



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (กัญญา)

ปริญญา

กัญญา

สาขา

กัญญา

ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย
Boesenbergia rotunda (L.) Mansf. และขมิ้นอ้อย *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe
ต่อหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* Fabricius

Insecticidal Efficacy of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. and *Curcuma zedoaria*
(Berg.) Roscoe Essential oil on the Larva of Common Cutworm (*Spodoptera litura*
Fabricius)

นามผู้วิจัย นางสาวนิตรมณี วุฒิสาร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ศิริพรรณ ดันตาคม, Dr.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สมชาย ชนสินชกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย *Boesenbergia rotunda*
(L.) Mansf. และขมิ้นอ้อย *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe ต่อหนอนกระทู้ผัก
Spodoptera litura Fabricius

Insecticidal Efficacy of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. and *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe
Essential Oil on the Larva of Common Cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius)

โดย

นางสาวนัฏฐมนิ วุฒิสาร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กัญชาวิทยา)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฉัตรมณี วุฒิสาร 2558: ประสิทธิภาพการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจาก
กระชาย *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. และขมิ้นอ้อย *Curcuma zedoaria* (Berg.)
Roscoe ต่อหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* Fabricius ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(กีฏวิทยา) สาขากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์ศิริพรรณ ตันตาคม, Dr.Agr. 86 หน้า

ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.
และขมิ้นอ้อย *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe ซึ่งได้จากวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation)
กับหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* Fabricius ้วย 3 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่า
แมลงแบบกินตาย ใช้วิธีการจุ่มใบค่น้ำลงในน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 0.0, 2.0, 4.0, 6.0,
และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และให้หนอนกิน ทำการตรวจสอบผลที่ระยะเวลา 2, 6, 12 และ 24
ชั่วโมง พบว่าจำนวนหนอนตายเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้นและระยะเวลาหลังการ
ได้รับสารยาวนานขึ้น โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.95 และ 4.54 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ การ
ทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงแบบสัมผัสตายโดยวิธีการหยดบนตัวแมลง ในส่วนของ
น้ำมันหอมระเหยจากกระชาย ใช้ความเข้มข้นเท่าเดิม แต่ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจาก
ขมิ้นอ้อยปรับเป็น 0.0, 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) การตรวจสอบผลใช้ระยะเวลาเท่า
เดิม พบจำนวนหนอนที่ตายเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้นและระยะเวลาหลังการได้รับ
สารยาวนานขึ้น โดยมีค่า LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย เท่ากับ 5.30 และ
2.23 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ ด้านการทดสอบการเป็นสารไล่แมลง ใช้วิธีการจุ่มใบลงในน้ำมัน
หอมระเหย แล้วปล่อยหนอนลงบนใบ ใช้ความเข้มข้นเท่าเดิมกับการทดสอบแบบสัมผัสตาย ทำ
การตรวจสอบผลที่ระยะเวลา 15 นาที, 1, 5 และ 10 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่
ความเข้มข้น 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพในการไล่ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่หนอน
กระทู้ผักเท่ากับ 96.67 หลังการปล่อยหนอน 15 นาที ด้านน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความ
เข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนกระทู้ผักดีที่สุดเท่ากับ 56.67
เปอร์เซ็นต์ หลังการปล่อยหนอน 15 นาที

Chatmanee Wootisarn 2015: Insecticidal Efficacy of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. and *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe Essential Oil on the Larva of Common Cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius). Master of Science (Entomology), Major Field: Entomology, Department of Entomology. Thesis Advisor: Associate Professor Siripan Tantakom, Dr.Agr. 86 pages.

Efficacy of essential oil of Fingerroot. *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. and Zedoary *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe, which is obtained from the water distillation. Essential oils were investigated against 3rd instar larvae of common cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius to test the effectiveness of the insecticide by leaf dipping method. Fresh chinese kale leaves were dipped in essential oil concentration 0.0, 2.0, 4.0, 6.0, and 8.0 percent (v/v). Monitoring results at 2, 6, 12 and 24 hours. The result showed that the number of dead larvae was increased when the concentration increase and the time after exposure was longer. The LC₅₀ from the leaf dipping test were 4.95 and 4.54 percent (v/v), respectively. In order to test the effectiveness of an insecticide by topical application, the essential oil of fingerroot test was the same concentration with the leaf dipping test. However, the concentration of essential oil of zedoary was 0.0, 1.5, 2.0, 2.5, and 3.0 percent (v/v). The number of dead larvae was increased when the concentration increase. The LC₅₀ from the topical application test were 5.30 and 2.23 percent (v/v), respectively. For repellent test, fresh chinese kale leaves were dipped in the essential oil and put larvae on leaves. Test on the same concentration with the topical application test. Inspection results within 15 minutes, 1, 5, and 10 hours showed that the essential oil of fingerroot concentration of 8.0 percent (v/v) with the best repellent efficacy, 96.67 percent. Zedoary concentration of 3.0 percent (v/v) had the best effectiveness on repelling the larvae, 56.67 at 15 minutes.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ศิริพรรณ ตันตาคม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.สมชาย ธนสินชยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และบุคคลในครอบครัวทุกคน ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจ คอยช่วยเหลือด้านการศึกษาของข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาสถิติวิทยาสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำสิ่งต่างๆ ในการทำวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ บุคคลต่างๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย และอื่นๆ อีกทั้งยังเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จะพึงมีเพียงใด ขอมอบแด่คุณพ่อคุณแม่ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนความรู้จนถึงปัจจุบัน

ฉัตรณิ วุฒิสาร

ธันวาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	36
อุปกรณ์	36
วิธีการ	36
ผลและวิจารณ์	45
ผล	45
วิจารณ์	69
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	75
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	รายชื่อแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนกระทุ้ผัก
2	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง
3	สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย และการตายของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง
4	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง
5	สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย และการตายของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง
6	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง
7	สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและการตายของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง
8	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง
9	สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย และการตายของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง
10	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทุ้ผักของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ความเข้มข้นต่างๆ
11	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทุ้ผักของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้นต่างๆ

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 รูปปร่างรูปร่างและลักษณะของหนอนกระทุ้ฝักระยะต่างๆ	6
2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบพบในน้ำมันหอมระเหย	22
3 ต้น รากและเหง้าของกระชาย	27
4 ต้น รากและเหง้าของขมิ้นอ้อย	32
5 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย	38
6 การทดสอบประสิทธิภาพการกินตายโดยวิธี Leaf dipping method	40
7 การทดสอบประสิทธิภาพสัมผัสตายโดยวิธี Topical application	42
8 หนอนกระทุ้ฝักหลังการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมัน หอมระเหย	44
9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทุ้ฝัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับ น้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Leaf dipping method	48
10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทุ้ฝัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Leaf dipping method	52
11 ลักษณะการตายของหนอนกระทุ้ฝักหลังกินใบค่น้ำจุ่มน้ำมันหอมระเหย สีลำตัวจะซีดกว่าปกติ	56
12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทุ้ฝัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมัน หอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Topical application	60
13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทุ้ฝัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับ น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Topical application	61
14 ลักษณะการตายของหนอนกระทุ้ฝักหลังหยดน้ำมันหอมระเหยลงบนตัวลำตัวคล้ำ หัดสั้น และ โกงังอ	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทุ้ผักหลังปล่อยบนใบคะน้าจุ่มน้ำมันหอมระเหย จากกระชายที่เวลา 15 นาที และ 10 ชั่วโมง	67
16	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทุ้ผักหลังปล่อยบนใบคะน้าจุ่มน้ำมันหอมระเหย จากขมิ้นอ้อยที่เวลา 15 นาที และ 10 ชั่วโมง	68
17	หนอนกระทุ้ผักที่ถูกขับไล่หลังจากปล่อยบนใบคะน้าที่จุ่มน้ำมันหอมระเหย	72

ประสิทธิภาพการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย
Boesenbergia rotunda (L.) Mansf. และขมิ้นอ้อย *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe
ต่อหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* Fabricius

Insecticidal Efficacy of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. and *Curcuma zedoaria*
(Berg.) Roscoe Essential Oil on the Larva of Common Cutworm (*Spodoptera*
litura Fabricius)

คำนำ

ในระบบการผลิตทางการเกษตร ปัญหาเรื่องการเข้าทำลายของแมลง เป็นปัญหาที่อยู่ควบคู่กันมาเป็นเวลาช้านาน อีกทั้งยังพบว่า แมลงมีการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ยู่ตลอดเวลา ในปัจจุบันสถานการณ์โลกได้เน้นกระแสนในเรื่องความปลอดภัยจากสารพิษ และความปลอดภัยของอาหาร โดยเฉพาะในประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งผลิตพืชพันธุ์ทางการเกษตรที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก จึงต้องมีการเอาใจใส่เป็นพิเศษในด้านการใช้สารควบคุมกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตก่อนส่งถึงมือของผู้บริโภค (ครรชิต, 2555)

หนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นหนอนที่สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้รวดเร็ว สามารถสร้างความเสียหายกับพืชผัก พืชไร่ ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับ ทำให้ผลผลิตลด ราคาตกต่ำ อีกทั้งยังพบการระบาดเกือบตลอดทั้งปี เนื่องจากมีพืชอาหารกว้าง (polyphagous insects) หลากหลายชนิด (นุชจริย์ และคณะ, 2540; พิสุทธิ, 2553; Holloway, 1989; Dhir *et al.*, 1992; Armes *et al.*, 1997) และพบได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศไทย (มาลี, 2530) การป้องกันกำจัดที่เกษตรกรนิยมใช้คือสารเคมีสังเคราะห์ เพราะใช้ง่ายสะดวกและเห็นผลเร็ว แต่มักพบผลเสียที่ตามมาคือ ความเป็นพิษต่อตัวผู้ใช้ สัตว์เลี้ยง และสิ่งแวดล้อม (จิรศักดิ์ และบงกชรัตน์, 2555)

การใช้สารกำจัดแมลงที่ได้จากพืชเพื่อป้องกันแมลงศัตรูพืชเป็นวิธีการหนึ่งในการลดปัญหาดังกล่าว เพราะนอกจากมีประสิทธิภาพในการฆ่าและขับไล่แมลงแล้ว ยังมีความปลอดภัย ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ และเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ และหาได้ง่ายในพื้นที่ให้เกิด

ประโยชน์สูงสุด โดยทั่วไปพบว่าสารเคมีธรรมชาติที่ได้จากพืชนั้นสลายตัวเร็วในสภาพแวดล้อม ไม่ตกค้างในดินและน้ำ (Isman, 2000; Liu *et al.*, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากพืชมีสารที่เป็นองค์ประกอบหลากหลายชนิดมาก แผลงต้องใช้เวลาอันมากในการสร้างความต้านทานต่อสารที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่างๆ ในสารสกัดเหล่านั้น (Visetson, 1991) แต่การนำสารสกัดจากพืชมาใช้ให้เกิดประโยชน์นั้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจ และศึกษารายละเอียดด้านต่างๆ ทั้งของพืชและแมลง เช่น สารออกฤทธิ์ ลักษณะการเข้าทำลาย ลักษณะการออกฤทธิ์ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม วิธีการใช้ที่ถูกต้อง ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เป็นต้น เพื่อเป็นการนำสารสกัดจากพืชมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพโดยไม่เสียเวลา และ โอกาส ในปัจจุบันการศึกษาการใช้ประโยชน์จากสารเคมีธรรมชาติที่สกัดได้จากพืชจึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง

พืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) หลายชนิดเป็นหนึ่งในสมุนไพรที่มีการใช้อย่างกว้างขวางในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งรวมถึงในประเทศไทยด้วยเช่นกัน โดยมีการใช้ประโยชน์จากพืชวงศ์นี้มาตั้งแต่โบราณ โดยใช้เป็นอาหาร เป็นยาปฏิชีวนะ ใช้รักษาโรคผิวหนังที่เกิดจากเชื้อรา ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ โรคท้องอืดท้องเฟ้อ ช่วยเจริญอาหาร และยังพบว่าสามารถนำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงได้ โดยนำสารสกัดที่ได้จากส่วนใบ ส่วนเหง้าและรากเป็นหลัก ซึ่งในเหง้าของพืชในวงศ์ขิงหลายชนิด มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นสารกำจัดแมลง (Pandji *et al.*, 1993) เช่น สารสกัดน้ำมันระเหยง่ายจากเหง้าสดของข่า *Alpinia galangal* (L.) Swartz. และขิง *Zingiber officinale* Rosc. มีฤทธิ์สัมผัสตายสูงต่อด้วงวงข้าว *Sitophilus oryzae* L. และด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* F. แต่แสดงฤทธิ์ดัดออดแป้ง *Tribolium castaneum* Herbst (สังวาล และคณะ, 2546) สารสกัดจากเหง้าขิง มีผลยับยั้งการกินอาหารของหนอนกระทู้ผัก (Sahayaraj, 1998) สารสกัดจากขมิ้นชัน *Curcuma longa* (L.) สามารถควบคุมหนอนห่อใบข้าว *Cnaphalocrocis medinalis* ได้ (บุญโฮม และคณะ, 2539) และสารประกอบที่สกัดได้จากเหง้ากระชาย *Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schlechter และขมิ้นอ้อย *C. zedoaria* (Bergius) Rosc. มีผลต่อหนอนกระทู้ผัก *S. lituralis* ในลักษณะสัมผัสตาย (Pandji *et al.*, 1993)

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการตรวจสอบประสิทธิภาพและเปรียบเทียบการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในการควบคุมหนอนกระทู้ผักจากการสกัดโดยเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในการเป็นสารฆ่าหนอนกระทุ้ผัก
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในการเป็นสารไล่ต่อหนอนกระทุ้ผัก
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย ที่มีผลต่อหนอนกระทุ้ผัก

การตรวจเอกสาร

หนอนกระทู้ผัก

ชื่อสามัญภาษาไทย	หนอนกระทู้ยาสูบ, หนอนกระทู้ฝ้าย, หนอนรัง
ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ	Common cutworm, tobacco cutworm, cotton leaf worm
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Spodoptera litura</i> Fabricius
วงศ์	Noctuidae
อันดับ	Lepidoptera

1. รูปร่างลักษณะและวงจรชีวิต

ระยะไข่ มีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลมแบบฝาชีคว่ำ ผิวของไข่มีลายเส้นรัศมีบางใสโดยรอบ ตรงกลางมีรอยบุ๋ม เส้นผ่าศูนย์กลางของไข่แต่ละฟองประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ตัวเมียหนึ่งตัววางไข่ได้ 4-6 กลุ่ม โดยวางในวันแรก 2-3 กลุ่ม และในวันต่อมา มาอีก 3 วัน วันละ 1-2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีไข่ประมาณ 100-300 ฟอง (กลุ่มงานวิจัยและแมลงศัตรูผักไม้ดอกและไม้ประดับ, 2542; ณรรฐพล, 2542) บนกลุ่มไข่ปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลหรือสีฟางข้าว ซึ่งเป็นขนที่ปีกของแม่ผีเสื้อ ไข่ที่เริ่มวางใหม่ๆ มีสีเหลืองอ่อน วันถัดมาไข่จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง และในวันที่ 3 ซึ่งเป็นวันที่ไข่จะฟักออกเป็นตัวหนอน ไข่จะมีสีดำจางๆ สีดำที่เกิดขึ้นนี้เป็นสีของกะโหลกศีรษะและขนของตัวอ่อนที่อยู่ภายในไข่ เมื่อครบกำหนดตัวอ่อนจะกัดเปลือกไข่เป็นวงเกือบรอบเปลือกแล้วใช้ศีรษะมุดออกมา ก่อน ไข่ส่วนใหญ่จะฟักในเวลากลางวัน ระยะไข่ประมาณ 3-4 วัน (อลงกรณ์, 2528; พิสุทธิ, 2553)

ระยะหนอน มีทั้งหมด 5 ระยะ หนอนที่เพิ่งฟักจากไข่จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มบนใบพืช มีขนาดลำตัวเล็ก ความยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร สีเขียวอ่อนหรือสีน้ำตาลค่อนข้างใส หัวสีดำ หนอนเป็นแบบ eruciform มีขาจริง 3 คู่ ขาเทียม 5 คู่ ปรากฏอยู่ที่ส่วนท้องปล้องที่ 3, 4, 5, 6 และปล้องสุดท้ายของลำตัว (ณรรฐพล, 2542) เมื่อหนอนโตขึ้นจะมีลำตัวอ้วนป้อม ผิวเรียบคล้ายหนอนกระทู้หอม แต่แถบสีขาวข้างลำตัวเห็นไม่ชัด มักสังเกตเห็นจุดดำขนาดใหญ่ตรงปล้องที่ 3 ของส่วนอกและเริ่มแยกย้ายไปยังส่วนอื่นๆ ของต้นพืช หลังจากพ้นวัยที่ 2 หนอนโตเต็มที่มีขนาด 30-40 มิลลิเมตร จะสังเกตเห็นแถบสีดำที่คอชัดเจน ลำตัวเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเกิดลายเส้นหรือจุดสีดำ บางครั้งมีสีแอมเทร มักมีขีดสีดำพาดตามยาวของลำตัว เคลื่อนไหวช้า ส่วนมากในตอนกลางวัน

อากาศร้อนหนอนจะทิ้งตัวลงไปอาศัยตามรอยแตกของดินบริเวณโคนต้น และจะขึ้นมากัดทำลายพืชในเวลากลางคืน (กลุ่มงานวิจัยและแมลงศัตรูผักไม้ดอกและไม้ประดับ, 2542) เมื่อหนอนโตเต็มที่ ลำตัวยาวประมาณ 50 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นระยะหนอนวัยสุดท้าย หนอนจะหยุดกินอาหารและหัดตัว และเข้าดักแด้ในดินตามรอยแตกหรือกองเศษพืชอีกประมาณ 1.5 เซนติเมตร ระยะหนอน 10-14 วัน (อวบ, 2525; สุรไกร และ อนุชิต, 2528; พิสุทธิ, 2553) Srivastava and Mathur (1964) รายงานว่าหนอนกระทุ้ผักตัวโตที่สุดมีความกว้างของกะโหลกศีรษะวัดได้ 2.91 มิลลิเมตร

ระยะดักแด้ ของหนอนกระทุ้ผักเป็นแบบ obtect เมื่อเข้าดักแด้ใหม่ๆ จะมีสีเขียวอมเหลือง แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงในที่สุด ส่วนหัวจะมีสีเข้มกว่า ดักแด้เพศเมียจะมีขนาดใหญ่และมีความยาวมากกว่าเพศผู้ เมื่อใกล้จะเป็นตัวเต็มวัย ดักแด้จะหัดตัวลงเล็กน้อย การแยกเพศดักแด้ ทำได้โดยการสังเกตที่อวัยวะเพศภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพศผู้จะมีอวัยวะเพศเป็นแถบขนเล็กๆ สีเข้ม 2 แถบ ประกบกันอยู่ที่ปล้องท้องปล้องที่ 8 ส่วนในเพศเมียอวัยวะเพศจะแบนเรียบมีเพียงจุดสีดำเล็กๆ ให้สังเกต ที่ปล้องสุดท้ายของดักแด้ทั้ง 2 เพศ มีรยางค์แหลมเล็ก (cremaster) 2 อันยื่นออกมา รูปร่างมีสีดำเห็นชัดเจน ดักแด้มีขนาดความยาวประมาณ 14-20 มิลลิเมตร ระยะดักแด้ประมาณ 7-10 วัน แล้วจึงฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัย ดักแด้ตัวเมียจะออกก่อนตัวผู้ประมาณ 2-3 วัน (ฉรรฐพล, 2542; พิสุทธิ, 2553)

ระยะตัวเต็มวัย เป็นผีเสื้อกลางคืนกางปีกวัดได้ประมาณ 30-35 มิลลิเมตร ลำตัวยาว 15 มิลลิเมตร ตัวเมียส่วนท้องจะอ้วนป้อม ลำตัวมีขนปกคลุมเล็กน้อย ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาล มีลวดลายสีขาวทั่วปีก ปีกคู่หลังสีเทา ผีเสื้อตัวผู้ท้องเรียวยาว ปลายท้องมีขนเป็นกระจุก ลำตัวมีขนปกคลุมเล็กน้อย ปีกคู่หน้าสีน้ำตาล มีลวดลายต่างจากตัวเมียที่ปลายปีก ปีกคู่หลังมีลักษณะบางใสสีเทาขาว เมื่อเกาะนิ่งอยู่กับที่จะหุบปีกเป็นรูปหลังคา ตัวผู้และตัวเมียเริ่มผสมพันธุ์เมื่ออายุ 3-5 วัน หลังออกจากดักแด้ โดยออกบินและผสมพันธุ์ในเวลากลางคืน หลังจากผสมพันธุ์แล้วตัวเมียจะวางไข่ในเวลากลางคืนของวันรุ่งขึ้น ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 7-10 วัน (ฉรรฐพล, 2542) ในเวลากลางวันมักพบตามกอหญ้า รอยแตกกระแหงของดินหรือร่องไม้ในร่ม ตัวเมียวางไข่เป็นกลุ่มใหญ่ประมาณ 30-60 ฟอง บนใบพืชหรือผิวดินใกล้กับแหล่งอาหาร และสามารถวางไข่ได้ถึง 1,400-3,200 ฟอง (อลงกรณ์, 2528; พิสุทธิ, 2553) รวมระยะเวลาตลอดวงจรชีวิตประมาณ 27-38 วัน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 รูปร่างและลักษณะของหนอนกระทู้ผักระยะต่างๆ

- ก) ระยะไข่
- ข) ระยะหนอน
- ค) ระยะดักแด้
- ง) ระยะตัวเต็มวัย

ที่มา: นัตรมณี วุฒิสาร (2554)

