (1): 43 - 46

เมืองทอง ทวนทวี และ สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2525. สวนผัก. **กลุ่มหนังสือเกษตร**. กรุงเทพฯ. 324 น.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2531. กับดักกาวเหนียวสีเหลืองกับหนอนใยผัก. อ้างโดย วินัย รัชตปกรณ์ชัย. แมลงและศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. *ใน* **เอกสารวิชาการ**. กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 400 น.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย และ อนันต์ วัฒนธัญกรรม. 2532. การศึกษาระดับความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงบางชนิดต่อหนอนใยผัก. **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2532**. กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 15 น.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2534. การศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงบางชนิดในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก. **การรายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2534**. กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 14 น.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2528. **การศึกษานิเวศวิทยาของหนอนใยผัก, *Plutella xylostella* และศัตรูธรรมชาติในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. **แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 57 น.

สุรพล วิเศษสวรรค์. 2544. ผลของสารสกัดหัวแห้วหมูจากแหล่งเพาะปลูกและฤดูกาลต่างๆ ในประเทศไทยต่อหนอนใยผัก และความเป็นพิษกับสัตว์บางชนิด. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2543**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ

สุรัตน์วดี จิวะจินดา, อุดม แก้วสุวรรณ์ และ ทัศนีย์ ชัยคงดี. 2540. **ตะไคร้หอมและการกลั่นน้ำมัน ตะไคร้หอม**. เอกสารโรเนียวงานวิจัยสภาวะแวดล้อมฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 2 น.

ศรีสุดา โท้ทอง, ระพีพันธ์ ภาสบุตร และ อนัตต์ วัฒนธัญกรรม. 2530. การใช้กับดักแสงไฟเพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักแบบผสมผสาน. **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2530**. กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 24 น.

อัจฉรา ตันติโชดก. 2534. แบคทีเรียควบคุมศัตรูพืช. อ้างโดย. วินัย รัชตปกรณ์ชัย. แมลงและศัตรูที่สำคัญของพืชเศรฐกิจและการบริหาร. **เอกสารวิชาการกองกีฏและสัตววิทยา**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 400 น.

อนัตต์ วัฒนธัญกรรม, กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์, พิสมัย ชวลิตวงศ์พร,วินัย รัชตปกรณ์ชัย, ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และ วีรวิทย์ วิทยารักษ์. 2519. **แมลงศัตรูผัก - ไม้ดอก**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 54 น.

อรุณรัตน์ ฉวีราช. 2548. **พืชสกุลพริกไทยในประเทศไทย**. ขอนแก่นการพิมพ์. ขอนแก่น.

Abraham, E.V. and M.D. Padmanaban. 1968. Bionomics and control of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* Curtis. **Indian Journal of Agricultural Science.** 28: 513 - 519

Bhalla, O.P. and J.K. Dubey. 1985. Bionics of diamondback moth in the northwestern Himalaya, pp. 55 - 61. *In* **T.D. Griggs (ed.)**. Diamondback Moth Management. AVRDC, Taiwan.

Burkill, I.H. 1966. **A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsular, second ed. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kuala Lumpur**, pp. 1767 - 1784.

Bonnemaison, L. 1956. Insect pests of crucifer and their control. **Annual Review Entomology**. 10: 233 - 256.

Chelliah, S. and K. Srinivasan. 1986. Bioecology and management of diamondback moth in India, pp. 63 - 75. *In* **T.D. Griggs (ed.)**. Diamondback Moth Management. AVRDC, Taiwan.

Choi, W.I., E.H. Lee, B.R. Choi, H.M. Park and Y.J. Ahn. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera : Aleyroidae). **Journal of Chemical Ecology**. 18: 1819 - 1832.

Choochote, W. U. Chaithong, K. Kamsuk, E. Rattanachanpichai, A. Jitpakdi, P. Tippawangkosol, D. Chaiyasit, D. Champakaew, B. Tuetun, B. Pitasawat. 2006. Adulticidal activity against *Stegomyia aegypti* (Diptera: Culicidae) of three *Piper* spp. **Review Inorganic Medicine Tropic Sao Paulo**. 48 (1): 33 - 7

Dube, R.B. and Chand. P. 1978. **Effect of food plant on the development of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)**, p. 59. *In* N.S. Talekar, H.C. Yang, S.T. Lee, B.S. Chen L.Y. Sun. Annotated Bibliography of Diamond moth. AVRDC, Taiwan.

