ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการควบคุมแมลงในโรงเก็บ

EFFECTIVENESS OF MEDICINAL PLANT ESSENTIAL OILS IN CONTROLLING STORED PRODUCT INSECTS

T132331

วริยา ธนะศิรังกูล

WARIYA THANASIRUNGKUL

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 132331
วัน,เดือน,ปี 17 ก.ค. 2557

.b. 12617564
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AG-M-065-167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร
ในการควบคุมแมลงในโรงเก็บ

EFFECTIVENESS OF MEDICINAL PLANT ESSENTIAL OILS
IN CONTROLLING STORED PRODUCT INSECTS

วริยา ธนะศิรังกูล

WARIYA THANASIRUNGKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AG-M-065-167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTIVENESS OF MEDICINAL PLANT ESSENTIAL OILS IN CONTROLLING STORED PRODUCT INSECTS

WARIYA THANASIRUNGKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

KMITL-2014-AG-M-065-167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2014

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการควบคุมแมลงในโรงเก็บ

Effectiveness of Medicinal Plant Essential Oils in Controlling Stored Product Insects

นักศึกษา นางสาววริยา ธนะศิรังกูล

รหัสประจำตัว 55641105

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์	ศรุตโยภาส	
รศ.ดร.นพ.เผด็จ	สิริยะเสถียร	
รศ.ดร.วรเดช	จันทรสร	
ผศ.ดร.อำมร	อินทร์สังข์	
ผศ.ดร.พรหมมาศ	คูหากาญจน์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 27 พฤษภาคม 2557

สถานที่สอบ ห้องประชุม ชั้น 1 อาคารบุนนาค L

คณบดีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 27 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการควบคุมแมลงในโรงเก็บ
นักศึกษา	นางสาววริยา ธนะศิรังกูล
รหัสนักศึกษา	55641105
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 22 ชนิดได้แก่ กานพลู ยูคาลิปตัส อบเชย มะนาว ส้มโอ มะกรูด ส้มเขียวหวาน ข่า ขิง ไพล กระวาน ขมิ้นชัน พลู พริกไทย ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา ประคำดีควาย จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง สาบเสือ และเทียนข้าวเปลือก ในการควบคุมแมลงในโรงเก็บ 4 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) มอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) โดยวิธีการต่างๆ

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชเบื้องต้นจำนวน 22 ชนิด ต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย โดยวิธีการรมนาน 24 ชั่วโมง ในขวดทดลองขนาด 40 cm^3 โดยภายในขวดบรรจุตัวเต็มวัยจำนวน 20 ตัว ที่ความเข้มข้น 25 และ 50 µl/Lair เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 6 ซ้ำ และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้น 50 µl/Lair น้ำมันหอมระเหยจากพืช 10 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ข่า ไพล ตระไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยมากกว่า 95% ส่วนความเข้มข้นที่ 25 µl/Lair พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยมากกว่า 75%

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการรมนาน 24 ชั่วโมง ในขวดทดลองขนาด 40 cm^3 โดยภายในขวดบรรจุตัวเต็มวัยจำนวน 20 ตัว ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 µl/Lair เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 6 ซ้ำ ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุด โดยมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LC_{50}เท่ากับ 7.17, 9.89 และ 11.15 µl/Lair ตามลำดับ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือกมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของมอดแป้งมากที่สุดโดยมีค่า LC_{50}เท่ากับ 16.06 µl/Lair

การทดสอบประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกในจานแก้วที่ความเข้มข้น 0.08 และ 0.008 µl/cm^2 เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) โดยใส่แมลงในจานแก้วจำนวน 10 ตัวต่อจาน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ตรวจนับจำนวนแมลงที่พบบนแต่ละซีกของกระดาษกรองที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง และคำนวนเปอร์เซ็นต์การไล่ตามวิธีของ Pascual-Villalobos and Robledo (1998) พบว่าโดยทั่วไปน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกชนิดที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm^2 ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ ขณะที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2 น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพดมากกว่า 40% ภายใน 5 ชั่วโมง ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งมากกว่า 40% ที่ 24 ชั่วโมง

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีระดับความเป็นพิษสูงที่สุดคือจันทร์แปดกลีบกับแมลงทดลองทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber นาน 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 37.5 และ 50 µl/Lair ภายในถุงทดลองบรรจุผลิตพันธุ์กล้องหอมมะลิน้ำหนัก 0, 250, 500, 750 และ 1000 g ที่ปริมาตร 6 ml เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) โดยภายในถุงบรรจุมอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพดถุงละ 20 และ 100 ตัว ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 6 ซ้ำ ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้น 50 µl/Lair ที่น้ำหนักข้าว 0, 250, 500, 750 และ 1000 g น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่ามอดแป้งที่ 24 ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นการตายเท่ากับ 100% โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.99, 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 µl/Lair ตามลำดับ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพดต่ำในทุกๆความเข้มข้น ที่น้ำหนักข้าว 250, 500, 750 และ 1000 g ที่ 24 ชั่วโมง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 µl/Lair ตามลำดับ แตกต่างจากน้ำหนักข้าวเท่ากับ 0 พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 100% โดยมีค่า LC_{50}เท่ากับ และ 7.99 µl/Lair

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Effectiveness of Medicinal Plant Essential Oils in Controlling Stored Product Insects
Student	Miss. Wariya Thanasirungkul
Student ID.	55641105
Degree	Master of Science
Program	Agricultural Science
Year	2014
Thesis Advisor	Asst Prof. Dr. Ammorn Insung

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the efficiency of essential oils obtained from twenty-two selected medicinal plants namely; clove, eucalyptus, cinnamon, lime, pomelo, kefir lime, tangerine, galangal, ginger, cassumunar ginger, round siam cardamom, turmeric, betel vine, pepper, lemon grass, citronella grass, sweet basil, soap nut tree, star anise, marigold, bitter bush and dill in controlling four stored product insect pests namely; red flour beetle (*Tribolium castaneum* (Herbst)) lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) saw-toothed grain beetle (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) and maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) by using various control methods.

The insecticidal property of essential oils obtained from twenty-two selected medicinal plants against adult of saw-toothed grain beetle was investigated by using fumigation method in 24 h. As preliminary test, each plant essential oil was applied in vial sized 40 cm^3 in which contained 20 adults. The concentrations of 25, 50 µl/Lair essential oils were applied and 95% ethanol was used as the control. The experiment was designed in six completely randomized replicates (CRD). Then the mortality of saw-toothed grain beetle was observed at 24 h. The result showed that at concentration of 50 µl/Lair, plant essential oils namely; clove, cinnamon, galanga, cassumunar ginger, lemon grass, citronella grass, sweet basil, star anise, marigold and dill could kill more than 95%. Where at concentration of 25 µl/Lair showed that plant essential oils namely; clove, lemon grass, sweet basil, star anise, marigold and dill could kill the insect more than 75%

They insecticidal property of essential oils obtained from those four selected medicinal plants, namely; clove, lemon grass, star anise and dill against adults of red flour beetle, lesser grain borer, saw-toothed grain beetle and maize weevil was investigated by using fumigation method in 24 h. As preliminary test, each plant essential oil was applied in vial sized 40 cm^3 in which contained 20 adults.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The plant essential oils at the concentrations of 5, 10, 15, 20, 25 µl/Lair were applied and 95% ethanol was used as the control. The experiment was designed in six completely randomized replicates (CRD). Based up on 24 h LC_{50} values, the essential oil of star anise showed the most toxic effect to the saw-toothed grain beetle, lesser grain borer and maize weevil in which presented high activity of 7.17, 9.89 and 11.15 µl/Lair, respectively, followed by to red flour beetle, showed of 16.06 µl/Lair.

Repellency property of essential oils of those four medicinal plants namely; clove, lemon grass, star anise and dill against adults of red flour beetle, saw-toothed grain beetle and maize weevil was performed. The bioassay method was choice test in Petri-dish at concentrations of 0.008 ,0.08 µl/cm^2 and 95% ethanol was used as the control. Ten insects were placed on Petri-dish. The experiment was designed in three completely randomized replicates (CRD). The insect number on each half filter paper was counted at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 and 24 h. Reppellency percentage was calculated according to Pascual-Villalobos and Robledo (1998). The result showed that in general, at 0.008 µl/cm^2 concentration, there was no any effect to the insects. Whereas, at 0.08 µl/cm^2 concentration essential oil of lemon grass showed the most repellency effect to adults of saw-toothed grain beetle and maize weevil with more than 40% repellence in 5 h. The essential oils of clove and lemon grass gave the effect to red flour beetle with more than 40% repellence in 24 h.

From the insecticidal property of essential oils, star anise has the highest level of toxicity against adults these two selected insect namely; red flour beetle and maize weevil which were investigated by fumigation method in 24 h using Knockdown chamber machine at the concentrations of 12.5, 25, 37.5, 50 µl/Lair. Cargo rice which was packed in bag weights 0, 250, 500, 750 and 1000 g in volume of 6 ml were applied and 95% ethanol was used as the control. Amount of 20 and 100 adults of red flour beetle and maize weevil, respectively. The experiment was designed in three completely randomized replicates (CRD). The result showed that at concentration of 50 µl/Lair at 0, 250, 500, 750 and 1000 g of cargo rice. Effective of essential oil, star anise, could kill 100% red flour beetle based up on 24 h LC_{50} values, 7.99, 10.31, 11.00, 12.76 and 16.32 µl/Lair respectively, whereas essential oil, star anise, could kill maize weevil in low level at 250, 500, 750 and 1000 g of cargo rice based up on 24 h LC_{50} values, 10.31, 11.00, 12.76 and 16.32 µl/Lair respectively. But 0 of cargo rice could kill completely 100% maize weevil LC_{50} values, 7.99 µl/Lair.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผศ.ดร. อำมรอินทร์สังข์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิชาการชำนาญการพิเศษ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำปรึกษาปัญหาต่างๆ ในเรื่องของการทดลอง และการใช้เครื่องมือวิทยาศาตร์ในห้องปฏิบัติการ รวมไปถึงการอนุเคราะห์อุปกรณ์ต่างๆเกี่ยวกับงานวิจัย และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ ประจำปีงบประมาณ 2557 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ขอกราบของพระคุณครอบครัวธนะศิรังกูลที่คอยให้กำลังใจ และการสนับสนุนในทุกๆด้าน และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยแบ่งปันข้อมูล ข้อเสนอแนะ และกำลังใจในทุกๆสถานะการณ์

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ครอบครัวธนะศิรังกูล และผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากทุกๆด้าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

วริยา ธนะศิรังกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III
กิตติกรรมประกาศ IV
สารบัญ VI
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 3
1.3 ขอบเขตการวิจัย 3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 แมลงศัตรูในโรงเก็บ 4
2.1.1 มอดแป้ง (red flour beetle) 4
2.1.2 มอดหัวป้อม (lesser grain borer) 5
2.1.3 มอดฟันเลื่อย (saw-toothed grain beetle) 6
2.1.4 ด้วงงวงข้าวโพด (maize weevil) 6
2.2 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ 10
2.2.1 การป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมี 10
2.2.1.1 วิธีกล (Mechanical control) 10
2.2.1.2 วิธีกทางกายภาพ (physical contrl) 10
2.2.1.3 วิธีทางชีวภาพ (Biological control) 11
2.2.2 การป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมี 11
2.2.2.1 สารฆ่าแมลง (Insecticide) 11
2.2.2.2 สารฆ่าแมลงชนิดรม (Fumigant) 12
2.3 น้ำมันหอมระเหย 13
2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช 14
2.4 สมุนไพรบางชนิดที่ใช้ในการทดสอบกับแมลงศัตรูในโรงเก็บ 16
2.4.1 กานพลู (Clove) 16
2.4.2 ตะไคร้ (Lemon grass) 16
2.4.3 จันทร์แปดกลีบ (Star anise) 17
2.4.4 เทียนข้าวเปลือก (Dill) 17
2.5 การศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 21

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 24
3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย 24
3.1.1 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงศัตรูในโรงเก็บเพื่อใช้ในการทดลอง 24
3.1.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง 24
3.1.3 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง 24
3.1.4 การทดลองประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตาย และการไล่ของมอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด 25
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย 27
3.2.1 การเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูในโรงเก็บ 27
3.2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 27
3.2.3 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง 29
3.2.4 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช ต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ 29
3.2.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช ต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ 29
3.2.4.2 การศึกษาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหย ในการเป็นสารฆ่าแมลงทดลอง 29
3.2.4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ 30
3.2.4.4 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาพจำลองการใช้จริง 30

บทที่ 4 ผลการวิจัย 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ 32
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ที่มีระดับความเป็นพิษสูงที่สุด 34
4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ แมลงศัตรูในโรงเก็บ 36
4.4 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาพจำลองการใช้จริง 43

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 45
5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อมอดฟันเลื่อย 45
5.2 การศึกษาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่าแมลงทดลอง 46
5.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ 47
5.4 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาพจำลองการใช้จริง 48

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 49
6.1 สรุปผลการวิจัย 50
6.2 ข้อเสนอแนะ 50

บรรณานุกรม 51

ภาคผนวก 57

ประวัติผู้เขียน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง	27
4.2.1	เปอร์เซ็นต์การตายของมอดแป้ง *Tribolium castaneum* (Herbst) โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) 5, 10, 15, 20 และ 25 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง	34
4.2.2	เปอร์เซ็นต์การตายของมอดหัวป้อม *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) 5, 10, 15, 20 และ 25 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง	35
4.2.3	เปอร์เซ็นต์การตายของมอดฟันเลื่อย *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.) โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) 5, 10, 15, 20 และ 25 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง	35
4.2.4	เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* (Motshulsdy) โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) 5, 10, 15, 20 และ 25 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง	35
4.3.1	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repellent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/ cm^2	36
4.3.2	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repellent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/ cm^2	38
4.3.3	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repellent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/ cm^2	38
4.3.4	เปอร์เซ็นต์การตายของมอดแป้ง *Tribolium castaneum* (Herbst) มอดฟันเลื่อย *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.) ด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* (Motshulsdy) หลังจากทำการไล่นาน 24 ชั่วโมง โดยวิธีการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว	42
4.3.4	เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.3.4 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1.1	ตัวเต็มวัยมอดแป้ง (Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst))	8
2.1.2	ตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม (Lesser Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* Fabricius)	8
2.1.3	ตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (Sawtoothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus))	9
2.1.4	ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (Maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky)	9
2.4.1	กานพลู (Clove Tree, *Syzygium aromaticum* (L.))	19
2.4.2	ตะไคร้ (Lemongrass, *Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees))	19
2.4.3	จันทร์แปดกลีบ (Star anise, *Illicium verum* Hook.f.)	20
2.4.4	เทียนข้าวเปลือก (Dill, *Anethum graveolens* Linn.)	20
3.1.1	กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 19x28x10 cm	25
3.1.2	เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) ยี่ห้อ LabHEAT ขนาด 5 L	26
3.1.3	น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ได้ผ่านการสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ	26
3.1.4	ทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหย โดยวิธีการรมในขวดแก้วขนาด 40 cm^3	31
3.1.5	ทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ ด้วยวิธีแบบมีทางเลือกในจานแก้ว	31
3.1.6	ทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหย โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber	31
4.1.1	เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 50 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง	32
4.1.2	เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 25 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง	33
4.3.1	เปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของมอดฟันเลื่อย ต่อน้ำมันหอมระเหยจากป๊ยกั๊ก กานพลู ตะไคร้ และเทียนข้าวเปลือก ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/L air	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ);

ภาพที่		หน้า
4.3.2	เปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของมอดฟันเลื่อยต่อน้ำมันหอมระเหยจากปัยกั๊ก กานพลู ตะไคร้ และเทียนข้าวเปลือก ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.08 µl/L air	38
4.3.3	เปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของมอดแป้งต่อน้ำมันหอมระเหยจากปัยกั๊ก กานพลู ตะไคร้ และเทียนข้าวเปลือก ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/L air	39
4.3.4	เปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของมอดแป้งต่อน้ำมันหอมระเหยจากปัยกั๊ก กานพลู ตะไคร้ และเทียนข้าวเปลือก ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.08 µl/L air	40
4.3.5	เปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของด้วงงวงต่อน้ำมันหอมระเหยจากปัยกั๊ก กานพลู ตะไคร้ และเทียนข้าวเปลือก ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/L air	41
4.3.6	เปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของด้วงงวงต่อน้ำมันหอมระเหยจากปัยกั๊ก กานพลู ตะไคร้ และเทียนข้าวเปลือก ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.08 µl/L air	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แมลงศัตรูในโรงเก็บจัดเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากการแพร่ขยายพันธุ์ของแมลงเป็นไปได้ง่าย ประชากรเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยแมลงศัตรูในโรงเก็บจะเข้าทำลายก่อความเสียหายให้กับผลผลิต ซึ่งหากเกิดการเข้าทำลายแล้วอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผลประมาณ 5-10% หรือมากกว่านี้ หากไม่รีบดำเนินการกำจัด ประเภทของแมลงศัตรูในโรงเก็บแบ่งตามลักษณะการทำลายได้ 2 ประเภท ดังนี้ 1) กัดกินหรือแทะเล็มภายนอก (External feeder) แมลงกลุ่มนี้ทำความเสียหายเฉพาะภายนอก โดยทำให้เกิดขุย ผิวของเมล็ดถูกทำลาย ถักใยเกาะติดกันเป็นก้อน ได้แก่ ผีเสื้อข้าวสาร มอดแป้ง มอดสยาม มอดฟันเลื่อย มอดหนวดยาว ไร และเหาหนังสือ 2) กัดกินภายในเมล็ด (Internal feeder) แมลงกลุ่มนี้จะอาศัยและทำลายอยู่ภายในเมล็ด เพศเมียมักวางไข่อยู่ที่ผิวนอกเมล็ด เมื่อไข่ฟักเป็นหนอน จะเจาะเข้าสู่ภายใน กัดกินและเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต ตัวเต็มวัยจะเจาะเมล็ดออกมาทำให้เป็นรู และภายในเป็นโพรง แมลงประเภทนี้ได้แก่ ด้วงงวงข้าว ผีเสื้อข้าวเปลือก มอดข้าวเปลือก (สำนักวิจัยข้าวและพัฒนาข้าว. 2547)

ผลกระทบที่เกิดกับผลิตผลทางการเกษตร เช่น ข้าว ซึ่งจัดเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่มีความสำคัญของประเทศไทย มีการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ โดยไทยจัดเป็นหนึ่งในผู้จำหน่ายข้าวรายใหญ่ของโลก มีปริมาณข้าวที่ส่งออกประมาณ 30% กระจายอยู่ในประเทศต่างๆ มากกว่า 100 ประเทศ (งามชื่น คงเสรี และคณะ. 2543) ซึ่งแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่สำคัญได้แก่ ด้วงงวงข้าว ด้วงงวงข้าวโพด มอดข้าวเปลือก ผีเสื้อข้าวเปลือก และผีเสื้อข้าวสาร ซึ่งจัดเป็นพวกแมลงศัตรูหลัก (primary pest) สามารถทำลายผลิตผลที่สมบูรณ์ดีเป็นแมลงศัตรูที่เป็นสาเหตุสำคัญในการทำลายผลิตผลทางการเกษตรในโรงเก็บ แมลงศัตรูที่สำคัญรองลงมาคือ มอดแป้ง มอดฟันเลื่อยและมอดตัวแบน จัดเป็นแมลงศัตรูรอง (secondary pest) จะทำลายเมล็ดผลิตผลที่แตกหักหลังจากการทำลายของแมลงศัตรูชนิดอื่น (ชูวิทย์ ศุขปราการ และคณะ. 2539) การเก็บรักษาข้าวหลังเก็บเกี่ยวเพื่อรอการจำหน่าย บริโภค และส่งออก หากเก็บรักษาไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะที่ดี อาจทำให้แมลงที่ตกค้างอยู่ในภาชนะหรือโรงเก็บ ส่งผลทำให้ผลิตผลทางการเกษตรเกิดความสูญเสียโดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) สูญเสียน้ำหนักหรือปริมาณ เนื่องจากแมลงเข้าไปกัดกินในบางส่วนหรือทั้งเมล็ด 2) สูญเสียด้านคุณภาพ เช่น เกิดกลิ่น สีผิดปกติ เนื่องจากของเสียที่แมลงขับออกมา ตลอดจนความสกปรกเนื่องจากมีเศษซากของแมลงที่ตาย สูญเสียการงอก คุณค่าทางอาหาร ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้ซื้อหรือตลาด (ไพฑูรย์ อุไรพงค์ และคณะ. 2531) โดยชุมพล กันทะ. (2533) รายงานว่าข้าวที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 เดือน จะได้รับความเสียหายเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บ 22 – 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การเก็บข้าวไว้เป็นเวลานานมักประสบปัญหาแมลงศัตรูเข้าทำลาย เช่น มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) มอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky)) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวและเมล็ดธัญพืชอีกหลายชนิดที่สร้างความเสียหายอย่างมาก (ไพรจิตร จันทร์วงศ์ และคณะ. 2528) ซึ่งแมลงในโรงเก็บจัดเป็นแมลงที่มีความร้ายแรงและเป็นอันตรายมากต่อผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมไปถึงเมล็ดธัญพืชหลากหลายชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ถั่ว และธัญพืชอื่นๆ ซึ่งนอกจากนี้ยังพบว่า มอดฟันเลื่อย มีผลกระทบต่อเมล็ดพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับนำมาทำเป็นอาหารให้กับมนุษย์อีกด้วย (Metcalf and Flint. 1979)

ในปัจจุบันมีการสำรวจพบการใช้เมธิลโบรไมด์ (Methyl bromide) และฟอสฟีน (Phosphine) ในรูปแบบของการรม โดยในปัจจุบันมักจะนิยมนำเมธิลโบรไมด์มาใช้ในการจัดการศัตรูพืชมากกว่า โดยมีการนำเข้าเมทิลโบรไมด์เฉลี่ย 103.85 ตัน/ปี เมธิลโบรไมด์จัดเป็นสารเคมีตัวการสำคัญที่ใช้ทางดินเพื่อป้องกันกำจัดวัชพืช และศัตรูพืชที่มีอยู่ในดิน เป็นสารเคมีที่มีค่าความเป็นพิษค่อนข้างสูง ทำให้ปริมาณโอโซนในชั้นบรรยากาศลดลง ส่งผลให้บรรยากาศบริเวณผิวโลกถูกทำลายและทำให้แสงอุลตราไวโอเล็ตส่องผ่านทะลุเข้ามายังพื้นผิวโลก ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้เมธิลโบรไมด์จะถูกควบคุมและยกเลิกการใช้เมธิลโบรไมด์ภายในปี พ.ศ. 2558 ส่งผลให้มีการใช้สารฟอสฟีนเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน แต่เนื่องสารฟอสฟีนมีข้อจำกัดคือ ต้องใช้ระยะเวลาในการรมนานประมาณ 7-10 วัน ทำให้แมลงบางชนิดสร้างความต้านทานต่อสารฟอสฟีน (WHO. 1991 ; Scligman. 2006 ; ลักษมณ์ เพชรไวกูณฐ์. 2552)

