ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ

EFFECTIVENESS OF ESSENTIAL OIL FORMULAS FROM MEDICINAL PLANTS INCORPORATED WITH CARBON DIOXIDE IN CONTROLLING STORED-PRODUCT INSECTS

กีวีวัสน์ ชาวสุวรรณวงษ์

KAWEEWAT JAWSUWANWONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-065-189

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ

EFFECTIVENESS OF ESSENTIAL OIL FORMULAS FROM MEDICINAL PLANTS INCORPORATED WITH CARBON DIOXIDE IN CONTROLLING STORED-PRODUCT INSECTS

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์

KAWEEWAT JAWSUWANWONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 148288
วัน.เดือน.ปี 24 มิ.ย. 2560

.b.....
.l.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-065-189

EFFECTIVENESS OF ESSENTIAL OIL FORMULAS FROM MEDICINAL PLANTS INCORPORATED WITH CARBON DIOXIDE IN CONTROLLING STORED-PRODUCT INSECTS

KAWEEWAT JAWSUWANWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

KMITL-2015-AG-M-065-189

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ

Effectiveness Essential Oils from Medicinal Plants Incorporated with Carbon Dioxide in Controlling Stored-Product Insects

นักศึกษา นายกวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์

รหัสประจำตัว 56604015

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.พรหมมาศ	คูหากาญจน์	
ผศ.ดร.อำมร	อินทร์สังข์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 10 กรกฎาคม 2558

สถานที่สอบ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร (ชั้น 1 ตึกบุนนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มลฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 15 **เดือน** กรกฎาคม **พ.ศ.** 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ
นักศึกษา	นายกวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์
รหัสประจำตัว	56604015
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2558
อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. อำมร อินทร์สังข์

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงในโรงเก็บ 4 ชนิด ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรม ในรูปแบบของการเป็นสารฆ่า สารไล่ และสารยับยั้งการวางไข่ โดยมีน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลัก น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบรอง

การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชโดยวิธีการรมในรูปแบบของการเป็นสารฆ่า ต่อตัวเต็มวัยของแมลงทั้ง 3 ชนิด ทำการทดลองโดยการรมในขวดแก้วขนาด 40 cm^3 ที่ความเข้มข้น 0 (95% Ethanol), 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 µl/L air ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าสูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 (S3D1) มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ 100% ที่ความเข้มข้น 12.5 µl/L air ฆ่ามอดฟันเลื่อยได้ 100% ที่ความเข้มข้น 10 µl/L air และมอดแป้ง 100% ที่ความเข้มข้น 20 µl/L air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 6.763 3.558 และ 4.106 µl/L air ตามลำดับ ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็นส่วนประกอบมีประสิทธิภาพต่ำในการฆ่าแมลงศัตรูในโรงเก็บทั้ง 3 ชนิด

การทดสอบประสิทธิภาพการไล่และยับยั้งการวางไข่ทำการทดสอบประสิทธิภาพการไล่แบบมีทางเลือกประกอบด้วย 2 รูปแบบ คือการทดสอบการไล่ในจานเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 cm โดยไม่มีเมล็ดข้าวสาร ที่ความเข้มข้น 0.008 และ 0.016 µl/cm^2 บันทึกผลที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และการทดสอบการไล่ในท่อทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 cm ยาว 20 cm โดยมีเมล็ดข้าวสาร ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บเมล็ดข้าวสารเพื่อศึกษาหาปริมาณการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด โดยตรวจนับตัวเต็มวัยที่ฟักออกมาใน 45 วัน พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.016 µl/cm^2 มีประสิทธิภาพในการไล่ในจานทดสอบได้ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ มากกว่า 80% ตั้งแต่ 2-6 ชั่วโมง หลังจากการ

ทดสอบ ส่วนการไล่ในท่อทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ S4D0 และ S3D1 มีประสิทธิภาพดีที่สุดไม่แตกต่างกันโดยมีค่าดัชนีการไล่ ประมาณ 45% และมีอัตราการยับยั้งการวางไข่ได้ดีที่สุดเช่นกัน คือ พบด้วงงวงข้าวโพดในกลุ่มทดสอบเพียง 28.1% ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

นำน้ำมันหอมระเหยจากพืชสูตร S3D1 มาทดสอบโดยวิธีการรมในผ้าพลาสติกสำหรับรมยาขนาด 125 L โดยใช้ความความเข้มข้นของสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ 6.25, 12.5 และ18.75 µl/L air ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ และบันทึกผลปริมาณการตายของแมลงที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง พบว่า สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช S3D1 ที่ความเข้มข้น 18.75 µl/L air ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิด ได้สูงสุด 100% ที่ 72 ชั่วโมง รองลงมา คือ สูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 12.5 µl/L air ใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถฆ่าด้วงงวงข้าว มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งที่ 120 ชั่วโมง ได้ 85.78 85.53 และ 59.87% ตามลำดับ ขณะที่ใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพียงอย่างเดียว มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวได้น้อยกว่า 50% ส่วนการใช้คาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียวสามารถฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิด ได้ต่ำกว่า 25%