Eigenbrode, S.D. and A.M. Shelton. 1990. Behavior of neonate diamondback moth larvae (Lepidoptera: Plutellidae) on glossy leafed *Brassica oleracae* L. **Environment Entomolology**. 19: 1566 - 1571.

Elliott, M. Farnham, A.W. Janes, N.F. Johnson, D.M. Pulman, and D.A. Sawicki, 1986. **R. M. Agriculture Biology Chemistry**. 50, 1347.

Escoubas, P., Y. Fukushi, L. Lajide and J. Mizutani. 1992. A new method for fast isolation of insect antifeedant compounds from complex mixtures. **Journal of Chemical Ecology**. 18: 1819 - 1832.

Grainge, M. and S. Ahmed. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. **A Wiley - Interscience Publication**: USA.

Gupta, P.O. and A.J. Thorsteinson. 1960. Food plant relationship of diamondback moth (*Plutella maculipennis* Cert.). **Entomology Example Applied.** 3: 241 - 250.

Harcourt, D.G. 1954. **The Biology and Ecology of the Diamondback moth, *Plutella maculipennis* Certis in Eastern Ontario**. Ph.D. Thesis, Cornell Univ., New York.

Ho, S.H. and P.M. Goh. 1984. The life history and control of the diamondback moth in Malaya. **Bulletin Of Agriculture Malaysia**. No. 118: 26 p.

Hue, H.T. 1965. The life history and control of the Diamondback moth in Malaysis. **Malaysia Minist Agriculture Coop Bulletin**. 118 (3): 1 - 26

Jacobson, M. 1949. **Journal of American Chemistry Society.** 71, 366.

Jacobson, M. 1971. In `Naturally Occuring Insecticides', **Edition. M. Jacobson,** D.G. Crosby, Marcel Dekker, New York, p. 137.

Jamjinya, T. 1983. **Economic Entomology**. Dept. of Entomology, Khonkaen Univ., Khonkean. 120 p.

Jayarathnam, K. 1979. **Studides on Population Dynamic of the *Plutella xylostella* (Linnaeus.) (Lepidoptera: Plutellidae), And Crop Loss Due to the Pest In Cabbage**. Ph. D. Thesis, University of Agricultural Science, Bangalore.

Lange, W. 1983. Piperonyl butoxide: synergist effects on different neem extracts and influence on the degradation by UV of an en enriched extract, p. 33. *In* **Interm. Neem Confence**. University of Giessen, West Germany.

McDonald, L.L., R.H. Guy and R.D. Speirs. 1970. **Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractancts against stored - product insect.** Marketing Research Report No. 882. Agricultural Research Service, US. Department of Agricultural, Washington, D.C.

Masuda, T., A. Inazumi, Y. Yamada, W.G. Padolina, H. Kikuzaki, and N. Nakatani, 1991. **Antimicrobial phenylpropanoids from *Piper sarmentosum***. Phytochemistry. 30 (10), 3227 - 3228

Morimoto, M., Y. Fujii and K. Komai. 1999. Antifeedant in Cyperaceae and quinines from *Cyperus* spp. **Phytochemistry.** 51: 605 - 608.

Najib Nik A Rahman N, T. Furuta, S. Kojima, K. Takane, M. Ali Mohd. 1999. Antimalarial activity of extracts of Malaysian medicinal plants**. Journal of Ethnopharmacol. Mar**; 64 (3): 249 - 54.

Nair, M.G., B.A, Burke. 1990. Antimicrobial *Piper* metabolite and related compounds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** 38, 1093 - 1096.

Omar, D. and J.A. Timin. 1984. Antifeedant activity of some synthetic pyrethroids, carbarmates and an organotin. **Review of Applied Entomology Series A. 72** (10): 534.

Parmar, V. S., S. C. Jain, K. S. Bisht, R. Jain, P. Taneja, A. Jha, O. D. Tyagi, A. K. Prasad, J. Wengel, C. E. Olsen, and P. M. Boll. 1997. **Phytochemistry of the genus *Piper***. Phytochemistry. 46: 597 - 673.