2. ความสำคัญและลักษณะการทำลาย

หนอนกระทู้ผักเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ถ้าระบาดจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่พืชอย่างรุนแรง ตัวหนอนเมื่อฟักออกจากไข่จะอยู่รวมกลุ่มกันแทะผิวใบพืชด้านล่างเหลือไว้แต่ผิวใบด้านบนทำให้เป็นรูพรุนไปทั่ว เมื่อผิวใบแห้งจะมองเห็นเป็นสีขาวสังเกตเห็นได้ง่าย ควรทำการป้องกันกำจัดก่อนที่จะหนอนจะเข้าสู่วัย 2-3 ซึ่งหนอนจะกระจายตัวกัด

กินเนื้อใบและผิวใบพืชทั้งหมด โดยหนอนในระยะที่สามทำความเสียหายให้กับพืชผักมาก หนอนชนิดนี้ชอบกัดกินใบอ่อนมากกว่าใบแก่ หนอนมักลงดินหาที่หลบซ่อนตัวในเวลากลางวัน และออกหากินในช่วงเย็นหรือกลางคืนโดยกัดกินใบ ดอก และฝักอ่อน (อนันต์, 2540; พิสุทธิ, 2553) บางครั้งสามารถพบได้ในเวลากลางวันซึ่งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยหลบซ่อนตัวตามด้านล่างของใบ และกัดกินเนื้อเยื่อของใบ ความรุนแรงมักเกิดจากตัวหนอนที่มีขนาดใหญ่กัดกินทำลายทั้งก้านใบ ลำต้น หัวหรือดอกของพืชที่ปลูกทั้งหมด (อวบ, 2525; สุรไกร และ อนุชิต, 2528)

3. พืชอาหาร

หนอนกระทู้ผักสามารถทำลายพืชที่ปลูกได้ถึง 180 ชนิดจากทั่วโลก (Holloway, 1989) ทั้งกลุ่มพืชผัก ไม้ดอก พืชไร่ ไม้ผล ไม้ประดับต่าง ๆ กลุ่มพืชผักในตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำดอก *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* Mill. กะหล่ำปลี *Brassica oleracea* L. var. *capitata* Hort. คะน้า *Brassica oleracea* L. var. *alboglabra* Ball. ผักกาดขาวกวางตุ้ง *Brassica chinensis* var. *chinensis* L. ผักกาดหัว *Raphanus sativus* L.) กลุ่มพืชไร่และพืชสวน เช่น ข้าวโพด *Zea mays* L. ข้าวฟ่าง *Sorghum bicolor* Moench ถั่วลิสง *Arachis hypogaea* L. ถั่วเขียว *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek ถั่วเหลือง *Glycine max* (L.) Merr. พานตะวัน *Hekiathus annuus* L. ฝ้าย *Gossypium hirsutum* L. มะเขือเทศ *Lycopersicon esculentum* Mill. มันเทศ *Ipomoea batatas* Lamk. ยาสูบ *Nicotiana tabacum* L. ละหุ่ง *Ricinus communis* L. สตรอเบอรี่ *Fragaria nigerrensensis* Schlecht. Ex Gay องุ่น *Vitis vinifera* L. (Kranz et al., 1978) กระเจี๊ยบเขียว/กระเจี๊ยบมอญ *Abelmoschus esculentus* Moench กระเจี๊ยบแดง *Hibiscus sabdariffa* L. กระเทียม *Allium sativum* L. กระเทียมจีน *Allium chinese* G. Don กล้วยไข่/กล้วยป่า *Musa acuminata* Colla กล้วยตานี *Musa balbisiana* Colla กล้วยน้ำว้า/กล้วยหักมุก *Musa sapientum* L. แตงกวา *Cucumis sativus* L. แตงโม *Citrullus lanatus* Matsum. & Nakai แตงไทย *Cucumis melo* L. ถั่วพู *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC. บวบงู *Trichosanthes anguina* L. ผักบุ้ง *Ipomoea reptans* Poir. พริกขี้หนู *Capsicum frutescens* var. *frutescens* L. พริกขี้เผือก *Capsicum annuum* var. *acuminatum* Fingerh. พริกหยวก *Capsicum annuum* var. *annuum* L. พักทอง *Cucurbita moschata* Duchesme พักแม้ว *Sechium edule* (Jacq.) Sw มะกรูด *Citrus hystrix* de Candolle มะเขือเปราะ *Solanum aculeatissimum* Jacq. มะเขือยาว/มะเขือม่วง *Solanum melongena* L. มะนาว *Citrus aurantifolia* Swingle. มะระ *Momordica charantia* L. มันฝรั่ง *Solanum tuberosum* L. ส้มเกลี้ยง/ส้มเซ้ง/ส้มตรา *Citrus sinensis* Osbeck ส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata* Blanco ส้มโอ *Citrus maxima* Merr. หน่อไม้ฝรั่ง *Asparagus*

officinalis L. หอมจีน/หอมต้น *Allium fistulosum* L. หอมแดง *Allium ascalonicum* L. หอมใหญ่ *Allium cepa* L. อ้อย *Saccharum officinarum* L. แอปเปิ้ล *Pyrus malus* L. และกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ เช่น กุหลาบ *Rosa* spp. ดาวเรือง *Tagetes erecta* L. เบญจมาศ *Chrysanthemum morifolium* มะลิ *Jasminum sambac* Aiton เขียวปรี๊ด *Gerbera jamesonii* Hook. (Kranz et al., 1978) กล้วยไม้ *Ascozentrum*, *Cattleya*, *Dendrobium*, *Paphiopedium*, *Vanda*, etc. กำฝอย *Carthamus tinctorius* L. ทองอุไร/สร้อยทอง *Tecoma stans* Kunth บัวหลวง *Nelumbo nucifera* Gaertn. (พิสุทธิ, 2553; Dhir et al., 1992; Armes et al., 1997)

4. การระบาดและการแพร่กระจาย

หนอนกระทุ้งเป็นแมลงศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายให้แก่พืชเศรษฐกิจที่สำคัญๆ หลายชนิด ดังที่ได้เสนอข้อมูลด้านพืชอาหารไว้แล้ว รวมทั้งหนอนสามารถเข้าทำลายต้นพืชได้ทุกระยะการเจริญเติบโต และพบการระบาดได้ตลอดทั้งปี (นุชรีย์ และคณะ, 2540) หนอนชนิดนี้แพร่กระจายอยู่ทั่วไปในทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น เช่น อินเดีย พิจิ พม่า ศรีลังกา บังกลาเทศ แอฟริกา อินโดนีเซีย ชวา ฟิลิปปินส์ จีน ไต้หวัน เกาหลี ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา (Butoni, 1979) ในประเทศไทย พบได้ทั่วไปโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการปลูกผักจำนวนมาก เช่น ราชบุรี กาญจนบุรี นครปฐม นนทบุรี และปทุมธานี มักพบระบาดมากในช่วงฤดูฝน (กลุ่มงานวิจัยและแมลงศัตรูพืชไม้ดอกไม้ประดับ, 2542)

5. การป้องกันกำจัด

การป้องกันกำจัดหนอนกระทุ้งสามารถทำได้หลายวิธี (กลุ่มงานวิจัยและแมลงศัตรูพืชไม้ดอกไม้ประดับ, 2542) ได้แก่

5.1 วิธีกล เมื่อพบเห็นกลุ่มไข่หรือลักษณะการทำลายของหนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ ควรเก็บทำลายจะสามารถระงับการระบาดไม่ให้ลุกลามต่อไป ซึ่งสามารถลดการระบาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งทำความสะอาดแปลงปลูกโดยการพรวนดินเพื่อทำลายดักแด้ของหนอนซึ่งอาศัยอยู่ในดินบริเวณแปลงปลูกพืช ทำลายวัชพืชต่างๆ รอบบริเวณแปลงปลูกให้สะอาดอยู่เสมอจะช่วยลดที่หลบอาศัยของผีเสื้อตัวเต็มวัยได้ (อนันต์, 2540)

5.2 การใช้เชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ ไวรัส NPV (Nuclear Polyhedrosis Virus) อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมสารจับใบ ฉีดพ่นในเวลาเย็น เมื่อพบหนอนระบาด และใช้แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ในขณะที่ยังมีขนาดเล็ก

5.3 การใช้สารเคมีกำจัดแมลง หากมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมี กอบเกียรติ (2539) แนะนำว่า ควรเลือกใช้สารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ซึ่งใช้ได้ผลดีกว่า สารเคมีในกลุ่มกัญและสัตว์วิทยา (2553) แนะนำให้ใช้ได้ ได้แก่ chlorfenapyr, spinosad, indoxacarb, fipronil, prothiofos, profenofos, deltamethrin, lambda cyhalothrin, teflubenzuron, chlorfluazuron, flufenoxuron, flubendiamide และ tolfenpyrad

5.4 การใช้ศัตรูธรรมชาติ แมลงศัตรูธรรมชาติที่พบเสมอๆ ได้แก่ กลุ่มแมลงตัวเบียน และกลุ่มแมลงตัวห้ำ หลังจากหนอนกระทู้ผักถูกเบียนแล้ว 3-5 วัน จะแสดงอาการต่างๆ คือ เคลื่อนไหวช้า ลำตัวลีบ และกินอาหารได้น้อยลง (นุชรีย์ และคณะ, 2540) ทั้งนี้โกศล และ วิวัฒน์ (2537) ได้รายงานชนิดศัตรูธรรมชาติของหนอนกระทู้ผักไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนกระทู้ผัก

ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์/อันดับ	การทำลาย
<i>Chelonus</i> sp.	Braconidae/Hymenoptera	เบียนไข่
<i>Apanteles risbeci</i> De Seager	Braconidae/Hymenoptera	เบียนหนอน
<i>Orius</i> sp.	Anthocoridae/Hemiptera	ห้ำไข่
<i>Amyotia malaburica</i> F.	Pentatomidae/Hemiptera	ห้ำหนอน
<i>Andrallus spinidens</i> F.	Pentatomidae/Hemiptera	ห้ำหนอน
<i>Cazira verrucosa</i> Westwood	Pentatomidae/Hemiptera	ห้ำหนอน
<i>Eocantecona furcellata</i> Wolff	Pentatomidae/Hemiptera	ห้ำหนอน
<i>Eocantecona robusta</i> Distant	Pentatomidae/Hemiptera	ห้ำหนอน
<i>Zicrona caerulea</i> L.	Pentatomidae/Hemiptera	ห้ำหนอน
<i>Polytes stigma</i> F.	Vespididae/Hymenoptera	ห้ำหนอน
<i>Chrysopa basalis</i> Walker	Chrysopidae/Hymenoptera	ห้ำหนอน
<i>Acanthaspis gulo</i> Stal.	Reduviidae/Hemiptera	ห้ำหนอน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์/อันดับ	การทำลาย
<i>Rhinocoris fuscipes</i> F.	Reduviidae/Hemiptera	ห้ำหอน
<i>Sycanus collaris</i> F.	Reduviidae/Hemiptera	ห้ำหอนและตัวเต็มวัย
<i>Lycosa</i> sp.	Araneidae/Aranaeae	ห้ำหอนและตัวเต็มวัย

ที่มา: โกศล และวิวัฒน์ (2537)

5.5 การใช้สารสกัดจากพืช มีการใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดาในต่างประเทศรวมถึงประเทศไทย นอกจากนั้นยังมีการใช้สารสกัดจาก ว่านน้ำ กระเทียม กระวาน ขมิ้นชัน และข่า เป็นต้น (มุสดี และ พันธิ์, 2546)

น้ำมันหอมระเหย

สถาบันวิจัยสมุนไพร (2548) และรัตน (2547) ได้ให้ความหมายของน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil หรือ essential oil) ว่าเป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น มักมีกลิ่นหอมและระเหยง่ายที่อุณหภูมิธรรมดา มีการสร้างน้ำมันหอมระเหยแล้วเก็บสะสมไว้ในอวัยวะพิเศษ เซลล์พิเศษ ที่มักเรียกว่า ต่อม (gland) ซึ่งมักกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล เมล็ด รากหรือเหง้า ลำต้น แตกต่างกันไปในพืชต่างสกุล หรือต่างวงศ์ พบได้มากในพืชเขตร้อน (มณฑา, 2540)

พืชที่มีน้ำมันหอมระเหยนั้นมีอยู่ในวงศ์พืชต่างๆ กว่า 60 วงศ์ ในเบื้องต้นนี้ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) ได้รายงานพืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยที่มีการปลูกเป็นการค้าในตลาดโลกซึ่งมีอยู่กว่า 100 ชนิด ที่สำคัญมีดังนี้

1. เปปเปอร์มินต์ และสเปียร์มินต์ (peppermint: *Mentha piperata*; spearmint: *M. spicata*)
2. ตะไคร้ (lemongrass: *Cymbopogon citratus*)
3. ตะไคร้หอม (citronella: *Cymbopogon nardus*)
4. กระดังงา (cadanga or ylang-ylang: *Cananga odorata*)

5. เบอร์กามอต (bergamot: *Citrus bergamia*)

6. โหระพา (sweet basil: *Ocimum basilicum*)

1. วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) และสถาบันวิจัยสมุนไพร (2548) กล่าวถึงการสกัดหรือแยกน้ำมันหอมระเหยจากพืชซึ่งมีได้หลายวิธี ตัวอย่างการสกัดที่นิยมมีดังต่อไปนี้

1.1 การกลั่น (Distillation) แบ่งออกได้เป็น 3 วิธีย่อย คือ

1.1.1 การกลั่นโดยใช้น้ำ (Water distillation) วิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์สำหรับการกลั่น เช่น หม้อกลั่น เครื่องควบแน่น และภาชนะรองรับน้ำมัน วิธีการคือ บรรจุพืชที่ต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหยลงในหม้อกลั่น เติมน้ำพอท่วมแล้วต้มน้ำจนเดือด เมื่อน้ำเดือดระเหยกลายเป็นไอ ไอนี้จะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชออกมาพร้อมกัน เมื่อผ่านเครื่องควบแน่น ไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยจะควบแน่นเป็นของเหลว ได้น้ำมันหอมระเหยและน้ำแยกชั้นออกจากกัน สำหรับการกลั่นพืชปริมาณน้อยๆ ในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้โดยใช้ชุดกลั่นที่ทำจากเครื่องแก้ว เรียกว่า ชุดกลั่นชนิด Clevenger

การกลั่นโดยใช้น้ำมีข้อดีคือ เป็นวิธีที่ง่าย อุปกรณ์ในการกลั่นไม่ยุ่งยากซับซ้อน และค่าใช้จ่ายต่ำ แต่มีข้อเสียคือ ในกรณีที่ต้องกลั่นพืชปริมาณมาก ความร้อนที่เข้าสู่หม้อกลั่นจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งหม้อกลั่น พืชที่อยู่ด้านล่างอาจเกิดการไหม้ ทำให้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มีกลิ่นเหม็นไหม้ติดปนมา อีกทั้งการกลั่นโดยวิธีนี้พืชจะต้องสัมผัสกับน้ำเดือดโดยตรงเป็นเวลานาน ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเกิดการเปลี่ยนแปลงไปบ้างบางส่วน วิธีนี้เหมาะกับพืชแห้ง

1.1.2 การกลั่นโดยใช้น้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation) วิธีนี้มีหลักการคล้ายกับการกลั่นโดยใช้น้ำ แต่แตกต่างกันที่ภายในหม้อกลั่นจะมีตะแกรงสำหรับวางพืชไว้เหนือระดับน้ำ เมื่อให้ความร้อนโดยเปลวไฟหรือไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ (boiler) น้ำภายในหม้อกลั่น จะเดือดกลายเป็นไอ ไอนี้จะช่วยพาน้ำมันหอมระเหย แล้วควบแน่นกลับมาเป็นน้ำกับน้ำมัน

หอมระเหยเช่นเดียวกับวิธีแรก การกลั่นโดยวิธีนี้ในบางครั้งเรียกว่า wet steam distillation พืชที่ใช้กลั่นจะไม่สัมผัสกับความร้อนโดยตรงทำให้คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยดีกว่าวิธีแรก วิธีนี้เหมาะทั้งพืชสดและพืชแห้ง

1.1.3 การกลั่นโดยใช้ไอน้ำ (Steam distillation) การกลั่นโดยวิธีนี้คล้ายกับวิธีที่ 1.1.2 แต่ไม่ต้องเติมน้ำลงในหม้อกลั่น บางครั้งจึงเรียกว่า dry steam distillation เมื่อบรรจุพืชลงบนตะแกรงแล้ว ผ่านความร้อนจากไอน้ำที่ได้จากเครื่องกำเนิดไอน้ำ ไอน้ำช่วยพาน้ำมันหอมระเหยในพืชระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว วิธีนี้มีข้อดีกว่า 2 วิธีแรก คือ ใช้เวลาในการกลั่นสั้นกว่า น้ำมันที่ได้มีคุณภาพและปริมาณสูงกว่า แต่ไม่เหมาะกับส่วนของพืชที่มีลักษณะบาง เช่น กลีบดอกกุหลาบ กลีบดอกแก้ว เป็นต้น วิธีนี้เหมาะกับพืชสด

1.2 การบีบ (Expression or cold pressing) เหมาะสำหรับน้ำมันที่มีการสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน เช่น น้ำมันจากผิวมะนาวหรือผิวส้ม โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีกลิ่นใกล้เคียงกับพืชสด

1.3 การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage) เป็นวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม เคยใช้มากในอุตสาหกรรมน้ำหอม มักใช้กับดอกไม้กลีบบาง เช่น มะลิ ช่อนกลิ่น เนื่องจากกลีบดอกที่มีความบอบบาง และน้ำมันหอมระเหยมีในปริมาณที่น้อยและสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน จึงต้องใช้วิธีนี้เพื่อดูดซับน้ำมันหอมระเหยออก วิธีการนี้ทำได้โดยใช้ไขมันที่ไม่มีกลิ่นหรือน้ำมันไม่ระเหย (fixed oil) มาแผ่เป็นฟิล์มบาง ๆ บนกระจก นำกลีบดอกไม้มาโปรยบนฟิล์มจนเต็ม ตั้งทิ้งไว้ 1-3 วันแล้วเก็บกลีบดอกไม้ออก นำกลีบดอกไม้ชุดใหม่มาโปรยแทน ทำซ้ำจนไขมันอิ่มตัวไปด้วยสารหอม ไขมันที่ดูดซับสารหอมนี้เรียกว่า pomade จากนั้นนำไขมันมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกเอาน้ำมันหอมระเหยที่เป็นหัวน้ำหอม ซึ่งเรียกว่า absolute ซึ่งจัดเป็นหัวน้ำหอมชนิดดีและราคาแพง

1.4 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent extraction) ทำโดยนำตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น petroleum ether, ether, hexane มาสกัด เพื่อที่จะสามารถละลายสารหอมออกจากพืชได้ดี และละลายสารเจือปนอื่น เช่น ไข สารสี และ albumin ออกมาน้อยที่สุด ไม่ดูดซับน้ำ และมีจุดเดือดต่ำสามารถระเหยออกจากสารสกัดได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ วิธีนี้มีข้อดีคือ น้ำมันหอมระเหยจะมีกลิ่นคงเดิม แต่มีราคาแพง

1.5 การกลั่นชนิด destructive (Destructive distillation) เป็นการกลั่นน้ำมันพืชในวงค์สน โดยนำมาเผาในที่ที่อากาศไม่เพียงพอ จะเกิดการสลายตัวได้สารระเหยออกมาซึ่งแยกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นน้ำซึ่งประกอบด้วย methanol และ crude acid กับชั้นของน้ำมันดิบ เช่น pine tar หรือ juniper tar

1.6 การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (Supercritical fluid extraction) วิธีนี้มีข้อดี คือคาร์บอนไดออกไซด์เหลวมีความหนืดต่ำ ทำให้สามารถแทรกซึมเข้าไปสกัดสารหอมจากพืชได้ดี อีกทั้งไม่มีกลิ่นรบกวน มีความปลอดภัยและแยกออกจากสารสกัดได้ง่าย เหมาะสำหรับการสกัดสารที่สลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อน แต่มีค่าใช้จ่ายสูง

2. การตรวจคุณภาพน้ำมันหอมระเหย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) อธิบายว่า การตรวจคุณภาพน้ำมันหอมระเหยนิยมใช้มาตรฐานของ ISO (International Organization for Standardization) ซึ่งจะมีข้อกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบทางด้านฟิสิกส์-เคมี ของน้ำมันหอมระเหยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน คือ

2.1 ตรวจคุณลักษณะทั่วไป เช่น สี ความใส-ขุ่น กลิ่น ตะกอนแขวนลอย เป็นต้น

2.2 ตรวจคุณลักษณะทางฟิสิกส์ ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด ได้แก่

2.2.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density) คือ ความหนาแน่นเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยชนิดนั้น (วิธีวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 279:1998)

2.2.2 ดัชนีหักเห (Refractive index) เป็นการแสดงคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยที่เมื่อแสงส่องผ่านมาแล้วเกิดการหักเหเป็นมุมเฉียงและมีการหักเหของแสงในองศาเฉพาะ (วิธีวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 280:1998)

2.2.3 ออปติคัล โรเทชัน (Optical rotation) ใช้ในการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มข้น (relative concentration) ของสารที่เป็น optical isomer ค่าที่ได้สามารถบอกคุณสมบัติเฉพาะตัวของ น้ำมันหอมระเหยชนิดนั้นๆ (วิธีวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 592:1998)

2.2.4 การละลายในเอทานอล คือการละลายของน้ำมันหอมระเหยในตัวทำละลายเอทานอล โดยที่น้ำมันอาจจะละลายในเอทานอลได้หมดหรือละลายได้บางส่วนในสารละลายผสมของน้ำและเอทานอล (วิธีวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 875:1999)

2.2.5 การหาค่าเอสเทอร์ (Ester value) (วิธีวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 709:2001)

2.2.6 การหาค่าของกรด (Acid value) (วิธีวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1242:1999)

3. เทคนิคการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) อธิบายว่า องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ โดยปกติในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันซึ่งจะมีมาตรฐานกำหนดไว้ตามชนิดของน้ำมันชนิดนั้นๆ การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยสามารถทำได้หลายวิธี เทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

3.1 แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย นับว่าเป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุดเนื่องจากใช้งานสะดวกและรวดเร็ว เครื่องตรวจวัด (detector) ที่นิยมใช้ได้แก่ FID (Flame Ionized Detector) สำหรับคอลัมน์ภายในบรรจุและเคลือบด้วยเฟสนิ่ง (stationary phase) มีทั้งที่เป็นแบบ pack column และ capillary column ในปัจจุบันคอลัมน์ที่นิยมใช้จะเป็นแบบ capillary column เพราะมีประสิทธิภาพในการแยกและวิเคราะห์สารดีกว่าแบบ pack column

การเลือกชนิดของเฟสนิ่งที่จะนำมาใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเป็นสิ่งที่สำคัญมากเนื่องจากจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการแยกสารและการวิเคราะห์ ถ้าเลือกไม่เหมาะสมกับชนิด

ของสารที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยนั้นๆ อาจทำให้การวิเคราะห์เป็นไปด้วยความลำบากและผิดพลาดได้ เฟสนิ่งที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่

เฟสนิ่งชนิดมีขี้ว ได้แก่ polyethyleneglycol โดยมีชื่อทางการค้าคือ DB-wax, Carbowax, Supelcowax 10, CP-Wax 52CB, SUPEROX II เป็นต้น มักนิยมใช้ในการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่ประกอบไปด้วยสารชนิดมีขี้ว เช่น สารที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (oxygenated compound)

เฟสนิ่งชนิดไม่มีขี้ว เช่น (5% phenyl) methylpolysiloxane มีชื่อทางการค้าคือ DB-5, HP-5, Rtx-5, SE-54, OV-5 เป็นต้น มักนิยมใช้ในการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่ประกอบไปด้วยสารที่ไม่มีขี้ว ส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มโมโนเทอร์พีนไฮโดรคาร์บอน (monoterpenehydrocarbon) และ เสสควิเทอร์พีนไฮโดรคาร์บอน (sesquiterpenehydrocarbon)

Cyclodextrins หรือ คอด้มันน์ที่มีส่วนผสมของสาร Cyclodextrins ซึ่งมีทั้งชนิด α , β และ γ จัดเป็นเทคนิคหนึ่งเรียกว่า Chiral GC ตามมาตรฐาน ISO 22972:2004 ใช้เฟสนิ่งเป็นชนิด b-cyclodextrins (เช่น 1, 3, 6-permethylated-b-cyclodextrins 10% ใน OV101) โดยใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเทอร์พีนที่อยู่ในรูปของ enantiomer ในน้ำมันหอมระเหย

3.2 High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เป็นเทคนิคอีกชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย แต่ไม่นิยมใช้มากนัก ส่วนใหญ่จะใช้คอด้มันน์ชนิด normal phase

3.3 การใช้เทคนิค Hyphenated และ multidimensional gas chromatography

Hyphenated หมายถึงการนำเทคนิคตั้งแต่ 2 เทคนิคขึ้นไป มาใช้เพื่อการวิเคราะห์ เช่น นำเครื่องมือทางด้าน spectroscopic มาใช้เป็นเครื่องตรวจวัด (detector) หรืออาจเป็นเครื่องมือชนิดเดียวกันต่อพ่วงเข้าด้วยกัน เช่น GC-MS, GC-FT-IR, HPLC-GC, GC-GC, SFE-GC เป็นต้น เทคนิคดังกล่าวทำให้สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.3.1 GC-MS (gas chromatography/mass spectrometry) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ยอมรับใช้มากที่สุด ส่วนใหญ่แล้วเมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยด้วย GC-FID ควรทำการวิเคราะห์ด้วย GC/MS ด้วย เพื่อเป็นการตรวจสอบและเป็นการยืนยันผลที่ได้อีกครั้งหนึ่ง

3.3.2 GC-GC (multidimensional gas chromatography: MDGC) ใช้สำหรับวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อน องค์ประกอบแต่ละฟีกไม่สามารถแยกออกจากกัน หรือแยกได้ไม่ดี ซึ่งจะมีผลทำให้การคำนวณร้อยละองค์ประกอบนั้นๆ ในน้ำมันหอมระเหยผิดพลาดได้ เทคนิคนี้สามารถทำได้โดยใช้คอลัมน์ 2 ชุด ซึ่งอาจจะเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันมาต่อพ่วงเข้าด้วยกันภายใน oven เดียวกัน หรือต่างเครื่องมือกัน

3.3.3 GC-O (gas chromatography-olfactometry) จัดเป็นเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจในการจำแนกชนิดของกลิ่น และกลุ่มสารที่มีในน้ำมันหอมระเหย

3.4 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR) เป็นเทคนิคอีกชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับศึกษาโครงสร้างของสารในน้ำมันหอมระเหยว่าเป็นสารชนิดใด โดยดูจากค่าการดูดกลืนพลังงานเรโซแนนซ์ของอะตอมของโปรตอนและคาร์บอนในโมเลกุลของสารนั้นๆ

การเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ (sample preparation) ด้วยเครื่องมือชนิดต่างๆ สามารถทำได้หลายวิธี ในกรณีที่สารตัวอย่างเป็นน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาแล้ว สามารถทำได้โดยนำน้ำมันที่ได้มาเจือจางด้วยตัวทำละลายในอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วฉีดเข้าเครื่องมือวิเคราะห์ได้โดยตรง แต่ถ้าในกรณีที่สารตัวอย่างที่อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบ เราสามารถทำการสกัดสารและทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น การใช้เทคนิค Headspace, Simultaneous Distillation Extraction (SDE) และ Purge and Trap เป็นต้น

4. องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

คมสันต์ (2549) อธิบายว่า ส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยมีนับร้อยชนิด แต่สารต่างๆ นับร้อยชนิดนี้ประกอบขึ้นจากธาตุเพียง 3 ตัวเท่านั้นคือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ดังนั้นถ้าพิจารณาโครงสร้างทางโมเลกุลที่ธาตุทั้ง 3 ตัวนี้เกาะกันเป็นสารต่างๆ สามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีองค์ประกอบคาร์บอน กับไฮโดรเจน กลุ่มนี้เรียกว่า

hydrocarbons อีกกลุ่มหนึ่งมี คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน กลุ่มนี้เรียกว่า oxygenated hydrocarbons ใน 2 กลุ่มนี้มีกลุ่มย่อยๆ อีกประมาณ 11 กลุ่ม ได้แก่ monoterpenes, sesquiterpenes, alcohols, phenols, phenolic ethers, aldehydes, ketones, acids, esters, lactones & coumarins และ oxides (ภาพที่ 2) มีรายละเอียดดังนี้

1.1 กลุ่มไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbons) หรือกลุ่มเทอร์ปีน (terpenes) สารเคมีกลุ่มเทอร์ปีนเป็นองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนกลุ่มใหญ่ที่พบในน้ำมันหอมระเหย เทอร์ปีนประกอบขึ้นด้วยคาร์บอนกับไฮโดรเจน สารเคมีกลุ่มเทอร์ปีนจะมีโครงสร้างโมเลกุลอยู่บนพื้นฐานของหน่วยย่อย isoprene ซึ่งมีสูตรว่า C_5H_8

ถ้ามีหน่วย isoprene นี้ 2 หน่วย ก็จะเรียกว่า monoterpene มีสูตร $C_{10}H_{16}$ ถ้ามี 3 หน่วยก็ จะเรียกว่า sesquiterpene มีสูตร $C_{15}H_{24}$ สารประกอบ monoterpene และ sesquiterpene พบมากใน น้ำมันหอมระเหย แต่ถ้ามีหน่วย isoprene มากกว่า 3 หน่วย คือ 4 หน่วย จะเรียกว่า diterpene ถ้ามี 6 หน่วย เรียกว่า triterpene ถ้ามี 8 หน่วย เรียกว่า quadraterpene ซึ่งมักจะไม่มีพบในน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากมีโครงสร้างโมเลกุลที่ใหญ่ ไม่สามารถสกัดได้ด้วยกระบวนการกลั่น

1.1.1 โมโนเทอร์ปีน (monoterpenes) สารกลุ่มนี้มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ระเหยเร็วมาก จุดเดือดต่ำ กลิ่นอ่อน และไม่ค่อยหอม มีแนวโน้มที่จะ oxidize กับอากาศ ซึ่งจะ ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิว สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ camphene, carene, cymene, dipentene, limonene, mentene, myrcene, ocimene, phellandrene, pinene, sabinene, terpinene และ thujene

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ป้องกันการติดเชื้อ (antiseptic), ด้านเชื้อไวรัส (antiviral), ด้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial), มีแนวโน้มที่จะบรรเทา ปวด (analgesic), ขับเสมหะ (expectorant), ลดอาการคัดจมูก (decongestant) และกระตุ้น (stimulant)

1.1.2 เซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes) สารในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดในกลุ่มเทอร์ปีนที่พบในน้ำมันหอมระเหย เป็นกลุ่มที่มีบทบาทมากในการบำบัดรักษา สาร sesquiterpenes มี ลักษณะที่ระเหยน้อยกว่า monoterpenes เนื่องจากมีโมเลกุลที่ใหญ่กว่า จุดเดือดจึงสูงกว่า จึงมี

แนวโน้มน้ำมันที่ oxidize น้อยกว่า มีกลิ่นที่แรงกว่า สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ aromadendrene, bergamotene, bourbonene, bisabolene, bulnesene, cadinene, caryophyllene, cedrene, chamazulene, copaene, cubene, elemene, farnesene, germa crene, guaiene, humulene, longifolene, patchoulene, selinene, seychellene, terpinolene, viridiflorene และ ylangene

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ป้องกันการติดเชื้อ (antiseptic), ต้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial), ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory), ทำให้สงบ (calming), ลดความดัน (hypotensive) บางตัวบรรเทาอาการปวด (analgesic) และกล้ามเนื้อกระตุก (antispasmodic)

1.1.3 ไคเทอร์ปีน (diterpenes) สารกลุ่มนี้มักไม่ค่อยพบในน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากมีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีจุดเดือดสูง จึงไม่สามารถกลั่นได้ มักจะพบในยาง (resin) ของพืช เช่น การบูร

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ด้านเชื้อรา (antifungal), ด้านเชื้อไวรัส (antiviral), ขับเสมหะ (expectorant), ระบายท้อง (purgative), ปรับสมดุลของระบบต่อมไร้ท่อ และฮอร์โมน

1.2 กลุ่ม Oxygenated hydrocarbons สารประกอบในกลุ่มนี้จะมียอดประกอบของกลุ่ม hydrocarbon หรือ กลุ่ม terpenes (ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น) รวมกับองค์ประกอบของกลุ่มที่มีออกซิเจน เช่น แอลกอฮอล์ (alcohol) คีโตน (ketone) หรือ อัลดีไฮด์ (aldehyde) เช่น

monoterpene	alcohol	จะได้	monoterpenol
monoterpene	ketone	จะได้	monoterpenone
monoterpene	aldehyde	จะได้	monoternenal

1.3 กลุ่มแอลกอฮอล์ (alcohols) สารประกอบในกลุ่มนี้เป็นองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่มีประโยชน์ในการบำบัดรักษามากที่สุด มีกลิ่นหอมनाพิสมัย มีพิษต่ำ ไม่ระคายเคืองต่อผิว โดยทั่วไปจึงปลอดภัยสำหรับเด็กและคนชรา สารเคมีในกลุ่มนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย -ol สารเคมีในกลุ่ม monoterpenes alcohols ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ boneol, citronellol, fenchyl alcohol,

geraniol, isopulegol, lavandulol, linalool, myrtenol, nerol, terpineol และ terpin-4-ol และสารเคมีในกลุ่ม sesquiterpenes alcohols ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ atlantol, bisabolol, cadinol, cedrol, caryophyllene, elemol, eudesmol, farnesol, nerolidol, patchoul, santalol และ viridiflorol

คุณสมบัติในการบำบัดรักษาของสารในกลุ่มแอลกอฮอล์ (therapeutic properties) ได้แก่ ป้องกันการติดเชื้อ (antiseptic), ด้านเชื้อไวรัส (antiviral), ด้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial), กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน, ปรับสมดุล (balancing), ยกกระตือรือร้นจิตใจ (uplifting) และให้ความอบอุ่น (calming)

1.4 กลุ่มฟีนอล (phenols) เป็นสารประกอบคล้ายกับแอลกอฮอล์ เพราะมีองค์ประกอบเหมือนกันแต่แตกต่างกันที่จัดวางโครงสร้างทางโมเลกุล phenol จึงมีคุณสมบัติที่แรงมาก ก่อนข้างเป็นกรด จึงทำปฏิกิริยามากและรุนแรงกว่า ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่มี phenols มาก จะต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะมีโอกาสเป็นพิษต่อดับ ระบายท้องต่อผิวหนังและเซลล์กล้ามเนื้อ เช่น อบเชย ยี่ห่วย โหระพา เป็นต้น สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ carvacol, cresol, eugenol และ thymol

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ป้องกันการติดเชื้อ (antiseptic), ด้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial), กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน และกระตุ้นระบบประสาทรักษาอาการซึมเศร้า (depression)

1.5 กลุ่มฟีนอลิก อีเทอร์ (phenolic ethers) สารกลุ่มนี้ ไฮโดรเจนในองค์ประกอบ -OH จะถูกแทนที่ด้วยสารกลุ่ม alkyl หรือ aryl สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติคล้ายๆ กับ phenols แต่รุนแรงกว่ามาก น้ำมันหอมระเหยที่มีสารกลุ่มนี้มากจะต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ให้ใช้ในปริมาณน้อย ความเข้มข้นต่ำ และในระยะเวลาสั้นๆ เพราะอาจเป็นพิษต่อระบบประสาท ถ้าใช้ในปริมาณมาก สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ anethole, estragole (methyl chavicol), methyl eugenol, myrtenyl methylether, myrsin และ saffrol

1.6 กลุ่มอัลดีไฮด์ (aldehydes) สารกลุ่มนี้มีชื่อลงท้ายด้วย -al เช่น citral citronellal เป็นสารที่มีกลิ่นที่ฉุนฉุน มักนิยมใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหอม เช่น น้ำหอม channel 5 แต่มีข้อด้อยก็คือจะสลายไปได้ เมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่มีสารกลุ่มนี้ ถ้าเก็บไว้นานๆ ก็

จะเสื่อมคุณภาพ สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ acetaldehyde, anisaldehyde, benzaldehyde, caproic aldehyde, cinnamaldehyde, citral, citronellal, cuminaldehyde, decanal, geranial, myrtenal, neral, nonanal, perillaldehyde, piperonal, phellandral, sinensal, teresantal และ valeranal

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ด้านการติดเชื้อ (antiseptic), ด้านการอักเสบ, ปรับสภาพ (toning), ขยายหลอดเลือด (vasodilators), ลดความดัน, ระบายประสาท ทำให้สงบ และลดอุณหภูมิ

1.7 กลุ่มคีโตน (ketones) เป็นสารประกอบที่มีกลุ่ม carbonyl สารกลุ่ม ketones นี้ ไม่ค่อยพบในน้ำมันหอมระเหย มีคุณสมบัติที่ค่อนข้างรุนแรง น้ำมันหอมระเหยที่มีสารกลุ่มนี้ เช่น น้ำมันเทียนตาบ ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ใช้อย่างเจือจาง ในความเข้มข้นไม่เกิน 2 % ใ้ภายนอกเท่านั้น และใช้ในระยะเวลาดสั้นๆ ห้ามใช้ในคนท้อง สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ acetophenone, atlantone, camphor, carvone, fenchone, ionone, irone, jasmine, menthone, methylheptenone, methoxyphenylacetone, nootkatone, octanone, pinocamphone, pinocarvone, piperitone, pulegone, tagetone, thujone, undecan-2-one, veleranone และ verbenone

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ทำให้สงบ ช่วยระบายประสาท, ขับเสมหะ, บรรเทาอาการปวด, ช่วยย่อย และรักษาบาดแผล

1.8 กลุ่มแอซิด (acids) เป็นสารที่มีองค์ประกอบของกลุ่ม carboxyl สารในกลุ่มนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย acids มักไม่ค่อยพบสารกลุ่มนี้ในน้ำมันหอมระเหย แต่มีความสำคัญมาก เพราะกรดหรือ acids จะทำปฏิกิริยากับ alcohols ได้ esters ซึ่งเป็นสารอีกกลุ่มหนึ่งที่พบมากในน้ำมันหอมระเหยซึ่งเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการกลั่น สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ anisic acid, benzoic acid, cinnamic acid, citronellic acid, palmitic acid, phenylacetic acid, valerenic acid และ vetiveric acid

1.9 กลุ่มเอสเทอร์ (esters) เป็นสารที่มีประโยชน์ ปลอดภัย และมีพิษต่ำ แต่มักจะไม่ใช่ องค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหย มีฤทธิ์อ่อนคล้าย alcohols มีกลิ่นหอมหวานกลิ่นผลไม้ สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ benzyl acetate, benzyl benzoate, bornyl acetate, bornyl

isovalerate, citronellyl acetate, citronellyl butyrate, citronellyl formate, eugenyl acetate, geranyl acetate, geranyl tiglate, hexyl acetate, lavandulyl acetate, linalyl acetate, menthyl acetate, menthyl anthranilate, methyl benzoate, methyl butyrate, methyl salicylate, neryl acetate, propyl angelate, sabinyl acetate, trans-pinocarveol acetate, terpineol acetate และ vertiverol acetate

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ด้านเชื้อรา (antiviral), ด้านการอักเสบ, แก้กล้ามเนื้อกระตุก, ระวังประสาท ทำให้สงบ และแก้ผื่นคัน และลมพิษ

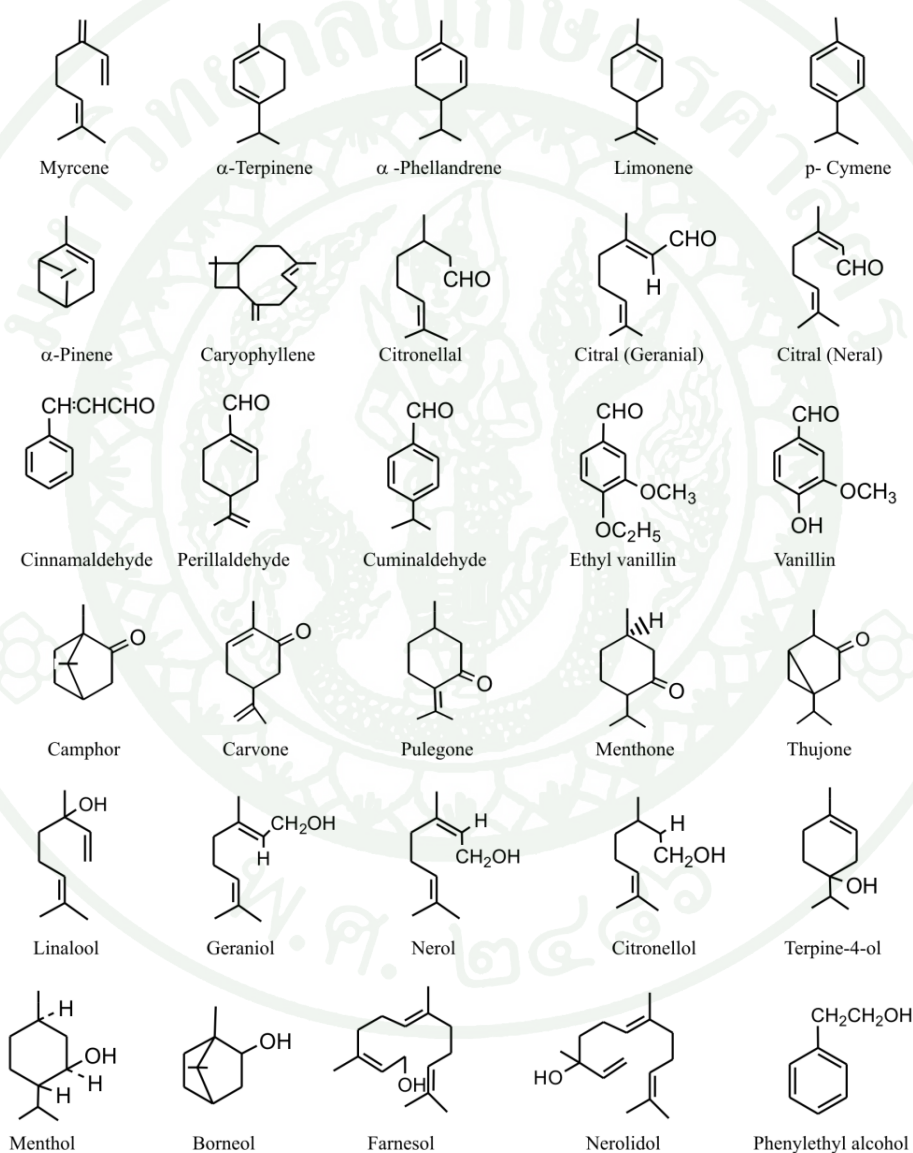
1.10 กลุ่มแลคโตน (lactones) และคูมาริน (coumarins) เป็นสารประกอบ esters กลุ่มหนึ่ง จะมีชื่อลงท้ายด้วย -one หรือ -in เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ จุดเดือดสูงจึงกลั่นไม่ได้ พบเฉพาะในน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการบีบอัด และการใช้สารละลาย เช่น มะลิ น้ำมันที่มีส่วนประกอบของ coumarins บางชนิดควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะมีความไวต่อแสง อาจจะระคายเคืองต่อผิวได้ สารในกลุ่มแลคโตนที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ achilene, alantrolactone, costuslactone, epinepetalactone, dihydronepetalactone และ nepetalactone และสารในกลุ่มคูมารินที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ aesculatin, coumarin, citropten, dihydrocoumarin, heniarin และ umbelliferone นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มฟูโรคูมาริน (furocoumarins) ได้แก่ bergaptene, bergaptol และ psoralen

คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ละลายเสมหะ, ลดอุณหภูมิ, ลดความดัน และยกระดับจิตใจ ระวังประสาท

1.11 กลุ่มออกไซด์ (oxides) สารในกลุ่มนี้มีชื่อต่อท้ายด้วย oxide เกิดจากสารประกอบ alcohols พบได้โดยทั่วไปในน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ แต่อาจจะระคายเคืองผิว ควรใช้อย่างเจือจาง ไม่ควรเข้มข้นเกิน 2 % ไม่แนะนำให้ใช้น้ำมันหอมระเหยที่มีสารประกอบนี้เป็นจำนวนมากในเด็ก สารในกลุ่มนี้ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ bisabolol oxide, bisabolene oxide, caryophyllene oxide, cineole, linalool oxide, pinene oxide, rose oxide และ sclareol oxide

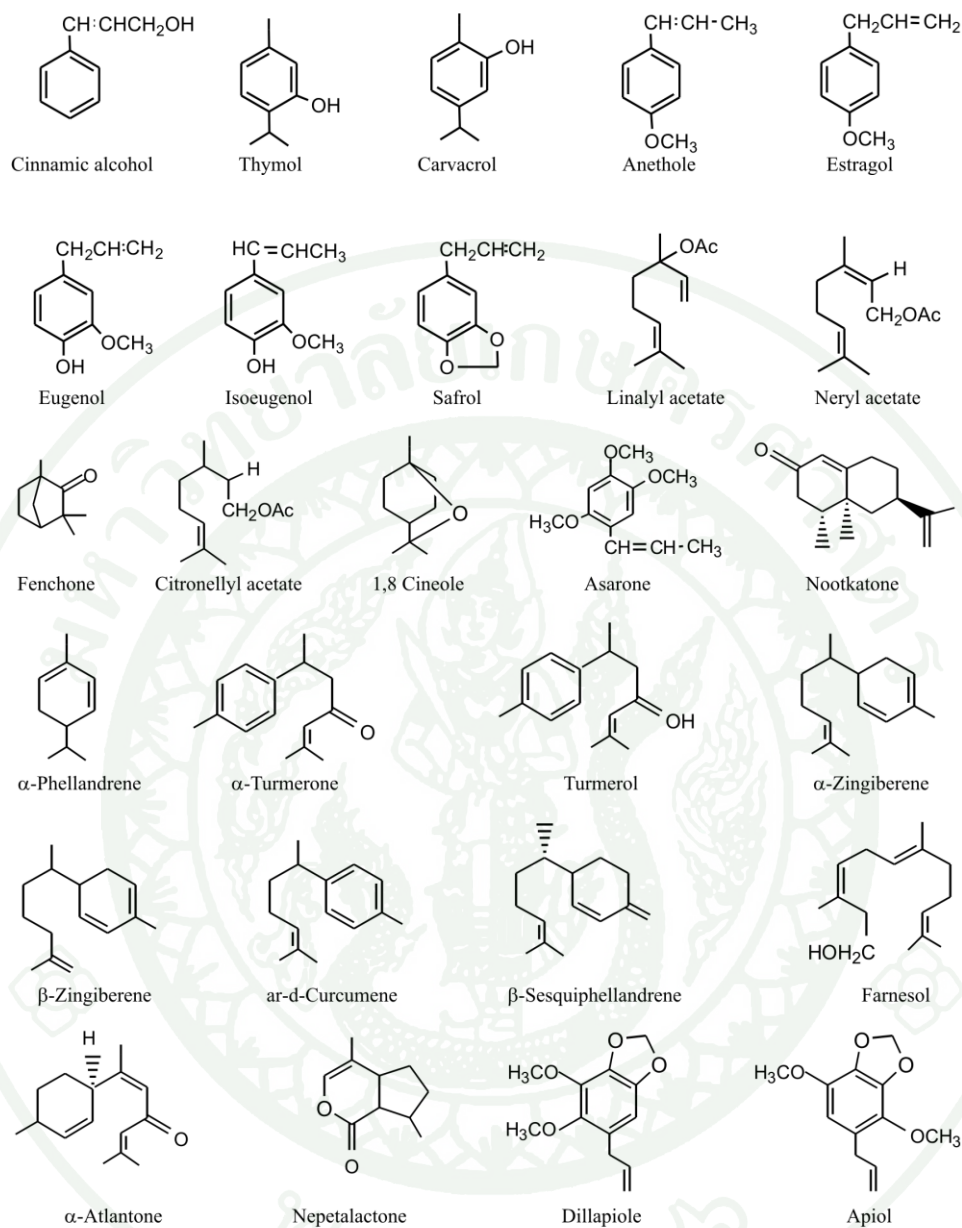
คุณสมบัติในการบำบัดรักษา (therapeutic properties) ได้แก่ ละลายเสมหะ, กระตุ้นการทำงานของไต และกระตุ้นระบบหายใจ

ทั้งนี้ปริมาณสารหรือองค์ประกอบทางเคมีที่พบมีความแตกต่างกันตั้งแต่ ชนิด ปริมาณ คุณสมบัติ และการกระจายตัวในพืช อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายประการ เช่น ชนิดหรือพันธุ์ของพืช สิ่งแวดล้อม สภาพดิน ฟ้า อากาศ และแสงแดด แหล่งที่มา การเพาะปลูก อายุการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยว วิธีการหลังเก็บเกี่ยว การถนอมอายุ การเก็บรักษา รวมถึงเทคนิควิธีการกลั่นและเวลาที่ใช้ในการกลั่นหรือสกัด เป็นต้น (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548)



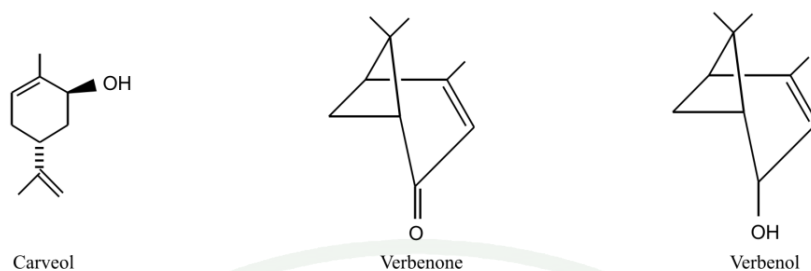
ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบพบในน้ำมันหอมระเหย

ที่มา: Koul *et al.* (2008)



ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบพบในน้ำมันหอมระเหย (ต่อ)

ที่มา: Koul *et al.* (2008)



ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบพบในน้ำมันหอมระเหย (ต่อ)

ที่มา: Koul *et al.* (2008)

5. การใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหย

มีการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย เช่น การใช้ในศาสตร์บำบัดด้วยกลิ่นหรือสுவคนธบำบัด (aromatherapy) การใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หรือการใช้ประโยชน์เป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ยา เช่น ฤทธิ์แก้ปวดในทางเดินปัสสาวะและละลายก้อนน้ำของน้ำมันสน ฤทธิ์กระตุ้น แต่งกลิ่นและขับลมในยาธาตุหรือยาหอม หรือฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค (antiseptic) การใช้ไล่แมลง หรือดึงดูดแมลง เป็นต้น (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548)

6. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อแมลง

6.1 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโต สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่เป็นสารประกอบขั้นต้นของ lipophilic แสดงออกถึงความเป็นพิษ ด้านการยับยั้งการกิน การยับยั้งการวางไข่ (Kou *et al.*, 2008) เช่น สารหลายชนิดในกลุ่ม monoterpenoids ที่มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลง และสาร eugenol (Cornelius *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 1997)

6.2 ประสิทธิภาพในการเป็นสารรม เช่น สารในกลุ่ม monoterpenes และ ketones (Rice and Coats, 1994)

6.3 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการกิน ซึ่งมักจะพบควบคู่ไปกับการเป็นสารไล่ เช่น สารบางชนิดในกลุ่ม monoterpenoids, thymol, citronellal, α -terpineol (Hummelbrunner and Isman, 2001) 1,8-cineole (Tripathi *et al.*, 2001)

6.4 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ ได้แก่สารบางชนิดในกลุ่ม monoterpenic , สาร eugenol, cineole, citronellal (Coata *et al.*, 1991)

6. น้ำมันหอมระเหยกับการป้องกันกำจัดแมลง

สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยและอนุพันธ์ของสารที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยนั้นเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้เพื่อควบคุมแมลงที่เป็นอันตรายอีกทั้งสามารถสลายตัวได้เร็วในสภาพแวดล้อม (Pillmoor *et al.*, 1993)

สถาบันวิจัยสมุนไพร (2548) กล่าวว่าสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบนั้นเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลง ในต่างประเทศได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงมาตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 แล้ว เช่น พืชสกุล *Citronella* วงศ์ Gramineae มี Citronella oil มีฤทธิ์ในการป้องกันการกัดของยุงหลายชนิด และยังคงมีนักวิจัยให้ความสนใจแสวงหาสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่มีประสิทธิผลต่อการป้องกันกำจัดแมลงเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ๆ ให้เป็นทางเลือกมากขึ้น

น้ำมันหอมระเหยจากพืชหลายชนิดมีฤทธิ์ในการไล่แมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ในการไล่ยุง ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ศึกษาวิจัยและสนับสนุนการพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์สมุนไพรจำพวกไล่ยุงเพื่อที่จะนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์ โดยเฉพาะกับ ยุง โดยคัดเลือกพืช 12 วงศ์ จำนวน 15 ชนิด ได้แก่ กระชาย แก้ว จิง คนทีสอ จันทน์เทศ ประยงค์ ผักคาวตอง ผักชีฝรั่ง ฝรั่ง พลู มณฑาแดง มหาหงส์ สาบเสือ เสม็ด และหนุมานประสานกาย มาทดสอบฤทธิ์การป้องกันการกัดของยุง 4 ชนิด ได้แก่ ยุงพาหะนำโรคไข้เลือดออก ยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* ยุงลายสวน *Ae. albopictus* ยุงพาหะนำโรคมาลาเรีย ยุงก้นปล่อง *Anopheles dirus* และยุงพาหะนำโรคเท้าช้าง ยุงรำคาญ *Culex quinquefasciatus* และทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการวางไข่ของยุงลายบ้าน (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548)

มีรายงานวิจัยที่ศึกษาผลของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยด้านความเป็นพิษต่อแมลงหลายชนิด ตัวอย่างเช่น carvacrol ที่เป็นพิษต่อแมลงสาบเยอรมัน (German cockroach) *Blattella germanica* (Ahn *et al.*, 1995) ความเป็นพิษของสารประกอบในกลุ่ม monoterpenoids ต่อหนอน (western corn rootworm) *Diabrotica virgifera virgifera* และแมลงวันบ้าน (common house fly) *Musca domestica* (Lee *et al.*, 1997) ความเป็นพิษทางสัมผัสของ eugenol ต่อแมลงสาบอเมริกัน (American cockroach) *Periplaneta americana* (Ngoh *et al.*, 1998) เป็นต้น

กระชาย

ชื่อสามัญภาษาไทย	กระชายเหลือง (ภาคกลาง), กะแอน, ระแอน, หัวระแอน (ภาคเหนือ), เป้าะชอเริ๊ะ (กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน), จี๊ปู, ชีฟู (เงี้ยวแม่ฮ่องสอน), จิงทราย, จิงแดง, จิงกระชาย (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ), ว่านพระอาทิตย์ (กรุงเทพฯ)
ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ	Kaempfer, Kaemferia, Krachai, Fingerroot, Wild ginger
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Boesenbergia rotunda</i> (L.) Mansf.
ชื่อพ้อง	<i>Boesenbergia pandurata</i> (Roxb) Schitr <i>Boesenbergia pandurata rotunda</i> (L.) Mansf., <i>Kaempferia pandurata</i> Roxb. <i>Gastrochillus panduratus</i> (Roxb) Ridl.
วงศ์	Zingiberaceae

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สมภพ (2539); รัตติกาล และ สุรชัย (2544); สถาบันวิจัยสมุนไพร (2548); โชติอนันต์ (2552) และ มนตรี (2553) ได้อธิบายลักษณะของกระชายไว้ดังนี้

ราก รากเป็นรากฝอย แทงอวบ ปลายเรียวแหลมแตกออกเป็นกระจุก รากแทงลึกลงไปในดิน มีผิวสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอมเป็นที่สะสมอาหาร มีขนาด 7-10 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร (ภาพที่ 3)

ลำต้น กระชามีลำต้นใต้ดินที่เรียกว่าเหง้า ลักษณะแงหรือเหง้าสั้นๆ แยกหน่อได้ เช่นเดียวกับ ขิง ข่า และขมิ้น มีขนาดยาว 1-3 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร

ใบ คือส่วนที่อยู่เหนือผิวดิน มีส่วนของกาบใบที่หุ้มซ้อนกันเป็นชั้นๆ สีแดงเรื่อๆ ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับกัน ตัวใบรูปรี ปลายใบเรียวแหลม โคนมนหรือแหลม ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว 7-25 เซนติเมตร กาบใบยาว 7-25 เซนติเมตร ใบกว้างประมาณ 7-10 เซนติเมตร มีลิ้นใบอยู่ระหว่างก้านใบและกาบใบ แผ่นใบมีสีเขียวปรากฏเป็นร่างแหชัดทั้ง 2 ด้าน ด้านท้องใบมีขนสั้นๆ ปกคลุมอยู่ทั่วไป เส้นกลางใบ ก้านใบ และกาบใบด้านบนเป็นร่องด้านล่างนูนเป็นสัน ใบมีกลิ่นหอม



ภาพที่ 3 ต้น รากและเหง้าของกระชาย

ที่มา: นัตรมณี วุฒิสาร (2554)

ดอก กระชายออกดอกเป็นช่อที่แทรกอยู่ระหว่างกาบใบในสุด ในแต่ละดอกมีใบประดับ 2 ใบ สีขาวอมชมพู ดอกบานทีละดอก ก้านดอกสีขาว กลีบเลี้ยงโคนติดกันเป็นหลอด ปลายแยก 2

แฉก กลีบดอกโคนติดกัน เป็นหลอดยาว 4-6 เซนติเมตร ปลายแยกเป็น 3 กลีบ กลีบกลางใหญ่กว่า 2 กลีบข้าง เกสรเพศผู้ 5 อันมีลักษณะคล้ายกลีบดอก ขนาดไม่เท่ากัน กลีบล่างเป็นกระพุ้งสีชมพู และมีแต้มหรือแนวม่วงแดง มีเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ 1 อัน อับเรณูมีขนาดยาวเล็กอยู่ใกล้ปลายเกสรตัวเมีย ยอดเกสรตัวเมียเป็นรูปปากแตร เกือบไม่มีขน รังไข่อยู่ใต้วงกลีบ มีลักษณะเป็นถุง ออกดอกช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน

ผลและเมล็ด เป็นแบบผลแห้ง เมื่อแก่จัดแล้วไม่แตก

2. การปลูกและการดูแลรักษา

ใช้ส่วนเหง้าหรือลำต้นใต้ดินปลูก การปลูกควรพรวนดินตากทิ้งไว้พอสมควร เพื่อฆ่าเชื้อโรคในดินรวมทั้งกำจัดวัชพืช แล้วควรขุดร่องกว้างประมาณ 1.5 เมตร นำเหง้ากระชายที่เหลือรากไว้เพียง 2 ราก ปลูกลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร กลบด้วยปุ๋ยคอกพอมิดต้น คลุมด้วยฟาง รดน้ำให้ชุ่มในระยะแรก (รุ่งรัตน์, 2535) กระชายเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในดินร่วนซุย (วิทย์, 2548) ดินร่วนปนทราย (ประดิษฐ์, ม.ป.ป.) หรือในดินเหนียวปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ถ้าหากเตรียมดินให้มีสภาพเหมาะสมแล้ว ก็จะส่งผลดีต่อการเจริญเติบโต และการขยายตัวของลำต้นใต้ดิน ตลอดจนง่ายต่อการเก็บเกี่ยว ส่วนดินที่ไม่เหมาะสมคือ ดินเหนียว ดินเป็นกรด ดินลูกรัง และพื้นที่ที่มีสภาพค่อนข้างแห้งแล้ง (วิทย์, 2548; มณฑา, 2554) สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพแดดจัดและแสงแดดรำไร (มณฑา, 2554)

รติกาล และ สุรัชย์ (2544) ได้ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของกระชายตั้งแต่วัยเริ่มปลูกถึงระยะเก็บเกี่ยวไว้ดังนี้

ลำต้นใต้ดินหรือเหง้า ลักษณะลำต้นใต้ดินหรือเหง้าที่เกษตรกรใช้ปลูกจะใช้กระชายที่แก่เต็มที่แล้ว ในกระชาย 1 กอ จะแยกให้เป็นเหง้าเดี่ยวๆ เหลือรากติดไว้ประมาณ 2-3 รากต่อ 1 หัว นำมาปลูกในหลุมกว้างประมาณ 4 x 6 นิ้ว กลบด้วยปุ๋ยคอก คลุมด้วยฟาง รดน้ำให้ชุ่ม หลังจากปลูก 1 เดือน เหง้ากระชายจะแตกลำต้นเหนือดินขึ้นมา 1 ต้น มีความสูงประมาณ 8 เซนติเมตร มีใบ 3 ใบ รากที่เหลือไว้ในตอนแรกจะเริ่มหลุดออกไปแต่จะแตกรากฝอยออกมาแทน 2-3 ราก กระชายระยะ 2 เดือน ลำต้นและความสูงจะมีขนาดเพิ่มขึ้น มีความสูงประมาณ 25 เซนติเมตร ในช่วงนี้เริ่มมีการแตกรากสะสมอาหารประมาณ 2-3 ราก และมีหน่อแตกออกมา กระชายระยะ 3 เดือน มีขนาดกอ

ใหญ่ขึ้น 1 กอ จะมีประมาณ 7-8 ต้น ลำต้นและใบมีขนาดสูงขึ้น 5-6 เซนติเมตร ใน 1 ต้น จะมีรากสะสมอาหาร 3-4 ราก รากที่มีอายุมากจะมีความยาว 10 เซนติเมตร และมีรากสะสมอาหารชุดใหม่แตกออกมาเพิ่มขึ้น กระชายระยะ 4 เดือน กอและลำต้นมีขนาดคงที่มีความสูง 50-60 เซนติเมตร รากสะสมอาหารส่วนใหญ่เริ่มที่จะแก่เต็มที่แล้ว เหลือเพียงส่วนที่แตกออกมาที่หลังอีกเพียงเล็กน้อยที่ยังไม่แก่เต็มที่ กระชายระยะ 5 เดือน การเจริญเติบโตคงที่ ส่วนของใบเริ่มเหลือง เพราะเมื่อกระชายเจริญเติบโตเต็มที่แล้วลำต้นเหนือดินก็จะแห้งเหี่ยวลงไป ในช่วงนี้เกษตรกรเริ่มที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิต กระชายระยะ 6 เดือน ต้นกระชายจะเหี่ยวแห้งและหลุดออกจากส่วนที่อยู่ใต้ดิน เหง้าและรากจะแก่จัดมีสีเข้ม รากและเหง้ากระชายที่แก่เต็มที่ในระยะนี้เกษตรกรจะเก็บไว้เพื่อขยายพันธุ์ต่อไป มณฑา (2554) ได้แนะนำไว้ว่า การเก็บเกี่ยวกระชายในช่วงที่หยุดการเจริญเติบโต ใบพุ่มและดอกร่วงหมด หรืออยู่ในช่วงต้นฤดูหนาวถึงปลายฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่รากและหัวมีการสะสมอาหารและสารออกฤทธิ์สูงสุดนี้ เป็นช่วงการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่สุด

3. แหล่งเพาะปลูก

กระชายมีการบันทึกไว้ว่าพบการปลูกอย่างแพร่หลายอยู่ในแถบตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย จนถึงบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในอินโดนีเซีย มาเลเซีย จีนตอนใต้ และไทย ในประเทศไทยพบว่าสามารถปลูกได้ทุกภาค แต่มีการปลูกกระชายเป็นธุรกิจกันมากแถวจังหวัดนครปฐม ปทุมธานี และราชบุรี (มนตรี, 2553)

4. สรรพคุณในด้านยาสมุนไพร

ส่วนที่นำมาใช้คือ รากหรือเหง้า (รุ่งรัตน์, 2540; วิทย์, 2548) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ได้คัดเลือกให้กระชาย เป็นหนึ่งในพืชสมุนไพร 61 ชนิด ที่ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนให้นำมาใช้ในการรักษาโรค เพื่อรักษาอาการขับลม ท้องอืด แก่บิด (รุ่งรัตน์, 2540)

มนตรี (2553) กล่าวว่า กระชายนิยมใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกงและอาหารไทยหลายชนิด และเป็นสมุนไพรที่ช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงกำหนด กินแล้วกระปรี้กระเปร่า เป็นยาบำรุงธาตุ ทำให้เจริญอาหาร และมีสรรพคุณคล้ายโสมจึงได้รับฉายาว่า “โสมไทย” ด้วยความที่เหง้ากระชายมีรสเผ็ดร้อน จึงมีสรรพคุณแก้ลมจุกเสียด แน่นเฟ้อ บำรุงธาตุ แก้อาการพิการ ขับระดู แสลงกับไข้ที่มี

พิษร้อน (มณฑา, 2554) แก้วโรคที่เกิดในปากเปื่อย ปากเป็นแผล แก้มตุ๋น เป็นยาบำรุงหัวใจ บำรุงกำลัง แก้ใจสั่นหวิว แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แก้ปวดมวนในท้อง บำบัดโรคกระเพาะ แก้ท้องร่วง ท้องเดิน ขับปัสสาวะ ขับระดูขาว แก้บิดมูกเลือด แก้ปวดเบ่ง รักษาโรคผิวหนัง รักษาฝี ไข้ใหญ่ อักเสบ นอกจากนี้ กระจายสามารถยับยั้งการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเรียบ ด้านเชื้อรา แบคทีเรีย แก้กกลากเกลื้อน น้ำกัดเท้า แก้ฟิ แก้ศีรษะคันจากเชื้อรา แก้ไข้ ลดการอักเสบ ขับขี้เมือกออก ใช้เป็นยาแก้ไอ บำรุงกำลัง เป็นยาอายุวัฒนะ (วิทย์, 2548; สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548; โชติอนันต์, 2552; ประดิษฐ์, ม.ป.ป.)

5. องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ

จากข้อมูลการสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (hydro-distillation) ของสังวาล และคณะ (2546) พบว่ากระชายมีน้ำมันหอมระเหยเพียง 0.17 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สถาบันวิจัยสมุนไพร (2548) พบน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบของสารเคมี พบว่า ประกอบด้วยสารหลักในกลุ่ม monoterpenoids และ sesquiterpenoids ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม hydrocarbons หรือกลุ่ม terpenes (คมสันต์, 2549)

น้ำมันหอมระเหย ที่ได้จากการสกัดโดยวิธีกลั่นด้วยน้ำจากส่วนรากและเหง้ากระชาย มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะตัว ชัดเจน และคณะ (2544) พบว่า จากการสกัดโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ พบสารหลักอยู่ 5 ชนิด คือ camphene, eucalyptol, ocimen, camphor และ geraniol ซึ่งสาร geraniol พบในปริมาณมากที่สุด นอกจากนี้สังวาล และคณะ (2546) สถาบันวิจัยสมุนไพร (2548) และ โชติอนันต์ (2552) ยังพบ zingiberone, trans-geraniol, 1,3,7-octatriene 3,7-dimethyl β -pinene, d-limonene, cineol, linalool และ borneol. Jantan *et al.* (2001) พบ camphor, geraniol, (*E*)- β -ocimene, 1,8-cineol, camphene และ methyl cinnamate และ Norajit *et al.* (2007) พบ γ -terpinene, 2-camphanone, methyl cinnamate, linalool

6. ประสิทธิภาพด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ก่อให้เกิดโรคในพืช ได้มีการทดสอบโดยสุภัทรา และคณะ (2549ข) พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้จากกระชาย สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวคือ *Collectotricum capsici* สายพันธุ์ 152 และ 170 และ *C. gloeosporioides*

สายพันธุ์ 163 ได้อย่างสมบูรณ์เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารสกัด 5,000 ppm ขึ้นไป และน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีผลทำให้รา *C. capsici* สายพันธุ์ 170, *Dothiorella* sp. และ *Pestalotiopsis aphanidermatum* ไม่สามารถเจริญได้ และทำให้การเจริญของรา *Pestalotiopsis* sp. ลดลง 88 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งให้ผลดีมากในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของรา *C. capsici* สายพันธุ์ 152 และ 170, *C. gloeosporioides* สายพันธุ์ 163 และ *Pestalotiopsis* sp. เมื่อมีความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันระเหยตั้งแต่ 100 ppm ขึ้นไป

การป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เป็นแมลง มีการทดสอบกับแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ สัງวาล และคณะ (2546) ศึกษาการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย พบว่ามีการออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายต่อด้วงถั่วเขียว ด้วงงวงข้าว และมอดแป้ง ที่ระดับความเข้มข้นทำให้แมลงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC₅₀) เท่ากับ 14,387, 21,604 และ 54,612 ppm ตามลำดับ รวมถึงการทดสอบสารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย เช่น 1,8-cineol ที่ให้ผลทั้งในลักษณะสัมผัสตายเป็นสารรม และยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง (Tripathi *et al.*, 2001) cineole ที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารรม สามารถฆ่าด้วงงวงข้าวและมอดแป้งได้ร้อยละ 100 ด้วยความเข้มข้นเพียง 50 µg/ml (Lee *et al.*, 2003)

ขมิ้นอ้อย

ชื่อสามัญภาษาไทย

ว่านเหลือง (ภาคกลาง), ขมิ้นหัวขึ้น, ขมิ้นขึ้น (ภาคเหนือ), ละเมียด (เขมร), สากเบือ (ละว้า), แห้วดำ

ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ

Zedoary, Long zedoaria, Indian arrow root, white turmeric

ชื่อวิทยาศาสตร์

Curcuma zedoaria (Berg.) Roscoe

ชื่อพ้อง -

วงศ์

Zingiberaceae

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก รากเป็นแท่งอวบ ปลายเรียวแหลมออกเป็นกระจุก รากแทงลึกลงไปในดิน มีผิวสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลือง (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548 และ มนตรี, 2553) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ต้น รากและเหง้าของขมิ้นอ้อย

ที่มา: จัตุรณฉวี วุฒิสาร (2554)

ลำต้น ขมิ้นอ้อย มีลำต้นใต้ดินที่เรียกว่าเหง้า ลักษณะเหง้ามีเนื้อในสีขาวปนเหลือง (Burt and Smith, 1983) แตกหน่อได้เช่นเดียวกับ ขิง ข่า และขมิ้น

ใบ พุ่มใบสูงได้ถึง 1 เมตร มี 4-6 ใบ ก้านใบสั้นกว่าแผ่นใบและแผ่เป็นปีก แผ่นใบกว้าง 8-10 เซนติเมตร ยาว 20-60 เซนติเมตร รูปขอบขนานหรือรูปใบหอกแกมขอบขนานแคบๆ ปลายใบเรียวแหลม ใบเกลี้ยง มีแถบสีม่วงแดงที่เส้นกลางใบด้านหลังใบ ใบประดับสีขาว และเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือแดงเข้ม ใบประดับอื่นยาวได้ถึง 5 เซนติเมตร ปลายโค้งออก สีเขียวอ่อน ขอบมักแฉกด้วยสีแดง มักพบขนแข็งด้านบน ขอบใบประดับเชื่อมติดกันประมาณ 1 ใน 3 ของความยาว ใบประดับย่อยสีขาว (Burt and Smith, 1983) ในหน้าแล้งใบจะแห้งลงหัว บางครั้งจึงเรียกว่าขมิ้นหัวขึ้น (วิทย์, 2548)

ดอก ออกดอกเป็นช่อ ช่อดอกกว้าง 6-8 เซนติเมตร ยาว 10-18 เซนติเมตร มักเกิดก่อนใบ ก้านดอกยาวและพุ่งออกจากเหง้าที่อยู่ใต้ดิน กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันสี่เหลี่ยมอ่อนหักกลีบด้านหนึ่ง กลีบดอกเชื่อมติดกันสี่ขาวหรือสีเหลืองอ่อนปลายแยกเป็น 3 กลีบ ปลายมักแฉกสีชมพู staminode ด้านข้างสีเหลืองอ่อน labellum รูปกึ่งทรงกลมสีเหลืองอ่อนแถบกลางสีเหลืองเข้ม ช่อดอกมีใบประดับ และดอกมีสีขาว ตรงปลายช่อดอกเป็นสีชมพู (Burt and Smith, 1983) ส่วนดอกสีเหลืองจะบานออกจากล่างขึ้นข้างบน และจะบานครั้งละ 2-3 ดอก (วิทย์, 2548)

2. แหล่งเพาะปลูก

ขมิ้นอ้อยพบว่ามีปลูกกันมากในหลายๆ ประเทศของทวีปเอเชีย โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น จีน เกาหลี และญี่ปุ่น (Pandji *et al.*, 1993; Ruby *et al.*, 1995; Mau *et al.*, 2003) ในประเทศไทยสามารถปลูกได้ทุกภาคในประเทศ และเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณค่า มีการปลูกมากในทางภาคใต้ (มณฑา, 2554)

3. การปลูกและการดูแลรักษา

ใช้ส่วนเหง้าลำต้นใต้ดินปลูก ควรปลูกราวๆ เดือนพฤษภาคม เริ่มเข้าสู่ฤดูฝน (วิทย์, 2548) ขมิ้นอ้อยเป็นพืชจำพวกลำต้นใต้ดินเช่นเดียวกับกระชาย ดังนั้นจึงเจริญเติบโตได้ดีในดินลักษณะเช่นเดียวกัน คือดินร่วนปนทรายหรือในดินเหนียวปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ถ้าหากเตรียมดินให้มีสภาพเหมาะสมแล้ว ก็จะส่งผลดีต่อการเจริญเติบโต และการขยายตัวของลำต้นใต้ดิน ตลอดจนง่ายต่อการเก็บเกี่ยว ส่วนดินที่ไม่เหมาะสมคือ ดินเหนียว ดินเป็นกรด ดินลูกรัง และพื้นที่ที่มีสภาพค่อนข้างแห้งแล้ง และนอกจากนี้ยังมีความต้องการน้ำมาก แต่ไม่ท่วมขัง เพราะจะทำให้เหง้าเน่าได้ และการพรวนดินในแปลงปลูกจะช่วยให้เจริญเติบโตเร็ว สามารถขยายหัวได้เร็ว (วิทย์, 2548; มณฑา, 2554)

4. สรรพคุณในด้านยาสมุนไพร

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2538) กล่าวว่า ขมิ้นอ้อยเป็นหนึ่งในพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทำยาอบหรืออาบ เช่นเดียวกับ ไพล ว่านน้ำ ตะไคร้ ใบหนาด มะกรูด เป็นต้น เป็น

วิธีการบำบัดจิตใจให้ผ่อนคลาย ผ่อนคลายความตึงเครียด รักษาโรคผิวหนัง บรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ รักษาอาการหวัด และเสริมสุขภาพของมารดาหลังคลอด

ส่วนที่ใช้คือ เหง้า ซึ่งใช้ได้ทั้งสดและแห้ง โดยส่วนหัวของขมิ้นอ้อยมีรสฝาด (tannin) นำมาใช้หุงกับน้ำมะพร้าว นำมาใส่แผล จะทำให้แผลหายเร็ว และใช้บรรเทาอาการปวดบวม ฟกช้ำได้ ส่วนเหง้าสดนั้นเมื่อนำมาบดผสมกับน้ำปูนใส สามารถนำมาดื่มรักษาอาการท้องร่วงได้ นอกจากนี้ยังสามารถรักษาเสี้ยน หนามตำ ดูดหนองจากแผล รักษาฝี รักษาอาการหวัดได้ (วิทย์, 2548) เป็นยาบำรุงกำลัง ช่วยในเรื่องระบบการไหลเวียนของเลือด ขับระดู รักษาอาการปวดบิดในท้อง อาการปวดข้อ (Maeda *et al.*, 1984; Ruby *et al.*, 1995)

5. องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ

จากข้อมูลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าและรากของขมิ้นอ้อยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (hydro-distillation) ของสังวาล และคณะ (2546) พบว่ามีน้ำมันหอมระเหยเพียง 0.13 เปอร์เซ็นต์ ด้านสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) พบว่ามี 0.23-0.4 เปอร์เซ็นต์ และ Singh *et al.* (2002) และ Pitasawat *et al.* (2007) พบในปริมาณเท่ากันคือ 1.17 เปอร์เซ็นต์

น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากขมิ้นอ้อยมีสีเหลืองทอง (Pitasawat *et al.*, 2007) ประกอบด้วยสารหลักกลุ่ม monoterpenoids และ sesquiterpenoids เช่นเดียวกันกับในกระชาย (Matthes *et al.*, 1980; Masuda *et al.*, 1998; Uechi *et al.*, 2001) ซึ่งสารในกลุ่ม sesquiterpenoids มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านมะเร็ง (anti-cancer) และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Ruby *et al.*, 1995) ด้าน Mau *et al.* (2003) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่สกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ประกอบด้วยสารเคมีในกลุ่ม terpenes 17 ชนิด กลุ่ม alcohol 13 ชนิด และกลุ่ม ketones 6 ชนิด สารสำคัญที่พบได้แก่ camphor, curcuminol, curzerene, curzerenone, 1,8-cineol, p-cymene, α -phellandrene, α -phellandrene, terpinolene, β -turmerone isomer, α -pinene, β -pinene, linalool, mycene β -curcumene, ar-curcumene, germacrone, xanthorrhizol, zedoarondiol, terpene, β -elemene, α -curcumene, zingiberene (Pandji *et al.*, 1993; Masuda *et al.*, 1998; Singh *et al.*, 2002; Mau *et al.*, 2003; Pitasawat *et al.*, 2007; Lobo *et al.*, 2009)

6. ประสิทธิภาพด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ก่อให้เกิดโรคในพืช มีรายงานว่า เชื้อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวคือ *C. capsici* สายพันธุ์ 152 และ 170 และ *C. gloeosporioides* สายพันธุ์ 163 และ *Pestalotiopsis* sp. ถูกยับยั้งการงอกของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยสารสกัดหยาบจากขมิ้นอ้อย ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 25,000 ppm. (สุภัทรา และคณะ, 2549ข)

การป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เป็นแมลง การใช้สารสกัดหยาบจากเหง้าขมิ้นอ้อย Nugroho *et al.* (1996) พบว่าสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 2,500 ppm มีผลต่อการรอดตายและการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผัก เท่ากับ 75 และ 18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนควบคุม โดยวิธีผสมสารสกัดหยาบในอาหารเทียมที่ใช้เลี้ยงหนอน และการใช้น้ำมันหอมระเหยที่มีผลออกฤทธิ์แบบสัมผัส ตายต่อด้วงถั่วเขียว ด้วงวงข้าว และมอดแป้ง ที่ความเข้มข้นทำให้แมลงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) เท่ากับ 17,348, 19,902 และ 41,244 ppm ตามลำดับ (สังวาล และคณะ, 2546) และสามารถใช้เป็นสารกำจัดปลวก (*Odontotermes obesus* Rhamb) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของอ้อยได้ (Singh *et al.*, 2002) รวมถึงการทดสอบสารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าของขมิ้นอ้อย Pandji *et al.* (1993) พบว่าสารในกลุ่ม sesquiterpenoids มีผลในการเป็นสารกำจัดแมลงต่อหนอนกระทู้ผัก โดยวิธีหยดลงบนผนังลำตัวของหนอน (Topical application)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยน้ำ (Water distillation)
2. ทราย
3. ขมิ้นอ้อย
4. หนอนกระทู้ผัก
5. ใบกะน้ำ (ที่ปลูกโดยไม่ใช้สารกำจัดแมลง)
6. ครีมอาบน้ำ Shokubutsu monogatari (ใช้เป็นสาร emulsifier)
7. กรวยแยกสาร (Separating funnel)
8. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
9. บีกเกอร์
10. ไมโครปิเปต
11. จานเพาะเชื้อ
12. กล่องพลาสติกใสขนาด 19 x 28 x 10 เซนติเมตร³
13. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงแมลงอื่นๆ เช่น ทรายหยาบ ลำไส้ พูกัน เป็นต้น
14. อุปกรณ์ในการปลูกกะน้ำ เช่น เมล็ดพันธุ์ กระถาง ดิน ปุ๋ย เป็นต้น

วิธีการ

1. การเพาะเลี้ยงหนอนกระทู้ผักเพื่อใช้ในการทดสอบ

นำหนอนกระทู้ผักจากแปลงผักเกษตรกรใน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม มาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการในสภาพอุณหภูมิห้อง โดยให้ใบกะน้ำเป็นอาหาร นำไข่ที่ได้ไปปักโดยใส่ไว้ในกล่องพลาสติกใสขนาด 19 x 28 x 10 เซนติเมตร³ ให้ความชื้นสำหรับไข่โดยใช้สำลีชุบน้ำให้พอชุ่มใส่ไว้ในกล่องประมาณ 2-3 วัน ไข่จะเปลี่ยนจากสีขาวนวลเป็นสีน้ำตาลดำและฟักออกมา ข่ายหนอนวัยแรกใส่ในกล่องพลาสติกใสขนาดเท่าเดิม โดยมีใบกะน้ำใส่ไว้ในกล่องเพื่อเป็นอาหาร เปลี่ยนอาหารและกล่องเลี้ยงหนอนทุกวัน หลังจากหนอนเข้าดักแด้นำไปแยกเก็บไว้ในกล่องใหม่ซึ่งรองก้นด้วยกระดาษซับที่พรมน้ำพอชื้น เมื่อดักแด้ออกเป็นตัวเต็มวัย จึงปล่อยให้ผีเสื้อผสมพันธุ์

ใช้ลากลูบบน้ำหวานความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็นอาหาร ในการทดสอบใช้หนอนกระทุ้ผักกวย 3 ที่ได้จากการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

2. การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย

สกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยน้ำ นำเหง้าและรากกระชายอายุ 6 เดือน ที่เก็บในเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 จากแปลงเกษตรกรใน อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม ล้างและผึ่งให้แห้งในที่ร่ม หั่นหยาบ ชั่งน้ำหนักให้ได้ 20 กิโลกรัม เติลงในหม้อกลั่นและใส่น้ำให้ท่วมพอดีกับกระชายปิดฝาให้สนิทอย่าให้มีไอน้ำออกมาเพื่อลดการสูญเสียน้ำมัน จุดไฟที่เตาแก๊สพร้อมเปิดน้ำเข้าถังควบแน่น เมื่อน้ำในหม้อกลั่นเดือดน้ำมันหอมระเหยถูกสกัดออกมาในรูปของไอน้ำมัน ไอน้ำของน้ำมันเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในท่ออุทมิเนียมที่ต่อไปยังถังควบแน่นแล้วกลายเป็นหยดน้ำมันไหลลงสู่ขวดแก้วได้น้ำมันกระชาย จากนั้น นำสารที่ได้จากการสกัดทั้งหมดเทใส่ในกรวยแยกสาร ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ไขน้ำมันที่อยู่ทางด้านล่างกรวยแยกสาร เก็บไว้ในขวดสีชารอการนำไปทดสอบต่อไป (ภาพที่ 5) ในการสกัดน้ำมันกระชายใช้เวลาในการสกัดทั้งหมดประมาณ 3-4 ชั่วโมง น้ำมันกระชายที่สกัดได้มีสีเหลืองเข้ม (ภาพที่ 6ก)

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยทำวิธีการเดียวกับการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยสกัดจากเหง้าและรากขมิ้นอ้อยอายุ 6 เดือน ที่เก็บในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 จากแปลงเกษตรกรใน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม น้ำมันขมิ้นอ้อยที่สกัดได้มีสีเหลืองเข้ม (ภาพที่ 6ก)

4. การศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพการกินตายโดยวิธี Leaf dipping method ดัดแปลงจากวิธีของ เกรียงไกร และคณะ (2540)

4.1.1 วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) เตรียมน้ำมันหอมระเหยกระชายและขมิ้นอ้อยจำนวน 4 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ขั้ว แต่ละขั้วใช้หนอน 10 ตัว สัตว์ทดลองคือหนอนกระทุ้ผักกวย 3 ใช้ครีมอาบน้ำเป็นสาร emulsifier ตามวิธีของณัฐพงษ์ (2549) ที่อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตรของครีมอาบน้ำต่อน้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร (ภาพที่ 6ข)



ก



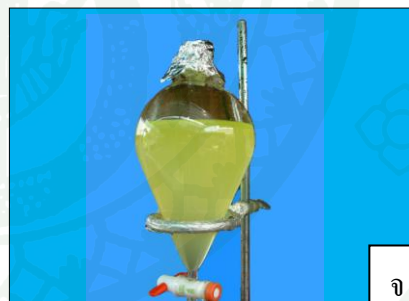
ข



ค



ง



จ

ภาพที่ 5 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย

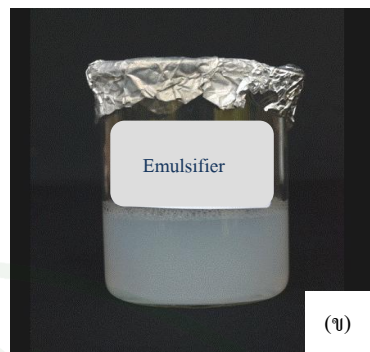
- ก) เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยน้ำ
- ข) หม้อกลั่นที่ใส่กระชายหั่นหยาบ
- ค) น้ำมันหอมระเหยจากกระชายแยกชั้นในกรวยแยกสาร
- ง) หม้อกลั่นที่ใส่ขมิ้นอ้อยหั่นหยาบ
- จ) น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยแยกชั้นในกรวยแยกสาร

4.1.2 ทดสอบโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยกระชายเท่ากับ 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ และความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยมินอ้อยเท่ากับ 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ โดยใช้ใบกะนํ้าจุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยจนทั่วทั้งใบเป็นเวลา 1 นาที (ภาพที่ 6จ) ผึ่งให้แห้งในที่ร่มนำไปใส่ในจานเพาะเชื้อให้หนอนกระทู้ผักกิน (ภาพที่ 6จ) ในส่วนควบคุมใช้ใบกะนํ้าจุ่มครีมอาบน้ำที่อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตรของครีมอาบน้ำต่อ น้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร

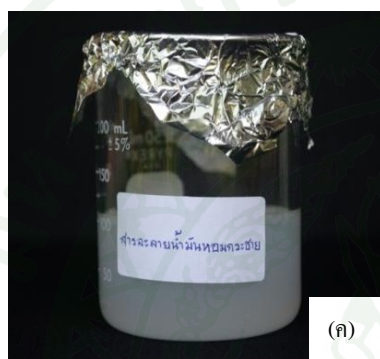
4.1.3 บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตายหลังทำการทดสอบที่เวลา 2, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ นำข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตายที่ 24 ชั่วโมง ไปคำนวณค่า LC_{50} โดยวิธี Probit analysis และวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดย ANOVA และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