Thesis	Effectiveness of Essential Oil Formulas from Medicinal Plants Incorporated with Carbon Dioxide in Controlling Stored-Product Insects
Student	Mr Kaweewat Jawsuwanwong
Student ID	56604015
Degree	Master of Science
Program	Agricultural Science
Year	2015
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Ammorn Insung

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the efficiency of essential oils formula obtained from plants incorporated with carbon dioxide in controlling four stored product insect pests namely; maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) saw-toothed grain beetle (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) and red flour beetle (*Tribolium castaneum* (Herbst)) by using fumigation methods in terms of botanical insecticide, fumigant repellency and ovipositional inhibition. Essential oil formulas were made from star anise (*Illicium verum* Hook.f.) and dill (*Anethum graveolens* Linn.) as major components and essential oils of clove (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry) and lemon grass (*Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)) as minor components.

The fumigation method was made by applying essential oil formulas in 40 cm^3 glass vial with various concentrations, then the mortalities of insects were observed at 24 h. The result presented that essential oil formulas made from star anise and dill at the rate of 3:1 (S3D1) showed the most toxic effect that could completely kill the corn weevil, saw-toothed grain beetle and red flour beetle at concentrations 12.5, 10 and 20 µl/L air respectively in which presented high activity LC50 values of 6.763, 3.558 and 4.106 µl/L air, respectively. In the other hand, the essential oils of clove and lemon grass formulas showed the low toxic effect to the 3 stored-product insects.

Repellent effect and ovipositional inhibition properties of essential oil formulas were evaluated. The bioassays were choice test including two ways, the first was done in repellent petri dish (diameter 10 cm) without rice seeds and the essential oil formulas at concentrations of 0.008 and 0.016 µl/cm^2 were used with various times of observation. Of choice test done in repellent tube (2 cm in diameter, 20 cm long) with rice seeds and essential oil formulas at concentrations of 2, 4 and 6%, volume of 50

µl were applied, later recorded at 72 h, and compared with control (95% ethanol). The ovipositional inhibition caused by each essential oil formula was evaluated by following previous experiment when the emergent adult developed from laid egg of each was checked after 45 days. The result showed that S3D1 formula at the concentration of 0.016 µl/cm^{2}gave, %repellant index greater than 80% from 2-6 hours after test. In addition, in repellent tube, S4D0 and S3D1 formulas were the best performance, gave about 45 %RI. In the same way, this formula was highly effective on ovipositional inhibition and presented the number of 28.1% adult with significant difference from the control.

Fumigant toxicity of essential oil formula S3D1 incorporated with carbon dioxide were also performed against the insect. The essential oil formula at concentrations of 6.25, 12.5 and 18.25 µl/L air were applied and the mortalities of insects were observed at 24, 48, 72, 96 and 120 h. The result showed that essential oil formulas S3D1 at concentration of 18.25 µl/L air incorporated with carbon dioxide could kill corn weevil, saw-toothed grain beetle and red flour at 100% at 72 h. In addition, this essential oil formulas at the concentrations of 12.5 µl/L air incorporated with carbon dioxide could kill corn weevil, saw-toothed grain beetle and red flour at 85.78, 85.53 and 59.87% at 120 h. In the other hand, essential oils from plants alone could kill the insects less than 50%, where as carbon dioxide alone could kill the insect less than 25%.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างดีด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์ ซึ่งเป็นอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณโครงการวิจัยประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ ทุนรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร และทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบพระคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ(สูง) ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่คอยดูแลให้คำปรึกษาชี้แนะแก้ปัญหาตลอดจนการวางแผนการดำเนินงานในการทดลอง และอำนวยความสะดวกในทุกเรื่องของการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีต่างๆในการทำวิจัยให้ลุล่วงด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดู อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำสนับสนุนทุกอย่าง และคอยให้กำลังใจในการเรียนและทำวิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คุณลุงชาญชัย แสงหิรัญ พี่ๆ และเพื่อน ที่ด่านตรวจพืชลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุน เป็นห่วงเป็นใย ให้กำลังใจ และให้โอกาสต่อผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ค่อยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ในการทำวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสมบรูณ์และเป็นกำลังใจต่อผู้วิจัยเสมอมา

คุณประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III
กิตติกรรมประกาศ V
สารบัญ VI
สารบัญตาราง IX
สารบัญภาพ X
สารบัญภาคผนวก XIII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย 2
1.4 ผลคาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 แมลงศัตรูในโรงเก็บ 4
2.2 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ 9
2.3 การใช้สารเคมีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ 11
2.4 น้ำมันหอมระเหย 12
2.5 การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ 16
2.6 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ 16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 21
3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย 21
3.2 วิธีการทดลอง 23

สารบัญต่อ

หน้า

3.2.1 การเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูในโรงเก็บ 23
3.2.2 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 23
3.2.3 การคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหย 25
3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 26
3.2.5 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ 26
3.2.6 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการวางไข่ 28
3.2.7 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง 29
3.2.8 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจริง 31
3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล 31