Perry, L.M. 1981. **Medicinal Plants of East and Southeast Asia**. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 314 - 315.

Peungvicha, P., S. Thirawarapan, R. Temsiririrkkul, H. Watanabe, J. Kumar Prasain, and S. Kadota, 1998. Hypoglycemic effect of the water extract of *Piper sarmentosum* in rats. **Journal of Ethnopharmacology** 60, pp. 27 - 32.

Pongboonrod, S. 1976. **The Medicinal Plants in Thailand**. Kasembanakit Press. Bangkok, p. 180.

Pongmarutai, M. 1980. **Studying Antidiabetic Action of *Piper rostratum***. M. Sc. Thesis, Mahidol University, Bangkok, Thailand.

Ridtitid, W., W. Rattanaporn, P. Thaina, S. Chittrakarn, M. Sunbhanich, 1998. Neuromuscular blocking activity of methanolic extract of *Piper sarmentosum* leaves in the rat phrenic nerve - hemidiaphragm preparation. **Journal of Ethnopharmacology 61**, 135 - 142.

Rukachaisirikul T, Siriwattanakit P, Sukcharoenphol K, Wongvein C, Ruttanaweang P, Wongwattanavuch P, Suksamrarn A. 2004. Chemical constituents and bioactivity of *Piper sarmentosum*. **Journal of Ethnopharmacol**. 93 (2 - 3): 173 - 6.

Sawangjaroen N, K. Sawangjaroen, P. Poonpanang. 2004. Effects of *Piper longum* fruit, *Piper sarmentosum* root and *Quercus infectoria* nut gall on caecal amoebiasis in mice**.** **Journal of Ethnopharmacol.** 91(2 - 3): 357 - 60.

Scott, I. M., H. Jensen, R. Nicol, L. Lesage, R. Bradbury, P. Sanchez - L. Vindas. J.T. Poveda, Arnason, B.J.R. Philogene. 2004. Efficacy of *Piper* (Piperaceae) Extracts for Control of Common Home and Garden Insect Pests**. Journal of Economic Entomology**. 97 (2005): 1390 - 1403 (14).

Scott, Ian M., Evaloni Puniani, Helen Jensen, John F. Livesey, Luis Poveda, Pablo Sánchez - Vindas, Tony Durst, and John T. Arnason. 2005. Analysis of Piperaceae Germplasm by HPLC and LCMS: A Method for Isolating and Identifying Unsaturated Amides from *Piper* spp. Extracts. **Journal of Agriculture Food Chemistry.** 53 (6): 1907 - 1913.

Scott, Ian M. Helen R. Jensen, Bernard J. R. Philogène and John T. Arnason. 2006. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. **Phytochemistry Reviews**. 7: 1568 - 7767.

Sinchaisri, N., D. Roongsook, and N. Chungsamarnyart. 1991. Efficacies of plant crude - extracts on the diamondback moth larvae. **Kasetsart Journal. (National Science Supplement)** 24, 49 - 53.

Sinchaisri, N., D. Roongsook, and N. Chungsamarnyart. 1998. Botanical repellent against the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. **Kasetsart Journal. (National Science Supplement)** 22, 71 - 74.

Takahisa, F., N.N.A.R. Nik, K. Somei, T. Kikuchi, and A.M. Mustafa, 1999. Anti - malarial activity of extracts of Malaysian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, 64 (3), 249 - 254.

Talekar, N.S., H.C. Yang, S.T. Lee, B.S. Chen and L.S. Sun. 1985. Annotated bibliography of diamondback moth. **Review of Applied Entomolology**. 73: 594.

Talukder, F.A. and P.E. Howse. 1995. Evalution of aphanamixis polystachya as a source of repellents, antifeedants, toxicant and protectants in storage against *Tribolium castaneum*. **Journal of Stored Products Research**. 31 (1): 55 - 61

Toong, Y.V. and B.L. Wong, 1989. **Phytochemistry of the Medicinal Plant *Piper sarmentosum*.** Proceedings: Malaysian Traditional Medicine, Kuala Lumpur, pp. 280, Institute of Advanced Studies, University of Malaya, Kuala Lumpur.

Tuntiwachwuttikul Pittaya, Photchana Phansa, Yupa Pootaeng-on and Walter Charles Taylor. 2006. Chemical constituents of the roots of *Piper sarmentosum*. **Chemistry Pharmacology Bulletin**. 54 (2): 149 - 51.