จากบทความข้างต้นจึงสอดคล้องกับรายงานของ Phuakbuakhao and Soonwera (2010) และ Cheng et.al. (2009) ที่รายงานว่าสารฆ่าแมลงจากธรรมชาติเป็นที่ต้องการในการศึกษาเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาสารใหม่บางชนิด เนื่องจากการมีข้อบกพร่องบางอย่างของสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ทั่วไป เช่น ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย แมลงมีการพัฒนาการต่อต้านสารเป็นพิษที่เปิดจากสารเคมี การทำลายศัตรูธรรมชาติ และการเกิดสารพิษปนเปื้อในธรรมชาติ ซึ่งจะส่งผลต่อห่วงโซอาหาร ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจึงจัดเป็นทางเลือกใหม่ที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยลดผลกระทบที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมเนื่องมาจากสารประกอบในสารฆ่าแมลงอีกด้วย

ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการควบคุมแมลงในโรงเก็บชนิดต่างๆคือ มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) มอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky)) ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งข้อมูลผลการทดลองที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางหรือนำไปใช้ได้อย่างแท้จริง และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่เกษตรกรและผู้บริโภค ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สุขภาพอนามัย และสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 4 ชนิดประกอบด้วย มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) มอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky))

1.2.2 เพื่อศึกษาหารูปแบบ แนวทาง และวิธีการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่เหมาะสมในการควบคุมแมลงในโรงเก็บจำนวน 4 ชนิดดังกล่าวในสภาพจริง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทั้งหมด 22 ชนิด และทำการคัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีความเป็นพิษสูงที่สุดต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บมา 4 ชนิด โดยวิธีการรมในขวดแก้ว วิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber และวิธีการไล่แบบมีทางเลือกในจานแก้ว ในห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บได้แก่ มอดฟันเลื่อย มอดแป้ง มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพด

1.4.2 ทราบรูปแบบแนวทางและวิธีการใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยในการควบคุมแมลงในโรงเก็บที่เหมาะสมในสภาพจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลิตผลทางการเกษตรที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานานเพื่อใช้ในการบริโภค แปรรูป หรือเพื่อรอการส่งออก เสี่ยงต่อการถูกทำลายจากแมลงศัตรูในโรงเก็บไม่ว่าจะเป็นตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัย ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก คุณค่าทางโภชนาการ และความงอก นอกจากนี้อาจเกิดการปนเปื้อนจากเชื้อรา ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ผลิตผลทางการเกษตรเสื่อมคุณภาพ แล้วยังไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภคอีกด้วย โดยรายงานของบานชื่น เก่งมนตรี และมโนชัย กีรติกสิกร (2546) รายงานการสำรวจแมลงศัตรูในโรงเก็บที่โรงสีข้าวในจังหวัดขอนแก่นจำนวน 3 โรงสีคือ โรงสีทวีภัณฑ์โรงสีแหลมทอง และโรงสีชุมนุมสหกรณ์การเกษตร ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2545 – มีนาคม 2546 เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า แมลงศัตรูในโรงเก็บที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ ด้วงงวงข้าว มอดหัวป้อม มอดแป้ง และมอดฟันเลื่อย ซึ่งพบปริมาณด้วงงวงข้าวจากที่สุ่มมา 6 kg ทั้ง 3 โรงสีเท่ากับ 42.5, 24.7 และ 52.4 ตัว ตามลำดับ ปริมาณมอดหัวป้อม เท่ากับ 9.0, 7.9 และ 5.7 ตัว ตามลำดับ ปริมาณมอดแป้งเท่ากับ 5.3 6.0 และ 7.7 ตัว ตามลำดับ ปริมาณมอดฟันเลื่อยเท่ากับ 2.2, 6.8 และ 1.4 ตัว ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูในโรงเก็บของทั้ง 3 โรงสีไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

โดยการทดลองครั้งนี้มีแมลงศัตรูในโรงเก็บทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด โดยมีความสำคัญและลักษณะการทำลาย รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ การแพร่กระจายและฤดูการระบาด และพืชอาหารดังนี้

2.1 แมลงศัตรูในโรงเก็บ

(ณัฐพร จันทะ. 2554 ; ศิวกร เกียรติมณีรัตน์. 2554 ; บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547)

2.1.1 มอดแป้ง (red flour beetle) (ภาพที่ 2.1.1)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tribolium castaneum* (Herbst)

วงศ์ Tenebrionidae

อันดับ Coleoptera

ความสำคัญและลักษณะการทำลาย มอดแป้งเป็นแมลงศัตรูรอง (secondary pest) จัดเป็นแมลงที่ไม่สามารถทำลายเมล็ดพืชให้ได้รับความเสียหายได้ด้วยตัวเอง มักจะเข้าทำลายซ้ำเติมภายหลังจากที่แมลงอื่นทำลายเมล็ดพืชจนเป็นรูหรือรอยแตกแล้ว ถึงจะสามารถเข้าทำลายได้ มอดแป้งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของแป้งและรำ เพราะสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ทำให้แป้งที่มันอาศัยกินอยู่นั้นเปลี่ยนสีและมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากของเสียที่มันขับถ่ายออกมา เมื่อนำแป้งไปทำอาหารแล้วจะยังคงมีกลิ่นติดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ มอดแป้งเป็นมอดสีน้ำตาลปนแดง ลำตัวค่อนข้างแบน ยาวประมาณ 2.3-4.4 ml ตัวเมียวางไข่ได้ 400-500 ฟอง ตามกระสอบ รอยแตกของเมล็ดข้าว ภาชนะบรรจุ หรือในแป้ง ไข่มีรูปร่างยาว รี สีขาว ไข่จะฟักในเวลา 3-7 วัน ตัวอ่อนมีสีน้ำตาลอ่อนเรียวยาว และจะอาศัยอยู่ในแป้ง ใช้เวลาประมาณ 21-40 วัน จึงจะเข้าดักแด้ ระยะเป็นดักแด้ 3-7 วัน แล้วจึงเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิตใช้เวลา 26-40 วัน ตัวเต็มวัยอาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 6 เดือน

การแพร่กระจายและฤดูการระบาด มีการแพร่กระจายไปทั่วโลก มีการระบาดในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ทำลายแป้ง และเมล็ดพืชตลอดปี ในประเทศไทยพบทุกภูมิภาคและระบาดตลอดปี

พืชอาหาร เมล็ดธัญพืช แป้งชนิดต่างๆ รำข้าว เครื่องเทศ ผลไม้แห้ง และหนังสัตว์

2.1.2 มอดหัวป้อม (lesser grain borer) (ภาพที่ 2.1.2)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Rhyzopertha dominica* (Fabricius)

วงศ์ Bostrychidae

อันดับ Coleoptera

ความสำคัญและลักษณะการทำลาย มอดหัวป้อมเป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวเปลือก โดยทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมอดหัวป้อมสามารถเข้าทำลายผลผลิตให้เกิดความเสียหายได้ทั้งภายนอกและภายใน โดยตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินอยู่ภายในเมล็ดจนกลายเป็นตัวเต็มวัย หลังจากกัดกินเมล็ดข้าวหมดแล้ว แล้วเจาะออกจากเมล็ด จนทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือก และเพื่อเข้าทำลายเมล็ดอื่นต่อไป ส่วนตัวเต็มวัยจะแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอยหรือเป็นรูพรุนบางและอาจแตกออกจากกัน และยังขับถ่ายของเสียออกมาจนทำให้อาหารมีกลิ่นเหม็น ซึ่งอาจเป็นปัจจัยดึงดูดให้ศัตรูพืชชนิดอื่นๆเข้าทำลายซ้ำหรือเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคต่อไปได้ โดยตัวเต็มวัยมีความสามารถในการบินได้ไกล จึงทำให้ระบาดไปยังโรงเก็บอื่นๆได้

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ มอดหัวป้อมตัวเต็มวัยเป็นแมลงปีกแข็ง ขนาดเล็กประมาณ 2.5-3.0 ml รูปร่างทรงกระบอกสีน้ำตาลเข้มปนแดง ผิวมันเป็นเงา ส่วนหัวสั้นและงุ้มซ่อนอยู่ใต้อกปล้องแรก เพศเมียวางไข่แบบเดี่ยวตามเศษผงในกองข้าวหรือเป็นกลุ่มตามรอยแตกหรือรอบกระเทาะบนเมล็ด ครั้งละ 30 ฟอง ตลอดชีวิตวางไข่ได้มากถึง 300-500 ฟอง ไข่จะฟักตัวเป็นตัวอ่อนในระยะ 5-7 วัน แล้วเจาะเข้าไปอาศัยอยู่ภายในเมล็ด ตัวหนอนมีขา 3 คู่ รูปร่างแบบตัวซี สีขาวขุ่น ระยะหนอนลอกคราบ 4 ครั้ง ใช้เวลา 21-28 วัน เมื่อตัวอ่อนโตเต็มที่ก็จะเข้าดักแด้ภายในเมล็ดแล้วเจาะมล็ดออกมาเพื่อเป็นตัวเต็มวัย ระยะตัวอ่อน 6-8 วัน เมื่อลอกคราบตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่ในเปลือกข้าว 3-5 วัน จึงออกจากเมล็ดเพื่อหาอาหาร ตัวเต็มวัยมีวงจรชีวิตประมาณ 1-5 เดือน

การแพร่กระจายและฤดูการระบาด มอดหัวป้อมสามารถแพร่ขยายและบินได้ไกลจึงทำให้เกิดการระบาดเป็นบริเวณกว้าง โดยการแพร่ระบาดของมอดหัวป้อมพบมากในประเทศแถบร้อน และอบอุ่น เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียดนาม สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย บราซิล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชอาหาร ผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าวเปลือก ข้าสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวสาร ข้าวบาร์เลย์ รำข้าวเจ้า และรำข้าวสาลี เป็นต้น

2.1.3 มอดฟันเลื่อย (saw-toothed grain beetle) (ภาพที่ 2.1.3)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)

วงศ์ Silvanidae

อันดับ Coleoptera

ความสำคัญและลักษณะการทำลาย มอดฟันเลื่อยเป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวสาร และธัญพืชหลากหลายชนิด นอกจากนั้นยังพบการเข้าทำลายในข้าวสารบรรจุถุงได้อีกด้วย โดยมอดฟันเลื่อยจะไม่ทำลายเมล็ดพืชด้วยตัวเอง มักพบเข้าทำลายต่อจากแมลงชนิดอื่น หรือเมล็ดที่มีรอยแตกอยู่แล้ว ตัวเต็มวัยจะแทะเล็มอยู่ที่ผิวเมล็ด สามารถกัดกินเมล็ดธัญพืช หรือเมล็ดธัญพืชแปรสภาพที่แตกหักได้ และมอดฟันเลื่อยยังมีอุปนิสัยชอบกัดกินตรงจุดงอกของเมล็ด ทำให้เมล็ดได้รับความเสียหายเพิ่มขึ้น

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ มอดฟันเลื่อยตัวเต็มวัยเป็นแมลงขนาดเล็ก สีน้ำตาลแก่ถึงดำ ขนาดลำตัวยาวประมาณ 2.5-3.0 ml ส่วนอกสีค่อนข้างคล้ำกว่าส่วนอื่นเล็กน้อย ที่บริเวณอกด้านข้างมีซี่แหลมเล็กยื่นออกมาข้างละ 6 ซี่ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจำแนกได้ ตัวเต็มวันเพศเมียวางไข่บนอาหารตามพื้น หรือตามซอกของยุ้ง ตัวเมียวางไข่ตลอดชีวิตได้ 45-285 ฟอง โดยวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ สีขาวเรียวยาว ตามรอยแตกของเมล็ดหรือบนเมล็ด ไข่จะฟักตัวอ่อนภายใน 3-5 วัน หนอนใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ลอกคราบ 2-5 ครั้ง จึงเข้าดักแด้โดยใช้เศษอาหารเป็นปลอกหุ้มตัว ระยะดักแด้ 6-10 วัน วงจรชีวิตใช้เวลา 24-30 วัน ตัวเต็มวัยอยู่ได้นาน 6-10 เดือน และเนื่องจากบินไม่ได้จึงสามารถเคลื่อนบนอาหารได้รวดเร็ว และมีการระบาดตลอดปีตามโรงสี โกดัง และโรงงานทำแป้ง

การแพร่กระจายและฤดูการระบาด มอดฟันเลื่อยพบการแพร่กระจายไปทั่วโลก ในประเทศมักพบทุกจังหวัดที่มีโรงสี และยุ้งข้าว ระบาดมากในปลายปีหรือก่อนเก็บเกี่ยวข้าวนาปีเล็กน้อย

พืชอาหาร มักพบทำลายข้าวสาร และธัญพืชหลากหลายชนิด

2.1.4 ด้วงงวงข้าวโพด (maize weevil) (ภาพที่ 2.1.4)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sitophilus zeamais* (Motschulsky)

วงศ์ Curculionidae

อันดับ Coleoptera

ความสำคัญและลักษณะการทำลาย ด้วงงวงข้าวโพดเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดที่ทำลายเมล็ดพันธ์พืชในโรงเก็บ โดยเฉพาะข้าว โดยจะสังเกตเห็นตัวเต็มวัยปรากฏอยู่บนหรือภายในเมล็ด เนื้อเมล็ดจักถูกตัวอ่อนกัดกินอยู่ภายใน ทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือกหรือผิวนอก ทำให้เมล็ดพันธุ์พืชในโรงเก็บที่ใช้ทำพันธุ์หรือเพื่อการบริโภค ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ โดยอาศัยและกัดกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในเมล็ดเหมือนด้วงงวงข้าว และทำลายร่วมกับด้วงงวงข้าวอีกด้วย เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เป็นเวลานาน 6 เดือน จะได้รับความเสียหายสูงถึง 22%

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดจะมีสีน้ำตาลถึงดำ ยาวประมาณ 3.0-3.8 ml ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง สามารถบินออกไปทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่อยู่ในไร่นา โดยตัวเมียจะวางไข่ที่เมล็ดพืช ขณะที่เมล็ดเริ่มสุกแก่ โดยใช้ส่วนปากเจาะแล้ววางไข่เมล็ดละ 4-6 ฟอง แล้วขับเมือกปิดปากรูไว้ ตัวเมียวางไข่ได้ 300-400 ฟอง ไข่จะฟักในเวลา 3-6 วัน เป็นตัวอ่อนสีขาว ลำตัวสั้นป้อม และอาศัยกินอยู่ภายในเมล็ด ระยะตัวอ่อน 20-30 วัน แล้วจึงเข้าดักแด้เป็นเวลา 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จะเจาะผิวเมล็ดออกมา ทำให้เมล็ดที่ถูกด้วงงวงข้าวโพดอาศัยอยู่เป็นรู วงจรชีวิตใช้เวลา 30-45 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-6 เดือน

การแพร่กระจายและฤดูการระบาด มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก ด้วงงวงข้าวโพดชอบอากาศร้อนและอบอุ่นและเขตร้อนตลอดปี จึงทำให้เกิดการระบาดมากแถบเอเชีย และแอฟริกา แพร่กระจายโดยบินได้ไกล จึงทำให้ระบาดไปในที่ต่างๆได้อย่างรวดเร็ว

พืชอาหาร เมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ โดยด้วงงวงข้าวโพดจะไม่เข้าทำลายแป้ง เพราะตัวอ่อนไม่สามารถเจริญเติบโตในแป้งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1.1 ตัวเต็มวัยมอดแป้ง (Red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst))

ภาพที่ 2.1.2 ตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม (Lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* Fabricius)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1.3 ตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (Saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus))

ภาพที่ 2.1.4 ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (Maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเข้าทำลายผลิตผลทางการเกษตรของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ส่งผลให้มีการศึกษาหาวิธีการป้องกันกำจัด เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นวิธีการป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมี หรือการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดก็ตาม

2.2 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ (บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547 ; มนตรี กล้าขาย. 2551)

2.2.1 การป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมี

หมายถึงการนำเอาวิธีการต่างๆ โดยที่ไม่ใช้สารเคมีเพื่อการป้องกัน และกำจัดแมลง หรือเพื่อลดการทำลายของแมลง มีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

2.2.1.1 วิธีกล (Mechanical control)

1) การรักษาความสะอาดและการจัดเตรียมความพร้อมของสภาพโรงเก็บ ทำความสะอาดพื้นและส่วนต่างๆของโรงเก็บทั้งภายในและภายนอกก่อนที่จะนำเข้าเก็บรักษา และต้องดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา เพื่อลดการแพร่ระบาดของแมลง

2) การใช้วิธีทางอ้อมกับแมลงเป็นการใช้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของแมลง สามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงได้ เช่น การเก็บข้าวเปลือกแทนการเก็บข้าวสาร และการแยกเมล็ดแตกหักออกจากเมล็ดดี เป็นต้น

3) การใช้วิธีทางตรงกับแมลง การแยกแมลงออกจากผลิตผลเป็นวิธีที่ใช้ได้ดีกับแมลงในระยะตัวเต็มวัย เช่น การร่อนแยกแมลง การพลิกกลับกองข้าวบ่อยๆ และการใช้เครื่องดูดเมล็ดโดยวิธีสูญญากาศ เป็นต้น

4) การใช้สารหรือวัสดุคลุมเมล็ด

- น้ำมันพืช มีคุณสมบัติเป็นการไล่ และเป็นสารต้านการกิน
- การใช้ส่วนต่างๆของพืช เช่น ว่านน้ำ มาคลุกเมล็ดสามารถป้องกันแมลง
- การใช้ inert dust ในปัจจุบันมีการใช้ diatomaceous earth และ silica aerogels คลุกเมล็ดเพื่อป้องกันแมลง ซึ่งไม่มีผลต่อผลิตผล diatomaceous earth มีผลทำให้ตัวแมลงเกิดบาดแผลและตายในที่สุด ส่วน silica aerogels สามารถดูดซับน้ำมันได้ 3 เท่า เมื่อแมลงเดินผ่านสารดังกล่าวจะดูดขี้ผึ้งที่หุ้มผิวแมลง (cuticle) ทำให้สูญเสียน้ำจนตาย

2.2.1.2 วิธีทางกายภาพ (Physical control)

1) การลดความชื้นในเมล็ดก่อนนำเข้าเก็บรักษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากช่วยป้องกันการเข้าทำลายของแมลงแล้ว ยังทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น หากลดความชื้นในเมล็ดต่ำกว่า 8% มักไม่พบการเข้าทำลายจากแมลง

2) การใช้ภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ปัจจุบันได้มีถุงพลาสติกถักที่หนา และสามารถป้องกันการเข้าทำลายแมลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การควบคุมโดยใช้อุณหภูมิ

- ความร้อน การใช้อุณหภูมิ 42 °C ติดต่อกันจะทำให้แมลงบางชนิดหยุดการเจริญเติบโต และตายได้ หากใช้อุณหภูมิ 55-60 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 15 นาที จะทำให้แมลงทุกชนิดตายทั้งหมด

- ความเย็น การเก็บเมล็ดข้าวที่อุณหูมิต่ำกว่า 12 °C จะทำให้แมลงหยุดการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ ที่อุณหภูมิ -2 ถึง -5 °C จะทำให้แมลงตายทั้งหมด

4) การใช้พลังงาน มีการใช้พลังงานต่างๆ เช่น พลังงานไฟฟ้า และพลังงานจากรังสี เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัดแมลงได้ โดยแมลงจะดูดพลังงานได้เร็วกว่าเมล็ดพืช แมลงจึงตายอย่างรวดเร็ว โดยเมล็ดยังไม่ถูกทำลาย

5) การเก็บรักษาในสภาพสูญญากาศหรือภาชนะที่ปิดผนึกแน่น แมลงต้องการออกซิเจนเพื่อนการหายใจ เมื่ออยู่ในที่ไม่มีอากาศผ่านจึงทำให้แมลงขาดอากาศตายได้ ในกรณีที่ต้องการให้แมลงตายเร็วขึ้น อาจเพิ่มก๊าซที่เป็นพิษ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซไนโตรเจน เป็นต้น

6) การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide) มีการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้รมเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาพิษตกค้าง และการสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารรม

2.2.1.3 วิธีทางชีวภาพ (Biological control) หมายถึงการใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน หรือเชื้อจุลินทรีย์ในการลดปริมาณแมลงศัตรูในโรงเก็บ

1) แมลงศัตรูธรรมชาติ โดยนำแมลงศัตรูธรรมชาติมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ และปล่อยสู่แมลงเป้าหมาย เช่น แตนเบียน และตัวห้ำ เป็นต้น

2) โรคของแมลง (insect pathogen) การนำจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อก่อโรคกับแมลงชนิดต่างๆมาใช้ในการควบคุม เช่น เชื้อแบคทีเรีย รา โปรโตซัว และไวรัส เป็นต้น

2.2.2 การป้องกันกำจัดโดยการใช้สารเคมี

สารฆ่าแมลงที่ใช้สำหรับผลิตผลในโรงเก็บแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.2.2.1 สารฆ่าแมลง (Insecticide) มีทั้งชนิดเป็นของเหลว และเป็นผง มีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงทั้งถูกตัวตาย กินแล้วตาย หรือได้กลิ่นไอระเหยตาย ปัจจุบันสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสามารถนำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรและปลอดภัยต่อผู้บริโภค สารฆ่าแมลงที่นิยมใช้ในปัจจุบันจัดอยู่ในกลุ่มออแกโนฟอสฟอรัส และไพรีทรอยด์สังเคราะห์ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความเป็นพิษต่ำ สารฆ่าแมลงที่สามารถนำไปใช้ คือ สารในกลุ่มออแกโนฟอสฟอรัสได้แก่ fenitrothion, chlorpyrifos methyl, phoxim, etrimphos, methacrifos และ dichlorvos และสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ได้แก่ permethrin, cypermethrin, deltamethrin, และbetacyfluthrin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 สารฆ่าแมลงชนิดรม (Fumigant) สารรมคือสารเคมีที่เป็นพิษในรูปของไอหรือควัน มีลักษณะเป็นเม็ด ของเหลวหรือก๊าซ สารพิษจะออกฤทธิ์ในรูปก๊าซซึ่งมีผลทำให้แมลงตาย ซึ่งสารที่สำคัญและนิยมใช้ คือ