บทที่ 4 ผลการวิจัย 32
4.1 การคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยเบื้องต้น 32
4.2 การศึกษาระดับความเป็นพิษของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารฆ่าแมลงในโรงเก็บ 34
4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บแบบมีทางเลือก 36
4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการวางไข่ 42
4.5 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง 44
4.6 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจริง 46

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 48
5.1 การศึกษาระดับความเป็นพิษของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารฆ่าแมลงในโรงเก็บ 48
5.2 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บแบบมีทางเลือก 48

สารบัญต่อ

หน้า

5.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการวางไข่ 49
5.4 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ 49

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 51
6.1 สรุปผลการวิจัย 51
6.2 ข้อเสนอแนะ 51

บรรณานุกรม 52

ภาคผนวก 56

ประวัติผู้เขียน 76

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง 35

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง 35

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัย มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง 36

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง 45

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) หลังจากโดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง 45

ตารางที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง 46

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงศัตรูในโรงเก็บโดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจริง 47

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1. ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky) 5
2.2. ตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย
(saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)).....7
2.3. ตัวเต็มวัยมอดแป้ง (red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst).....8
2.4. จันทร์แปดกลีบ *Illicium verum* Hook.f. 17
2.5. เทียนข้าวเปลือก *Anethum graveolens* Linn. 18
2.6. กานพลู *Syzygium aromaticum* (L.) merr. & L.M. Perry.....19
2.7. ตะไคร้บ้าน *Cymbopgon citratus* (DC.) Stapf. 20
3.1. กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 27 ×18×10 cm.....23
3.2. เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการต้มด้วยน้ำ (water distillation).....24
3.3. การกรองด้วย Sodium sulfhate anhydrus 25
3.4. การทดสอบสารไล่ในจานเลี้ยงเชื้อ 28
3.5. ชุดท่อทดสอบสำหรับการทดสอบสารไล่ในท่อทดสอบ 28
3.6. กล่องสำหรับเลี้ยงแมลง ขนาด 6×9.7×3.6 cm สำหรับทดสอบประสิทธิภาพสารการ
ยับยั้งการวางไข่.....29
3.7. การรมในสภาพจำลองการใช้จริง.....30
3.8. เครื่องซีลพลาสติก LEISTER รุ่น Triac ST.....30
3.9. เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ Testo 310 31
4.1. เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)
โดยวิธีการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 13 สูตร ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air
ที่ 24 ชั่วโมง.....33
4.2. เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus))
โดยวิธีการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 13 สูตร ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air
ที่ 24 ชั่วโมง.....33
4.3. เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรมด้วย
สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 13 สูตร ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง.....34

สารบัญภาพต่อ

ภาพที่ หน้า

4.4. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2 37

4.5. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.16 µl/cm^2 37

4.6. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบ ที่เวลาต่างๆที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm2 38

4.7. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบ ที่เวลาต่างๆที่ความเข้มข้น 0.16 µl/cm^2 38

4.8. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2 39

4.9. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.16 µl/cm^2 39

4.10. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัย ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมี ทางเลือกในท่อทดสอบที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่ เวลา 72 ชั่วโมง 40

4.11. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในท่อทดสอบ ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมง 41

สารบัญภาพต่อ

ภาพที่ **หน้า**

4.12. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัย
มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในท่อทดสอบ
ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมง 41
4.13. จำนวนตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) หลังจากทดสอบด้วย
สูตรน้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl
บันทึกผลที่เวลา 45 วัน.....42
4.14. จำนวนตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) หลังจากทดสอบด้วย
สูตรน้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl
บันทึกผลที่เวลา 45 วัน.....43
4.15. จำนวนตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) หลังจากทดสอบด้วย
สูตรน้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl
บันทึกผลที่เวลา 45 วัน.....43

สารบัญภาคผนวก

หน้า

ผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์ 58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

แมลงศัตรูในโรงเก็บเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของผลผลิตทางการเกษตร เช่นข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วชนิดต่างๆ เป็นต้น โดยเฉพาะข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย และเป็นพืชที่พบการปลูกทั่วทุกภาคของประเทศ (สมชาย ชดตระการ. 2548) อีกทั้งข้าวยังเป็นอาหารหลักของคนไทยโดยมีการบริโภคข้าวสารโดยประมาณ 101 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล. 2548) แมลงศัตรูในโรงเก็บจะทำให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิตลดลง (Rajendran. 2002) เนื่องจากแมลงศัตรูในโรงเก็บมักจะมีขนาดเล็กจึงทำให้สังเกตได้ยาก วงจรชีวิตสั้น ทำให้จำนวนแมลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาไม่นาน ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้อย่างรวดเร็ว (Rees. 2004) โดยแมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถสร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ เช่น การกัดกินเมล็ดทำให้เป็นรู เป็นขุยผง สร้างใยทำให้เมล็ดเกาะติดกันเป็นก้อน และการถ่ายมูลของเสียในผลผลิต ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตแบ่งได้ ดังนี้ คือ สูญเสียน้ำหนัก สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ สูญเสียความงอก สูญเสียคุณภาพ สูญเสียเงิน สูญเสียชื่อเสียง