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, Dept. of Agriculture, Bangkok, Thailand.

Visetson, S. 1991. **Insecticide Resistance Mechanisms in the Rust Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* Herbst**. Ph. D. Thesis, The University of Sydney, Australia.

Wanleelag, N. 1983. **Insect Pest of Vegetable Crops in Thailand**. Dept. of Entomology, Kasetsart University. Bangkok. p. 205

Waterhouse, D.F. 1987. *Plutella xylostella* (Linnaeus.) Lepidoptera: Plutellidae, Diamondback Moth, pp. 177 - 191. *In* **D.F. Waterhouse and K. R. Norris (eds.)**. Biological Control: Pacific Prospects. Inkata Press, Melboune, Australia.

Wongsiri, N. 1991. **List of Insect, Mite and Other Zoological Pests of Economic Plants in Thailand**. Entomology and Zoology Division Department of Agriculture, Bangkok. 168 p.

Yamada, H. and K. Kawasaki. 1983. The effect of temparature and humidity on the development, fecundity and multiplication of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). **Review of Applied Entomology**. 71: 636

Yang, Y. C., S. G. Lee, H. Lee, K. Kim, M. K. Lee, and H. S. Lee. 2002. A piperidine amide extracted from *Piper longum* L. fruit shows activity against *Aedes aegypti* mosquito larvae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 50: 3765 - 3767.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก ครั้งที่ 1

ความเข้มข้น (% v/v)	จำนวนหนอนใยผักที่ตาย (ตัว) ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)						เปอร์เซ็นต์การตาย
	ซ้ำที่	2	4	6	12	24	
0	1	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	
	รวม	0	0	0	0	0	0 %
25	1	3	3	4	5	6	
	2	3	5	5	5	6	
	3	2	3	3	4	5	
	รวม	8	11	12	14	17	56.66 %
50	1	4	7	8	8	8	
	2	4	7	7	7	8	
	3	5	5	6	6	6	
	รวม	13	19	21	21	22	66.66 %
75	1	5	5	7	7	10	
	2	3	5	5	7	7	
	3	3	3	4	8	9	
	รวม	11	13	16	22	26	86.66 %
100	1	5	6	8	10	10	
	2	5	6	9	9	10	
	3	4	5	7	7	7	
	รวม	14	17	24	26	27	90.00 %

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูต่อหนอนใยผัก ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น	จำนวนหนอนใยผักที่ตาย (ตัว)		เปอร์เซ็นต์การตาย
(% v/v)	ซ้ำที่	24 h	
0	1	0	
	2	0	
	3	0	
	รวม	0	0 %
5	1	5	
	2	5	
	3	6	
	รวม	16	53.33 %
10	1	4	
	2	6	
	3	7	
	รวม	17	56.66 %
15	1	7	
	2	5	
	3	7	
	รวม	19	63.33 %
20	1	9	
	2	8	
	3	6	
	รวม	23	76.66 %

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

ความเข้มข้น (% v/v)	จำนวนหนอนใยผักที่ตาย (ตัว)		เปอร์เซ็นต์การตาย
	ซ้ำที่	24 ชั่วโมง	
0	1	0	
	2	0	
	3	0	
	รวม	0	0 %
3	1	4	
	2	3	
	3	5	
	รวม	12	40 %
5	1	5	
	2	5	
	3	6	
	รวม	16	53.33 %
7	1	5	
	2	7	
	3	7	
	รวม	19	63.33 %
9	1	6	
	2	7	
	3	8	
	รวม	21	70 %

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

ความเข้มข้น (% v/v)	จำนวนหนอนใยผักที่ตาย (ตัว) ระยะเวลาหลังการทดสอบ		เปอร์เซ็นต์การตาย
	ซ้ำที่	24 ชั่วโมง	
0	1	0	
	2	0	
	3	0	
	รวม	0	0 %
3	1	6	
	2	6	
	3	7	
	รวม	19	63.33 %
5	1	6	
	2	7	
	3	8	
	รวม	21	70 %
7	1	8	
	2	7	
	3	7	
	รวม	22	73.33 %
9	1	8	
	2	8	
	3	9	
	รวม	25	83.33 %