1) การพ่นภายในและภายนอกโรงเก็บ การพ่นภายในและภายนอกโรงเก็บเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีแมลงรอดชีวิตอยู่ ควรกระทำหลังจากทำความสะอาดโรงเก็บเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะนำผลิตผลเข้าเก็บ โดยใช้สารฆ่าแมลง เช่น phoxim, fenitrothion, และ chlorpyrifos methyl อัตรา 0.5-2.0 g.ai/m.^{2} พ่นตามพื้นและฝาโรงเก็บให้ทั่ว

2) การพ่นแบบหมอกควัน การพ่นแบบหมอกควันจะต้องใช้เครื่องพ่นหมอกควัน (fogging machine) พ่นไปบนกอง เมล็ดพืชที่เก็บไว้ในยุ้ง โรงเก็บ หรือห้องที่มีสภาพปิดได้มิดชิด เพื่อกำจัดแมลงพวกผีเสื้อ วิธีนี้สามารถกำจัดผีเสื้อข้าวเปลือกซึ่งเป็นแมลงศัตรูสำคัญที่สุดของข้าวเปลือกได้เป็นอย่างดี สารฆ่าแมลงที่ใช้คือ fenitrothion อัตรา 20 มล.หรือ esbioallethrin deltamethrin (Deltacide^R) อัตรา 5 มล. ผสมน้ำมันโซล่า 100 มล. พ่นในห้องที่บรรจุข้าวเปลือก 4 ตัน

3) การใช้สารรม สารรมคือสารที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในรูปของไอหรือควัน วิธีการรม (fumigation) ถูกนำมากำจัดแมลงตั้งแต่สมัยกรีกและโรมันเมื่อประมาณปีคริสตศักราชที่ 200 ในระยะต่อมามีการค้นคว้า ทดลอง พบสารเคมีอีกหลายชนิดที่ใช้ได้ผลดีในการกำจัดแมลง จึงมีการผลิตสารรมขึ้นมาเพื่อใช้หลาย ชนิดในรูปแบบต่างๆทั้งเป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ แต่ในปัจจุบันสารรมหลายชนิดถูกห้ามใช้ เนื่องจากทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพผลผลิตและเป็นพิษต่อผู้บริโภค จึงเหลือสารรมที่สามารถใช้ได้อยู่น้อยชนิด ได้แก่ เมทิลโบรไมด์ ฟอสฟีน และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสารรมเมทิลโบรไมด์นั้นเป็นสาร รมที่พบว่าทำลายชั้นของโอโซน จึงถูกเสนอให้ยกเลิกการใช้โดยที่ประเทศผู้ผลิตจะต้องยกเลิกการผลิต และห้ามใช้สารดังกล่าวในปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ. 2553 ซึ่งทำให้สารรมที่มีอยู่น้อยชนิดอยู่แล้วลดลงไปอีก นักวิทยาศาสตร์ผู้ที่เกี่ยวข้องได้พยายามเร่งค้นคว้าวิจัยหาสารรมชนิดใหม่ๆที่มีประสิทธิภาพดีมาเพื่อใช้ทดแทน แต่ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีสารใหม่ๆที่สามารถนำมาใช้แทนเมทิลโบรไมด์ได้ จึงได้มีการประกาศยืดเวลาของการเลิกผลิตเป็น ปี ค.ศ. 2005 (พ.ศ. 2548) และกำหนดให้สารรมเมทิลโบรไมด์หมด ไปจากโลกในปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558)

แต่ในปัจจุบันทั่วโลกยังคงมีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตรโดยวิธีการรมด้วยสารรมเมทิลโบรไมด์ และสารฟอสฟีน หรืออลูมิเนียมฟอสไฟด์อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสามารถเข้าทำลายแมลงศัตรูได้ทุกชนิด และทุกระยะการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดศัตรูชนิดอื่นๆ เช่น นก หนู ไร และเชื้อราได้ โดยประเทศไทยมักนิยมใช้วิธีการรมนี้เพื่อรมผลิตผลทางการเกษตร และรมสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกเป็นระยะเวลากว่า 50 ปีมาแล้ว ซึ่งสารรมทั้ง 2 ชนิดนี้มีความนิยมอย่างแพร่หลายในกลุ่มพ่อค้าส่งออก และบริษัทผู้ผลิต โดยเฉพาะสารรมเมทิลโบรไมด์ เพราะมีประสิทธิภาพดีและใช้เวลาในการรมสั้น แม้จะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมก็ตาม (สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย. 2545 ; พรทิพย์ วิสารทานนท์ และคณะ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยพินิจ นิลพานิชย์ และคณะ (2548) ได้ศึกษาผลของสารฟอสฟีนในการกำจัดมอดแป้งโดยการรมควันด้วยการใช้สารรมฟอสฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2 และ 3 g/m^3 และแต่ละอัตราใช้ระยะเวลาในการรมนาน 3, 5 และ 7 วัน ทำการรมมอดแป้งวัยต่างๆ คือ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย รายงานผลของการทดลองว่า สารรมฟอสฟีนทุกอัตราและทุกระยะในการรม สามารถกำจัดมอดแป้งได้ดี คือในระยะหนอนและตัวเต็มวัย พบว่าตายหมด ระยะไข่ก็ไม่สามารถฟักเป็นตัวหนอนได้เลย และระยะดักแด้ก็ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มไว้ได้เช่นกัน นอกจากนี้พินิจ นิลพานิชย์ และคณะ (2548) ยังได้ทำการทดลองเพื่อรักษาคุณภาพแป้งข้าวสาลีในโรงเก็บ โดยการรมแป้งข้าวสาลีในตู้รมยาด้วยฟอสฟีนอัตรา 1 g/m^3 และเปิดตู้รมยาหลังจากระยะเวลาการรมนาน 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน ส่วนกลุ่มควบคุมเปิดตู้รมยาหลังจากปิดไว้ 7 วัน ผลการทดลองพบว่าก่อนทำการรมยา พบตัวเต็มวัยมอดแป้งที่มีชีวิตเข้าทำลายแป้งข้าวสาลีจำนวนเล็กน้อยใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม แต่หลังจากรมด้วยสารฟอสฟีนตามระยะเวลาที่กำหนด จะพบแต่ตัวตายของมอดแป้งโดยไม่พบตัวที่มีชีวิตเลย แต่เมื่อเปิดตู้รมยาที่ครบกำหนดการรมแล้วตรวจนับมอดแป้งหลังจากการเปิดตู้รมยาเป็นเวลา 60 วัน จะพบมอดแป้งเข้าทำลายแป้งข้าวสาลีเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าฟอสฟีนมีข้อจำกัดในการใช้งานคือ ต้องใช้เวลาในการรมนานกว่าเมทิลโบรไมด์ ฟอสฟีนนี้จึงมีผลต่อการเจริญและการพัฒนาความต้านทานของตัวเต็มวัยทำให้ตัวเต็มวัยเกิดความต้านทานฟอสฟีน (Chaudhry, 1995; Bell and Wilson, 1995) และเมื่อใช้ฟอสฟีนที่มีความเข้มข้นสูงจะมีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Sinitsuang and Nakakita, 1985) แต่ไพฑูรย์ อุไรพงศ์ และคณะ (2531) พบว่า การรมเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยฟอสฟีนที่อัตรา 2.0 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรเป็นเวลา 7 วัน แล้วคลุมผ้าพลาสติกปิดไว้ตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน สามารถลดความเสียหายจากการทำลายของแมลงได้ดีและไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว

2.3 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบสลับซับซ้อน เป็นน้ำมันที่พืชผลิตขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ เช่น เมล็ด ดอก ใบ ผล เปลือก ลำต้น หรือแม้แต่รากและเหง้า เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีอ่อนๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ และเมื่อได้รับความร้อน น้ำมันจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น โดยกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจะมีสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในแต่ละชนิด (ปิยเนตร ไทยภักดี. 2549 ; นิติกรณ์ เผือกบัวขาว. 2554)

2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ปิยเนตร ไทยภักดี (2549) ; นิติกรณ์ เผือกบัวขาว (2554) รายงานว่าโดยทั่วไปน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะมีสารประกอบทางเคมีตั้งแต่ 50-500 ชนิด โดยองค์ประกอบทางเคมีแต่ละชนิดจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยสามารถแยกเป็นกลุ่มของสารได้เป็น 7 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีฤทธิ์ในการบำบัดที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

1) กลุ่มแอลกอฮอล์ (alcohols)

สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อโรค ต้านไวรัส ลดความเครียด ได้แก่ ลินาลอล (linalool) ซิโทรเนลลอล (citronellol) เยอรานิออล (geraniol) เมนทอล (menthol) นีรอล (nerol)

2) กลุ่มแอลดีไฮด์ (aldehydes)

สารในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการระงับประสาท ลดความเครียด ลดการอักเสบ ขยายหลอดเลือด และมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค ได้แก่ ซิทรัล (citrol) ซิโทรเนลแลล (citronellal) นีแรล (neral)

3) กลุ่มเอสเทอร์ (esters)

มีคุณสมบัติระงับประสาท สงบอารมณ์ ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดการอักเสบ และต้านการเจริญเติบโตของเชื้อรา ได้แก่ ลิแนลลิลอะซีเทต (linalyl acetate) เจอร์แรนิลอะซีเทต (geranyl acetate) โบมิลอะซีเทต (bomyl acetate)

4) กลุ่มคีโตน (ketones)

สารคีโตนมีคุณสมบัติช่วยขยายหลอดลม ละลายเสมหะ เสริมสร้างเนื้อเยื่อ และลดการอักเสบ ได้แก่ แจสโมน (jasmine) เฟนโชน (fenchone) คาร์โวน (carvone) เมนโทร (menthone)

5) กลุ่มออกไซด์ (oxides)

สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการขับเสมหะ ละลายเสมหะ ที่สำคัญได้แก่ ซินีออล (cineol) นอกจากนั้นเป็นสารที่มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ ลินาลออลออกไซด์ (linalool oxide)

6) กลุ่มฟีนอล (phenols)

มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย กระตุ้นประสาท และภูมิต้านทานของร่างกาย ได้แก่ ยูจีนอล (eugenol) ไทมอล (thymol) คาร์วาครอล (carvacrol)

7) กลุ่มเทอร์ฟีน (terpenes)

สารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อ ได้แก่ แคมฟีน (camphene) คาดินีน (cadinene) ซีดรีน (cedrene) ไดเพนทีน (dipentene) เทอร์พินีน (terpinene) ซาบินีน (sabinene) มายครีน (mycrene)

2.3.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

จากการศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชพบว่าสามารถทำได้ 5 วิธี คือ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2545 ; ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ. 2550 ; ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2547 ; รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547)

1) การกลั่น (Distillation) หลักการคือ การใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช โดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ซึ่งความร้อนทำให้สารละลายออกมากลายเป็นไอปนกับน้ำร้อนหรือไอน้ำ เทคนิคที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยมี 3 วิธี ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การกลั่นด้วยน้ำ (water distillation and hydro-distillation) ถือว่าเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย โดยให้พืชจุ่มอยู่ในน้ำเดือดทั้งหมดตลอดระยะเวลาในการกลั่น

- การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) การกลั่นวิธีนี้จะนำพืชไปไว้บนตะแกรงเหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น เมื่อน้ำเดือดไอน้ำจะลอยตัวผ่านตัวอย่างพืช เป็นการกลั่นที่สะดวกที่สุด

- การกลั่นด้วยไอน้ำ (direct stream distillation) วิธีนี้ตัวอย่างพืชจะวางอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่นที่ไม่มีน้ำ โดยจะใช้ไอน้ำจากภายนอกซึ่งใช้ความดันสูงกว่าบรรยากาศส่งไปตามท่อใต้ตะแกรง จากนั้นไอน้ำจะถูกส่งผ่านขึ้นไปถูกกับตัวอย่างพืชบนตะแกรง แต่ไอน้ำต้องมีปริมาณที่เพียงพอในการช่วยให้น้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืช

2) การสกัดด้วยไขมันเย็น (Enfleurage) ส่วนใหญ่วิธีนี้ใช้กับน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกลีบดอกไม้ และสามารถเก็บความหอมได้นานโดยการใช้ไขมันหรือน้ำมันไม่ระเหยไม่มีกลิ่นมาเป็นตัวดูดซับที่เป็นแผ่นบางๆมาวาง จากนั้นจึงนำกลีบดอกไม้มาวางบนตัวดูดซับเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงเปลี่ยนกลีบดอกไม้ ทำไปเรื่อยๆจนกว่าตัวดูดซับจะดูดซับน้ำมันหอมระเหยไว้มากพอ จึงนำตัวดูดซับมาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยด้วยแอลกอฮอลล์

3) การสกัดด้วยไขมันร้อน (Maceration) โดยการเตรียมไขมันให้ร้อนที่ประมาณ 80 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างพืช เช่น ดอกกุหลาบ หรือดอกส้ม เป็นต้น ลงไปแช่ไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วทำให้เย็น จากนั้นอุ่นให้ร้อนต่ออีกครั้ง เพื่อกรองและล้างไขมันที่ติดอยู่ด้วยน้ำอุ่นด้วยผ้ากรองพร้อมกับบีบผ้ากรอง ซึ่งชั้นของน้ำและไขมันจะแยกกัน ไขมันร้อนที่มีกลิ่นน้ำมันหอมระเหย เรียกว่า ปอมแดง จากนั้นจึงใช้แอลกอฮอล์มาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยออกแบบเดียวกับวิธีสกัดไขมันเย็น

4) การสกัดด้วยตัวทำละลายระเหยง่าย (Solvent extraction) ตัวทำละลายที่นิยมมากที่สุด คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ ส่วนตัวอื่นๆ เช่น อะซิโตน เมทานอล เอทานอล เป็นต้น ซึ่งวิธีนี้จะควบคุมอุณหภูมิไม่เกิด 50 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับการกลั่นที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงที่อาจทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลง แต่วิธีนี้จะมีต้นทุนที่สูงกว่าการกลั่น

5) การสกัดโดยการบีบหรืออัด (Cold press method) ใช้กับตัวอย่างพืชที่ใช้กับวิธีการกลั่นไม่ได้เนื่องจาก องค์ประกอบถูกทำลายง่ายเมื่อโดนความร้อน เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม โดยหั่นตัวอย่างพืชเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำเข้าเครื่องบีบหรืออัด ซึ่งวิธีบีบที่นิยมคือ วิธีเอกคิวเอล (ecuelle method) และน้ำมันที่ได้มาเรียกว่า น้ำมันดิบ

6) การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติ (Supereritical carbondioxcide extraction) เป็นเทคนิคที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ ที่ใช้ได้ผลดีและยังช่วยลดมลพิษในบรรยากาศได้อีกด้วย เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติเป็นของไหล มีคุณสมบัติใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้ในสภาวะอุณหภูมิห้อง เพราะคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนจากของไหลเป็นก๊าซที่มีกลิ่นหอมที่ได้จากดอกไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สมุนไพรที่ใช้ในการทดสอบกับแมลงศัตรูในโรงเก็บ

สำหรับพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บอาจมีหลายชนิด ในที่นี้ขอกล่าวเพียง 4 ชนิด ได้แก่ กานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก โดยมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สรรพคุณทางยา และองค์ประกอบทางเคมีของพืชแต่ละชนิดดังนี้ (นิจศิริ เรืองรังสี และพยอม ตันติวัฒน์. 2552 ; นวลพรรณ พงศ์วุฒิ. 2551 ; จิตระพี บัวผัน. 2548 ; สมสุข มัจฉาชีพ. 2534 ; วันทนี สว่างอารมณ์. 2542)

2.4.1 กานพลู (ภาพที่ 2.4.1)

ชื่อสามัญ Clove

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Syzygium aromaticum* (L.)

วงศ์ Myrtaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ กานพลูเป็นพืชพื้นเมืองของหมู่เกาะ Molucca กานพลูเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ที่แตกกิ่งก้านสาขาเป็นระเบียบ ใบออกตรงข้ามและมีจุดของต่อน้ำมัน ใบยาวเรียวสีเขียวเข้ม และเป็นมัน ดอกเมื่อยังอ่อนมีสีเขียว แต่เมื่อแก่มีสีแดงเข้ม (crimson) ช่อดอกเป็นแบบปลายตัดส่วนยอดของดอกอยู่ในระดับเดียวกัน ช่อดอกออกที่ยอดของลำต้นหรือกิ่ง การเก็บดอกมาใช้เป็นเครื่องเทศหรือยานิยมเก็บเมื่อดอกยังตูมอยู่ คือตอนที่เริ่มเปลี่ยนสีขาวสีเขียวเป็นแดง กานพลูชอบอากาศร้อนและความชื้นสูง ต้องปลูกในที่ใกล้ทะเลจึงจะเจริญงอกงามดี

สรรพคุณ กานพลูช่วยย่อยอาหาร แก้ท้องเสีย ลำไส้อักเสบ โดยเฉพาะในเด็กกินหลังอาหารแก้คลื่นไส้ อาเจียน ใช้เป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่นอาหารหลายชนิด เช่น ไส้กรอก หมูแฮม น้ำมันกานพลูมีฤทธิ์ทำให้ชาเฉพาะที่ ใช้ใส่ฟันเป็นรูเพื่อระงับการปวดฟัน ใช้เป็นส่วนผสมในยาอมกลั้วคอ

สารสำคัญ มีน้ำมันหอมระเหยอยู่ 14-20% gallotannic 10-13% สารอื่นๆที่พบคือ triterpene acid, oleanolic acid, vanillin สารจำพวก chromone น้ำมันกานพลูประกอบด้วย eugenol 70-90% eugenolacetate และ caryophyllene

2.4.2 ตะไคร้บ้าน (ภาพที่ 2.4.2)

ชื่อสามัญ Lemon grass

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)

วงศ์ Gramineae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ตะไคร้บ้านเป็นพืชล้มลุกจำพวกหญ้า ขนาดสูงประมาณ 60 cm ใบแตกออกเป็นกอยาวแคบ ใบมีกลิ่นหอม ลำต้นส่วนที่อ่อนจะมีใบเรียงซ้อนสลับกันแน่นมาก ใบมีกาบใบเป็นแผ่นยาวโอบซ้อนกันจนดูแข็ง คล้ายลำต้น ดอกเป็นช่อยาวมาก ช่อดอกย่อยมีก้านออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คู่ๆ ใบแต่ละคู่จะมีใบประดับรองรับ ซึ่งจะเห็นดอกตะไคร้บ้านยากมาก เพราะขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ

สรรพคุณ ทั้งต้นรักษาโรคหืด แก้ปวดท้อง ขับปัสสาวะ บำรุงธาตุ ขับเหงื่อ หัวรักษาเกื้อน แก้ท้องอืด เฟ้อ นิ่ว ลดความดัน ใบสดช่วยลดความดันโลหิตสูง แก้ไข้ รากแก้ปวดท้อง ท้องเสีย ต้นขับลม ช่วยทำให้เจริญอาหาร โรคทางเดินปัสสาวะ และช่วยดับกลิ่นคาวอาหาร

สารสำคัญ เมื่อนำตะไคร้บ้านมากลั่นด้วนไอน้ำจะให้น้ำมันระเหย ซึ่งเรียกว่า Lemongrass oil จะประกอบไปด้วยสาร citral ประมาณ 80% และพบ myrcene, terpeneol, geraneol, Nerol, farnesol, citronellol, linolool, citronellal, farnesol

2.4.3 จันทร์แปดกลีบ (ภาพที่ 2.4.3)

ชื่อสามัญ Star anise

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Illicium verum* Hook.f.

วงศ์ Illiciaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ จันทร์แปดกลีบ เป็นพืชยืนต้นที่มีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก โดยมีอายุประมาณ 80-100 ปี ใบเดี่ยวรูปไข่ ปลายใบ และโคนใบแหลม ขอบใบเรียว ใบเขียวตลอดปี ออกดอกเป็นดอกเดี่ยวสีขาวหรือสีแดง ผลเป็นรูปดาว ผลมีพู 5-13 พู แต่ส่วนมากมักมี 8 พู เมล็ดรูปไข่แบน มีสีน้ำตาลเป็นเงาเรียบ แต่ละพูมี 1 เมล็ด ผลของจันทร์แปดกลีบ ญี่ปุ่น มีสีและขนาดเล็กกว่าจันทร์แปดกลีบ จีน รสเปรี้ยวและเป็นพิษมาก

สรรพคุณ มีฤทธิ์ขับลม ขับเสมหะ เป็นส่วนผสมของยาแก้ไอและยาอม methyl eugenol ที่สกัดได้จากใบเบย์ และ West Indian Bay มีฤทธิ์ระงับความเจ็บปวด และก่อให้เกิดการเสพติดในหนู น้ำมันหอมระเหยออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และเชื้อรา ทำให้หัวใจเต้นช้าและความดันโลหิตในสัตว์ทดลองต่ำ ยาพื้นบ้านใช้เป็นยาขับน้ำดี ขับลมและเหงื่อ ประโยชน์อื่นๆคือ เป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่นอาหารโดยเฉพาะพะโล้ ใช้กลบกลิ่นยาและเครื่องสำอาง แต่งกลิ่นยาสีฟัน เครื่องหอม สบู่ ครีม เป็นต้น

สารสำคัญ สารสำคัญที่พบในผลจันทร์แปดกลีบ ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 5 เป็นสาร *t*-anethole, estragole, cineole และอื่นๆ

2.4.4 เทียนข้าวเปลือก (ภาพที่ 2.4.4)

ชื่อสามัญ Dill

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Anethum graveolens* Linn.

วงศ์ Umbelliferae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ผลแห้ง รูปขอบขนาน ด้านข้างค่อนข้างแบน ไม่มีขน ผิวเรียบ เมล็ดหรือซีกผลมีลักษณะด้านนอกนูน ด้านในที่ประกบกันของเมล็ดหรือด้านแนวเชื่อมค่อนข้างแบนหรือเว้าเล็กน้อย ด้านที่นูนมีสันตามแนวยาวของเมล็ดจำนวน 3 เส้นด้านแนวเชื่อม 2 เส้น สันมีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
132331

ยื่นนูนจากผิวเด่นชัด เมล็ดมีสีน้ำตาล ขนาดกว้าง 1.1-2.5 mm ยาว 3.6-8.4 mm. ผลมักไม่ค่อยแตกเป็น 2 ซีก ทำให้ดูคล้ายข้าวเปลือก แต่ก็มีบ้างที่อาจแตกเป็น 2 ซีก ภายในแต่ละซีกมีเมล็ด 1 เมล็ด ทำให้ดูเหมือนแกลบ เมื่อบดเป็นผงมีสีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลอมเขียว กลิ่นหอมเฉพาะตัว รสหวาน และเผ็ดร้อน

สรรพคุณ ใช้เป็นยาบำรุงกำลัง ขับผายลม ขับเสมหะ แก้ชีพจรอ่อนหรือพิการ แก้นอนสะดุ้ง แก้คลั่ง แก้เส้นศูนย์กลางท้องพิการ การใช้ตามเภสัชตำรับและการแพทย์แผนเดิม ใช้ขับลม อาหารไม่ย่อย เบื่ออาหาร ลำไส้อักเสบในเด็ก ขับปัสสาวะ กระตุ้นความอยากอาหาร แก้ไอ ละลายเสมหะและขับเสมหะ

สารสำคัญ น้ำมันระเหยง่ายร้อยละ 1.5-8.6 เรียกว่า น้ำมันเทียนข้าวเปลือก น้ำมันนี้มี trans-anethole อยู่ในปริมาณสูง นอกนั้นมี fenchone, estragole (methyl chavicol), limonene, camphene, alpha-pinene, anisic acid, anisic aldehyde สารกลุ่มคูมาริน เช่น umbelliferone สารกลุ่ม flavonoid เช่น quercetin-3-glucurunide, rutin, isoquercitrin, quercetin-3-arabinoside

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4.1 กานพลู (Clove Tree, *Syzygium aromaticum* (L.))