การรมด้วยสารเคมีเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดแมลงได้เป็นอย่างดี โดยสารที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ สารเมทธิลโบรไมด์ (CH_3Br) และสารฟอสฟีน (PH_3) โดยสารเมทธิลโบรไมด์เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เนื่องจากสารเมทธิลโบรไมด์มีข้อดีกว่าสารประเภทอื่นคือ สามารถฆ่าแมลงได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของแมลง มีความสามารถในการฟุ้งกระจายและแทรกซึมเข้าไปในสินค้าได้ดี เมทธิลโบรไมด์เป็นสารที่จัดอยู่ในสารอันตราย class I ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายชั้นโอโซน โดยสามารถทำลายชั้นโอโซนได้มากกว่าสาร CFC ถึง 60 เท่า ทำให้แสงและรังสีจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านมายังโลกได้โดยตรง ทำให้วงจรของพืชและสัตว์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเนื่องจากอุณหภูมิของพื้นผิวโลกสูงขึ้น (WMO. 1995) จึงได้มีการจัดทำพิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยการลดละเลิกการใช้สารทำลายชั้นโอโซน ซึ่งจะยกเลิกใช้สารเมทธิลโบรไมด์ในปี 2558 ส่วนการใช้สารฟอสฟีนเป็นสารเคมีอีกหนึ่งชนิดที่นิยมใช้ เพราะเป็นสารที่สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่สูงมากนัก และมีฤทธิ์ในการควบคุมกำจัดแมลงได้ดี จึงนิยมใช้เพื่อทดแทนสารเมทธิลโบรไมด์อีกทางหนึ่ง การใช้สารฟอสฟีนติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้แมลงเกิดความต้านทาน (Pimentel. 2007) และการใช้ฟอสฟีนในความเข้มข้นที่สูงจะส่งผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Sittisuang and Makakita. 1985) นอกจากนี้การใช้สารเคมียังเป็นอันตรายต่อเกษตรกร และผู้บริโภค

ปัจจุบันมีการเลือกใช้วิธีการอื่น ๆ ที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์ เช่น การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี การใช้พันธุ์ต้านทาน การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพสุญญากาศ การกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสานเป็นการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้หลายรูปแบบ เช่น สารรม (fumigant) สารสัมผัสตาย (contact toxicity) สารยับยั้งการกิน (antifeedant) และสารไล่แมลง (repellency) เป็นต้น การใช้น้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้ควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพราะเป็นสารสกัดจากธรรมชาติทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค

การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งเช่นกันโดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จะทำให้ผลผลิตไม่เกิดสารตกค้าง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีการการฟุ้งกระจายตัวอย่างรวดเร็ว การจัดการกับแมลงชนิดต่างๆ ด้วยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้ผู้ใช้และผู้บริโภคปลอดภัยเพราะไม่เกิดสารพิษตกค้างและหลีกเลี่ยงปัญหาการเกิดความต้านทานของแมลง

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 3 ชนิดประกอบด้วย ด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง ซึ่งผลการทดลองอาจนำไปใช้ในการเก็บรักษาผลผลิตของเกษตรกรได้จริง และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่เกษตรกรและผู้บริโภค ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สุขภาพอนามัย และสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 3 ชนิดประกอบด้วย ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* Herbst)

1.2.2 เพื่อศึกษาหารูปแบบ แนวทาง และวิธีการใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงในโรงเก็บจำนวน 3 ชนิดดังกล่าวในสภาพจริง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 3 ชนิด ประกอบด้วย ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* Herbst) โดยทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ และในสภาพจริงเพื่อทดแทนการป้องกันกำจัดโดยวิธีอื่นๆ หรือทดแทนการใช้สารเคมีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ โดยทำการคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ จันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) เทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry) และตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citrates* (Dc.ex.Nees)) ที่มีแนวโน้มในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 3 ชนิด ประกอบด้วย ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* Herbst) นำมาทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีผลต่อด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งโดยวิธีการรม(fumication) ในรูปแบบของการเป็นสารฆ่า (fumigant) สารไล่ (repellency) และสารยับยั้งการวางไข่ (ovipositional Inhibition) และทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหยร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ ทำการศึกษาผลและระดับความเป็นพิษ หาความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomize design) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองและหาค่า LC_{50} (50% lethal concentration) และคำนวณหาค่าดัชนีการไล่ (%repellent index:%RI) ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์

สำหรับการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บนั้น ยังไม่มีการรายงานการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบในเบื้องต้นแล้ว พบว่ามีประสิทธิภาพและสามารถที่จะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นได้

1.4 ผลคาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบชนิดและสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ ได้แก่ มอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด

1.4.2 ทราบสูตรน้ำมันหอมระเหยร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บชนิดดังกล่าว

1.4.3 ทราบรูปแบบแนวทางและวิธีการใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงในโรงเก็บที่เหมาะสมในสภาพจริง