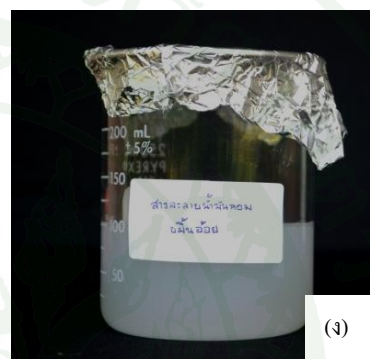
(ก)



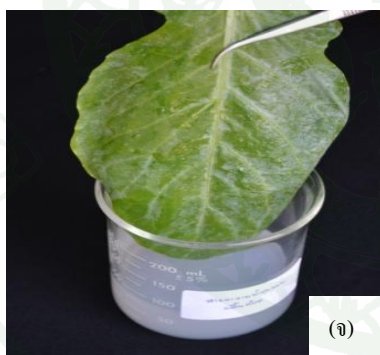
(ข)



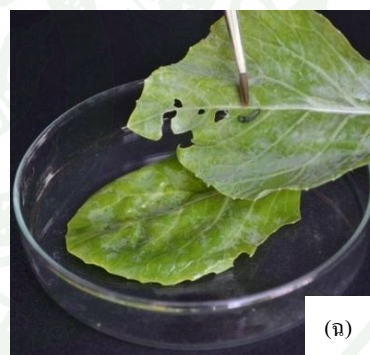
(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพที่ 6 การทดสอบประสิทธิภาพการกินตายโดยวิธี Leaf dipping method

ก) น้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยก่อนเติมครีมอาบน้ำ

ข) ครีมอาบน้ำอัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตรต่อน้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร

ค) สารละลายน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย

ง) สารละลายน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย

จ) ใบกะน้าขณะจุ่มสารสกัดน้ำมันหอมระเหย

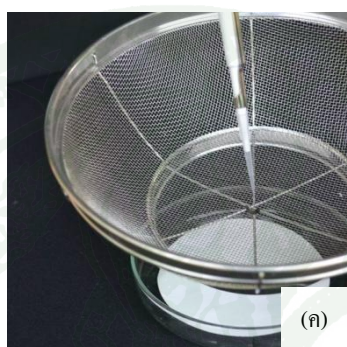
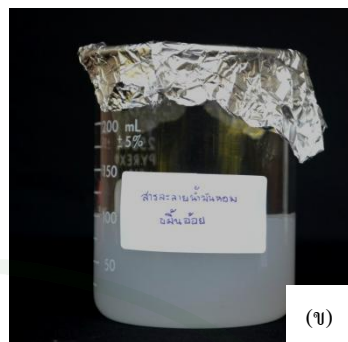
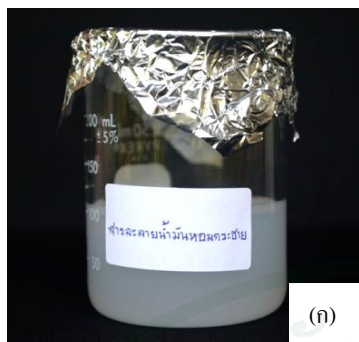
ฉ) การใช้ฟู่กันเป็ยหนอนกระทุ้ผักลงบนใบกะน้าที่จุ่มสารสกัดน้ำมันหอมระเหย

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพสัมผัสตายโดยวิธี Topical application ดัดแปลงจากวิธีของ ปาริชาติ (2542)

4.2.1 การทดลองวางแผนแบบ completely randomized design เตรียมน้ำมันหอมระเหย
กระชายและขมิ้นอ้อยจำนวน 4 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ สัตว์ทดลองคือหนอนกระต่าย
วัย 3 ซ้ำละ 10 ตัว ใช้ครีมอาบน้ำเป็นสาร emulsifier ที่อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตรของครีมอาบน้ำต่อ
น้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร

4.2.2 ทดสอบโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยกระชายเท่ากับ 2.0, 4.0, 6.0
และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ และความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยเท่ากับ 1.5,
2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ หยดลงบนตัวหนอนกระต่ายด้วยไมโครปิเปตจำนวน
5 μ l ปล่อยหนอนกระต่ายลงในจานเพาะเชื้อที่มีใบคาน้ำเตรียมไว้ ในส่วนควบคุมใช้ครีมอาบน้ำที่
อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตรของครีมอาบน้ำต่อน้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร (ภาพที่ 7)

4.2.3 บันทึกจำนวนหนอนกระต่ายที่ตายหลังทำการทดสอบที่เวลา 2, 6, 12 และ 24
ชั่วโมง ตามลำดับ นำข้อมูลจำนวนหนอนกระต่ายที่ตายที่ 24 ชั่วโมง ไปคำนวณค่า LC_{50} โดยวิธี
Probit analysis และวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดย ANOVA และ
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 7 การทดสอบประสิทธิภาพสัมผัสตายโดยวิธี Topical application

ก) สารละลายน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย

ข) สารละลายน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย

ค) การหยดสารสกัดน้ำมันหอมระเหยลงบนตัวหนอนกระทู้ผัก

5. การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย ดัดแปลงจากวิธีของ Simkin and Galun (1983)

5.1 การทดลองวางแผนแบบ completely randomized design เตรียมน้ำมันหอมระเหยกระชายและขมิ้นอ้อยจำนวน 4 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอน 10 ตัว ใช้ครีมอาบน้ำเป็นสาร emulsifier ที่อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตรของครีมอาบน้ำต่อน้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร

5.2 ทดสอบโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยกระชายเท่ากับ 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ และความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยเท่ากับ 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ โดยใช้ใบกะน้าขนาด ยาว 10 เซนติเมตร และกว้าง 8 เซนติเมตร จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยจนทั่วทั้งใบเป็นเวลา 1 นาที ผึ่งให้แห้งในที่ร่มแล้วนำไปใส่ในจานเพาะเชื้อปล่อยหนอนกระตู่พักลงบนใบกะน้า ในส่วนควบคุมใช้ครีมอาบน้ำที่อัตราส่วน 0.25 มิลลิลิตรของครีมอาบน้ำต่อน้ำเปล่า 50 มิลลิลิตร

5.3 บันทึกปริมาณหนอนกระตู่ที่เดินหนีออกจากหรือไม่อยู่บนใบกะน้า (ภาพที่ 8) หลังทำการทดสอบเป็นเวลา 15 นาที 1, 5 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดย ANOVA และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 8 หนอนกระทู้ผักหลังการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมัน
หอมระเหย

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ปริมาณและองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย

น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดกระชายและขมิ้นอ้อยน้ำหนัก 20 กิโลกรัม โดยใช้วิธีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยน้ำ ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากการสกัดเท่ากับ 0.17 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในรูปสารน้ำแมลง

2.1 ทดสอบประสิทธิภาพการกินตายโดยวิธี Leaf dipping method

ผลการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ความเข้มข้น 0.0, 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายภายหลังกินใบกะน้าที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.0, 0.0, 46.67, 63.33 และ 76.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยหลังจากหนอนกระทู้ผักกินใบกะน้าทดสอบมีการเคลื่อนไหวช้าลง จนกระทั่งตายไปในที่สุด โดยหนอนกระทู้ผักที่ตาย มีสีของลำตัวซีดกว่าปกติ (ภาพที่ 13ก) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า ค่า LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายต่อหนอนกระทู้ผัก เท่ากับ 4.95 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สมการรีเกรสชันคือ $Y = -0.60 + 1.08X$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient correlation, r) = 0.96 และค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient determination, r^2) = 0.92 (ตารางที่ 3) เมื่อคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการตาย พบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการตายของกลุ่มที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 4.0, 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราการตายของกลุ่มที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย โดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น เปอร์เซ็นต์ (v/v)	เปอร์เซ็นต์การตาย (mean $\pm$ SD)
0 ^{1/}	0.00 ^a
2.0	0.00 ^a
4.0	46.67 $\pm$ 5.77 ^b
6.0	63.33 $\pm$ 15.28 ^c
8.0	76.67 $\pm$ 5.77 ^c
F-test	* ^{2/}

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

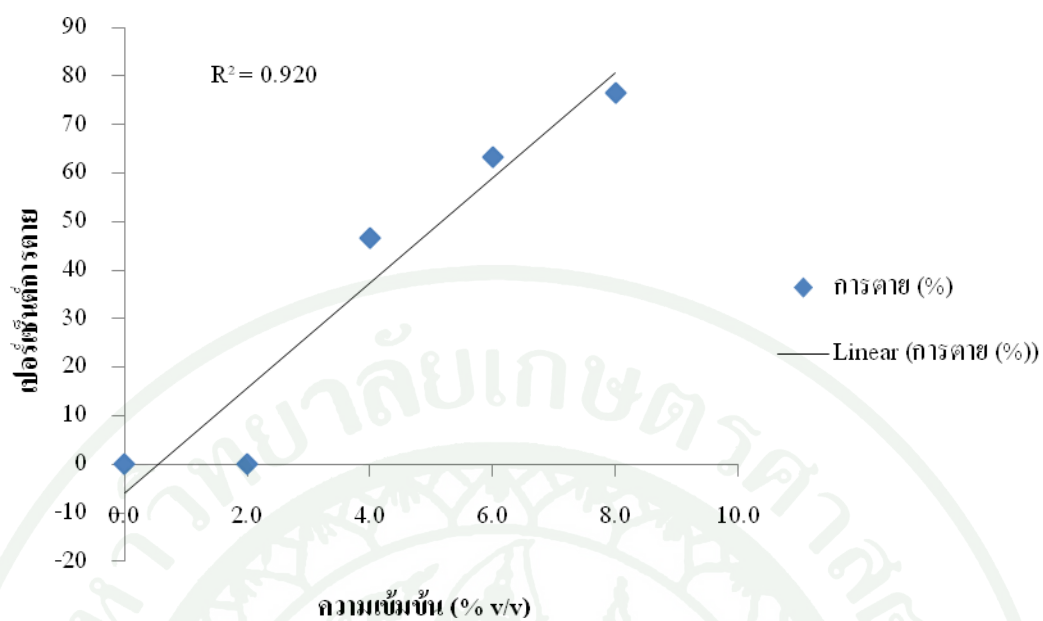
ตารางที่ 3 สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย และการตายของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง

สมการ regression ^{1/}	LC ₅₀ เปอร์เซ็นต์ (v/v)	r ^{2/}	r ^{2 3/}
$Y = -0.60 + 1.08X$	4.95	0.96	0.92

^{1/} สมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (X) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

^{2/} r คือ สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย

^{3/} r² คือ สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระตู่ฝัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย โดยวิธี Leaf dipping method

สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้น 0.0, 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายภายหลังกินใบคะน้าที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.0, 10.00, 43.33, 66.67 และ 80.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยหลังจากหนอนกระทู้ผักกินใบคะน้าทดสอบมีการเคลื่อนไหวช้าลงจนกระทั่งตายไปในที่สุด โดยหนอนกระทู้ผักที่ตายมีสีของลำตัวซีดกว่าปกติ (ภาพที่ 13ก) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า ค่า LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยต่อหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 4.54 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สมการรีเกรสชันคือ $Y = -0.30 + 0.94X$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient correlation, r) = 0.98 และค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient determination, r^2) = 0.97 (ตารางที่ 5) เมื่อคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการตาย พบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการตายของกลุ่มที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 4.0, 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราการตายของกลุ่มที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทุ้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย
โดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น เปอร์เซ็นต์ (v/v)	เปอร์เซ็นต์การตาย (mean $\pm$ SD)
0 ^{1/}	0.00 ^a
2.0	10.00 $\pm$ 10.00 ^a
4.0	43.33 $\pm$ 5.77 ^b
6.0	66.67 $\pm$ 20.82 ^c
8.0	80.00 $\pm$ 10.00 ^c
F-test	* ^{2/}

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

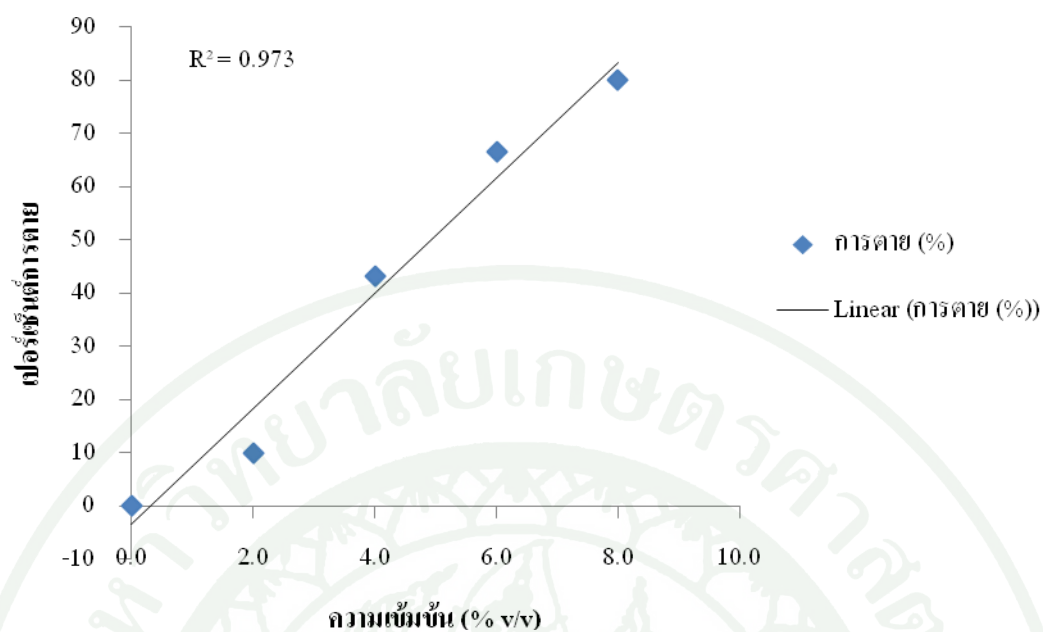
ตารางที่ 5 สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย และการตายของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Leaf dipping method ที่เวลา 24 ชั่วโมง

สมการ regression ^{1/}	LC ₅₀ เปอร์เซ็นต์ (v/v)	r ^{2/}	r ^{2 3/}
Y = - 0.30 + 0.94X	4.54	0.98	0.97

^{1/} สมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย (X) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

^{2/} r คือ สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย

^{3/} r² คือ สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระพี้ (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Leaf dipping method

2.2 ทดสอบประสิทธิภาพสัมผัสตายโดยวิธี Topical application

จากการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ความเข้มข้น 0.0, 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ปริมาณ 5 μ l มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายเท่ากับ 0.0, 10.0, 36.67, 56.67 และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 6) หลังจากหยดน้ำมันหอมระเหยลงบนตัวหนอนกระทู้ผัก พบว่าการเคลื่อนไหวของหนอนช้าลง ไม่ค่อยกินอาหารจนกระทั่งตายในที่สุด โดยหนอนกระทู้ผักที่ตายมีสีของลำตัวคล้ำ ลำตัวหดสั้น และโค้งงอ (ภาพที่ 13ข) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า ค่า LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายต่อหนอนกระทู้ผัก เท่ากับ 5.30 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สมการรีเกรสชันคือ $Y = -2.66 + 9.33x$, $r = 0.99$ และ $r^2 = 0.98$ (ตารางที่ 7) เมื่อคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการตาย พบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการตายของกลุ่มที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 4.0, 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราการตายของกลุ่มที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย
โดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น เปอร์เซ็นต์ (v/v)	เปอร์เซ็นต์การตาย (mean $\pm$ SD)
0 ^{1/}	0.00 ^a
2	10.00 $\pm$ 0.00 ^a
4	36.67 $\pm$ 5.77 ^b
6	56.67 $\pm$ 20.82 ^{bc}
8	70.00 $\pm$ 10.00 ^c
F-test	* ^{2/}

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

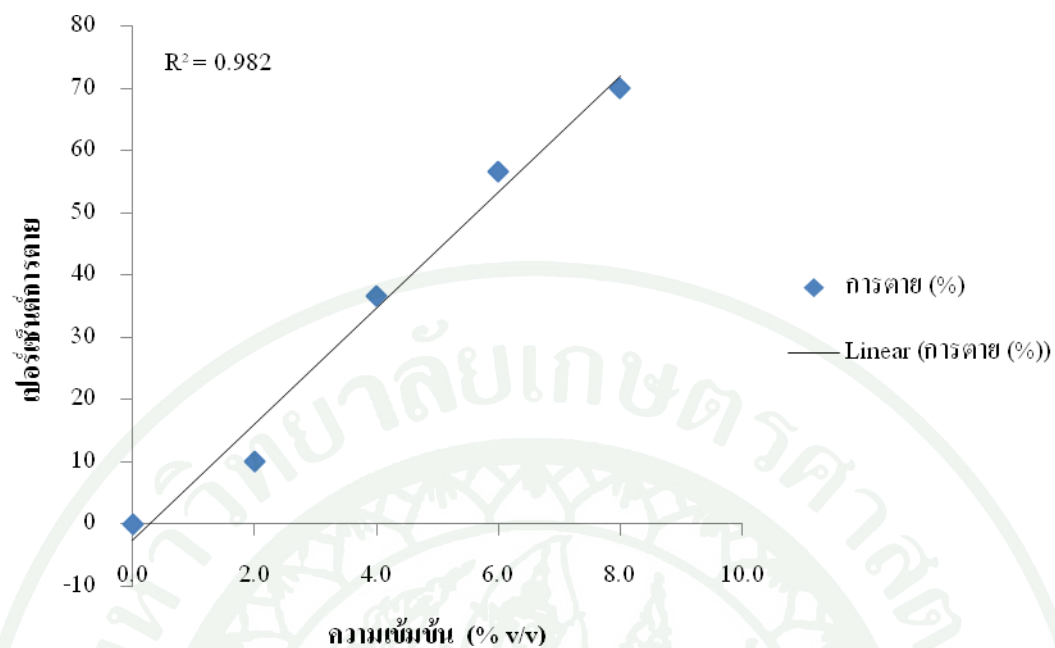
ตารางที่ 7 สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและการตายของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง

สมการ regression ^{1/}	LC ₅₀ เปอร์เซ็นต์ (v/v)	r ^{2/}	r ^{2 3/}
$Y = -2.66 + 9.33x$	5.30	0.99	0.98

^{1/} สมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (X) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

^{2/} r คือ สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย

^{3/} r² คือ สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากกระชายโดยวิธี Topical application

สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้นเข้มข้น 0.0, 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ปริมาณ 5 μ l มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายเท่ากับ 0.0, 6.7, 33.3, 56.7 และ 96.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 8) หลังจากหยดน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยลงบนตัวหนอนกระทู้ผัก พบว่าการเคลื่อนไหวของหนอนช้าลง ไม่ค่อยกินอาหาร จนกระทั่งตายในที่สุด โดยหนอนกระทู้ผักที่ตายมีสีของลำตัวคล้ำ ลำตัวหดสั้น และโค้งงอ (ภาพที่ 13ข) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า ค่า LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยต่อหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 2.23 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สมการรีเกรสชันคือ $Y = -10 + 12.16x$, $r = 0.97$ และ $r^2 = 0.95$ (ตารางที่ 9) เมื่อคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการตาย พบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการตายของกลุ่มที่ทดสอบด้วยความเข้มข้น 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย
โดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น เปอร์เซ็นต์ (v/v)	เปอร์เซ็นต์การตาย (mean $\pm$ SD)
0 ^{1/}	0.00 ^a
1.5	6.67 $\pm$ 5.77 ^a
2.0	33.33 $\pm$ 15.28 ^b
2.5	56.67 $\pm$ 11.55 ^c
3.0	96.67 $\pm$ 5.77 ^d
F-test	* ^{2/}

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

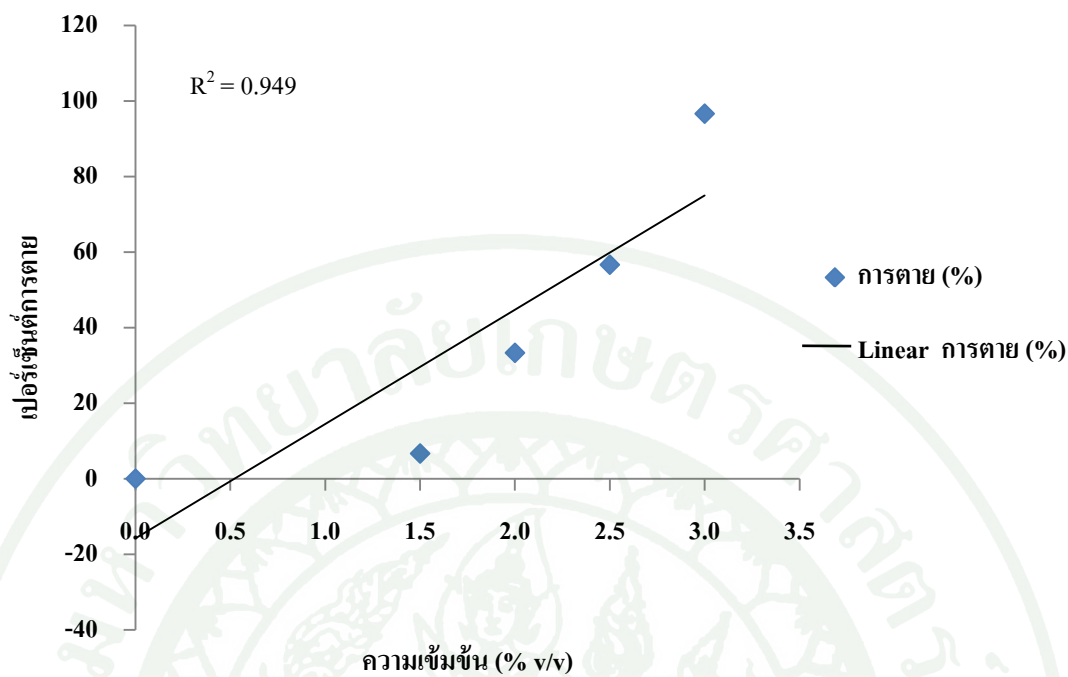
ตารางที่ 9 สมการถดถอย (regression) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย และการตายของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง