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำ	จำนวนหนอนใยผักที่อยู่นบกระดาษกรองส่วนที่ 2					
		15 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง
1	1	7	5	5	4	6	5
	2	6	7	7	8	4	4
	3	8	8	8	7	7	7
	รวม	21	20	20	19	17	16
	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใยผัก	40.00 %	33.32 %	33.32 %	26.66 %	13.32 %	6.66 %
1.5	1	8	8	9	7	7	7
	2	8	8	8	6	6	5
	3	7	7	5	7	5	5
	รวม	23	23	22	20	18	17
	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใยผัก	53.32 %	53.32 %	46.66 %	33.32 %	20 %	13.32 %
2	1	8	9	8	8	7	7
	2	9	9	7	7	7	7
	3	9	7	7	6	6	6
	รวม	26	25	22	21	20	20
	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใยผัก	73.32 %	66.66 %	46.66 %	40.00 %	33.32 %	33.32 %
2.5	1	10	9	9	9	8	7
	2	10	9	8	7	6	6
	3	9	8	8	8	6	6
	รวม	29	26	25	24	20	19
	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใยผัก	93.32 %	73.32 %	66.66 %	60.00 %	33.32%	26.66 %

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการทดสอบสาร emulsifier 5 ชนิด ต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก เมื่อทดสอบโดยการกิน

ชนิดสาร	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิลิตร)/ น้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร	เปอร์เซ็นต์การตาย (mean ± SD) เวลาทดสอบ (ชั่วโมง)			เปอร์เซ็นต์การตาย
		6	12	24	
Lux	0.25	2	3	3	
	0.50	2	3	3	
	1.00	3	3	3	
	รวม	7	9	9	30 %
Care	0.25	1	2	2	
	0.50	2	2	2	
	1.00	1	1	3	
	รวม	4	5	7	23.33 %
Benice	0.25	1	2	2	
	0.50	1	3	4	
	1.00	1	1	4	
	รวม	3	6	5	33.33 %
ซันไลต์	0.25	0	0	0	
	0.50	1	2	2	
	1.00	2	2	3	
	รวม	3	4	5	16.66 %
ไลปอน - เอฟ	0.25	0	0	0	
	0.50	2	2	2	
	1.00	2	2	4	
	รวม	4	4	6	20.00 %

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการสำรวจจำนวนแมลงศัตรูพืชของคะน้าก่อนทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

treatment	หนอนใยผัก (ตัว/ต้น) [1/]	หนอนกระทู้ผัก (ตัว/ต้น)	หนอนเจาะยอดกะหล่ำ (ตัว/ต้น)	เพลี้ยอ่อนกะหล่ำ (ตัว/ต้น)	ด้วงหมัดผัก (ตัว/ต้น)
$Control_1$	1.6	0.5	0.3	1.8	0.5
$Control_2$	1.6	0.5	0.5	3.1	1
$Control_3$	1.5	0.8	0.4	1.4	0.5
เฉลี่ย	1.56	0.60	0.40	2.10	0.66
$T_1 R_1$	0.9	0.5	0.4	1.1	1.4
$T_1 R_2$	1.5	0.4	0.9	1.9	1.4
$T_1 R_3$	1.3	0.9	0.3	2.2	0.4
เฉลี่ย	1.23	0.60	0.53	1.73	1.06
$T_2 R_1$	1.5	0.2	0.4	1.1	1.7
$T_2 R_2$	1.8	1	0.4	1.2	1.9
$T_2 R_3$	1.5	0.7	0.3	2.5	0.8
เฉลี่ย	1.60	0.63	0.36	1.60	1.46
$T_3 R_1$	1.3	0.7	0.4	3.1	1.4
$T_3 R_2$	1.6	0.6	0.4	2	0.6
$T_3 R_3$	1.4	0.9	0.5	2.4	1.2
เฉลี่ย	1.43	0.73	0.43	2.50	1.06
$T_4 R_1$	1.8	0.3	0.6	2	1.1
$T_4 R_2$	1.6	0.6	0.2	2.6	1.1
$T_4 R_3$	1.5	0.6	0.3	1.7	0.7
เฉลี่ย	1.63	0.50	0.36	2.10	0.96