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แมลงศัตรูในโรงเก็บ

ประเทศไทยมักจะประสบปัญหาแมลงศัตรูพืชทำลายผลผลิตทางการเกษตร การเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรในช่วงระยะเวลาหนึ่งไว้ในยุ้งฉาง ในโกดังหรือในโรงสีมักประสบปัญหาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บก่อให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ (Hanashi, T. et.al., 2004)) โดยแมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถสร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ เช่น การกัดกินเมล็ดทำให้เป็นรู เป็นขุยผง สร้างใยทำให้เมล็ดเกาะติดกันเป็นก้อน และการถ่ายมูลของเสียในผลผลิต ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตแบ่งได้ ดังนี้ คือ สูญเสียน้ำหนัก สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ สูญเสียความงอก สูญเสียคุณภาพ สูญเสียเงิน สูญเสียชื่อเสียง ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* Herbst) เป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ โดยด้วงงวงข้าวโพดจะอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดโดยมักทำลายร่วมกับด้วงงวงข้าว โดยเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เป็นเวลา 6 เดือนจะเกิดความเสียหายสูงถึง 22 % ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ (กรมวิชาการเกษตร. 2548) ส่วนมอดฟันเลื่อย และมอดแป้งทำลายเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์หรือมีแมลงชนิดอื่นทำลายลายอยู่ก่อนแล้วสามารถพบแมลงทั้ง 3 ชนิด ระบาดได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย งานวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองแมลงศัตรูในโรงเก็บสามชนิด ได้แก่

2.1.1 ด้วงงวงข้าวโพด (maize weevil) (ภาพที่ 2.1) (บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547 ; พรทิพย์ วิสารทานนท์ และคณะ. 2548 ; ฉัฐพร จันทะ. 2554 ; ศิวกร เกียรติมณีรัตน์. 2554)

ชื่อวิทยาศาสตร์	*Sitophilus zeamais* Motschulsky
วงศ์	Curculionidae
อันดับ	Coleoptera

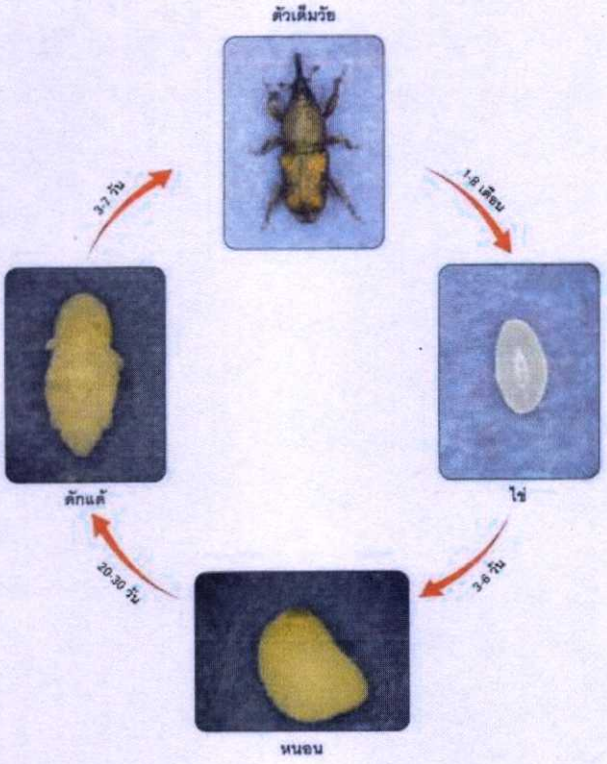
ความสำคัญและลักษณะการทำลาย ด้วงงวงข้าวโพดเป็นเมลงกัดกินทำลายภายในเมล็ด (internal feeder) สามารถกัดกินเมล็ดที่สมบูรณ์ที่ไม่แตกหักหรือเมล็ดที่แตกหักเพียงเล็กน้อยได้เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของข้าวและเมล็ดธัญพืชทั้งที่ใช้บริโภคหรือใช้ทำพันธุ์ที่ทำลายเมล็ดพันธ์พืชในโรงเก็บ โดยเฉพาะข้าว ภายในเมล็ดจะถูกตัวหนอนกัดกินอยู่ภายใน ทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือกหรือผิวนอก โดยอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดเหมือนด้วงงวงข้าว

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดจะมีสีน้ำตาลถึงดำ ยาวประมาณ 3.0-3.8 mm ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง (snout หรือ rostrum) สามารถบินออกไปทำลาย

เมล็ดพืชตั้งแต่อยู่ในไร่นา โดยตัวเมียจะวางไข่ที่เมล็ดพืช ขณะที่เมล็ดเริ่มสุกแก่ โดยใช้ส่วนปากเจาะแล้ววางไข่เมล็ดละ 1 ฟอง แล้วปิดปากรูที่วางไข่ด้วยไข (waxy secretion) ตัวเมียวางไข่ได้ 300-400 ฟอง ไข่จะฟักในเวลา 3-6 วัน เป็นตัวหนอนสีขาว ลำตัวสั้นป้อม และอาศัยกินอยู่ภายในเมล็ด ระยะตัวอ่อน 20-30 วัน ลอกคราบทั้งหมด 4 ครั้ง แล้วจึงเข้าดักแด้เป็นเวลา 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จะเจาะผิวเมล็ดออกมา ทำให้เมล็ดที่ถูกด้วงงวงข้าวโพดอาศัยอยู่เป็นรูพรุน วงจรชีวิตใช้เวลา 30-45 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-8 เดือน และยังพบว่าสามารถเข้าไปทำลายข้าวโพดตั้งแต่อยู่ในไร่