สมการ regression ^{1/}	LC ₅₀ เปอร์เซ็นต์ (v/v)	r ^{2/}	r ^{2 3/}
Y = - 10 + 12.16x	2.23	0.97	0.95

^{1/} สมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย (X) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

^{2/} r คือ สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย

^{3/} r² คือ สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย (X) กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยโดยวิธี Topical application



ภาพที่ 13 ลักษณะการตายของหนอนกระทู้ผัก

ก) หลังกินใบคือน้ำจุ่มน้ำมันหอมระเหย สีลำตัวจะซีดกว่าปกติ

ข) หลังหยดน้ำมันหอมระเหยลงบนตัวลำตัว สีลำตัวคล้ำ หดสั้น และโค้งงอ

3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในรูปสารไล่แมลง (Repellent test)

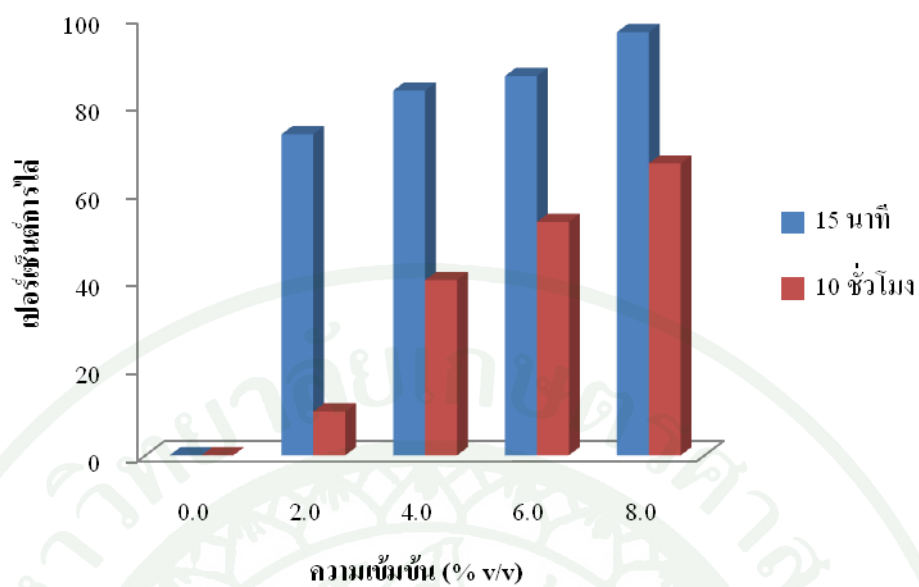
จากการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ความเข้มข้น 0.0, 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง (repellency) จากการนับปริมาณหนอนกระทู้ผักวัย 3 ที่ออกจากใบค่น้ำจุ่มน้ำมันหอมระเหย (ภาพที่ 16) พบอัตราการไล่หนอนกระทู้ผักออกจากใบค่น้ำที่เวลา 15 นาที คือ 0.0, 73.33, 83.33, 86.67 และ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ 10 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.0, 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ยังคงมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ดีเท่ากับ 0.0, 10.00, 40.00, 53.33 และ 66.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) เมื่อคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการไล่แมลง พบว่าประสิทธิภาพในการไล่หนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกระชายความเข้มข้น 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ที่เวลา 15 นาที แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำมันหอมระเหยจากกระชายความเข้มข้น 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมาคือความเข้มข้น 6.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และความเข้มข้น 4.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ ซึ่งระดับความเข้มข้น 2.0, 4.0 และ 6.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ให้ผลการไล่ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 7) ที่ 10 ชั่วโมง พบว่าทุกความเข้มข้น มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนกระทู้ผักได้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผักของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น เปอร์เซ็นต์ (v/v)	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผัก (mean $\pm$ SD)				เปอร์เซ็นต์การไล่ (mean $\pm$ SD)	อัตราการไล่ (ชั่วโมง)
	15 นาที	1 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	10 ชั่วโมง		
0 ^{1/}	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00	0
2.0	73.33 $\pm$ 15.26 ^b	46.67 $\pm$ 28.87 ^b	13.33 $\pm$ 5.78 ^b	10.00 $\pm$ 0.00 ^b	35.83 $\pm$ 29.98	> 10
4.0	83.33 $\pm$ 5.78 ^{bc}	76.67 $\pm$ 15.28 ^c	43.33 $\pm$ 5.78 ^c	40.00 $\pm$ 0.00 ^c	60.83 $\pm$ 22.34	> 10
6.0	86.67 $\pm$ 5.78 ^{bc}	86.67 $\pm$ 5.77 ^c	63.33 $\pm$ 5.78 ^d	53.33 $\pm$ 0.58 ^d	72.50 $\pm$ 16.86	> 10
8.0	96.67 $\pm$ 5.77 ^c	93.33 $\pm$ 5.77 ^c	73.33 $\pm$ 5.78 ^e	66.70 $\pm$ 0.58 ^e	82.50 $\pm$ 14.75	> 10
F-test	* ^{2/}	* ^{2/}	* ^{2/}	* ^{2/}		
C.V. (%)	57.23	63.17	81.46	83.30		

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 14 เปอร์เซ็นต์การได้ของน้ำมันกระเทียมหลังปล่อยบนใบกะฉ่อนน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่เวลา 15 นาที และ 10 ชั่วโมง

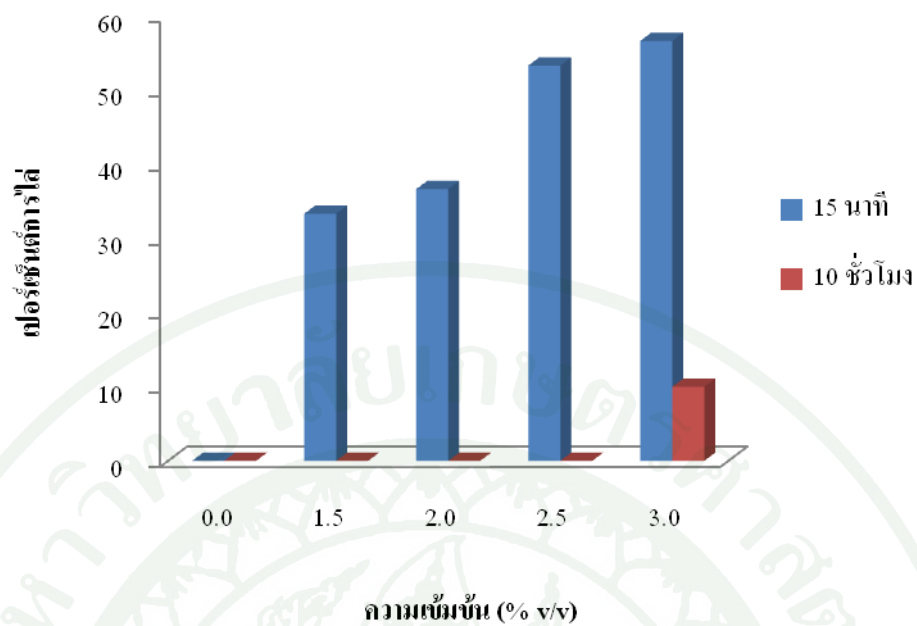
น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้น 0.0, 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง (repellency) จากการนับปริมาณหนอนกระทู้ผักวัย 3 ที่ออกจากใบค่น้ำจุ่มน้ำมันหอมระเหย (ภาพที่ 19) พบอัตราการไล่หนอนกระทู้ผักออกจากใบค่น้ำที่เวลา 15 นาที คือ 0.0, 33.33, 36.67, 53.33 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ 10 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการไล่เฉพาะที่ความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เท่านั้น คือ 10.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11) เมื่อคำนวณความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการไล่แมลง พบว่าประสิทธิภาพในการไล่หนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยความเข้มข้น 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ที่เวลา 15 นาที แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมาคือความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และความเข้มข้น 2.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ ซึ่งระดับความเข้มข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และระดับความเข้มข้น 2.5 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ที่ 10 ชั่วโมง พบว่ามีเพียงความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เท่านั้น ที่มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนกระทู้ผักได้ แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผักของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น เปอร์เซ็นต์ (v/v)	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผัก (mean $\pm$ SD)				เปอร์เซ็นต์การไล่ (mean $\pm$ SD)	อัตราการไล่ (ชั่วโมง)
	15 นาที	1 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	10 ชั่วโมง		
0 ^{1/}	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00	0
1.5	33.33 $\pm$ 5.77 ^b	23.30 $\pm$ 5.77 ^b	0.00 ^a	0.00 ^a	3.40 $\pm$ 6.75	< 5
2.0	36.67 $\pm$ 5.77 ^b	33.30 $\pm$ 5.77 ^c	0.00 ^a	0.00 ^a	8.40 $\pm$ 8.78	< 5
2.5	53.33 $\pm$ 5.77 ^c	46.70 $\pm$ 5.77 ^d	10.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 ^a	14.90 $\pm$ 8.78	< 10
3.0	56.67 $\pm$ 5.77 ^c	53.30 $\pm$ 5.77 ^d	16.70 $\pm$ 0.58 ^a	10.00 $\pm$ 0.00 ^a	25.10 $\pm$ 16.03	> 10
F-test	* ^{2/}	* ^{2/}	*	*		
C.V. (%)	62.59	67.11	136.93	223.61		

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 15 เปอร์เซ็นต์การได้หนอนกระตือฟักหลังปล่อยบนใบกะฉ่ำจุ่มน้ำมันหอมระเหยจาก
ขมิ้นอ้อยที่เวลา 15 นาที และ 10 ชั่วโมง



ภาพที่ 16 หนอนกระทุ้ฝักที่ถูกจับได้หลังจากปล่อยบนใบคะน้าที่จุ่มน้ำมันหอมระเหย

วิจารณ์

1. การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชนั้นมีความแตกต่างไปตามเทคนิค วิธีการ วิธีการ (Nugroho *et al.*, 1996; Hewage *et al.*, 1997; Jantan *et al.*, 2001; Pitasawat *et al.*, 2007) หรือแม้แต่เทคนิคเดียวกันก็อาจได้สารในปริมาณที่แตกต่างกันได้ เช่น การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย โดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ซึ่งใช้ในการศึกษานี้ พบว่าการสกัดได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เท่ากันกับการสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำของสังวาล และคณะ (2546) แต่ปริมาณที่ได้น้อยกว่าผลการสกัดของสถาบันวิจัยสมุนไพร (2548) ซึ่งได้น้ำมันหอมระเหยปริมาณสูงถึง 0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์ และได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยเท่ากับ 0.18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณที่ได้มากกว่าการสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำของสังวาล และคณะ (2546) ที่ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเพียง 0.13 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณที่ได้น้อยกว่าผลการสกัดของสถาบันวิจัยสมุนไพร (2548) ซึ่งได้น้ำมันหอมระเหยปริมาณสูงถึง 0.23 เปอร์เซ็นต์

2. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในรูปสารฆ่าแมลง (Insecticidal test)

2.1 ทดสอบประสิทธิภาพการกินตายโดยวิธี Leaf dipping method

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทู้ผักวัย 3 ที่เวลา 24 ชั่วโมง จากการทดสอบด้วยวิธี Leaf dipping method มีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.95 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สอดคล้องกับการทดลองของ Elumalai *et al.* (2010) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขิง พืชในวงศ์เดียวกันกับกระชาย ที่สกัดโดยการกลั่นด้วยน้ำ มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นสารกำจัดตัวอ่อน (Larvicidal) ต่อดอกหนอนกระทู้ผักวัยที่ 4 โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 15.0 ppm (0.0015 เปอร์เซ็นต์ (v/v))

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทู้ผักวัย 3 ที่เวลา 24 ชั่วโมง จากการทดสอบด้วยวิธี Leaf dipping method มีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.54 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สอดคล้องกับการรายงานของ Hewage *et al.* (1997) พบว่าสารสกัดจากขมิ้นอ้อยที่

สกัดโดยเมทานอล ที่ความเข้มข้นของ 4,000 ppm emulsion (0.40 เปอร์เซ็นต์ (v/v)) มีผลทำให้ หนอนใยผักตบชวา โดยหลังจากแมลงได้รับสาร 24 ชั่วโมง พบอัตราการตายเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้ในรูปแบบของสารสกัดหยาบที่ได้จากจากเหง้าขมิ้นอ้อย Nugroho *et al.* (1996) พบว่าสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 2,500 ppm (0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v)) มีผลต่อการรอดตายและการเจริญเติบโตของหนอนกระทุ้งผัก เท่ากับ 75 และ 18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนควบคุม ศึกษาโดยการทดสอบผสมสารสกัดหยาบในอาหารเทียมที่ใช้เลี้ยงหนอน

2.2 ทดสอบประสิทธิภาพสัมผัสตายโดยวิธี Topical application

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทุ้ง ผักตบชวา 3 ที่เวลา 24 ชั่วโมง จากการทดสอบด้วยวิธี Topical application มีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.30 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ผลการทดลองครั้งนี้ได้ผลตรงกันกับ Pandji *et al.*, (1993) ที่รายงานว่า สารประกอบที่สกัดได้จากเหง้ากระชาย มีผลต่อหนอนกระทุ้งผัก ในลักษณะสัมผัสตาย และมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาความเป็นพิษทางการสัมผัสของสารประกอบที่พบใน น้ำมันหอมระเหยจากกระชายซึ่งได้จากการสกัดโดยวิธีกลั่นด้วยน้ำ (ชัยณรงค์ และคณะ, 2544; สังวาล และคณะ, 2546; สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548; โชติอนันต์, 2552; Jantan *et al.*, 2001; Norajit *et al.*, 2007) มีรายงานการทดสอบสาร 1,8-cineole แสดงความเป็นพิษต่อหนอนกระทุ้ง มีค่า LD_{50} เท่ากับ 80.6 ไมโครกรัมต่อหนอน (Pavela, 2010) และแสดงความเป็นพิษสูงในการฆ่าแมลงแบบ สัมผัสตายต่อด้วงงวงข้าวโพด, มอดแป้ง และ มอดไม้ขีด (*Prostephanus truncatus*) มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 10 ไมโครกรัมต่อแมลง หลังจากแมลงได้รับสาร 24 ชั่วโมง (Obeng-Ofori *et al.*, 1997) เช่นเดียวกันกับ Tripathi *et al.* (2001) ที่พบว่า 1,8-cineole แสดง ความเป็นพิษในการฆ่าแมลงแบบสัมผัสตายต่อมอดแป้ง มีค่า LD_{50} เท่ากับ 108.40 ไมโครกรัมต่อ มิลลิกรัมของน้ำหนักร่างตัวของแมลง โดย Hummelbrunner and Isman (2001) พบว่าสาร d-limonene แสดงความเป็นพิษในการฆ่าแมลงแบบสัมผัสตาย ต่อหนอนกระทุ้งผัก มีค่า LD_{50} เท่ากับ 273.7 ไมโครกรัมต่อหนอน และสาร geraniol แสดงความเป็นพิษทางการสัมผัสต่อด้วงงวง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 42.08 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Abdelgaleil *et al.*, 2009)

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทุ้ง ผักตบชวา 3 ที่เวลา 24 ชั่วโมง จากการทดสอบด้วยวิธี Topical application มีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.23 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สอดคล้องกับการศึกษาความเป็นพิษของสารประกอบเคมีสังเคราะห์กับน้ำมันที่

สกัดจากน้ำมันอ้อยโดย Suthisut *et al.* (2011) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากน้ำมันอ้อยมีความเป็นพิษทางการสัมผัสสูงกว่าสารประกอบเคมีสังเคราะห์ของน้ำมันต่อด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง โดยมีค่า LD₅₀ เท่ากับ 18.0, 35.0 และ 98.0, 108.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมแมลง และมีความเป็นพิษทางการสัมผัสต่อด้วงถั่วเขียว ด้วงงวงข้าว และมอดแป้ง ค่า LC₅₀ เท่ากับ 17,348, 19,902 และ 41,244 ppm (1.73, 1.99 และ 4.12 เปอร์เซ็นต์ (v/v)) ตามลำดับ (สังวาล และคณะ, 2546) นอกจากนี้มีรายงานความเป็นพิษต่อยุงชนิดต่างๆ เช่น Komalamisra *et al.* (2005) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากน้ำมันอ้อยมีประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดตัวอ่อนของยุงลายวัยที่ 4 มีค่า LC₅₀ เท่ากับ 93.38 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับ Raghuveer *et al.* (2003) พบว่ามีค่า LD₅₀ เท่ากับ 33.45 ppm (0.003 เปอร์เซ็นต์ (v/v)) และ Chaiyasit *et al.* (2010) พบว่ามีค่า LC₅₀ อยู่ในช่วง 5.44-8.52 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมยุงตัวเต็มวัย และ Pitasawat *et al.* (2007) รายงานว่าน้ำมันระเหยจากน้ำมันอ้อยที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายและยุง ยุงก้นปล่องที่ระดับค่า LD₅₀ เท่ากับ 31.87 และ 29.69 ppm (0.0032 และ 0.0029 เปอร์เซ็นต์ (v/v)) ตามลำดับ

ผลการทดสอบมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาความเป็นพิษทางการสัมผัสของสารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากน้ำมันอ้อยที่สกัดโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ (Matthes *et al.*, 1980; Masuda *et al.*, 1998; Uechi *et al.*, 2001; Mau *et al.*, 2003; Singh *et al.*, 2002; Pitasawat *et al.* 2007; Pandji *et al.*, 1993; Masuda *et al.*, 1998 and Mau *et al.*, 2003) โดยมีรายงานการทดสอบสารในกลุ่ม sesquiterpenoids ได้แก่ สาร สาร furanodienone, xanthorrhizol, ar-curcumen, dehydrocurdione, germacrone, zederone และ β -curcumen ที่สามารถทำให้หนอนกระทู้ผักตายโดยวิธีหยดลงบนผนังลำตัวของหนอน (Topical application) พบว่ามีค่า LD₅₀ เท่ากับ 0.12, 0.16, 0.18, 0.18, 0.29, 0.42 และ 0.74 ไมโครโมลต่อขวด ตามลำดับ (Pandji *et al.*, 1993) ข้อมูลเพิ่มเติมพบว่าสารประกอบที่เป็นสารออกฤทธิ์ในการฆ่าแมลงในเหง้าของพืชในสกุลขมิ้น (*Curcuma* spp.) 4 ชนิด คือ *C. longa*, *C. amada*, *C. domestica* และ *C. xanthorrhiza* (Tang and Eisenbrand, 1992; Uehara *et al.*, 1992; Lee *et al.*, 2001) ที่จำแนกได้ คือสารกลุ่ม sesquiterpene ketone ar-turmerone มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพศเมีย (*Nilaparvata lugens*) โดยพบอัตราการตายที่ 100 และ 64 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1,000 และ 500 ppm. (0.10 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ (v/v)) และหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) พบอัตราการตายที่ 100 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1,000 และ 500 ppm. (0.10 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ (v/v)) ตามลำดับ

3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายในรูปสารไล่แมลง (Repellent test)

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของสารและระยะเวลาหลังการได้รับสาร เมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยสูงขึ้น มีผลทำให้หนอนถูกไล่เพิ่มขึ้น และเมื่อระยะเวลาหลังการได้รับสารเพิ่มขึ้น มีผลต่อการไล่หนอนลดลง ผลการทดลองใกล้เคียงกับรายงานของ Thavara *et al.* (2007) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายมีประสิทธิภาพสูงในการเป็นสารไล่แมลงแมลงสาบอเมริกัน แมลงสาบเยอรมันและแมลงสาบ *Neostylopyga rhombifolia* (Stoll) มีค่าเฉลี่ยการไล่เท่ากับ 90.0, 95.0 และ 60.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขิง พืชในวงศ์เดียวกันกับกระชาย ที่มีค่าเฉลี่ยการไล่เท่ากับ 80.0, 85.0 และ 65.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดของยุงลายบ้าน ยุงลายสวน ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง ได้ 2.0, 8.0, 6.9 และ 7.3 ชั่วโมงตามลำดับ (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548)

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยมีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของสารและระยะเวลาหลังการได้รับสาร เมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากสูงขึ้น มีผลทำให้หนอนถูกไล่เพิ่มขึ้น และเมื่อระยะเวลาหลังการได้รับสารเพิ่มขึ้น มีผลต่อการไล่หนอนลดลง สอดคล้องกับ Suthisut *et al.* (2011) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง โดยการทดสอบในงานทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลงที่ความเข้มข้น 0.003, 0.03, 0.15, 0.31, 0.63 และ 1.27 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร พบว่ามีประสิทธิภาพสูงในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง มีอัตราการไล่เท่ากับ 91.5 และ 95.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ปริมาณการสกัดของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อย ที่ได้รับการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยน้ำ (Water distillation) ได้น้ำมันหอมระเหยจากการสกัดกระชายและขมิ้นอ้อย เท่ากับ 0.17 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในรูปสารฆ่าแมลง โดยวิธี Leaf dipping method พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ระดับความเข้มข้น 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่าย 3 ตัวภายหลังกินใบคะน้าที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่ายตายสูงสุด มีค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนกระต่ายที่ตายเท่ากับ 7.67 ตัว สมการถดถอยคือ $Y = 0.19X + 3.50$ และ $R^2 = 0.85$ มีค่า $LC_{50} = 4.95$ เปอร์เซ็นต์ (v/v) สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ระดับความเข้มข้น 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่าย 3 ตัวภายหลังกินใบคะน้าที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่ายตายสูงสุด มีค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนกระต่ายที่ตายเท่ากับ 8.0 ตัว สมการถดถอยคือ $Y = 0.07X + 6.63$ และ $R^2 = 0.51$ มีค่า $LC_{50} = 4.54$ เปอร์เซ็นต์ (v/v) แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยมีความเป็นพิษแบบกินตายต่อหนอนกระต่ายได้ด้วยวิธี Leaf dipping method

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในรูปสารฆ่าแมลง โดยวิธี Topical application พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ระดับความเข้มข้น 2.0, 4.0, 6.0, และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่าย 3 ตัวภายหลังสัมผัสสารละลายน้ำมันหอมระเหยในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่ายตายสูงสุด มีค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนกระต่ายที่ตายเท่ากับ 7.0 ตัว สมการถดถอยคือ $Y = 0.03X + 6.44$ และ $R^2 = 0.70$ มีค่า $LC_{50} = 5.30$ เปอร์เซ็นต์ (v/v) สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ระดับความเข้มข้น 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่าย 3 ตัวภายหลังสัมผัสสารละลายน้ำมันหอมระเหยในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระต่ายตายสูงสุด มีค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนกระต่ายที่ตายเท่ากับ 9.67 ตัว

สมการถดถอยคือ $Y = 0.04X + 4.85$ และ $R^2 = 0.39$ มีค่า $LC_{50} = 2.23$ เปอร์เซ็นต์ (v/v) แสดงว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยมีความเป็นพิษแบบสัมผัสตายต่อหนอนกระทู้ผักได้ด้วยวิธี Topical application

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยในรูปสารไล่แมลง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ระดับความเข้มข้น 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง จากการนับปริมาณหนอนกระทู้ผักวัย 3 ที่ออกจากใบค่น้ำที่จุ่มด้วยสารละลายน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 9.67 ตัว ที่ความเข้มข้น 8.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในเวลาทดสอบ 15 นาที และมีประสิทธิภาพในการจับไล่นานกว่า 10 ชั่วโมง เพราะหลังจาก 10 ชั่วโมง หนอนกระทู้ผักที่ถูกไล่กลับเข้าไปกินใบค่น้ำไม่ครบทุกตัว (ตารางที่ 10) ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อยที่ระดับความเข้มข้น 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง จากการนับปริมาณหนอนกระทู้ผักที่ออกจากใบค่น้ำจุ่มน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นอ้อย มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 5.67 ตัว ที่ความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในเวลาทดสอบ 15 นาที และมีเพียงความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการจับไล่นานกว่า 10 ชั่วโมง เท่ากับ 1.0 ตัว (ตารางที่ 11)

ข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระชายและขมิ้นอ้อยมีประสิทธิภาพเป็นสารฆ่าและสารไล่ต่อหนอนกระทู้ผัก จึงเป็นแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากนี้ควรมีการนำน้ำมันหอมระเหยศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ที่สำคัญ การทดสอบการออกฤทธิ์ด้านอื่น รวมถึงการนำไปทดสอบในพื้นที่จริงเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของสาร เนื่องจากอาจมีปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่จะส่งผลให้การทดลองแตกต่างจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. เอกสารวิชาการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ม.ป.ท.