ภาพที่ 2.4.2 ตะไคร้บ้าน (Lemongrass, *Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4.3 จันทร์แปดกลีบ (Star anise, *Illicium verum* Hook.f.)

ภาพที่ 2.4.4 เทียนข้าวเปลือก (Dill, *Anethum graveolens* Linn.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ

เบญจมาภรณ์ ฤทธิ์ไธสง (2545) รายงานการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากผกากรอง กระทือ และน้ำมันสะเดา ต่อด้วงงวงข้าวโพดในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยนำเมล็ดข้าวโพดที่มีไข่ด้วงงวงข้าวโพดมาคลุกด้วยน้ำมันหอมระเหยที่ระดับความเข้มข้นต่ำ แล้วปล่อยให้ด้วงงวงข้าวโพดพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัย พบว่า น้ำมันหอมระเหยมีผลทำให้อัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนด้วงงวงข้าวโพดต่ำกว่าตัวอ่อนด้วงงวงข้าวโพดที่ไม่ได้รับสาร โดยเฉพาะในช่วงระยะการพัฒนาจากไข่เป็นตัวหนอน ผลระยะยาวต่อการพัฒนาการของด้วงงวงข้าวโพด พบว่า น้ำมันสะเดามีผลในการยับยั้งการวางไข่ และการฟักไข่ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากผกากรอง และกระทือ โดยมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิเท่ากับ 11.76, 22.05 และ 29.14 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 อย่างมีนัยสำคัญ

Bouda, H. et.al. (2001) รายงานการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากสาบแร้งสาบกา สาบเสือ และผกากรอง ต่อด้วงงวงข้าวโพด โดยนำเมล็ดข้าวโพดคลุกกับน้ำมันหอมระเหยจากสาบแร้งสาบกาที่ความเข้มข้น 0.013, 0.025, 0.25 และ 0.50% (ปริมาณต่อน้ำหนัก) ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากสาบเสือและผกาผกรอง ที่ความเข้มข้น 0.063, 0.125, 0.25 และ 0.50% (ปริมาณต่อน้ำหนัก) แล้วนำไปเลี้ยงด้วงงวงข้าวโพดตัวเต็มวัยที่มีอายุ 27 วัน พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกสาบแร้งสาบกา มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากผกากรอง และสาบเสือ โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.09, 0.16 และ 6.78% ตามลำดับ

Khattak, M.K. et.al. (2001) รายงานการศึกษาระดับความเป็นพิษของน้ำมันสะเดา ที่เจือจางในอะซีโตน ต่อการสืบพันธุ์ของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky)) และแตนเบียนมอด (*Anisopteromalus calandrae* (Howard)) พบว่า น้ำมันสะเดาที่ความเข้มข้น 100, 1,000 และ 10,000 ppm ไม่มีผลต่อการอยู่รอดของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด อย่างไรก็ตามที่ความเข้มข้น 1,000 และ 10,000 ppm ทำให้การวางไข่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ขณะที่รุ่น F_1 มีการสืบพันธุ์ตามปกติ

Keita, S.M. et.al. (2001) รายงานการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา และโหระพาช้าง ต่อตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว ในปริมาณ 25 µl นาน 12 ชั่วโมง พบว่า ด้วงถั่วเขียวในน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา โหระพาช้าง และกลุ่มควบคุม มีอัตราการตายที่ 80, 70 และ 0% ตามลำดับ อีกทั้งยังพบว่า เพศผู้มีอัตราการตายสูงกว่าเพศเมีย การใช้น้ำมันหอมระเหยในรูปแบบผงกับตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบค่า LD_{50} ของโหระพา และโหระพาช้างเท่ากับ 65 และ 116 µl/g ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา และโหระพาช้างที่ความเข้มข้น 30 µl ทำให้มีอัตราการฟักไข่ 3 ถึง 5% ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมมีอัตราการฟัก 95% และเมื่อนำเมล็ดพืชที่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยที่เก็บรักษานาน 3 เดือน มาทดสอบการงอกของเมล็ดพืช พบว่า อัตราการงอกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Lee, S.E. et.al. (2001) รายงานการศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากสะระแหน่จีนต่อด้วงงวงข้าว ซึ่งประกอบด้วย menthol 63.2% linalool 0.2% พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากสะระแหน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีนมีผลต่อด้วงงวงข้าว โดย menthol มีประสิทธิภาพสูงสุดและมีค่า LC_{50} เท่ากับ 12.7 µl/L air รองลงมาคือ linalool มีค่า LC_{50} เท่ากับ 39.2 µl/L air และα-pinene มีค่า LC_{50} เท่ากับ 54.9 µl/L air ซึ่งจากการศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของอะเซตทิลโคลินเอสเทอเรส Acetylcholinesterase inhibitor (AChEI) ในด้วงงวงข้าว พบว่า menthol ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ AChEI น้อยกว่า menthol 9 เท่า แต่ทำให้อัตราการตายของด้วงงวงข้าวสูงกว่า menthol 8.1 เท่า

Isichaikul, S. et.al. (2002) รายงานการศึกษาความเป็นพิษในรูปแบบของสารรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบ ยูคาลิปตัส ต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ 3 ชนิด คือ มอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด และด้วงถั่วเขียว พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสมีความเป็นพิษต่อมอดแป้งมากกว่าด้วงงวงข้าวโพด และด้วงถั่วเขียว จากการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสด้วยเครื่อง GC พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสในฤดูฝนและหนาว มีองค์ประกอบหลักแตกต่างกัน โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสฤดูฝนมีความเป็นพิษสูงกว่าน้ำมันที่ได้จากความเป็นพิษฤดูหนาว โดยค่า LC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสในฤดูฝนของมอดแป้ง ด้วงถั่วเขียว และด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 2.28, 5.95 และ 14.83 และจากน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสในฤดูหนาวมองมอดแป้ง ด้วงถั่วเขียว และด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 8.69, 10.93 และ 16.9 µl/L air ตามลำดับ ขณะที่ LC_{95} ในฤดูฝนเท่ากับ 7.89, 19.68 และ 28.36 และฤดูหนาวเท่ากับ 23.00, 18.93 และ 34.78 µl/L air ตามลำดับ โดยความเป็นพิษที่เกิดจากน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสในฤดูฝนเป็นการออกฤทธิ์ร่วมกันของ g-terpinene, Limonene และ Paraxylene ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสในฤดูหนาวเกิดจากการออกฤทธิ์ของ 1,8 cincol เพียงชนิดเดียว

Lee, S. et.al. (2003) รายงานว่าสารในกลุ่มโมโนเทอร์พีนอยด์ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้เป็นสารรมควัน โดยทดสอบกับด้วงงวงข้าว มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย แมลงวันบ้าน และแมลงสาบเยอรมัน พบว่า ซีนิโอล แอล-เฟนโคน และพูลีโจน ที่ความเข้มข้น 50 µg/ml air สามารถทำให้แมลงทั้ง 5 ชนิดตายเป็น 100%

Paranagama, P. et.al. (2003) รายงานการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด คือ ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม อบเชยเทศ ขิง และหอมแขก ต่อการวางไข่และการแพร่พันธุ์ของด้วงถั่วเขียว พบว่าน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิดมีผลในการยับยั้งการวางไข่และการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย โดยตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมมีผลต่อการวางไข่ และการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยมากกว่าขิง อบเชยเทศ และหอมแขก โดยด้วงถั่วเขียวที่ได้รับน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ขิง และอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 10-160 mg มีอัตรการวางไข่น้ำกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้ด้วงถั่วเขียวจะไม่มีการวางไข่เมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้หอม ของ ตะไคร้บ้าน และอบเชย ที่ความเข้มข้น 40, 40, 80 และ 160 mg ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากหอมแขกมีผลต่อการวางไข่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tripathi, A.K. et.al. (2003) รายงานการศึกษาผลของดี-ลิโมนีนต่อแมลงศัตรูโรงเก็บ 3 ชนิด คือ มอดข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าว และมอดแป้ง โดยวิธีการสัมผัสตาย และการเป็นสารรม ต่อการยับยั้งการวางไข่ การเจริญเติบโต และการกินของแมลงทั้ง 3 ชนิด พบว่าความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของ d-Limonene มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันในแมลงทั้ง 3 ชนิด แต่มอดข้าวเปลือกมีความไวต่อการเป็นพิษจากการรมมากกว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ d-Limonene พบว่าทำให้การวางไข่ของมอดแป้งลดลง โดยที่ความเข้มข้น 2.14 mg/cm^2 สามารถลดการวางไข่ได้สูงถึง 92.3% และลดอัตราการฟักไข่ถึง 94.5% นอกจากนี้ยังทำให้หนอนและตัวเต็มวัยตายทั้งหมด และที่ความเข้มข้น 60 mg/g organic selenium มีผลในการยับยั้งการกินอาหารของแมลงทั้ง 3 ชนิดได้เป็น 87.7-96.8 %

Ketoh. G.K. et.al. (2005) รายงานการศึกษาผลการตกค้างของน้ำมันหอมระเหยต่ออัตราการรอดการแพร่พันธุ์ของด้วยถั่วเขียว รวมทั้งความสามารถในการงอกของเมล็ดถั่วเขียว โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม โหระพา พบว่าเมล็ดถั่วเขียวจะดูดซับน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน หลังการรมทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดแห้ง และนำไฟเก็บที่อุณหภูมิ 20, 30 และ 50 องศาเซลเซียส หลังการรม 72 ชั่วโมง โดยด้วงถั่วเขียวมีอัตราการตายน้อยกว่า 50% ทั้งในกลุ่มที่เมล็ดถั่วเขียวผ่านการรม และกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังไม่มีผลต่อการวางไข่ของด้วงถั่วเขียว และการงอกของเมล็ดถั่วเขียวอีกด้วย

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ และคณะ (2554) รายงานการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าสดของพืชตระกูลขิง 3 ชนิด ในการเป็นสารไล่ต่อด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งโดยการทดสอบในจานทดสอบแบบให้เลือกแก่แมลง พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ต่อด้วงงวงข้าวโพดคือ ว่านขมิ้น(91.5%) ดีที่สุด รองลงมาคือกระทือดวาย (89.4%) และข่าลิง(78.1%) สำหรับน้ำมันหอมระเหยที่สามารถไล่มอดแป้งได้ดีที่สุดคือ ข่าลิง(97.4%)

และจากรายงานของ Taylor-Hough, D. (2010) รายงานว่าสารไล่แมลงจากธรรมชาตินั้นสามารถไล่และป้องกันแมลงชนิดต่างๆได้ในเวลาสั้น แต่มีความปลอดภัยกว่าการใช้สารไล่แมลงจากสารเคมีสังเคราะห์ โดยสารไล่แมลงจากธรรมชาติที่พบเห็นในปัจจุบัน เช่น สารไล่ยุงหรือป้องกันยุงกัดจากน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม โรสเจอราเนียม ที่มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงสูง แต่ในการนำน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติมาใช้เป็นสารทาไล่แมลงนั้น ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะอาจมีผลทำให้เกิดการแพ้ต่อผิวหนังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงศัตรูในโรงเก็บเพื่อใช้ในการทดลอง

1. ตัวเต็มวัยมอดแป้ง มอดห้วป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด เพื่อนำมาคัดแยกใช้เป็นพ่อ-แม่พันธุ์
2. กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 19x28x10 cm (ภาพที่ 3.1.1)
3. ข้าวกล้องหอมมะลิ
4. พู่กัน เข็มเขี่ยสำหรับเขี่ยแมลง
5. กรงเลี้ยงแมลง

3.1.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง

1. เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) ยี่ห้อ LabHEAT ขนาด 5 L (ภาพที่ 3.1.2)
2. ขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 5 L
3. ชิ้นส่วนของพืชสมุนไพรที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยเบื้องต้นมีทั้งหมด 22 ชนิด ได้แก่ กานพลู ยูคาลิปตัส อบเชย มะนาว ส้มโอ มะกรูด ส้มเขียวหวาน ข่า ขิง ไพล กระวาน ขมิ้นชัน พลู พริกไทย ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา ประดู่ควาย จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง สาบเสือ และเทียนข้าวเปลือก (ตารางที่ 3.1)
4. น้ำกลั่น
5. ลูกแก้ว
6. ขวดสีชา

3.1.3 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง

1. เอธิลแอลกอฮอล์ 95%
2. น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัด (ภาพที่ 3.1.3)
3. ออโตปิเปต (autopipette)
4. ขวดสีชา

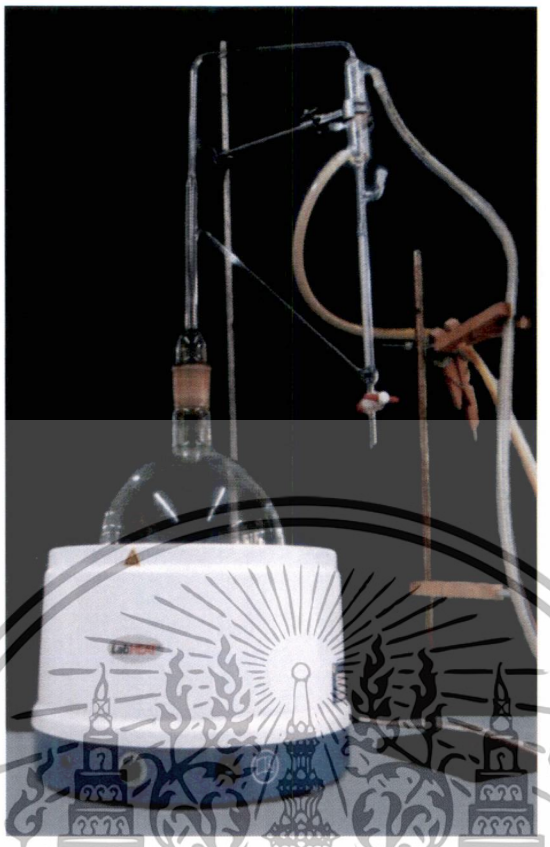
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การทดลองประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตาย และการไล่ของมอดแป้ง มอดห้วป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด

1. ตัวเต็มวัยมอดแป้ง มอดห้วป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด
2. น้ำมันหอมระเหยจากพืชจำนวน 22 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ
3. ข้าวกล้องหอมมะลิ
4. พู่กัน เข็มเขี่ยสำหรับเขี่ยแมลง
5. ขวดทดสอบสีชาและฝาขนาด 40 ml
6. จานแก้วทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm
7. กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1
8. กล่องทดสอบขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 5.5 x 7.5 x 2.7 cm
9. ถุงผ้าทดสอบบรรจุข้าวสารขนาด 0.250, 0.500, 0.750 และ 1 kg
10. เครื่อง Knockdown chamber
11. ออโตปิเปต (autopipette)
    - ออโตปิเปตขนาด 20-200 µl
    - ออโตปิเปตขนาด 100-1,000 µl
    - ออโตปิเปตขนาด 0.5-5 ml
    - ออโตปิเปตขนาด 1-10 ml

ภาพที่ 3.1.1 กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 19x28x10 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1.2 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำยี่ห้อ LabHEAT ขนาด 5 L

ภาพที่ 3.1.3 น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ได้ผ่านการสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูในโรงเก็บ

การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง ทำได้โดยการเก็บรวบรวมตัวอย่างข้าวและรำละเอียด ตามมุมและซอกอาคารของโรงสีข้าว เมื่อได้ตัวอย่างข้าวและรำละเอียดแล้ว นำมาทำการคัดแยกตัวเต็มวัยที่ติดมากับข้าวและรำละเอียด ออกมาใส่กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 19x28x10 cm โดยเลี้ยงมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) มอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky)) ด้วยจมูกข้าว : ยีสต์ : อาหารหนูบดละเอียดในอัตราส่วน 4 : 4 : 1 เมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิบด ข้าวเปลือก และรำข้าว ตามลำดับ ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นปล่อยให้ตัวเต็มวัยที่คัดแยกไว้ทำการผสมพันธุ์และวางไข่ประมาณ 1 สัปดาห์ และทำการคัดแยกตัวเต็มออกอีกครั้งทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ จนได้ตัวเต็มวัยรุ่นใหม่ แล้วจึงนำตัวเต็มวัยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาใช้ในการทดสอบส่วนหนึ่ง อีกส่วนทำการเพาะเลี้ยงต่อไป

3.2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

สกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 22 ชนิด (ตารางที่ 3.1) ด้วยเครื่องสกัดน้ำมันโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) (ภาพที่ 3.1.3) โดยนำชิ้นส่วนของพืชสมุนไพรที่ใช้ในการสกัดมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆปริมาณพอเหมาะ แล้วใส่ในขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 5 L เติมน้ำให้พอท่วมชิ้นส่วนพืช เปิดเครื่องกลั่นด้วยน้ำจนน้ำเดือด เมื่อไอน้ำมันหอมระเหยที่ระเหยออกมา ผ่านเครื่องควบแน่น (condenser) จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำมันหยดลงในส่วนรองรับน้ำมันหอมระเหย (receiver) ต้มทิ้งไว้ประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วจึงปิดเครื่องกลั่น ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วไขส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ในภาชนะทึบแสง ในตู้เย็นอุณหภูมิ 12°C เพื่อใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 3.1 ชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

วงศ์ / ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ส่วนของพืชที่ใช้
MYRTACEAE		
1. *Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry	กานพลู	ดอก
2. *Eucalyptus globulus* Labill.	ยูคาลิปตัส	ใบ
LAURACEAE		
3. *Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet	อบเชย	ใบ
RUTACEAE		
4. *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle	มะนาว	เปลือก
5. *Citrus maxima* (Burm.f.) Merr.	ส้มโอ	เปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. *Citrus hystrix* DC.	มะกรูด	เปลือก
7. *Citrus reticulata* Blanco	ส้มเขียวหวาน	เปลือก
ZINGIBERACEAE		
8. *Alpinia galangal* Linn.	ข่า	ราก
9. *Zingiber officinale* Roscoe	ขิง	ราก
10. *Zingiber cassumunar* Roxb	ไพล	ราก
11. *Amomum krervanh* Pierre	กระวาน	ราก
12. Curcuma longa Linn.	ขมิ้นชัน	ราก
PIPERACEAE		
13. *Piper betel* Linn.	พลู	ใบ
14. *Piper nigrum* Linn.	พริกไทย	เมล็ด
GRAMINEAE		
15. *Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)	ตะไคร้บ้าน	ใบ
16. *Cymbopogon nardus* Rendle	ตะไคร้หอม	ใบ
LABIATAE		
17. *Ocimum basilicum* Linn.	โหระพา	ใบ
SAPINDACEAE		
18. *Sapindus emarginatus* Wall.	ประคำดีควาย	เมล็ด
ILLICIACEAE		
19. *Illicium verum* Hook.f.	จันทร์แปดกลีบ	ดอก
ASTERACEAE		
20. *Tagetes erecta* Linn.	ดาวเรือง	ใบ
COMPOSITAE		
21. *Eupatorium odoratum* Linn.	สาบเสือ	ใบ
UMBELLIFERAE		
22. *Anethum graveolens* Linn.	เทียนข้าวเปลือก	ดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง

การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 22 ชนิด โดยการนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ได้จากการสกัดด้วยเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยเรียบร้อยแล้วมาเจือจางความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่างๆด้วยตัวทำละลายเอธิลแอลกอฮอล์ 95% (95% ethanol) เพื่อใช้ในการทดลองแต่ละการทดลองต่อไป

3.2.4 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ

3.2.4.1 การคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงในโรงเก็บเบื้องต้น

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้นทั้งหมด 22 ชนิด ต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย ที่ความเข้มข้น 5 และ 10% โดยหยดน้ำมันหอมระเหยปริมาตร 20 µl ลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1 cm^2 ทิ้งไว้ให้แห้งที่ร่มอุณหภูมิห้องนาน 2 นาที แล้ววางกระดาษกรองไว้ด้านในฝาเกลียวของขวดขนาด 40 cm^3 (ภาพที่ 3.1.4) ภายในขวดบรรจุตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยจำนวนขวดละ 20 ตัว แล้วทำการปิดฝาขวดให้แน่น โดยให้ความเข้มข้นเท่ากับ 25 และ 50 µl/L air ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) รมนาน 24 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลองทั้งหมด 6 ซ้ำ และบันทึกผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง คำนวนอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตร Abbott's formula (Abbott, 1925) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

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

โดย % test mortality = เปอร์เซ็นต์ตายของตัวเต็มวัยที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหย

% control mortality = เปอร์เซ็นต์ตายของตัวเต็มวัยที่ทดสอบด้วยการทดลองเปรียบเทียบ

3.2.4.2 การศึกษาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารฆ่าแมลงในโรงเก็บ

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ กานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยแมลงในโรงเก็บจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด ที่ความเข้มข้น 1, 2, 3, 4 และ 5% โดยหยดน้ำมันหอมระเหยลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1 cm^2 ที่ปริมาตร 20 µl ทิ้งไว้ให้แห้งที่ร่มอุณหภูมิห้องนาน 2 นาที วางกระดาษกรองไว้ด้านในฝาเกลียวของขวดขนาด 40 cm^3 โดยภายในขวดบรรจุตัวเต็มวัยมอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพดจำนวนขวดละ 20 ตัว แล้วทำการปิดฝาขวดให้แน่น โดยให้ความเข้มข้นเท่ากับ 5, 10, 15, 20 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25 µl/L air ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) รมนาน 24 ชั่วโมง ทำการทดลองทั้งหมด 6 ซ้ำ และบันทึกผลการทดลอง ที่ 24 ชั่วโมง คำนวนอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตร Abbott's formula (Abbott. 1925)