การแพร่กระจายและฤดูการระบาด พบการแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก ด้วงงวงข้าวโพดชอบอากาศร้อนและอบอุ่นและเขตร้อนตลอดปี จึงทำให้เกิดการระบาดมากแถบเอเชีย และแอฟริกา แพร่กระจายโดยบินได้ไกล จึงทำให้ระบาดไปในที่ต่างๆได้อย่างรวดเร็ว

พืชอาหาร เมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ



ภาพที่ 2.1 ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky) (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2552)

2.1.2 มอดฟันเลื่อย (saw-toothed grain beetle) (ภาพที่ 2.2) (บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547 ; พรทิพย์ วิสารทานนท์ และคณะ. 2548 ; ณัฐพร จันทะ. 2554 ; ศิวกร เกียรติมณีรัตน์. 2554)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus

วงศ์ Silvanidae

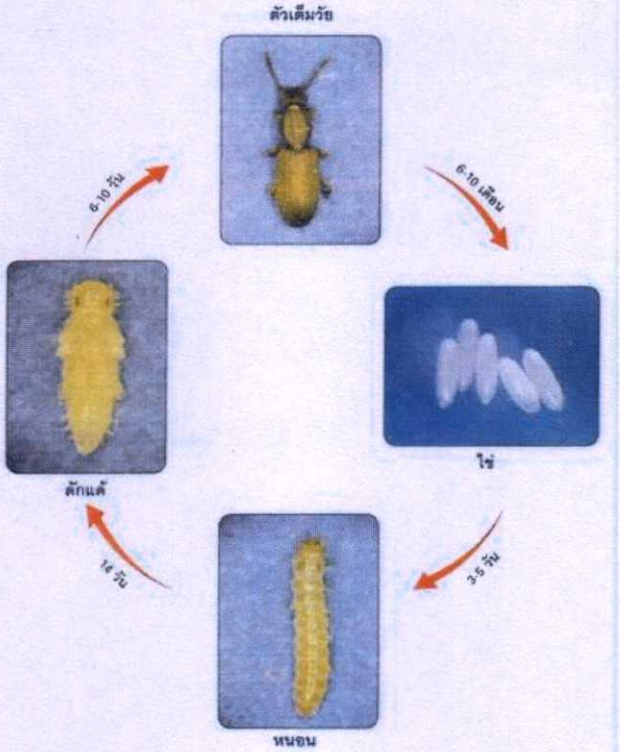
อันดับ Coleoptera

ความสำคัญและลักษณะการทำลาย มอดฟันเลื่อยเป็นแมลงกัดกินหรือทำลายจากภายนอก (external feeder) สร้างความเสียหายให้กับเมล็ดที่แตกหักหรือเมล็ดที่ถูกแมลงชนิดอื่นทำลายมาแล้วเท่านั้น เป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวสาร ธัญพืชหลากหลายชนิด และธัญพืชที่ผ่านขบวนการแล้ว เช่น ข้าวมอลท์ ขนมปัง เส้นหมี่ เป็นต้น ตัวเต็มวัยจะแทะเล็มอยู่ที่ผิวเมล็ด

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ ตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อยมีสีน้ำตาลเข้ม เป็นแมลงขนาดเล็ก ขนาดลำตัวยาวประมาณ 2.5-3.0 mm ลักษณะเด่น คือ ที่บริเวณส่วนอกด้านข้างมีซี่แหลมเล็กยื่นออกมาข้างละ 6 ซี่ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจำแนกได้ ตัวเต็มวันเพศเมียวางไข่บนอาหารตามพื้น หรือตามซอกของยุ้ง ตัวเมียวางไข่ตลอดชีวิตได้ 45-285 ฟอง โดยวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ หรือเป็นกลุ่มปะปนกับอาหาร สีขาวเรียวยาว ไข่จะฟักตัวหนอน ภายใน 3-5 วัน หนอนลำตัวเรียวเล็กสีขาวอมเหลือง หนอนใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ลอกคราบ 2-5 ครั้ง จึงเข้าดักแด้โดยใช้เศษอาหารเป็นปลอกหุ้มตัว ดักแด้มีลักษณะเด่น คือ ด้านข้างส่วนอกมีรยางค์ยื่นออกมาข้างล่ะ 6 เส้น ระยะดักแด้ 6-10 วัน วงจรชีวิตใช้เวลา 24-30 วัน ตัวเต็มวัยอยู่ได้นาน 6-10 เดือน สามารถเคลื่อนบนอาหารได้รวดเร็ว แต่ไม่สามารถบินได้ สภาพที่เหมาะสมคืออุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-90%