[1/] ค่าเฉลี่ยจากคะน้าที่ทำการตรวจนับจำนวน 10 ต้น/แปลง

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการสำรวจจำนวนแมลงศัตรูพืชของคะน้าหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

treatment	หนอนใยผัก (ตัว/ต้น)[1/]	หนอนกระทู้ผัก (ตัว/ต้น)	หนอนเจาะยอดกะหล่ำ (ตัว/ต้น)	เพลี้ยอ่อนกะหล่ำ (ตัว/ต้น)	ด้วงหมัดผัก (ตัว/ต้น)
$Control_1$	1.4	0.5	0.3	1.8	0.5
$Control_2$	1.4	0.5	0.5	3.1	1
$Control_3$	1.5	0.8	0.4	1.9	0.5
เฉลี่ย	1.43	0.60	0.40	2.26	0.66
$T_1 R_1$	0.5	0.3	0.4	1.8	0.9
$T_1 R_2$	0.6	0.2	0.9	2.7	0.9
$T_1 R_3$	0.6	0.6	0.3	2.9	0.4
เฉลี่ย	0.56	0.36	0.53	2.46	0.73
$T_2 R_1$	0.7	0.2	0.4	1.7	0.6
$T_2 R_2$	0.3	0.7	0.4	2.1	0.5
$T_2 R_3$	0.4	0.5	0.3	3.5	0.5
เฉลี่ย	0.46	0.46	0.36	2.43	0.53
$T_3 R_1$	0.5	0.3	0.4	4.2	0.7
$T_3 R_2$	0.3	0.3	0.4	2.6	0.4
$T_3 R_3$	0.2	0.4	0.5	2.9	0.6
เฉลี่ย	0.33	0.33	0.43	3.23	0.56
$T_4 R_1$	0	0.1	0.6	3	0.3
$T_4 R_2$	0	0.2	0.2	3.5	0.4
$T_4 R_3$	0.2	0.1	0.3	2.5	0.1
เฉลี่ย	0.06	0.13	0.36	3.00	0.26

[1/] ค่าเฉลี่ยจากคะน้าที่ทำการตรวจนับจำนวน 10 ต้น/แปลง

ตารางภาคผนวกที่ 9 จำนวนแมลงศัตรูพืชของคะน้าที่ลดลงหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู

treatment	หนอนใยผัก (ตัว/ต้น) [1/]	หนอนกระทู้ผัก (ตัว/ต้น)	หนอนเจาะยอดกะหล่ำ (ตัว/ต้น)	เพลี้ยอ่อนกะหล่ำ (ตัว/ต้น)	ด้วงหมัดผัก (ตัว/ต้น)
$Control_1$	0.2	0	0	0	0
$Control_2$	0.2	0	0	0	0
$Control_3$	0	0	0	-0.5*	0
เฉลี่ย	0.13	0	0	-0.16	0
$T_1 R_1$	0.4	0.2	0	-0.7	0.5
$T_1 R_2$	0.9	0.2	0	-0.8	0.5
$T_1 R_3$	0.7	0.3	0	-0.7	0
เฉลี่ย	0.66	0.23	0	-0.73	0.33
$T_2 R_1$	0.8	0	0	-0.6	1.1
$T_2 R_2$	1.5	0.3	0	-0.9	1.4
$T_2 R_3$	1.1	0.2	0	-1	0.3
เฉลี่ย	1.13	0.16	0	-0.83	0.93
$T_3 R_1$	0.8	0.4	0	-1.1	0.7
$T_3 R_2$	1.3	0.3	0	-0.6	0.2
$T_3 R_3$	1.2	0.5	0	-0.5	0.6
เฉลี่ย	1.10	0.40	0	-0.73	0.50
$T_4 R_1$	1.8	0.2	0	-1	0.8
$T_4 R_2$	1.6	0.4	0	-0.9	0.7
$T_4 R_3$	1.3	0.5	0	-0.8	0.6
เฉลี่ย	1.56	0.36	0	-0.90	0.70

[1/] ค่าเฉลี่ยจากคะน้าที่ทำการตรวจนับจำนวน 10 ต้น/แปลง

* ค่าติดลบคือค่าที่เพิ่มขึ้นหลังทำการทดสอบ

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอรทัย วรสุทธิ์พิศาล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	18 กรกฎาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-