3.2.4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการรูปแบบของสารไล่

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ในรูปของสารไล่ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด โดยดัดแปลงตามวิธีของดวงสมร สุทธิสุทธิ์ และคณะ. (2554) แบบมีทางเลือกในจานแก้ว (Petri-dish choice bioassay) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กับแมลงในกลุ่ม Coleloptera ทำได้โดยการนำกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman® 1) ขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง 9 cm มาตัดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน ซีกหนึ่งหยดน้ำมันหอมระเหยจำนวน 500 µl อีกซีกหนึ่งหยดตัวทำละลาย 95% ethanol ปริมาตร 500 µl ที่ความเข้มข้น 1 และ 0.1% ได้ความเข้มข้น 0.08 และ 0.008 µl/cm^2 ตามลำดับ จากนั้นทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 2 นาที ก่อนที่จะนำกระดาษกรองทั้ง 2 ส่วนมาประกบกันก่อนนำไปวางในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm (ภาพที่ 3.1.5) และนำแมลงที่จะทดสอบ ใส่ลงตรงกลางจานแก้ว วางแผนการทดลองแบบ CRD (จำนวน 10 ตัว/ซ้ำ. 3 ซ้ำ/1 การทดลอง) ทำการนับจำนวนแมลงที่พบบนแต่ละซีกของกระดาษกรองที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง และคำนวนเปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repellent Index; %RI) ตามวิธีของ Pascual-Villalobos and Robledo (1998) โดยสูตรในการคำนวณมีดังนี้

$$\%\ \text{Repellent Index (\%RI)} = \frac{[C-T]\times 100}{C+T}$$

โดย C = แมลงที่พบในกลุ่มควบคุม

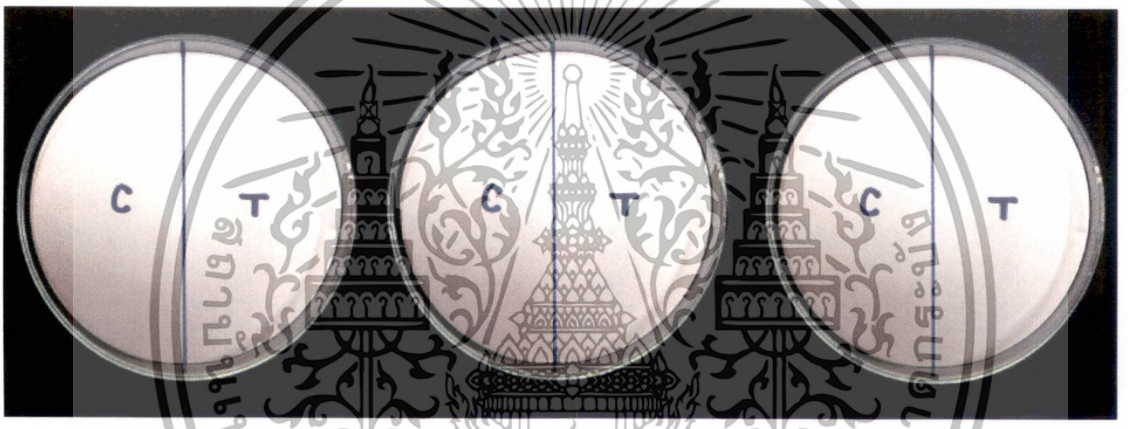
T = แมลงที่พบในสูตรน้ำมันหอมระเหย

3.2.4.4 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาพจำลองการใช้จริง

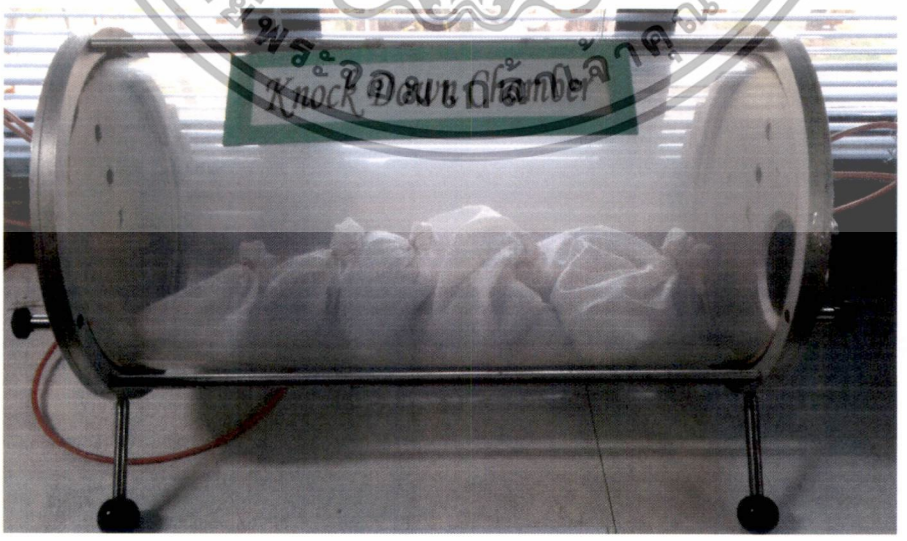
การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีระดับความเป็นพิษสูงที่สุดคือ จันทร์แปดกลีบกับแมลงทดลองทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ มอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber ด้วยถุงทดลองที่บรรจุผลิตพันธุ์กล้องหอมมะลิน้ำหนัก 0, 250, 500, 750 และ 1000 g ที่ปริมาตร 6 ml นาน 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 30, 60, 90 และ 120% ได้ความเข้มข้น 12.5, 25, 37.5 และ 50 µl/L air เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) โดยภายในถุงทดลองแต่ละถุงจะมีมอดแป้งและด้วงงวง ถุงละ 20 และ 100 ตัว ตามลำดับ รมนาน 24 ชั่วโมง ทำการตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง คำนวนอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตร Abbott's formula (Abbott, 1925)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1.4 ทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหย โดยวิธีการรมในขวดแก้วขนาด 40 cm^3



ภาพที่ 3.1.5 ทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ด้วยวิธีแบบมีทางเลือกในจานแก้ว



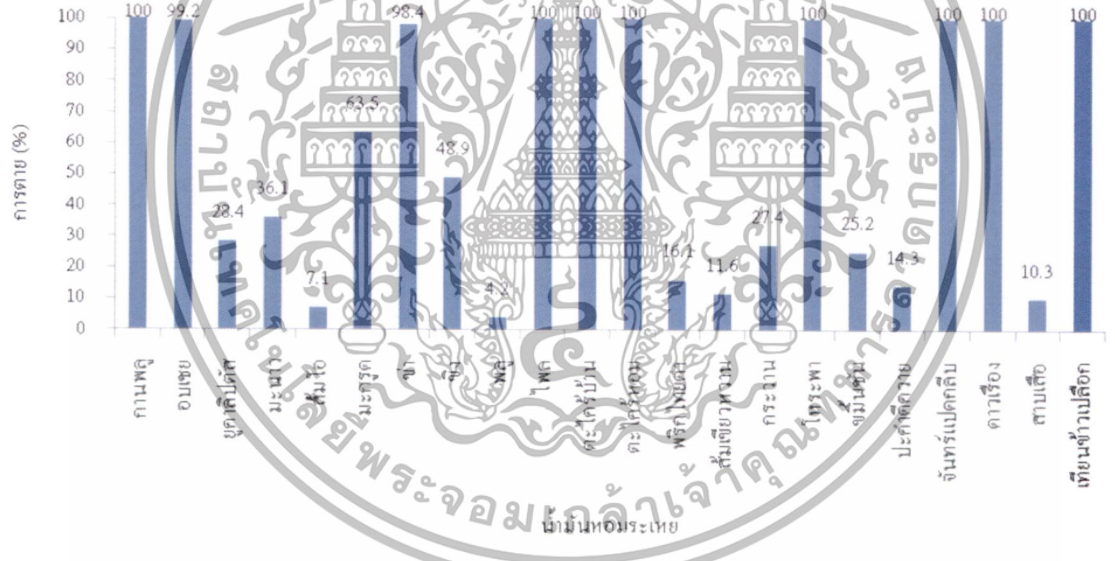
ภาพที่ 3.1.6 ทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหย โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงในโรงเก็บเบื้องต้น

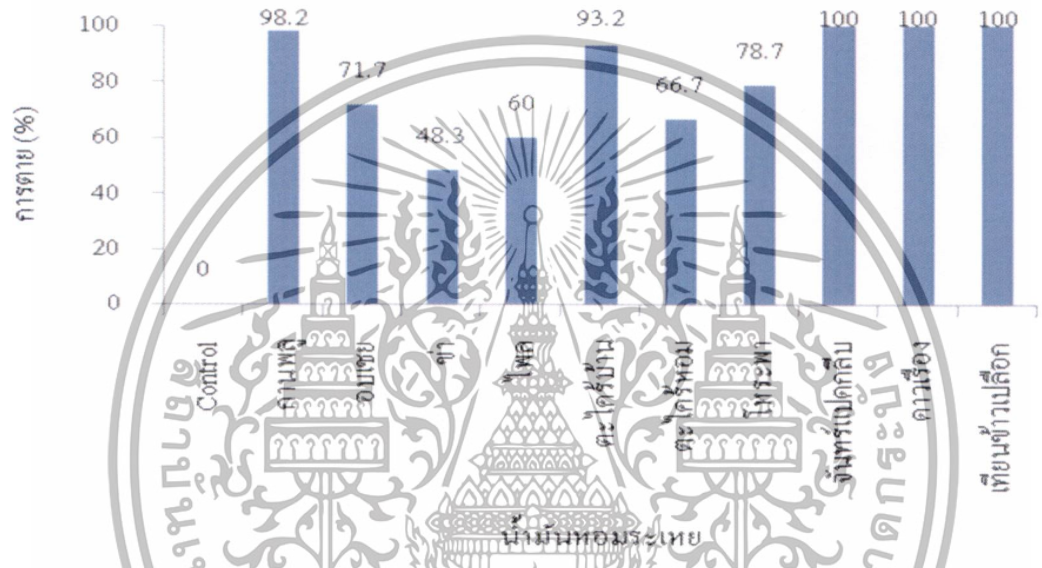
จากทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้นทั้งหมด 22 ชนิด ต่อมอดฟันเลื่อย ที่ความเข้มข้น 50 และ 25 µl/L air เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืช 10 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ข่า ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก ที่ความเข้มข้น 50 µl/L air มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าไม่แตกต่างกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 98.4-100% ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส มะนาว ส้มโอ มะกรูด ขิง พลู พริกไทย ส้มเขียวหวาน กระวาน ขมิ้นชัน ประคำดีควาย และสาบเสือ โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายน้อยกว่า 63.5% ตามลำดับ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 4.1.1)



ภาพที่ 4.1.1 เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 50 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ข่า ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก มาทดสอบกับตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย ที่ความเข้มข้น 25 µl/L air พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยเท่ากับ 98.2, 93.2, 78.7, 100, 100 และ 100% ตามลำดับ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย ข่า ไพล ตะไคร้หอม และชุดทดลองควบคุม มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 71.7, 48.3, 60.0, 66.7 และ 0.0% ตามลำดับ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 4.1.2)



ภาพที่ 4.1.2 เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) โดยวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 22 ชนิด ที่ความเข้มข้น 25 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารฆ่าแมลงในโรงเก็บ

จากการทดสอบระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ กานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของแมลงในโรงเก็บ 4 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 µl/L air เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) บันทึกผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือก และจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยมอดแป้งมากที่สุดที่ความเข้มข้น 25 µl/L air โดยมีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดแป้งได้ 100 และ 84.8% และมีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่า LC_{50} เท่ากับ 16.06 และ 19.33 µl/L air ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และกานพลู มีค่า LC_{50} เท่ากับ 34.09 และ 36.30 µl/L air ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2.1) น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยมอดหัวป้อมมากที่สุดที่ความเข้มข้น 20 และ 25 µl/L air มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยมอดหัวป้อมได้ 95.0 และ 100% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 9.88 และ 12.83 µl/L air ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และกานพลู ที่ความเข้มข้น 25 µl/L air มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดหัวป้อม โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 25.52 และ 27.90 µl/L air ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2.2) น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยมากที่สุด ที่ความเข้มข้น 15 และ 20 µl/L air มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดฟันเลื่อยได้ 99.2, 81.7% และ 100, 100% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.17 และ 11.39 µl/L air ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และกานพลู โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 12.89 และ 15.14 µl/L air ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2.3) ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ยังคงมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุด ที่ความเข้มข้น 20 µl/L air มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ 100% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 11.15 และ 13.19 µl/L air รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และกานพลู โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 25.18 และ 26.39 µl/L air ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2.4)

ตารางที่ 4.2.1 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรมหลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหย	การตายของแมลงทดลอง (%) ความเข้มข้น (µl/L air)						LC_{50} (µl/L air)	Slope	SE
	control	5	10	15	20	25			
กานพลู	0.0±0.0 C[1]	9.2±3.6 BCa	10.4±3.7 Ba	18.8±11.1 Ab	21.3±4.8 Abc	25.3±3.2 Ac	36.3	0.05	0.008
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 D	0.0±0.0 Dbc	10.7±6.1 Ca	14.2±3.0 Bbc	19.7±7.0 Ac	22.6±3.6 Ac	34.09	0.06	0.01
จันทร์แปดกลีบ	0.0±0.0 D	0.0±0.0 Dbc	2.2±3.8 Db	31.1±10.2 Ca	48.9±3.8 Bb	84.8±14.9 Ab	19.33	0.18	0.014
เทียนข้าวเปลือก	0.0±0.0 E	2.2±3.8 Db	13.3±6.7 Ca	22.5±9.8 Ca	86.7±11.5 Ba	100.0±0.0 Aa	16.06	0.23	0.017

[1]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.2 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* Fabricius) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหย	การตายของแมลงทดลอง (%) ความเข้มข้น (µl/L air)						LC_{50} (µl/L air)	Slope	SE
	control	5	10	15	20	25			
กานพลู	0.0±0.0 E[1]	5.0±7.1 EDa	12.7±3.8 CDb	16.0±0.9 Cc	27.9±4.1 Bb	40.0±0.0 Ac	27.90	0.07	0.01
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 D	5.0±7.1 Da	11.1±0.0 DBCb	11.0±7.1 BCc	21.5±2.2 Bb	55.0±7.1 Ab	25.52	0.09	0.01
จันทร์แปดกลีบ	0.0±0.0 C	0.0±0.0 Cb	60.0±14.1 Ba	95.0±7.1 Aa	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	9.88	0.39	0.04
เทียนข้าวเปลือก	0.0±0.0 D	0.0±0.0 Db	25.0±7.1 Cb	75.0±7.1 Bb	95.0±7.1 Aa	100.0±0.0 Aa	12.83	0.27	0.02

[1]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.2.3 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหย	การตายของแมลงทดลอง (%) ความเข้มข้น (µl/L air)						LC_{50} (µl/L air)	Slope	SE
	control	5	10	15	20	25			
กานพลู	0.0±0.0 E[1]	15.5±13.0 Dab	16.7±15.8 De	42.0±26.1 Cc	71.1±15.9 Bbc	100.0±0.0 Aa	15.139	0.150	0.010
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 D	25.4±12.5 Ca	48.1±27.8 BCb	56.9±23.6 Bbc	62.8±20.9 Bc	100.0±0.0 Aa	12.893	0.116	0.008
จันทร์แปดกลีบ	0.0±0.0 D	22.2±4.7 Ca	85.9±10.1 Ba	99.2±2.0 Aa	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	7.170	0.362	0.033
เทียนข้าวเปลือก	0.0±0.0 D	3.0±5.2 Cb	37.8±28.8 Bbc	81.7±7.6 Aab	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	11.381	0.284	0.023

[1]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.2.4 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหย	การตายของแมลงทดลอง (%) ความเข้มข้น (µl/L air)						LC_{50} (µl/L air)	Slope	SE
	control	5	10	15	20	25			
กานพลู	0.0±0.0 C[1]	6.7±11.5 Cb	11.1±7.7 Bbc	21.3±4.8 Bc	35.0±4.4 Ab	41.0±10.1 Ab	26.39	0.08	0.01
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 D	2.2±3.8 Dc	13.3±6.7 Cb	24.4±7.7 Bc	31.1±10.2 Bb	46.1±1.0 Ab	25.18	0.09	0.01
จันทร์แปดกลีบ	0.0±0.0 C	2.4±4.1 Cc	20.0±11.5 Ba	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	11.15	0.49	0.05
เทียนข้าวเปลือก	0.0±0.0 E	16.7±4.1 Da	25.1±9.1 Ca	39.5±3.7 Bb	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	13.19	0.18	0.01

[1]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

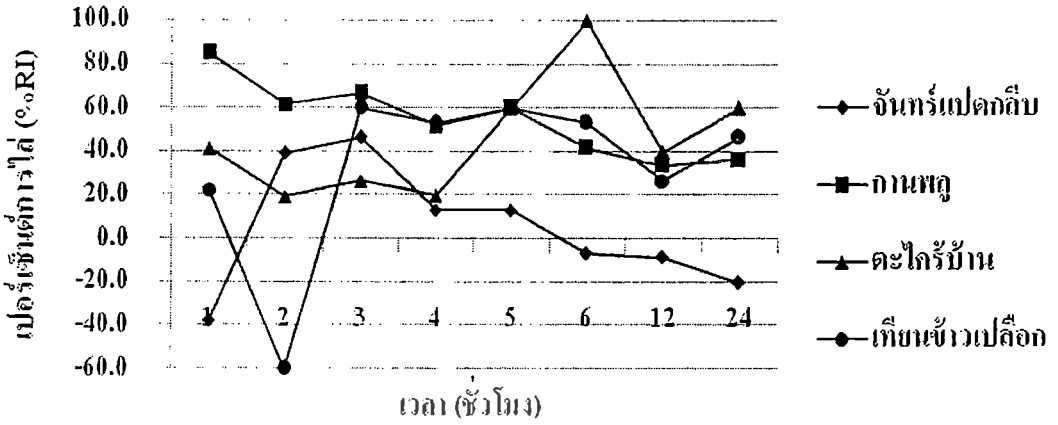
4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ โดยการนำน้ำมันหอมระเหย ที่ได้จากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก มาทำการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้วต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย ที่ความเข้มข้น 0.008 และ 0.08 $\mu l/cm^2$ เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) และทำการนับจำนวนแมลงที่พบบนแต่ละซีกของกระดาษกรองที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้น 0.008 $\mu l/cm^2$ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพมากกว่า 85% ในชั่วโมงแรก และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมง แต่จะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาที่ 2-5 ชั่วโมง ยังคงมีผลในการเป็นสารไล่มากกว่า 50% น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และเทียนข้าวเปลือก พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การไล่ไม่คงที่ ใน 4 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และเทียนข้าวเปลือกกลับมามีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง และสามารถไล่ได้ 30-50% ที่ช่วงเวลา 12-24 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ พบว่าไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ (ภาพที่ 4.3.1) ที่ความเข้มข้น 0.08 $\mu l/cm^2$ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และเทียนข้าวเปลือกมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มากกว่า 40% ในช่วงเวลา 3 ชั่วโมงแรก และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่อยู่ที่ 20% (ภาพที่ 4.3.2)

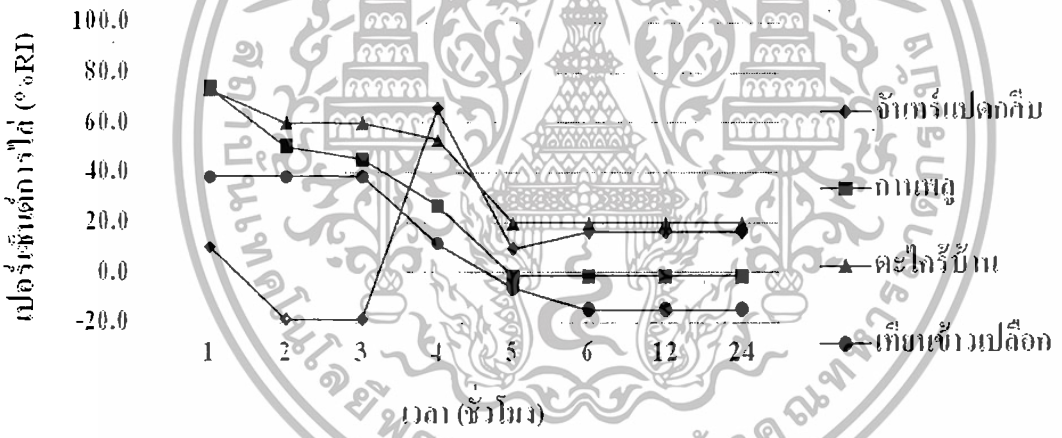
ตารางที่ 4.3.1 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnacus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 $\mu l/cm^2$

น้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น ($\mu l/cm^2$)	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index: %RI)/ชั่วโมง							
		1	2	3	4	5	6	12	24
จันทร์แปดกลีบ	0.08	10.4	-18.5	-18.5	65.9	9.6	16.3	16.3	16.3
	0.008	-37.8	39.3	46.7	13.3	13.3	-6.7	-8.3	-20.0
กานพลู	0.08	73.8	50.4	45.5	26.9	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3
	0.008	85.2	61.7	66.7	51.7	60.0	41.7	33.7	36.7
ตะไคร้บ้าน	0.08	73.3	60.0	60.0	53.3	20.0	20.0	20.0	20.0
	0.008	41.5	19.3	26.7	20.0	60.0	100.0	40.0	60.0
เทียนข้าวเปลือก	0.08	38.5	38.5	38.5	11.9	-5.9	-14.8	-14.8	-14.8
	0.008	22.6	-60.0	60.0	53.3	60.0	53.3	26.7	46.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3.1 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 μl/cm^2



ภาพที่ 4.3.2 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 μl/cm^2

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ โดยการนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง แบบมีทางเลือกในจานแก้วที่ความเข้มข้น 0.008 และ 0.08 μl/cm^2 เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) พบว่าที่ความเข้มข้น 0.008 μl/cm^2 น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มากกว่า 75 % ใน 5 ชั่วโมงแรก และลดลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมี

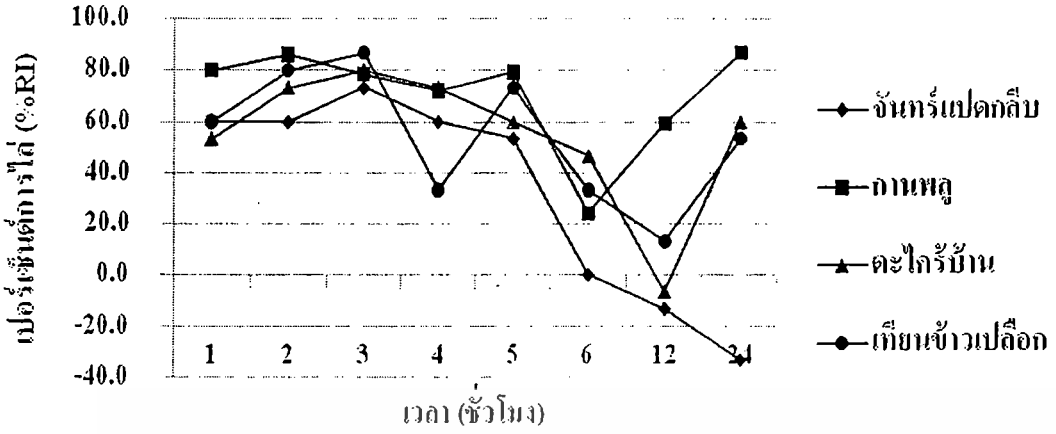
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มากกว่า 50 % ใน 5 ชั่วโมงแรก และลดลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมงเช่นกัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มากกว่า 50% ใน 5 ชั่วโมงแรก แต่จะพบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าหลังการทดลองผ่านไป 5 ชั่วโมง และน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือกพบว่า 1-3 ชั่วโมงแรก มีเปอร์เซ็นต์การไล่มากกว่า 60% และเริ่มลดลงเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนครบ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 4.3-3) ที่ความเข้มข้น 0.08 $\mu l/cm^2$ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ลดลงเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 45-90% ใน 12 ชั่วโมง และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีเปอร์เซ็นต์การไล่มากกว่า 60-90% อย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมง ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก พบว่าไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ (ภาพที่ 4.3-4)

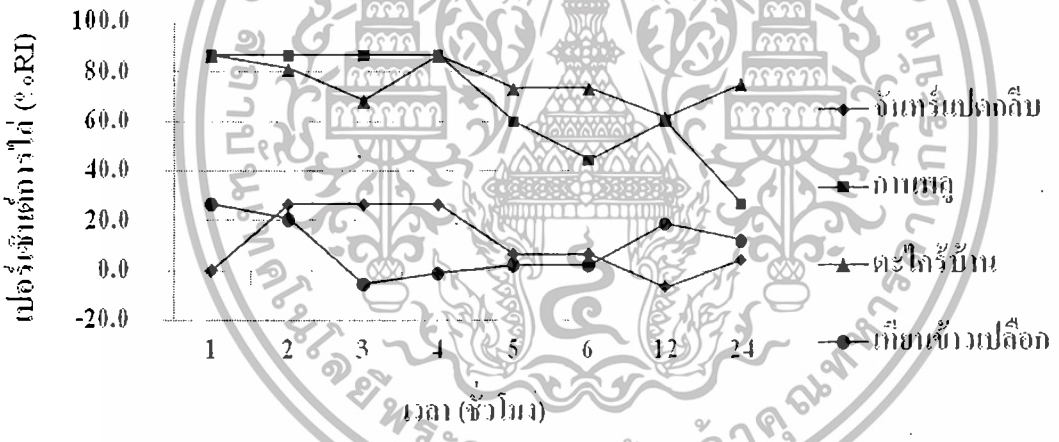
ตารางที่ 4.3.2 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repellent Index: %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้วที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 $\mu l/cm^2$

น้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น ($\mu l/cm^2$)	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repellent Index: %RI)/ชั่วโมง							
		1	2	3	4	5	6	12	24
จันทร์แปดกลีบ	0.08	0.0	26.7	26.7	26.7	6.7	6.7	-6.7	4.2
	0.008	60.0	60.0	73.3	60.0	53.3	0.0	-13.3	-33.3
กานพลู	0.08	86.7	86.7	86.7	86.7	60.0	44.4	60.0	26.7
	0.008	80.0	85.9	78.5	71.9	79.3	24.4	59.3	86.7
ตะไคร้	0.08	86.7	81.2	68.5	86.7	73.3	73.3	61.8	75.2
	0.008	53.3	73.3	80.0	73.3	60.0	46.7	-6.7	60.0
เทียนข้าวเปลือก	0.08	26.7	20.7	-5.3	-1.2	2.4	2.4	18.8	12.1
	0.008	60.0	80.0	86.7	33.3	73.3	33.3	13.3	53.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3.3 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repellent Index: %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้วที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 $\mu l/cm^2$



ภาพที่ 4.3.4 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repellent Index: %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้วที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 $\mu l/cm^2$

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ โดยการนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด แบบมีทางเลือกในจานแก้วที่ความเข้มข้น 0.008 และ 0.08 $\mu l/cm^2$ เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.008 $\mu l/cm^2$ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 25 % จนถึง 100 % ที่เวลา 6 ชั่วโมง และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมง แต่

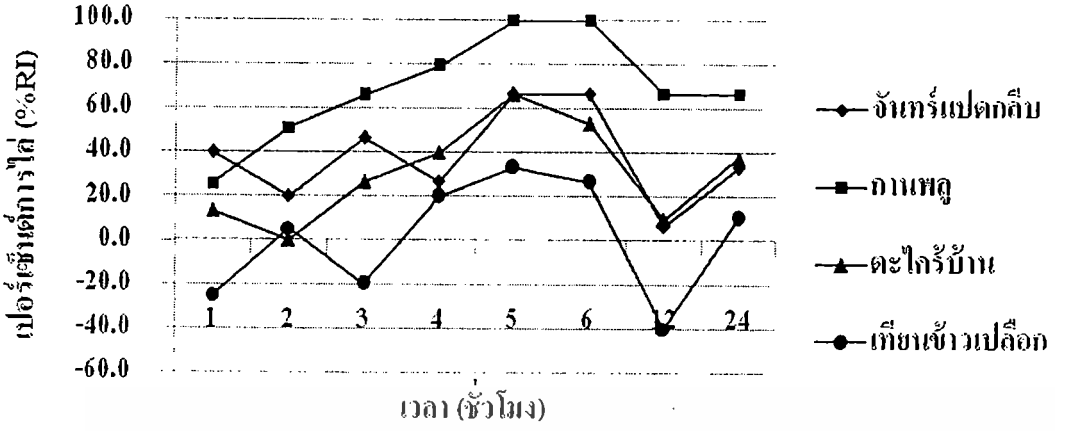
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังคงมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่อยู่โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่มากกว่า 65 % น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่เพิ่มขึ้นลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่อยู่ที่ 0-66.7 % ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ พบว่า มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่เพิ่มขึ้นลดลงตลอดการทดลองเช่นกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่อยู่ที่ 6.7-66.7 % และน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือกไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ (ภาพที่ 4.3.5) ที่ความเข้มข้น 0.08 μl/cm^2 พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 70-80 % ใน 6 ชั่วโมง และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 24 ชั่วโมง โดยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ลดลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่ต่ำกว่า 20 % (ภาพที่ 4.3-6)

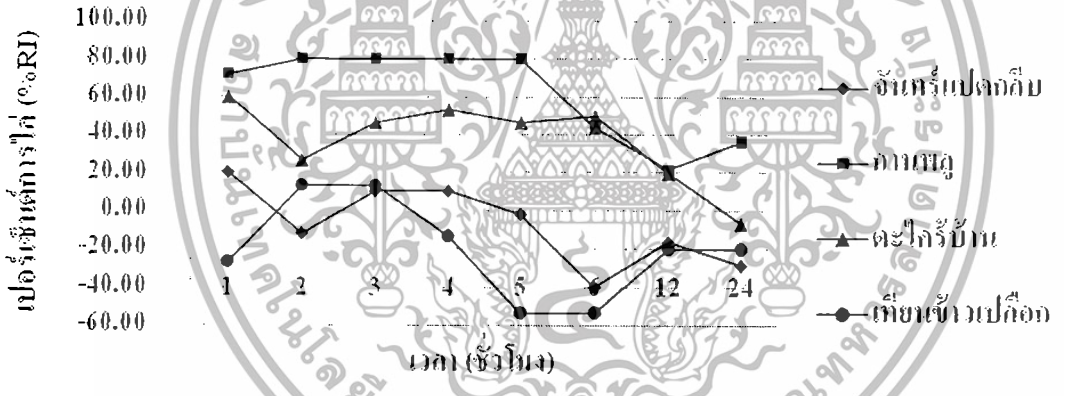
ตารางที่ 4.3.3 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 μl/cm^2

น้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น (μl/cm^2)	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index; %RI) /ชั่วโมง							
		1	2	3	4	5	6	12	24
จันทร์แปดกลีบ	0.08	20.0	-11.9	10.3	10.3	-1.8	-40.0	-16.4	-28.5
	0.008	40.0	20.0	46.7	26.7	66.7	66.7	6.7	33.3
กานพลู	0.08	71.9	80.0	80.0	80.0	80.0	43.6	21.8	36.3
	0.008	25.9	51.1	65.9	79.3	100.0	100.0	66.7	66.7
ตะไคร้	0.08	60.0	26.7	46.7	53.3	46.7	50.0	20.0	-6.7
	0.008	13.3	0.0	26.7	40.0	66.7	53.3	9.6	37.8
เทียนข้าวเปลือก	0.08	-26.7	13.3	13.3	-13.3	-53.3	-53.3	-20.0	-20.0
	0.008	-25.2	5.2	-20.0	20.0	33.3	26.7	-40.0	10.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3.5 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm^2



ภาพที่ 4.3.6 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%Repenllent Index; %RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว ที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ โดยการนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อแมลงในโรงเก็บแบบมีทางเลือกในจานแก้วที่ความเข้มข้น 0.008 และ 0.08 µl/cm^2 เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) พบว่าน้ำมันหอมระเหยทั้ง 4 ชนิดนี้ นอกจากจะมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แล้ว ยังมีผลทำให้แมลงทดลองทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพดตายอีกด้วย ในการทดสอบที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2 พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีผลทำให้มอดฟันเลื่อยตายมากที่สุดรองลงมาคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วงงวง และมอดแป้ง โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายอยู่ที่ 76.7, 50.0 และ 0 ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านพบว่าไม่มีผลทำให้มอดฟันเลื่อยตาย ส่วนน้ำมันหอมระเหยจาก จันทร์แปดกลีบ พบว่ามีผลทำให้มอดฟันเลื่อยตายมากที่สุดรองลงมาคือมอดแป้ง และด้วงงวง โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายอยู่ที่ 93.3, 33.3 และ 33.3 ตามลำดับ และน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือกพบว่ามีผลทำให้ มอดฟันเลื่อยตายมากที่สุด รองลงมาคือด้วงงวง และมอดแป้ง โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายอยู่ที่ 63.3, 26.7 และ 23.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3.4)

ตารางที่ 4.3.4 เปอร์เซ็นต์การตายของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย ด้วงงวงข้าวโพด หลังจากทำการไล่นาน 24 ชั่วโมง โดยวิธีการทดลองแบบมีทางเลือกในจานแก้ว

น้ำมันหอมระเหย	เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงทดลอง				%CV
	กานพลู	ตะไคร้บ้าน	จันทร์แปดกลีบ	เทียนข้าวเปลือก	
มอดฟันเลื่อย	76.7±11.5 Aba[1]	0.0±0.0 Ca	93.3±11.5 Aa	63.3±11.5 Ba	17.1
มอดแป้ง	0.0±0.0 Bc	0.0±0.0 Ba	33.3±15.3 Ab	23.3±5.8 Ab	57.6
ด้วงงวงข้าวโพด	50.0±10.0 Ab	0.0±0.0 Ba	33.3±5.8 Ab	26.7±15.3 Ab	34.8
%CV	20.9	-	21.7	30.6	

[1]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเมื่อเทียบกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาพจำลองการใช้จริง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีระดับความเป็นพิษสูงที่สุดคือจันทร์แปดกลีบกับแมลงทดลองทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ มอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber รมนาน 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 37.5 และ 50 µl/L air ด้วยถุงทดลองที่บรรจุผลิตพันธุ์กล้องหอมมะลิน้ำหนัก 0, 250, 500, 750 และ 1000 g ที่ปริมาตร 6 ml เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) โดยภายในถุงทดลองแต่ละถุงจะมีมอดแป้งและด้วงงวงถุงละ 20 และ 100 ตัว ตามลำดับ ทำการตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้น 50 µl/L air ที่น้ำหนักข้าว 250, 500, 750, 1000 g น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่ามอดแป้งโดยมีเปอร์เซ็นการตายเท่ากับ 100% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากการทดลองที่น้ำหนักข้าวเท่ากับ 0 โดยมีเปอร์เซ็นการตายเท่ากับ 100% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.99 เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) พบว่าไม่มีความสามารถในการเป็นสารฆ่ามอดแป้ง โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 0.0% ในทุกๆปริมาณน้ำหนักข้าว (ตารางที่ 4.2.1)

ตารางที่ 4.2.1 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำหนักข้าว (กรัม)	การตายของแมลงทดลอง (%) ความเข้มข้น (µl/L air)					LC_{50} (µl/L air)	Slope	SE
	0	12.5	25	37.5	50			
0	0.0±0.0 B[1]	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	7.99	0.64	3.76
250	0.0±0.0 C	85.4±8.0 Bb	89.2±10.1 ABa	98.3±2.9 ABa	100.0±0.0 Aa	10.31	0.11	0.01
500	0.0±0.0 C	83.7±2.3 Bb	86.2±7.4 ABCbc	96.6±3.0 ABab	100.0±0.0 Aa	11.00	0.10	0.01
750	0.0±0.0 C	78.0±3.5 Bbc	81.8±4.9 BCc	90.2±4.5 Bb	100.0±0.0 Aa	12.76	0.08	0.01
1000	0.0±0.0 D	59.0±5.3 Cb	72.5±10.7 Cc	90.0±8.7 Bab	100.0±0.0 Aa	16.32	0.08	0.01

[1]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบต่อด้วงงวงข้าวโพด พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าต่ำในทุกๆความเข้มข้น ที่น้ำหนักข้าว 250, 500, 750 และ 1000 g โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่น้ำหนักข้าวเท่ากับ 0 พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์แตกต่างจากน้ำหนักข้าวอื่นๆทางสถิติโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ และ 7.99 เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) พบว่าไม่มีความสามารถในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพด โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 0.0% ในทุกๆปริมาณน้ำหนักข้าว (ตารางที่ 4.2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.1 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำหนักข้าว (กรัม)	การตายของแมลงทดลอง (%) ความเข้มข้น (µl/L air)					LC50 (µl/L air)	Slope	SE
	0	12.5	25	37.5	50			
0	0.0±0.0 B[1]	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	100.0±0.0 Aa	7.99	0.64	3.76
250	0.0±0.0 C	19.3±1.9 BCb	25.6±4.0 Bb	25.8±0.8 Bb	34.5±1.0 Ab	62.62	0.02	0.01
500	0.0±0.0 C	17.0±1.1 Bb	25.1±3.0 ABb	21.8±2.1 ABb	29.7±3.2 Abc	69.99	0.02	0.01
750	0.0±0.0 D	17.0±0.6 Cb	17.9±2.5 Cbc	21.0±3.8 Bb	24.1±1.7 Abc	80.75	0.02	0.01
1000	0.0±0.0 C	13.7±1.7 Bc	15.3±3.4 Ac	17.8±1.8 Ac	17.8±3.3 Ac	96.28	0.02	0.01

[1]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการวิจัย

5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อมอดฟันเลื่อย

จากการศึกษาประสิทธิภาพเบื้องต้นของน้ำมันหอมระเหยจากพืชจำนวน 22 ชนิด ต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้น 25 และ 50 µl/L air เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยมากกว่า 75% ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Mondol and Khalequzzaman (2010) รายงานว่าองค์ประกอบหลักที่ได้จากพืช 4 ชนิด ได้แก่ trans-anethol, thymol, eugenol และ cinnamaldehyde มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่ามอดแป้งที่อายุ 10 วันหลังลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย โดยพบว่าการรมด้วย eugenol และ cinnamaldehyde มีประสิทธิภาพดีที่สุดแม้กับความเข้มข้นต่ำ ส่วนการรมด้วย trans-anethol ที่ความเข้มข้นสูงเท่ากับ 0.288 mg cm^{-3} ที่เวลา 6 ชั่วโมง พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยมอดแป้งได้ 100% และการรมด้วย thymol และ eugenol ที่ความเข้มข้น 115.38 และ 6.153 mg^{-1} ตามลำดับ โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยมอดแป้งตายเป็น 36.66 และ 30% ส่วนการรมตัวเต็มวัยหลังลอกคราบ 18 วัน พบว่าการรมด้วย eugenol และ cinnamaldehyde มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่า 100% หลังการรมที่ 48 ชั่วโมง โดยวิธีการรมจัดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ และปลอดภัยสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Zhang,B. (2012) รายงานการศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดที่ได้จากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium Verum* Hook. f.) เพื่อใช้ในการควบคุมด้วงหนังสัตว์ *Demestes maculates* พบว่าสารสกัดทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ anise oil และ (*E*)-anethole จากจันทร์แปดกลีบ มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของด้วงหนังสัตว์ นอกจากนี้สารสกัดที่ได้จากจันทร์แปดกลีบจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมีปริมาณ และเวลาที่ได้รับสารของด้วงหนังสัตว์อีกด้วย ซึ่งตัวเต็มวัยของด้วงหนังสัตว์จะมีความทนทานต่อสารสกัดจากจันทร์แปดกลีบมากกว่าตัวอ่อน ในขณะที่ anise oil มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่ามากกว่า (*E*)-anethole โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายอยู่ที 95% ที่ 72 ชั่วโมง ที่ปริมาตร 32/cm^3 Chaubey,M.K. (2012) รายงานว่า terpenes จัดเป็นองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่พบได้ง่ายในพืช โดยกลุ่มของ terpene จะมี α - pinene และ β - caryophyllene มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ สารฆ่า และยับยั้งการเจริญเติบโตของมอดแป้ง (Tribolium castaneum) โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพของ α - pinene และ β - caryophyllene โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้น 0.025% ต่อตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของมอดแป้ง พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่า โดยมีค่า LC_{50} ของ α - pinene และ β - caryophyllene เท่ากับ 0.998 และ 1.624 µl/cm^3 ในตัวเต็มวัยมอดแป้ง และเท่ากับ 1.379 และ 1.949 µl/cm^3 ในตัวอ่อน ตามลำดับ ส่วนการรมที่ความเข้มข้น 40 และ 80% ที่ 24 ชั่วโมง พบว่า α - pinene และ β - caryophyllene มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางไข่ และการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยของของมอดแป้งอีกด้วย อักษร จันทร์เทวี และคณะ (2556) รายงานการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 24 ชนิด ใช้ร่วมกับน้ำมันปิโตรเลียม ต่อตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาล โดยวิธีการฉีดพ่นโดยตรง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือก จันทร์เปดกลีบ ตะไคร้บ้าน และกานพูล มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ 100% โดยน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือก จันทร์แปดกลีบ และตะไคร้บ้าน ที่ความเข้มข้น 0.3% มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูง เท่ากับ 100.0 , 91.8 และ 68.8 % ตามลำดับ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.11, 0.10 และ 0.14 % ตามลำดับ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือก และจันทร์แปดกลีบ ที่ความเข้มข้น 0.3% มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูง 100.0 และ 91.8% ตามลำดับ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.14 และ 0.19 % ตามลำดับ และจากรายงานของอุดมพร บุญเปลี่ยน และคณะ (2556ก) รายงานการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และกานพลู ต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งสีเทา พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลูที่ใช้ร่วมกับน้ำมันปิโตรเลียมมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนเพลี้ยแป้งมากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.23% ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.44% ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยจาก อบเชย มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนเพลี้ยแป้งต่ำสุดโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.39-0.45%

5.2 การศึกษาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่าแมลงทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีระดับความเป็นพิษสูงที่สุดจำนวน 4 ชนิดต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพต่อมอดฟันเลื่อย มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.170, 9.88 และ 11.15 µl/L air ตามลำดับ ส่วนมอดแป้งพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือกมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 16.06 µl/L air ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ และคณะ (2556) รายงานสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชโดยมีน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก เป็นองค์ประกอบหลัก และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้าน เป็นองค์ประกอบรองในอัตราส่วนต่างๆกัน เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง และมอดฟันเลื่อย พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกอัตราส่วน 3:1 มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุด โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นระหว่าง 10-20 µl/l air สามารถฆ่าแมลงได้ 90-100% โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.106 และ 6.673 µl/l air ตามลำดับ โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดจากพืช จะมีองค์ประกอบทางเคมี และอื่นๆแตกต่างกันสอดคล้องกับรายงานของ Wang, C.F. et.al. (2011) และ Jian-hui,Y. (2002) รายงานว่าสารประกอบทางเคมี และสารสกัดน้ำมันหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยที่ถูกสกัดจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium Verum* Hook. f.) แบ่งออกเป็น 41 ชนิดประกอบไปด้วย 14 hydrocarbon, 22 oxygenated hydrocarbon และ nitrogenous โดยมีส่วนประกอบหลักคือ anethole เป็น 76.23% นอกจากนี้เป็น α-terpineol (11.4%), carvone (10.9%). d-limonene (9.8%), trans-carveol (6.6%) และ trans-pinocarveol (5.5%) โดยการตรวจสอบด้วยเครื่อง GC (Gas Chromatography) และ GC–Mass Spectrometry (GC-MS) ซึ่งองค์ประกอบต่างๆมีผลทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 11.36 mg/L air นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการเจริญเป็นตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดได้อีกด้วย โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 28.95 µg/adult และยังสอดคล้องกับรายงานของ Ho, S.H. (2000) รายงานประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ โดยวิธีการรมตัวเต็มวัยของมอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด พบว่า การรมด้วยสาร anethole ที่ได้จากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพต่อแมลงทั้ง 2 ชนิดคล้ายกันที่ LC_{50} แต่เมื่อตรวจนับที่ระดับ LC_{95} พบว่าด้วงงวงข้าวโพดมีความทนทานมากกว่ามอดแป้ง