การแพร่กระจายและฤดูการระบาด มอดฟันเลื่อยพบการแพร่ระบาดไปทั่วโลก ในประเทศไทยพบทุกจังหวัดที่มีโรงสี และยุ้งข้าว ระบาดมากตอนปลายปีหรือก่อนเก็บเกี่ยวข้าวนาปีเล็กน้อย

พืชอาหาร ธัญพืชทุกชนิด ข้าวสาร มะม่วงหิมพานต์ แป้ง เครื่องเทศ เนื้อแห้ง และผลไม้แห้ง



ภาพที่ 2.2 ตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2552)

2.1.3 มอดแป้ง (red flour beetle) (ภาพที่ 2.3) (บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547 ; พรทิพย์ วิสารทานนท์ และคณะ. 2548 ; ณัฐพร จันทะ. 2554 ; ศิวกร เกียรติมณีรัตน์. 2554)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tribolium castaneum* Herbst

วงศ์ Tenebrionidae

อันดับ Coleoptera

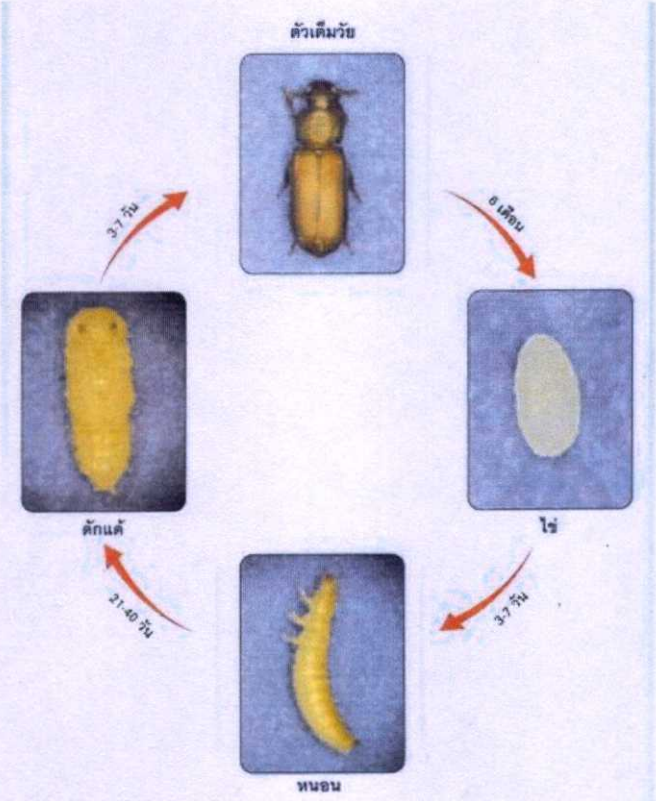
ความสำคัญและลักษณะการทำลาย มอดแป้งเป็นแมลงกัดกินหรือทำลายจากภายนอก (external feeder) สร้างความเสียหายให้กับเมล็ดที่แตกหักหรือเมล็ดที่ถูกแมลงชนิดอื่นทำลายมาแล้วเท่านั้น ถึงจะสามารถเข้าทำลายได้ มอดแป้งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของแป้งและรำ เพราะสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ทำให้แป้งที่มันอาศัยกินอยู่นั้นเปลี่ยนสีและมีกลิ่นเหม็นกลิ่นนี้จะติดทนนานถึงแม้นำแป้งไปทำอาหารแล้วจะยังคงมีกลิ่นติดอยู่ เมื่ออยู่ในสภาวะแออัดหนาแน่นจะกินกันเอง และสามารถทำลายไข่ ตัวหนอนของแมลงศัตรูผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่น เช่น ผีเสื้ออินเดีย ผีเสื้อข้าวโพด เป็นต้น

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ ตัวเต็มวัยของมอดแป้งมีสีน้ำตาลปนแดง ลำตัวแบนยาว ขนาดลำตัวประมาณ 2.3-4.4 mm หนวดเป็นรูปกระบอง ตัวเมียวางไข่ได้ 400-500 ฟอง ตาม

กระสอบ รอยแตกของเมล็ดข้าว ผลไม้แห้งหรือในแป้ง ไข่มีรูปร่างยาวรี สีขาว มีสารเหนียวหุ้มทำให้ยึดเกาะได้ง่าย ไข่จะฟักในเวลา 3-7 วัน ตัวหนอนมีสีน้ำตาลอ่อนเรียวยาว อาศัยอยู่ในแป้ง ใช้เวลาประมาณ 21-40 วัน โดยลอกคราบประมาณ 8 ครั้ง จึงเข้าดักแด้ ระยะเป็นดักแด้ 3-7 วัน วงจรชีวิตใช้เวลา 26-40 วัน ตัวเต็มวัยของมอดแป้งอาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 6 เดือน

การแพร่กระจายและฤดูการระบาด มีการแพร่กระจายไปทั่วโลก พบการระบาดมากในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ในประเทศไทยพบทุกภูมิภาคและระบาดตลอดปี

พืชอาหาร เมล็ดธัญพืช แป้งชนิดต่างๆ รำข้าว เครื่องเทศ ผลไม้แห้ง กาแฟ โกโก้ และหนังสัตว์