กลุ่มงานวิจัยและแมลงศัตรูพืชไม้ดอกและไม้ประดับ. 2542. แมลงศัตรูพืช. เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กอบเกียรติ บันสิทธิ์. 2539. แมลงและการควบคุมแมลงศัตรูพืช, น. 31-83. ใน **หลักและวิธีการผลิตผักอนามัย**. โครงการนำร่องการผลิตผักผลไม้สดอนามัย กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เกรียงไกร จำเริญมา, เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ และ วรัญญา ดันติยุทธ. 2540. ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดากับหนอนกระทุ้งหอม. วารสารกีฏและสัตววิทยา 19(2): 78-88.

โกศล เจริญสม และ วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2537. ศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืชในประเทศไทย. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2538. สยามไภษัชยพิภ: ภูมิปัญญาของชาติ. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

คมสันต์ หุตะแพทย์. 2549. การสกัดน้ำมันหอมระเหย การใช้ประโยชน์ และการทำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย. บริษัท ออฟเซ็ท ครีเอชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

ครรชิต พุทโกษา. 2555. การวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยด้านการควบคุมศัตรูพืชและสัตว์โดยชีววิธีของหน่วยงานในภาครัฐในประเทศไทย. 352 หน้า

จิรศักดิ์ คงกุล และ บงกชรัตน์ ปิทยานต์. 2555. ประสิทธิภาพของสูตรสารสกัดหนอนตายหยากร่วมกับสารสกัดสะเดาต่อหนอนกระทู้ผัก, น. 182-186. ใน รายงานการประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ประจำปี 2555. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

โชติอนันต์ และคณะ. 2552. รักษาโรคด้วยสมุนไพรใกล้ตัว. พิมพ์ครั้งที่ 2. ดวงกมลพับลิชชิง, กรุงเทพฯ.

ณรรฐพล วัลลีย์ลักษณ์. 2542. แมลงศัตรูผักของประเทศไทย. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฐพงษ์ แดงหนู. 2549. ประสิทธิภาพการเป็นสารกำจัดแมลงของสารสกัดจากกระเทียม (*Allium sativum* Linn.) ต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชรีย์ ศิริ, ทศนีย์ แจ่มจรรยา และ นิวัฒน์ มนต์สันเทียะ. 2540. แมลงเบียนหนอนกระทู้ผัก *Apanteles* sp. วารสารกีฏและสัตววิทยา 19(2): 21-30.

บุญโฮม ชำนาญกุล, เพชรหทัย ปฎิรูปานุสร และ นลินี เจียงวรรณะ. 2539. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการป้องกันกำจัดหนอนห่อใบข้าว ในเขตศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก, น. 170-182. ใน การสัมมนาเรื่อง การพัฒนาข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 8. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก, พิษณุโลก.

ปาริชาติ ปาลินทร. 2542. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาข้าง *Azadirachta excelsa* Jack เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* Fabricius. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุสดี สายชนะพันธ์ และ พันธิ์ มะลิสวรรณ. 2546. สมุนไพรกำจัดแมลงและศัตรูพืช. บริษัท ศรีสยามพรีนซ์แอนด์แพค จำกัด, กรุงเทพฯ.

พิสุทธิ เอกอำนวยการ. 2553. โรคและแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 3 (แก้ไขเพิ่มเติม). บริษัท อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

มณฑา ลิ้มปิยะประพันธ์. ม.ป.ป. การผลิตพืชสมุนไพร. บริษัท วี พรีน (1991) จำกัด, กรุงเทพฯ.

มนตรี แสนสุข. 2553. ยากันครัว ตะไคร้-กระชาย. สำนักพิมพ์ แพลนบี, กรุงเทพฯ.

มาลี ชวนะพงศ์. 2530. การเลี้ยงหนอนกระทู้ผักให้มีปริมาณมากเพื่อใช้ในการทดลอง. วารสาร ภูมิและสัตววิทยา 9(3): 170-171.

รัตติกาล ท้วมบัว และ สุรัช จิตสง. 2544. การศึกษาฐานวิทยาของพันธุ์กระชายในเขตตำบล มาบแค อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. สถาบันราชภัฏนครปฐม.

รัตนา อินทรานุกุล. 2547. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท แอคทีฟ พรีนซ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร, น. 67-72. ใน เอกสารวิชาการ กรมการ ฝึกหัดครู หน่วยศึกษานิเทศก์ เล่มที่ 59. กรมการฝึกหัดครู, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. บริษัท โอ เอส พรีนติ้งเฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2548. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. พิมพ์ครั้งที่ 6. อัครพิทยา, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). 2548. น้ำมันหอมระเหยไทย Thai Essential Oil ตอนที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท เซเวน พรีนติ้ง กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยสมุนไพร สถาบันวิจัยสาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์ 2 น้ำมันหอมระเหย. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ดีไซน์ จำกัด, ม.ป.ท.

สมภพ ประธานธรรมาภิบาล. 2539. **อนุกรมวิธานพืชสมุนไพร**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สังวาล สมบูรณ์, สุภาณี พิมพ์สมาน, รัตนารักษ์ พรหมศรีทศา, วาสนา ไชยคำ และ พรทิพย์ วิจารณ์. 2546. การใช้น้ำมันระเหยง่ายจากพืช Zingiberaceae ในการควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบทางเคมี. น. 22. ใน การประชุมวิชาการ อารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 6. สมาคมอารักขาพืชไทย, ขอนแก่น.

สุภัทรา จามกระโทก, ชัยณรงค์ รัตนกริฑากุล, ชลิดา เล็กสมบูรณ์, นวลวรรณ ฟุ้งสง และ อุดม ฟุ้งสง. 2549ก. ผลของน้ำมันระเหยที่สกัดจากสมุนไพรวงศ์จิง และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันระเหยที่มีผลในการต่อต้านราสาเหตุโรคพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37(2) (พิเศษ): 94-97.

_____, _____, _____, _____. 2549ข. ผลของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรวงศ์จิงในการต่อต้านราสาเหตุโรคพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37(2) (พิเศษ): 98-101.

สุไรกร เพิ่มคำ และ อนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2528. สันฐานวิทยาภายนอกและชีวประวัติของหนอนกระพุ่มในภาคใต้. วารสารสงขลานครินทร์ 7(2): 127-131.

อนันต์ สกุลกิม. 2540. เอกสารคำสอนรายวิชาแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, กรุงเทพฯ.

อลงกรณ์ กรณ์ทอง. 2528. การศึกษาหาความสัมพันธ์ของความเสียหายของผลผลิตถั่วเขียวกับปริมาณของหนอนกระพุ่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อวบ สารถ้อย. 2525. แนวทางปฏิบัติในการป้องกันกำจัดและชีวประวัติแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. น. 240-242. ใน เอกสารประกอบการสอนวิชา گیฏ 471 (หลักการกำจัดแมลงศัตรูพืช). ภาควิชาชีววิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

- Abdelgaleil, S.A.M., I.E.M. Magdy, E.I.B. Mohamed and A.A.E. Sailan. 2009. Fumigant and contact toxicities of monoterpenes to *Silophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) and their inhibitory effects on acetylcholinesterase activity. **J. Chem. Eco.** 35: 518-525.
- Ahn, Y., S. Lee, T. Okubo and M. Kim. 1995. Antignawing factor of crude oil derived from *Thujopsis dolabrata* S. et Z. var. hondi sawdust against mice. **J. Chem. Eco.** 21: 263-271.
- Armes, N.J., J.A. Wightman, D.R. Jadhav and G.V.R. Roa. 1997. Status of insecticide resistance in *Spodoptera litura* in Andhra Pradesh. **India. Pestic. Sci.** 50: 240-248.
- Butoni, D.K. 1979. **Insects and Fruits**. Periodical Expert Book Agency, Delhi.
- Burt, B.L. and R.M. Smith. 1993. Clonal propagation of pink ginger *in vitro*. **HortScience** 28(12): 1203
- Chaiyasit, D., W. Choochote, E. Rattanachanpichai, U. Chaithong, P. Chaiwong, A. Jitpakdi, P. Tippawangkosol, D. Riyong and B. Pitsawat. 2006. Essential oils as potential adulticides against two populations of *Aedes aegypti*, the laboratory and natural field strains in Chaing Mai province, northern Thailand. **Parasito. Res.** 99: 715-721.
- Coats, J.R., L.L. Karr and C.D. Drewes. 1991. Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids in insects and earthworms. In P.A. Hedin (ed.), **Naterally Occurring Pest Bioregulators**, ACS Symposium Series 449, American Chemical Society, Washington DC.
- Cornelius, M.L., J.K. Grace and J.R. Yates III. 1997. Toxicity of monoterpenoids and orther natural products to the Formosan subterranean termite (Isopera: Rhinotermitidae). **J. Econ. Entomol.** 90: 320-325

- Dhir, B.C., H.K. Mohapatra and B. Senapathi. 1992. Assessment of crop loss in groundnut due to tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (F.). **Indian J. Plant Protect.** 20: 215-217.
- Elumalai, K. K. A. Krishnappa. A. Anandan, M.Govindarajan and T. Mathivanan. 2010. Certain essential oil against the field pest army worm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **Inter. J. Rece. Sci. Res.** 2: 056-062.
- Hewage, C.M., K.A.N.P. Bandara, V. Karunaratne, B.M.R. Bandara and D.S.A. Wijesundara. 1997. Insecticidal activity of some medical plants of Sri Lanka. **J. Natn. Sci. Coun. Sri Lanka.** 25(3): 141-150.
- Holloway, J.D. 1989. The moth of Borneo: family Noctuidae, triline subfamily: Noctuidae, Heliothinae, Hadeninae, Acronictinae, Amphipyridae, Agaristinae. **Malayan Nat. J.** 42: 57-226.
- Hummelbrunner, A.L. and M.B. Isman. 2001. Acute, sublethal, antifeedant and synergistic effects of monoterpenoids essential oil compounds on the tobacco cut worm (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Agr. Food Chem.** 49(2): 715-720.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection** 19: 603-608.
- Jantan, I.B., I. Basni, A.S. Ahmad, N.A.M. Ali, A.R. Ahmad and H. Ibrahim. 2001. Constituents of the rhizome oil of *Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schlecht from Malaysia, Indonesia and Thailand. **Flavour Fragrance J.** 16: 110-112.
- Komalamisra, N., Y. Trongtokit, Y. Rongsriyam and C. Apiwathnasorn. 2005. Screening of Larvicidal activity in some Thai plants against four mosquito vector species. **Southeast Asian J. Trop Med Public Health.** 36(6): 663-673.

- Koul, O., S. Walia and G.S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticide: potential and constraints. **Biopestic. Int.** 4(1): 63-84.
- Kranz, J., H. Schmutterer and W. Koch. 1977. **Diseases Pests and Weeds in Tropical Crops**, Wiley, Berlin.
- Lee, H.S., W.K. Shin, C. Song, K.Y. Cho and Y.J. Ahn. 2001. Insecticidal activity of *ar*-turmerone in *Curcuma longa* rhizome against *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **J. Asia-Pacific Entomol.** 4 (2): 181-185.
- Lee, S., C.J. Peterson and J.R. Coats. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to Several stored product insects. **J. Stored Prod. Res.** 39: 77-85.
- Lee, S., Rong T., Christopher P. and Joel R.C. 1997. Insecticidal activity of monoterpenoids to western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae), two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and house fly (Diptera: Muscidae). **J. Econ. Entomol.** 90: 883-892.
- Liu, S.Q., Shi J.J., Cao H., Jia F.B., Liu X.Q. and Shi G.L. 2000. Survey of pesticidal component in plant. In **Entomology in China in 21st Century, Proceedings of 2000 Conference of Chinese Entomological Society** ed. Dianmo, Li Beijing, China: Science & Technique Press pp. 1098-1104.
- Lobo, R., K.S. Prabhu, A. Shirwaikar and A. Shirwaikar. 2009. *Curcuma zedoaria* Rosc. (White turmeric): a review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. **J. Pharm. Pharmacol. (JPP)**. 61: 13-21.
- Maeda, H., N. Sunajane and K. Kubota. 1984. Pharmacological effects of the powder from *Curcuma zedoaria* on gastrointestinal tract of experimental animals *Yakugaku Zasshi*. **J. Pharm. Soc. Jpn.** 104: 640-643.

- Masuda, H., K. Nonomiya and M. Yoshikawa. 1998. Inhibitory effect and action mechanism of sesquiterpene from *Curcuma zedoria* rhizome on D-galactosamine/lipopolysaccharide-induced liver injury. **Bioorg. Med. Chem. Lett.** 8: 339-344.
- Matthes, H.W.D., B. Luu and G. Ourisson. 1980. Cytotoxic components of *Zingiber zedumbet*, *Curcuma zedoaria* and *C. domestica*. **Phytochem.** 1980(19): 2643-2650.
- Mau, J.L., E.Y.C. Lai, N.P. Wang, C.C. Chen, C.H. Chang and C.C. Chyau. 2003. Composition and antioxidant activity of the essential oil from *Curcuma zedoria*. **Food Chem.** 82(2003): 583-591.
- Ngoh, S.P., L. Hoo, F.Y. Pang, Y. Huang, M.R. Kini and S.H. Ho. 1998. Insecticidal and repellent properties of nine volatile constituents of essential oils against the American cockroach, *Periplaneta Americana* (L.). **Pestic. Sci.** 54: 261-268.
- Norajit, K., N. Laohakunjit and O. Kerdchoechun. 2007. Antibacterial effect of five Zingiberaceae essential oils. **Molecules** 12: 2047-2060.
- Nugroho, B.W., B. Schwarz, V. Wray and P. Proksch. 1996. Insecticidal constituents from rhizome of *Zingiber cassumunar* and *Kaempferia rotunda*. **Phytochem.** 41 (1): 129-132.
- Obeng-Ofori, D., Ch. Reichmuth, J. Bekele and A. Hassanali. 1997. Biological activity of 1, 8 cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobaugira) against stored product beetles. **J. Appl. Entomol.** 121: 237-243.
- Pandji, C., C. Grimm., V. Wray, L. Witte and P. Proksch. 1993. Insecticidal constituents from four species of the Zingiberaceae. **Phytochem.** 34(2): 415-419.
- Pavela, R. 2010. Acute and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the larvae of *Spodoptera lituralis*. **J. Biopestic.** 3(3): 573-578.

- Pillmoor, J.B., K. Wrigth. and A.S. Terry. 1993. Natural products as a source of agrochemicals and leads for chemical synthesis. **Pest. Sci.** 39: 131-140.
- Pitasawat, B., D. Champakaew, W. Choochote, A. Jitpakdi, U. Chaithong, D. Kanjanapothi, E. Rattanachanpichai, P. Tippawangkosol, D. Riyong, B. Tuetun and D. Chaiyasit. 2007. Aromatic plant-derived essential oil: an alternative larvicide for mosquito control. **Fitoterapia** 78(2007): 205-210.
- Raghuveer G.P.S., M.M. Ali, Eranna D. and Ramachandra S.S. 2003. Evaluation of anti-ulcer effect of root of *Curcuma zedoaria* in rats. **Indian J. Tradl. Knowledge.** 2: 375-377.
- Rice, P.J. and J.R. Coats. 1994. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the housefly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) and southern corn root-worm (Coleoptera: Chrysomelidae). **J. Econ. Entomol.** 87(4): 1172-1179.
- Ruby, A., G. Kuttan, K.D. Babu, K.N. Rajasekharan and R. Kuttun. 1995. Anti-tumor and antioxidant activity of natural curcuminoids. **Canc. Lett.** 94: 79-83.
- Sahayaraj, K. 1998. Antifeedant effect of some plant extracts on the Asian armyworm, *Spodoptera litura* (Frabricius). **Curr. Sci.** 74(6): 523-525.
- Simpkin, J. and Galun, R. 1983. Microencapsulated natural pyrethrum-an improved repellent. *In* **Whitehead, D. L. and Bowers, W. (eds). Natural Products for Innovative Pest Management Pergamon Press**, pp.151-164.
- Singh, G., O.P. Singh and S. Maurya. 2002. Chemical and biocidal on essential oils of some Indian curcuma species. **Progr. Cryst. Growth Char. Mater.** 45(2002): 75-81.
- Srivastava, B. and L.M.L. Mathur. 1964. Morphology and musculature of the head capsule of mature larvae of *Prodenia litura* (F.). **Indian J. Entomol.** 26: 78-9

- Suthisut, D., P.G. Fields and A. Chandrapatya. 2011. Contact toxicity, feeding reduction and repellency of essential oils from three plants from the Ginger Family (Zingiberaceae) and their major components against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. **J. Econ. Entomol.** 104(4): 1445-1454.
- _____, _____, _____. 2011. Efficacy of essential oils from Zingiberaceae as repellent to maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and red flour beetle (*Tribolium castaneum*). **Khon Kaen Agr. J.** 39: 345-358.
- Tang, W. and G. Eisenbrand. 1992. **Chinese drugs of plant origin**, Springer. New York.
- Tawatsin, A., P. Asavadachanukorn, U. Thavara, P. Wongsinkongman, J. Bansidhi, T. Boonruad, P. Chavalit-tumrong, N. Soonthornchareonnon, N. Komalamisra and M.S. Mulla. 2006. Repellency of essential oils extracted from plants in Thailand against four mosquito vectors (Diptera: Culicidae) and oviposition deterrent effects against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Southeast Asian J. Trop Med Public Health.** 37(5): 915-931.
- Thavara, U., A. Tawatsin, P. Bhakdeenuan, P. Wongsinkongman, T. Boonruad, Jaree Bansiddhi, P. Chavalittumrong, N. Komalamisra, P. Siriyasatien and M.S. Mulla. 2007. Repellent activity of essential oils against cockroaches (Dictyoptera: Blattidae, Blattellidae, And Blaberidae) in Thailand. **Southeast Asian J. Trop Med Public Health.** 38(4): 663-673.
- Tripathi, A.K., V. Prajapati, K.K. Aggarwal and S. Kumar. 2001. Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1, 8-cineole from *Artemisia annua* on progeny product of *Tribolium castanaeum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **J. Econ. Entomol.** 94(4): 979-983.
- Tripathi, A.K., V. Prajapati, N. Verma, J.R. Bahl, R.P. Bansal, S.P.S. Khanuja and S. Kumar. 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma Longa* (Var. Ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera). **J. Econ. Entomol.** 95(1): 183-189.

Uechi, S., Y. Ishimine and F. Hong. 2000. Antibacterial activity of essential oil derived from *Curcuma zedoaria* against food borne pathogenic bacteria and their thermal stability.

Sci. Bull. Fac. Agr., University of the Ryukyus. 47: 129-136.

Uehara, A., I. Yasuda, K. Takeya and H. Itikawa. 1992. Terpenoids and curcuminoids of the rhizome of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. **Yakugaku Zasshi** 112: 817-823.

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

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาว จัตรมณี วุฒิสาร
เกิดวันที่ 11 สิงหาคม 2525
สถานที่เกิด อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน -
สถานที่ทำงานปัจจุบัน -
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -
ทุนการศึกษาที่ได้รับ -