5.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่

จากประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ กานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือก ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.008 และ 0.08 µl/cm^2 พบว่าโดยทั่วไปน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกชนิดที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm^2 ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ ขณะที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2 น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพดมากกว่า 40% ภายใน 5 ชั่วโมง ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งมากกว่า 40% ที่ 24 ชั่วโมง สอดคล้องกับรายงานของอุดม และคณะ (2549) รายงานการศึกษาฤทธิ์การไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือก โดยสามารถป้องกันยุงกัดได้นาน 0.5 ชั่วโมง และจากรายงานของอุดมพร บุญเปลี่ยน และคณะ (2556ข) รายงานการทดสอบในรูปแบบของสารไล่ โดยแบ่งออกเป็นการทดสอบในรูปแบบมีทางเลือก (Choice test) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 0.2-0.3% สามารถไล่ตัวอ่อนเพลี้ยแป้งสีเทาได้มากที่สุดโดยมีค่า %RI (%Repenllent Index) เท่ากับ 70.6-73.1% ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู สามารถไล่ตัวอ่อนเพลี้ยแป้งสีเทาได้ดีโดยมีค่า %RI เท่ากับ 36.6-62.3% ส่วนการทดสอบในรูปแบบไม่มีทางเลือก (no-Choice test) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านสามารถไล่ตัวอ่อนเพลี้ยแป้งสีเทาได้มากที่สุด โดยสามารถลดการเข้าทำลายได้ถึง 93% ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และอบเชย สามารถไล่ได้ 76.7 % และจากรายงานของกันยารัตน์ มาแย้ม (2556) รายงานประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการไล่ด้วงงวงข้าวโพด สารสกัดจากตะไคร้บ้าน มะกรูด พริกไทยดำ และพลู ที่ความเข้มข้น 1, 2, 4 และ 8 µL/cm ^{2} มีประสิทธิภาพการไล่ร้อยละ 80.1-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาพจำลองการใช้จริง

จากประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีระดับความเป็นพิษสูงที่สุดคือจันทร์แปดกลีบกับแมลงทดลองทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ มอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการรมในเครื่อง Knockdown chamber ด้วยถุงทดลองที่บรรจุผลิตพันธุ์กล้องหอมมะลิน้ำหนัก 0, 250, 500, 750 และ 1000 g ที่ปริมาตร 6 ml นาน 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 37.5 และ 50 µl/L air เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) โดยภายในถุงทดลองแต่ละถุงจะมีมอดแป้งและด้วงงวงถุงละ 20 และ 100 ตัว ตามลำดับ รมนาน 24 ชั่วโมง ทำการตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้น 50 µl/L air ที่น้ำหนักข้าว 0, 250, 500, 750 และ 1000 g น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่ามอดแป้งโดยมีเปอร์เซ็นการตายเท่ากับ 100% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.99, 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 ตามลำดับ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพดต่ำในทุกๆความเข้มข้น ที่น้ำหนักข้าว 250, 500, 750 และ 1000 g โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 ตามลำดับ แตกต่างจากน้ำหนักข้าวเท่ากับ 0 พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ และ 7.99 สอดคล้องกับรายงานของ Szczepanik และ Szumny (2011) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook. F.) มีประสิทธิภาพต่อตัว lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus* Panzer) ที่ความเข้มข้น 25.0, 12.5, 6.25 และ 3.12 mg/ml^{-1} ในสารละลาย acetone เพื่อใช้ในการทดสอบการกินอาหารของตัวอ่อน และตัวเต็มวัยของ lesser mealworm โดยวิธีการแบบมีทางเลือก และไม่มีทางเลือก (choice and no-choice tests) พบว่ามีประสิทธิภาพต่อตัวอ่อนของ lesser mealworm เป็น 100% ที่ความเข้มข้น 25.0 และ 12.5 mg/ml^{-1} ขณะที่ความเข้มข้น 25.0 mg/ml^{-1} ไม่มีประสิทธิภาพต่อตัวเต็มวัยเนื่องจากตัวเต็มวัยมีความทนทานมากกว่าตัวอ่อน

นอกจากนี้มีรายงานว่าสารสกัดจันทร์แปดกลีบ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ เชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ โดยจะแสดงผลในการยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ดีกว่าการเจริญของเส้นใย (ผ่องเพ็ญ และคณะ. 2542) และจากรายงานของจรัส (2537) รายงานว่าสมุนไพรจากจันทร์แปดกลีบ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคหลังเก็บเกี่ยวของมะม่วง โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุ โรคแอนแทรคโนสได้ถึง100 % ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 5,000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ จำนวนทั้งหมด 22 ชนิด ได้แก่ กานพลู ยูคาลิปตัส อบเชย มะนาว ส้มโอ มะกรูด ส้มเขียวหวาน ข่า ขิง ไพล กระวาน ขมิ้นชัน พลู พริกไทย ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา ประดู่ดีควาย จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง สาบเสือ และเทียนข้าวเปลือก ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการเป็นสารไล่ และสารฆ่าสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช จำนวนทั้งหมด 22 ชนิด ต่อมอดฟันเลื่อย ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 25 และ 50 µl/L air และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืช 10 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ข่า ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก ที่ความเข้มข้น 50 µl/L air มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่ามากกว่า 95% ส่วนความเข้มข้นที่ 25 µl/L air พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน โหระพา จันทร์แปดกลีบ ดาวเรือง และเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยมากกว่า 75%

6.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงทดลอง ได้แก่ กานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 5, 10, 15, 20 และ 25 µl/L air และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ มีประสิทธิภาพต่อมอดฟันเลื่อย มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.170, 9.88 และ 11.15 % ส่วนมอดแป้งพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือกมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 16.06 µl/L air

6.1.3 ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือก พบว่าโดยทั่วไปน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกชนิดที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm^2 ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ ขณะที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2 น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพดมากกว่า 40% ภายใน 5 ชั่วโมง ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งมากกว่า 40% ที่ 24 ชั่วโมง

6.1.4 จากประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีระดับความเป็นพิษสูงที่สุดคือ จันทร์แปดกลีบกับแมลงทดลองทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ มอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเครื่อง Knockdown chamber ด้วยถุงทดลองที่บรรจุผลิตพันธุ์กล้องหอมมะลิน้ำหนัก 0, 250, 500, 750 และ 1000 g ที่ปริมาตร 6 ml นาน 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 37.5 และ 50 µl/L air เปรียบเทียบกับชุดทดลองควบคุม (95% ethanol) พบว่าที่ความเข้มข้น 50 µl/L air ที่น้ำหนักข้าว 0, 250, 500, 750 และ 1000 g น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่ามอดแป้งโดยมีเปอร์เซ็นการตายเท่ากับ 100% โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.99, 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 µl/L airย ตามลำดับ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพดต่ำในทุกๆ ความเข้มข้น ที่น้ำหนักข้าว 250, 500, 750 และ 1000 g โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 10.31, 11.00, 12.76 และ 16.32 µl/L air ตามลำดับ แตกต่างจากน้ำหนักข้าวเท่ากับ 0 พบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.99 µl/L air

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองข้างต้นยังจัดเป็นการทดลองในรูปแบบการทดลองขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ ซึ่งหากมีการทดลองขนาดใหญ่ การเพิ่มปริมาตรภาชนะที่บรรจุ หรือปริมาณข้าว/เมล็ดธัญพืชที่ใช้ในการทดลอง อาจมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มปริมาณการใช้น้ำมันหอมระเหยด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาสภาพแวดล้อม แต่ละชนิดของผลิตผลทางการเกษตรที่รอการจำหน่ายส่งออก และยังจำเป็นต้องมีการศึกษาในเรื่องของรูปแบบการรมอย่างเหมาะสม เพื่อนำไปเป็นวิธีการทางเลือกใหม่ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ ในเชิงพาณิชย์อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. "ประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Lllicium verum* (Hook.f.)) และเทียนข้าวเปลือก(*Anethum graveolens* (Linn.)) ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ." ใน **การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556 เซ็นทาราคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ ขอนแก่น.** 214-215.

กันยารัตน์ มาแย้ม อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. 2556. "ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 10 ชนิด ในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพด". **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 44(2) (พิเศษ): 25-28.

งามชื่น คงเสรี สุนันทา วงศ์ปิยชน พูลศรี สว่างจิตร และประนอม มงคลบรรจง. 2543. **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพข้าวสารเพื่อการส่งออก. วารสารวิชาการเกษตร.** 17 (3): 239-253.

จรัส ชื่นราม. 2537. การอารักขาพืชโดยชีววิธี การใช้สารสกัด และการเขตกรรม. **เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง การอารักขาพืชเพื่อความปลอดภัยและเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร** วันที่ 13-15 กรกฎาคม 2537 โรงแรมเพชรงาม จังหวัดเชียงใหม่. 53-57.

จิตระพี บัวผัน. 2548. **เรียนรู้เรื่องสมุนไพร.** สำนักพิมพ์ประยูรวงศ์. กรุงเทพฯ. 200 หน้า.

ชุมพล กันทะ. 2533. หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ. ภาควิชากีฏวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 249 หน้า.

ชูวิทย์ ศุขปราการ กุสุมา นวลวัฒน์ พินิจ นิลพานิชย์ พรทิพย์ วิสารทานนท์ บุษรา จันทร์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น และรังสิมา เก่งการพานิช. 2539. "แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด". กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ. 2550. **น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุคนธบำบัด.** โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก. กรุงเทพฯ.

ณัฐพร จันทะ. 2554. "การวิเคราะห์ลักษณะความต้านทานของมอดหัวป้อมต่อสารไซเปอร์เมทริน โดยเทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์". สาขาวิชากีฏวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 3-6.

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ Paul G. Fields และอังศุมาลย์ จันทราปัตย์. 2554. "ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลขิงในการไล่ ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst))". **แก่นเกษตร.** 39: 346-368.

นวลพรรณ พงศ์วุฒิ. 2551. **พืชสมุนไพรกับการปรุงเครื่องหอมไทย.** สำนักพิมพ์ พิมพ์ทอง. นนทบุรี. 263 หน้า.

นิจศิริ เรืองรังสี และพยาอม ตันติวัฒน์. 2552. **พืชสมุนไพร.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 243 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิติกรณ์ เผือกบัวขาว. 2554. การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงสาบอเมริกัน. สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บานชื่น เก่งมนตรี และมโนชัย กีรติกสิกร. 2546. การสำรวจประชากรของแมลงศัตรูในโรงสีข้าว 3 แห่ง จ.ขอนแก่น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 34 (4-6) (พิเศษ): 161-163.

บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547. การจัดการแมลงศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว. ใน งามชื่น คงเสรี, (ผู้รวบรวม). คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิ. เอกสารวิชาการฉบับพิเศษ. บริษัทจิรวัฒน์เอกซ์เพลส จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 17-30.

เบญจมาภรณ์ ฤทธิ์ไธสง. 2545. ผลของน้ำมันหอมระเหยผกากรอง กระทือ และน้ำมันสะเดาต่อด้วงข้าวโพด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2547. **พรรณพืชหอมและน้ำมันหอมระเหย.** สำนักพิมพ์นีออน บุ๊ค มีเดีย. นนทบุรี.

ปิยเนตร ไทยภัคดี. 2549. "ผลของน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำต่อวัชพืชบางชนิด". **ปัญหาพิเศษปริญญาตรี.** ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ.

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์, เฉลิมชัย วงษ์อารี และ ธิติมา วงษ์ชีรี. 2542. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดร่วมกับสารเคลือบผิวที่มีต่อโรคแอนแทรกโนส และขั้วผลเน่าของมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 22(3):77-92.

พรทิพย์ วิสารทานนท์, กุสุมา นวลวัฒน์, บุษรา จันทร์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, จิราภรณ์ ทองพันธ์, ดวงสมร สุทธิสุทธิ์, ลักขณา ร่มเย็น และภาวินี หนูชนะภัย. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร.

พินิจ นิลพานิชย์ โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล และชูวิทย์ ศุขปราการ. 2548. การใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อป้องกันกำจัดมอดแป้งข้าวสาลี. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลการเกษตร. กองกีฏและสัตววิทยา. 7 หน้า.

พินิจ นิลพานิชย์ บุษรา พรหมสถิต และกุสุมา นวลจันทร์. 2548. การใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อรักษาคุณภาพแป้งข้าวสาลีในโรงเก็บ. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลการเกษตร. กองกีฏและสัตววิทยา. 8 หน้า.

ไพฑูรย์ อุไรพงศ์ ประสูติ สิทธสรวง กิติยา กิจควรดี และนิพนธ์ มาฆทาน. 2531. การใช้สารรมฟอสฟีนลดความสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ข้าวจากแมลงศัตรูในโรงเก็บ. ในรายงานการสัมมนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความก้าวหน้าของงานวิจัยและพัฒนาวิทยาการเมล็ดพันธุ์ ครั้งที่ 3. กรมวิชาการเกษตร และสมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 211-219.

ไพรจิตร จันทร์วงศ์ วีรศักดิ์ อนัมบุตร และวิไลศรี ลิมปพยอม. 2528. การเก็บรักษาข้าวสารและข้าวกล้องระยะยาว. วารสารวิชาการเกษตร. 3 (8): 85-88.

มนตรี กล้าขาย. 2551. การใช้สมุนไพรป้องกันกำจัดศัตรูพืช. โครงการเสริมทักษารอบรู้ทางการเกษตร. ณ องค์การบริหารส่วนตำบลเนินพระ อ.เมือง จ.ระยอง. 15 หน้า.

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

ลักษมณ์ เพชรไวกูณฐ์. 2552. ศักยภาพการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม. สาขาวิชากีฏวิยาและสิ่งแวดล้อม. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 88 หน้า

วันทนี สว่างอารมณ์. 2542. เอกสารคำสอนรายวิชาพืชเครื่องเทศและสมุนไพร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 341 หน้า.

ศิวกร เกียรติมณีรัตน์. 2554. ชีววิทยาของมอดฟันเลื่อยและประสิทธิภาพของโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อยในข้าวสาร. สาขาวิชากีฏวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 2-3.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2534. พืชสมุนไพร. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา. สำนักพิมพ์แพร่พิทยา. กรุงเทพฯ. 315 หน้า.

สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย. 2545. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2545. กรุงเทพฯ : สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2545. "น้ำมันหอมระเหย สารสกัดจากพืชสมุนไพรไทย." สมอ สาร. 28(325) : 1-6.

สำนักวิจัยข้าวและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2547. วิทยาการก่อน และหลังการเก็บเกี่ยวข้าว. สำนักวิจัยข้าวและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

อักษร จันทร์เทวี จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. "ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับน้ำมันปิโตรเลียมในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stål)) (Homoptera: Delphacidae)" ใน **การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556 เซ็นทาราคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ ขอนแก่น.**

อุดม ชัยทอง เวช ชูโชติ เอื้อมพร รัตนชาญพิชัย ประสงค์ ไชยวงค์ อัจฉรียา จิตต์ภักดี เบญจวรรณ ปิตาสวัสดิ์ ผ่องศรี ทิพวังโกศล กิตติชัย คำสุข.2549. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องฤทธิ์ไล่ยุงของน้ำมันหอมระเหยจากพืช. คณะแพทศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.36 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดมพร บุญเปลี่ยน จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556ก. "ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน อบเชย และกานพลู ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งสีเทา (*Pseudococcus jackeardsleyi* Gimpel & Miller)." ใน **การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 วันที่ 9-12 พฤษภาคม 2556 ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ.**

อุดมพร บุญเปลี่ยน จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556ข. "ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน อบเชย และกานพลู ต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งสีเทา (*Pseudococcus jackeardsleyi* Gimpel & Miller)." ใน **การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556 เซ็นทาราคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ ขอนแก่น.**

Abbott, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**. 18: 256-676.

Bell, C.H. and S.M. Wilson. 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). **Journal of Stored Products Research.** 31: 19-205.

Bouda, H., L.A. Tapondjou, D.A. Fontem and M.Y.D. Gumedzoe. 2001. "The Toxic Action of Phosphine Absorption and Symptoms of Poisoning in Insect." **Journal of Stored Products Research**. 5(4) : 289-292.

Chaubey, M.K. 2012. "Acute, Lethal and Synergistic Effects of Some Terpenes Against Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)". **Ecologia Balkanica.** 4: 53-62.

Chaudhry, M.Q. 1995. Molecular biological approaches in studying the gene(s) that confer phosphine-resistance in insects. **Journal of Cellular Biochemistry Supplement**. 21A, 215.

Cheng, S.S., J.Y. Liu, C.G. Huang, Y.R. Hsui, W.J. Chen and S.T. chang. 2009. Insecticidal activities of leaf essential oils from *Cinnamomum osmophloeum* against three mosquito species. **Bioresource Technology**. 100 : 457-464.

Ho, S.H. 2000. "Response of *Tribolium castaneum* and *Sitophilus zeamais* to Potential Fumigants Derived from Essential Oils of Spices". Journal of Stored Products Research 93(2): 537-543.

Isichaikul, S., S. Jiwajinda, S. Tantakom and C. Channoo. 2002 "Fumigation Toxicity of Eucalyptus Oil Against Three Stored-Product Beetles." **Thai Journal of Agricultural Science.** 35(3) : 265-272.

Jian-hui Y., X.X. Xiao and K.L Huang. 2002. "Component analysis of volatile oil from *Illicium Verum Hook. f.*" **Journal of Central South University of Technology** 9(3): 173-176.

Keita, S.M., C. Vincent, J.P. Schmit, J.T. Arnason and A. Belanger. 2001. "Efficacy of Essential Oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. Applied as an Insecticidal Fumigant and Powder to

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control *Callosobruchus maculates* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae)." **Journal of Stored Products Research.** 37 : 339-349

Ketoh, G.K., H.K. Koumaglo, I.A. Glitho, J. Auger and J. Huignard. 2005. Essential Oils Residual Effects on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) Survival and Female Reproduction and Cowpea Seed Germination. [Online]. Availble : http://journals.cambridge.org/action/display/Abstract?fromPage=online&aid=765412.11/07/2005

Khattak, M.K., A.B. Broce and B. Dover. 2001. "Comparative Effects of Neem or Mineral Oil on Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. And its Parasitoid, *Anisopteromalus calandrae* (Howard)." **Journal of Biological Sciences.** 1(5) : 378-381.

Lee, S.E., B.H. Lee, W.S. Choi, B.S. Park, J.G. Kim and B.C. Campbell. 2001. "Fumigant Toxicity of Volatile Natural Products from Korean Spices and Madicinal Plants Towards the Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (L)." **Pest Management Science.** 57(6) : 548-553.

Lee, S., Peterson, C. J., and J. R. Coats. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. **Journal of Stored Products Research.** 39: 77-85.

Metcalf C.L. and W.P. Flint. 1979. Destructive and Useful Insects. Tata McGraw-Hill Pub. Com. Ltd. New Delhi. 1087 pp.

Mondal, M. and M. Khalequzzaman. 2010. "Toxicity of Naturally Occuring Compounds of Plant Essential Oil Against Tribolium castaneum (Herbst)". **Journal of Biological Sciences** 10 (1): 10-17.

Paranagama, P., C. Adhikari, K. Abeywickrama and P. Bandra. 2003. "Deterrent Effects of some Sri Lankan Essential Oils on Oviposition and Progeny Production of the Cowpea Bruchid; *Callosobruchus maculates* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)." **Food, Agriculture & Environment.** 1(2) : 254-257.

Pascual-Villalobos, M.J., and A. Robledo. 1998. Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. Industrial Crops and Products. 8: 183–194.

Phuakbuakhao, N., and M. Soonwera. 2010. Effect of herbal essential oils to control american cockroach (Periplaneta: americana). pp 659-662. *In*: 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology. 25-27 August 2010. King Mongkut's Institute of Technology Latkrabang, Bangkok, Thailand.

Seligman, R. 2006. Methyl Bromide The Killer Pesticide Magazine for Alumni of MASHAV Training Courses Jerusalem : 15-17.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sittisuang, P. and H, Nakakita. 1985. "The effect of phosphine and methyl bromide on germination of rice and corn". **Journal of Pesticide Science.** 10: 461-468.

Szczepanik, M. and A, Szumny. 2011. "Insecticidal activity of star anise (Illicum verum Hook. F.) fruits extracts against lesser mealworm, Alphitobius diaperinus Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae) diaperinus Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae)". **Allelopathy Journal** 27 (2): 277-288.

Taylor-Hough, D. 2010. Repelling mosquitoes naturally. [Online] Available. http://www.stretcher.com (3/06/2010)

Tripathi, A.K., V. Prajapati. S.P.S. Khanuja and S. Kumar. 2003. "Effect of d3Limonene on Three Stored-Product Beetles." **Journal of Economic Entomology.** 96(3) : 990-995.

Wang, C.F., L. Peng, K. Yang, Y. Zeng, Z.L. Liu, S.S. Du and Z.W. Deng. 2011 "Chemical composition and toxicities of essential oil of *Illicium fragesii* fruits against *Sitophilus zeamais*." **Academic Journals** 10(79): 18179-18184

WHO. 1991. Scientific Assessment of Ozone Depletion. World Meteorological Organization Report. 25, World Meteorological Organization of the United Nations. Geneva.

Zhang, B. 2012. "Evaluation of Plant Extracts from Illicium verum for the Control of Museum Insect Pest Demestes maculatus". **International Journal of Animal and Veterinary Advances** 4(2): 119-124.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effectiveness of Essential Oils of Medicinal Plants against Saw-toothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.)

Wariya Thanasirungkul[1], Jarongsak Pumnuan[1] and Ammorn Insung[1]*

[1] Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

Abstract

Insecticidal property of essential oils obtained from 22 selected medicinal plants against adult of saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.) was investigated by using fumigation method. As preliminary test, each plant essential oil was applied in vial sized 40 cm^3 with concentration of 25 µl/L air essential oils and 95% ethanol was used as the control. The mortalities of saw-toothed grain beetle were observed at 24 h. The result showed that plant essential oils namely: clove (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry, cinnamon (*Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet), galanga (*Alpinia galangal* Linn.), cassumunar ginger (*Zingiber cassumunar* Roxb), lemon grass (*Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)), citronella grass (*Cymbopogon nardus* Rendle), sweet basil (*Ocimum basilicum* Linn.), star anise (*Illicium verum* Hook.f.), marigold (*Tagetes erecta* Linn.) and dill (*Anethum graveolens* Linn.) could kill more than 75% adult beetle at 24 h. Fumigant effect of those essential oils at various concentrations of 0, 5, 10, 15, 20 and 25 µl/L air against the beetle was then evaluated. Based up on 24 h LC_{50} values, the essential oils of star anise showed the most toxic effect to the insect in which presented high activity of 7.170 µl/L air, followed by the essential oils of dill, marigold, lemon grass, clove and sweet basil, showed of 11.381, 12.528, 12.893, 15.139 and 19.429 µl/L air, respectively.

Key words: fumigation, saw-toothed grain beetle, essential oil

* Corresponding author: Tel: +662 329 8514 Fax: +662 329 8514
E-mail: kiammorn@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Introduction

Saw-toothed Grain Beetle is one of the most serious and destructive insect pest of grains stored in bulk condition. This insect feeds on a variety of products including most grains and grain products, dried fruits, fast foods, nuts, seeds, yeast, sugar, candy, tobacco, dried meat, and in fact, most plant products used as human food [1]. Methyl bromide and phosphine have been used as fumigants in integrated pest management of stored grain insect pests. However, the use of methyl bromide will be restricted soon due to its ozone depleting properties [2] and it must be used after careful consideration because of its very high toxicity to warm-blooded animals [3]. Phosphine fumigation may be also limited in use because evidence is increasing that stored product insects are becoming resistant to the compound in more than 45 countries [4, 5]. Therefore, an effort is needed to develop a new compound to replace the conventional fumigants. Essential oils are potential alternatives to current fumigants because of their low toxicity to warm-blooded mammals, high volatility, and fumigation toxicity to stored grain insect pests [6, 7, 8]. In a fumigation toxicity test of essential oils and monoterpenes, the alcohol and phenolic monoterpenes had the greatest activity against saw-toothed grain beetle [6]. The objective of this study was to evaluate effectiveness of 22 medical plant essential oils against adult of saw-toothed grain beetle by using fumigation method.

2. Materials and Methods

2.1 Essential oils;

The essential oils tested were extracted by water distillation from 22 medicinal plant species from Thailand (Table 1). The obtained essential oils were stored in a refrigerator at 12°C.

2.2 Insect cultures

Cultures of the saw-toothed grain beetle was maintained under the temperature without exposure to any insecticides for several generations. They were reared on rice in plastic container sized 240 cm^3. The adults used in the experiment were 10-15 days post-emergence.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Essential oils of medicinal plants used in the study in order to control saw-toothed grain beetle.

Family/Scientific name	Common name	Plant part
MYRTACEAE		
23. *Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry	Clove	Dried flower bud
24. *Eucalyptus globulus* Labill.	Eucalyptus	Leaf
LAURACEAE		
25. *Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet	Cinnamon	Dried bark
RUTACEAE		
26. *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle	Lime	Bark
27. *Citrus maxima* (Burm.f.) Merr.	Pomelo	Bark
28. *Citrus hystrix* DC.	Kaffir lime	Bark
29. *Citrus reticulata* Blanco	Tangerine	Bark
ZINGIBERACEAE		
30. *Alpinia galangal* Linn.	Galanga	Rhizome
31. *Zingiber officinale* Roscoe	Ginger	Rhizome
32. *Zingiber cassumunar* Roxb	Cassumunar ginger	Rhizome
33. *Amomum krervanh* Pierre	Round siam cardamom	Rhizome
34. *Curcuma longa* Linn	Turmeric	Rhizome
PIPERACEAE		
35. *Piper betel* Linn.	Betel vine	Leaf
36. *Piper nigrum* Linn.	Pepper	Seed
GRAMINEAE		
37. *Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)	Lemon grass	Leaf
38. *Cymbopogon nardus* Rendle	Citronella grass	Leaf
LABIATAE		
39. *Ocimum basilicum* Linn.	Sweet basil	Leaf
SAPINDACEAE		
40. *Sapindus emarginatus* Wall.	Soap nut tree	Seed kernel
ILLICIACEAE		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41. *Illicium verum* Hook.f.	Star anise	Flower
ASTERACEAE		
42. *Tagetes erecta* Linn.	Marigold	Leaf
COMPOSITAE		
43. *Eupatorium odoratum* L.	Bitter bush	Leaf
UMBELLIFERAE		
44. *Anethum graveolens* Linn.	Dill	Flower

2.3 Fumigant toxicity

The concentration of 50 µl/L air essential oils was used as preliminary test and 95% ethanol was used as the control. The mortalities of saw-toothed grain beetle were observed at 24 h. Different amounts of essential oils at the doses of 0 (95% ethanol), 5, 10, 15, 20 and 25 µl/L air were placed onto Whatman® No.1 filter paper disks of 1 cm diameter. Each filter paper disk was than air dried for 2 min and placed on the underside of the screw cap of a glass vial (40 cm^3). Twenty adults saw-toothed grain beetle were placed into each vial (6 replicates/dose) without media before the cap was screwed tightly and the lid was sealed with parafilm. Insect mortality was checked after 24 h.

The experiment was designed in six completely randomized replicates (CRD). The data obtained was statistically analyzed by applying analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range tests (DMRT). The LD_{50} and LD_{90} were calculated by the probit method.

3. Result and Discussion

From preliminary test, the result showed that 10 plant essential oils namely: clove (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry), cinnamon (*Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet), galanga (*Alpinia galangal* Linn.), cassumunar ginger (*Zingiber cassumunar* Roxb). lemon grass (*Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)), citronella grass (*Cymbopogon nardus* Rendle), sweet basil (*Ocimum basilicum* Linn.), star anise (*Illicium verum* Hook.f.), marigold (*Tagetes erecta* Linn.) and dill (*Anethum graveolens* Linn.) could kill 100% saw-toothed grain beetle adult at 24 h (figure 1). Where, at the concentration of 25 µl/L air, the essential oils of clove, lemon grass, sweet basil, star anise, marigold and dill could kill more than 75% adult mortality at 24 h (figure 2).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fumigant effect of those essential oils at various concentrations of 0, 5, 10, 15, 20 and 25 µl/L air against saw-toothed grain beetle showed that based upon 24 h LC_{50} values, the essential oil of star anise was the most toxic to the insect in with presented high activity of 7.170 µl/L air, followed by the essential oils of dill, marigold, lemon grass, clove and sweet basil showed of 11.381, 12.528, 12.893, 15.139 and 19.429 µl/L air, respectively. Based upon 24 h LC_{90} values, the essential oil of star anise was still the most toxic to the insect in with presented high activity of 10.712 µl/L air, followed by the essential oils of dill, marigold, clove, lemon grass and sweet basil showed of 11.381, 12.528, 12.893, 15.139 and 19.429 µl/L air, respectively (table 2).

Effect of the ethanol crude extract of star anise to house fly larvae, *Musca domestica* L. and their development were determined by a dipping method. The LC_{50} to the 2nd instar larvae at 24, 48 and 72 h were 7.4x104, 4.1x104 and 3.2x104 mg/l, respectively. The number of tested larvae developed to pupae and adults was less than that of control group [9]. The essential oil of lemon grass affected to egg laid and emergence of adult *Callosobruchus Maculatus* [10]. Present study also revealed that all the treatments significantly deterred / repelled the tested insects. Lemon grass showed maximum repellency of 39.75% against *Oryzaephilus surinamensis* [11]. The application of high concentrations of these essential oils (2500 ml/L for boldo and poleo and 1500 ml/L for clove) completely inhibited growth of *Aspergillus* species [12].

4. Conclusion

Insecticidal property of some plant essential oils against adult of saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.) was investigated by using fumigation method. It revealed that the essential oil of star anise showed the most toxic effect to the insect in which presented high activity and gave LC_{50} value of 7.170 µl/L air, followed by the essential oils of dill, marigold and lemon grass, which showed of 11.381, 12.528 and 12.893 µl/L air, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

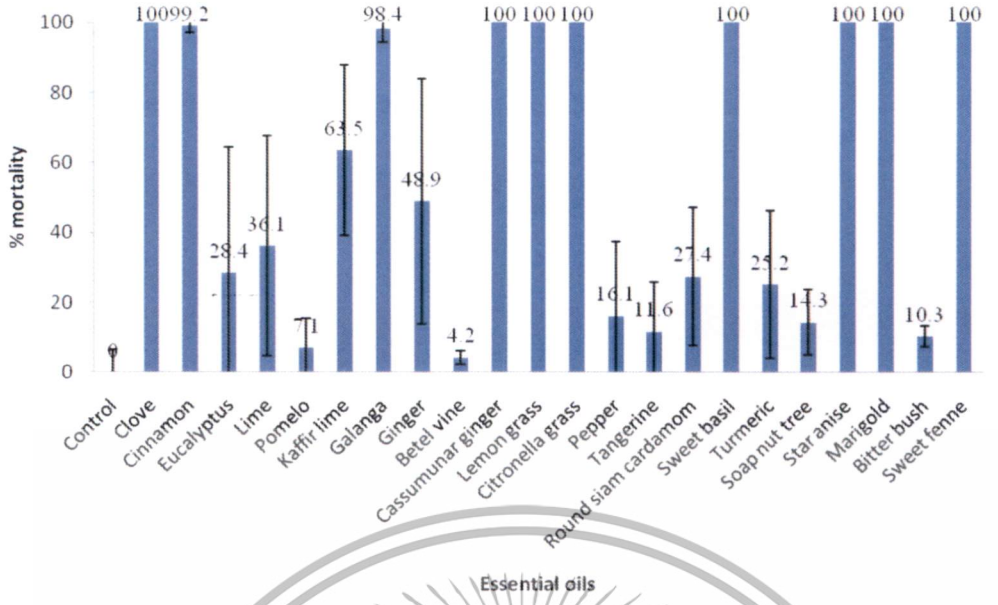


Figure 1 Percentage of mortality of saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.) after treated with essential oils of medicinal plants with concentration of 50 µl/L air at 24 hours by fumigation method.

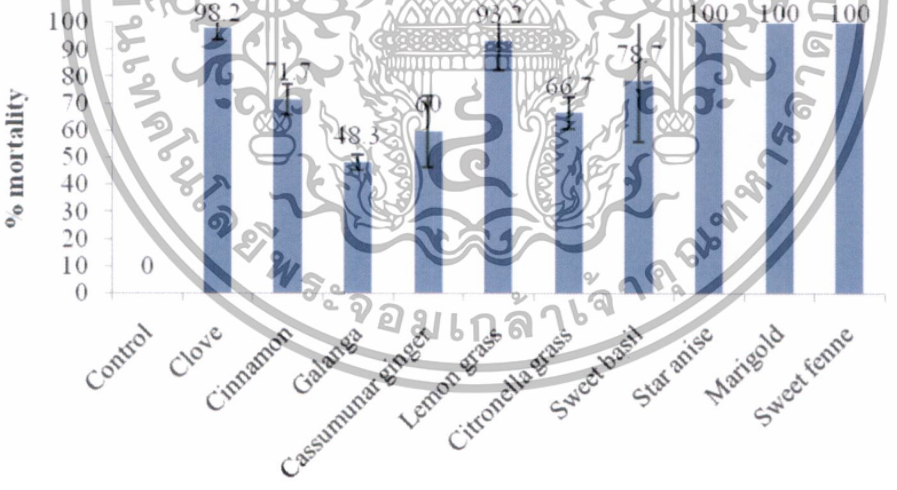


Figure 2 Percentage of mortality of saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn) after treated with essential oils of medicinal plants with concentration of 25 µl/L air at 24 hours by fumigation method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Percentage of mortality of saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.) after treated with essential oils of medicinal plants at various concentrations at 24 hours by fumigation method.

Medical Plants	% Mortality[1] Concentration (µl/L air)						LC_{50} (µl/L air)	LC_{90} (µl/L air)	Slope	SE
	0	5	10	15	20	25				
star anise	0.0±0.0 ^{D}	22.2±4.7 ^{Ca}	85.9±10.1 ^{Ba}	99.2±2.0 ^{Aa}	100.0±0.0 ^{Aa}	100.0±0.0 ^{Aa}	7.170	10.712	0.362	0.033
marigold	0.0±0.0 ^{D}	14.3±9.1 ^{Cab}	25.1±7.4 ^{Cbc}	75.0±12.4 ^{Bab}	85.1±21.9 ^{Bab}	100.0±0.0 ^{Aa}	12.528	19.812	0.176	0.012
clove	0.0±0.0 ^{E}	15.5±13.0 ^{Dab}	16.7±15.8 ^{Dc}	42.0±26.1 ^{Cab}	71.1±15.9 ^{Bbc}	100.0±0.0 ^{Aa}	15.139	23.696	0.150	0.010
lemon grass	0.0±0.0 ^{D}	25.4±12.5 ^{Ca}	48.1±27.8 ^{Bab}	56.9±23.6 ^{Bab}	62.8±20.9 ^{Bc}	100.0±0.0 ^{Aa}	12.893	23.920	0.116	0.008
dill	0.0±0.0 ^{D}	3.0±5.2 ^{Cb}	37.8±28.8 ^{Bbc}	81.7±7.6 ^{Aab}	100.0±0.0 ^{Aa}	100.0±0.0 ^{Aa}	11.381	15.893	0.284	0.023
sweet basil	0.0±0.0 ^{D}	3.3±5.8 ^{Cb}	13.8±8.0 ^{Cc}	27.5±16.8 ^{Bcd}	48.9±15.2 ^{Bc}	78.7±22.6 ^{Ab}	19.429	29.322	0.130	0.010

[1/]Means in row followed by the same capital letter and means in column followed by the same common letter were not significantly different ($P<0.05$) according to DMRT

References

[1] Metcalf C.L. and Flint W.P. **1979**. Destructive and Useful Insects. Tata McGraw-Hill Pub. Com. Ltd. New Delhi, 1087 pp.

[2] WMO, **1991**. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1991. World Meteorological Organization Report No. 25, World Meteorological Organization of the United Nations, Geneva.

[3] Dansi, L., Velson, V., Vander, F.L. and Heuden, C.A. **1984**. Methyl bromide: carcinogenic effects in the rat for stomach. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 72, 262-271.

[4] Chaudhry, M.Q. **1995**. Molecular biological approaches in studying the gene(s) that confer phosphine-resistance in insects. *Journal of Cellular Biochemistry Supplement.* 21A, 215.

[5] Bell, C.H. and Wilson, S.M. **1995**. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research,* 31, 19-205.

[6] Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U. and Pisarrev, V. **1991**. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *Journal of Chemical Ecology*, 17, 499-504.

[7] Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J. and Sukprakarn, C. **1997**. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33, 7-15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[8] Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E. and Pinel, R. **1993**. Insecticidal effect of essential oils from Mediterranean plants upon *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Chemical Ecology*, 19, 1231-1242.

[9] Sripongpun, G. **2008**. Contact toxicity of the crude extract of Chinese star anise fruits to house fly larvae and their development. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(5), 667- 672.

[10] Ojianwuna, C.C. and Umoru, P.A. **2010**. Effects of *Cymbopogon citratus* (lemon grass) and *Ocimum suave* (wild basil) applied as mixed and individual powders on the eggs laid and emergence of adult *Callosobruchus Maculatus*. *African Journal of Agricultural Research*. 6(29), 6311-6319.

[11] Farkhanda, M., Ghazala, N., Sadia, S. and Saadiya, A.M., **2011**. Effect of ethanolic plant extracts on three storage grain pests of economic importance. *Pakistan Journal of Botany*. 43(6), 2941-2946.

[12] Maria, A.P., Natalia, S.G., Carolina, A.F. and Miriam, E. **2012**. Invitro evaluation of five essential oils as botanical fungitoxicants for the protection of stored peanuts from *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* contamination. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 70, 82-88.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis*) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*)

วริยา ธนะศิรังกูล[1] จรงค์ศักดิ์ พุมนวน[1] และ อำมร อินทร์สังข์[1]

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ กานพลู (*Syzygium aromaticum*) ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citrates*) จันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum*) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens*) ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis*) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือก ตรวจนับอัตราการไล่ที่เวลาต่างๆกัน พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 0.08 $\mu l/cm^2$ มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อยและด้วงงวงข้าวโพดมากกว่า 40% ภายใน 5 ชั่วโมง ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งมากกว่า 40% ที่ 24 ชั่วโมง

บทนำ

มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด จัดเป็นแมลงทำลายผลิตผลทางการเกษตรในโรงเก็บที่สำคัญ ซึ่งหากมีการเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 เดือน จะทำให้เกิดความเสียหายเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูประมาณ 22 – 40% (ชุมพล, 2533) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเมทิลโบรไมด์มาใช้ในการป้องกันกำจัด แต่เนื่องจากมีผลกระทบต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม เมทิลโบรไมด์จึงถูกยกเลิกการใช้ภายในปี พ.ศ. 2558 (Shaaya *et al.*, 1997) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาสารสกัดจากพืชมาใช้ เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ (Thanasirungkul *et al.*, 2012)

วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูในโรงเก็บ

คัดแยกพ่อและแม่พันธุ์ในเมล็ดธัญพืชต่างๆที่เก็บจากโรงสีข้าวในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ทำการเพาะเลี้ยงมอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด ด้วยเมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิบด เมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ และรำข้าว ตามลำดับ ที่อุณหภูมิห้องปฏิบัติการ

การเตรียมพืชสมุนไพรและการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

การคัดเลือกพืชสมุนไพรที่ใช้การทดลองเพื่อป้องกันกำจัดมอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด ทั้งหมด 4 ชนิด โดยนำพืชสมุนไพรที่คัดเลือกมาใช้ในการทดสอบโดยสกัดด้วยเครื่องสกัดน้ำมันด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation)

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยรูปของเป็นสารไล่

โดยหยดนำน้ำมันหอมระเหยมาเจือจางที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.008 และ 0.08 µl/L air ปริมาตร 250 µl บนซีกหนึ่งของกระดาษกรอง ส่วนอีกซีกหนึ่งหยด 95% ethanol ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที นำกระดาษกรองทั้ง 2 ส่วนมาประกบกันในจานแก้ว และนำแมลงทดสอบใส่ลงตรงกลางจานแก้ว จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และทำการนับจำนวนแมลงที่พบบนแต่ละซีกของกระดาษกรองที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง อ้างอิงจากวิธีการของ ดวงสมร และคณะ (2554)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ กานพลู ตะไคร้บ้าน จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด โดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือก พบว่าโดยทั่วไปน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกชนิดที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm^2 ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ ขณะที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2 น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพดมากกว่า 40% ภายใน 5 ชั่วโมง ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งมากกว่า 40% ที่ 24 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วริยา และคณะ (2556) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม ด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง

เอกสารอ้างอิง

ชุมพล กันทะ. 2533. หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 249 หน้า.

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ และคณะ 2554. แก่นเกษตร. 39: 346-368.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วริยา ธนะศิรังกูล จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. หน้า 39 (บทคัดย่อ). ประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12. 9-12 พฤษภาคม 2556. บางนา, กรุงเทพมหานคร.

Shaaya, E.., *et al.* 1997. Journal of Stored Products Research. 33: 7-15.

Thanasirungkul, W., J. Pumnuan, and A. Insung. 2012. p. 59-64. *In:* 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. December 27-30. 2012. Harbin. P.R.China.

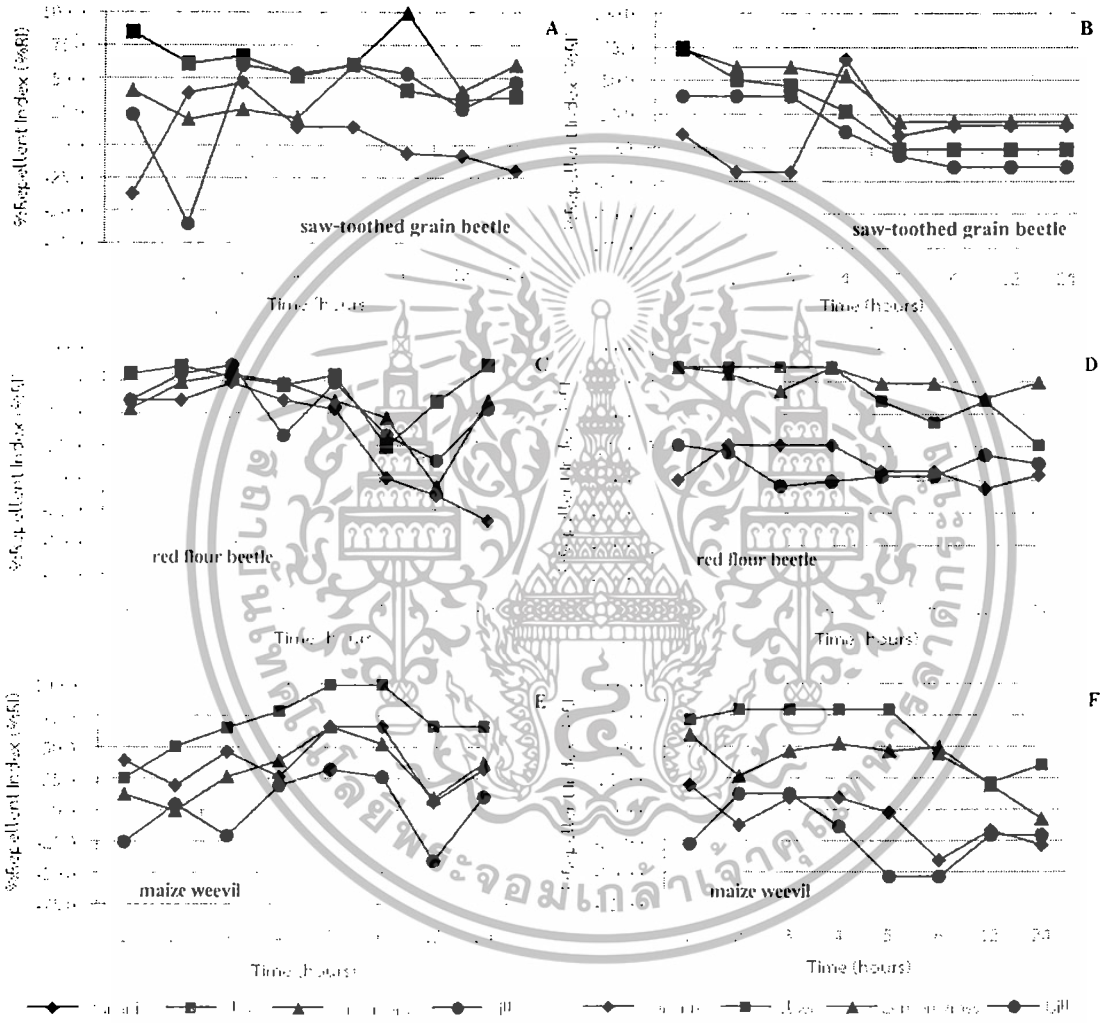


Figure 1 Percentage of repellent index of essential oils of medicinal plants from clove, lemon grass, star anise and dill various at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 and 24 h by Choice-test, A, C, E: concentration of essential oil at 0.008 μl/cm^2, B, D, F: concentration of essential oil at 0.08 μl/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาววรัยา ธนะศีรังกูล

วัน เดือน ปีเกิด 11 เมษายน 2533 กรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ 101/360 ถนนร่มเกล้า แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา - จบการศึกษาปี พ.ศ. 2554
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง
- พ.ศ. 2555 ศึกษาต่อปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

1. Effectiveness of Essential Oils of Medicinal Plants against Saw-toothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.) In: 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. December 27-30, 2012. Harbin, P.R.China.

2. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพด ใน การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 วันที่ 9-12 พฤษภาคม 2556 ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ.

3. ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis*) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) ใน การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556 เซ็นทาราคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ ขอนแก่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้