ภาพที่ 2.3 ตัวเต็มวัยมอดแป้ง (red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst) (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2552)

2.2 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ

การป้องกันและกำจัดแมลงในโรงเก็บมีหลายวิธีโดยสามารถแบ่งการป้องกันกำจัดได้เป็น 2 ประเภท คือ การป้องกันและกำจัดแมลงในโรงเก็บโดยไม่ใช้สารเคมี และการป้องกันและกำจัดแมลงในโรงเก็บโดยใช้สารเคมี

2.2.1 การป้องกันและกำจัดแมลงในโรงเก็บโดยไม่ใช้สารเคมี คือการนำเอาวิธีการต่างๆ โดยที่ไม่ใช้สารเคมี มาใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลง หรือเพื่อลดการทำลายของแมลง มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

2.2.1.1 วิธีกล (Mechanical control)

- การรักษาความสะอาดและการจัดการโรงเก็บ ควรเตรียมความพร้อมของสภาพโรงเก็บ ทำความสะอาดพื้นและส่วนต่างๆ ของโรงเก็บ ทั้งภายในและภายนอก ก่อนที่จะนำข้าวเข้าเก็บรักษา และต้องดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ทำให้การแพร่ระบาดทำลายของแมลงน้อยลง

- การใช้วิธีทางอ้อมกับแมลง เป็นการใช้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับแมลง เช่น การเก็บข้าวเปลือกแทนการเก็บข้าวสาร การแยกเมล็ดแตกหักออกจากเมล็ดดี สามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงได้

- การใช้วิธีทางตรงกับแมลง การแยกแมลงออกจากผลิตผล เป็นวิธีที่ใช้ได้ดีกับแมลงระยะตัวเต็มวัย เช่น การร่อนแยกแมลง การพลิกกลับกองข้าวบ่อยๆ การใช้เครื่องดูดเมล็ดโดยวิธีสุญญากาศ

- การใช้สารหรือวัสดุบางอย่างคลุกเมล็ด เช่น น้ำมันจากพืชที่มีคุณสมบัติในการไล่ และเป็นสารต้านการกิน เช่น น้ำมันขมิ้น และน้ำมันสะเดา นอกจากนี้ยังมีการใช้ ปูนขาว ขี้เถ้าแกลบ ทราย ลดการเข้าทำลายของแมลงได้

2.2.1.2 วิธีทางกายภาพ (Physical control)

- การลดความชื้นในเมล็ด ก่อนนำเข้าเก็บรักษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากช่วยป้องกันการเข้าทำลาย ของแมลงแล้ว ยังทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น การลดความชื้นเมล็ดลงเหลือ 10% จะพบแมลงทำลายน้อย หากลดความชื้นในเมล็ดต่ำกว่า 8% มักไม่พบแมลงทำลาย

- การควบคุมโดยใช้อุณหภูมิ เช่น การใช้อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ติดต่อกันจะทำให้แมลงบางชนิดหยุดการเจริญเติบโตและตายได้ และหากใช้อุณหภูมิระหว่าง 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือ อุณหภูมิระหว่าง 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จะทำให้แมลงทุกชนิดตายหมด หรือการใช้ความเย็นในการเก็บเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส จะทำให้แมลงหยุดการเจริญเติบโตและ ขยายพันธุ์ได้ และแมลงจะตายหมดที่อุณหภูมิ 2 ถึง 5 องศาเซลเซียส

- การใช้พลังงาน มีการใช้พลังงานต่างๆ เช่น พลังงานไฟฟ้า และพลังงานจากรังสี เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัดแมลง โดยแมลงจะดูดพลังงานได้เร็วกว่าเมล็ดพืช แมลงจึงตายได้อย่างรวดเร็ว โดยเมล็ดยังไม่ถูกทำลาย

- การใช้ภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ปัจจุบันได้มีถุงพลาสติกถักที่หนาและสามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงได้

- การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ หรือภาชนะที่ปิดผนึกแน่น แมลงต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจเมื่ออยู่ในที่ไม่มี อากาศ ผ่านก็ทำให้แมลงตายได้ ในกรณีที่ต้องการให้แมลงตายเร็วขึ้นอาจเพิ่มก๊าซที่เป็นพิษ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซไนโตรเจน เป็นต้น

2.2.1.3. วิธีทางชีวภาพ (Biological control) หมายถึงการใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน หรือเชื้อจุลินทรีย์ ในการลดปริมาณแมลงศัตรูในโรงเก็บ

- แมลงศัตรูธรรมชาติ โดยนำแมลงศัตรูธรรมชาติมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ และปล่อยสู่แมลงเป้าหมาย อุปสรรคของวิธีนี้คือ การค้นหาแมลงศัตรูธรรมชาติ วิธีการเลี้ยง และการขยายพันธุ์ที่ง่ายและประหยัด เช่น แตนเบียน ตัวห้ำ

- โรคของแมลง (insect pathogen) การนำจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคชนิดต่างๆ มาใช้ในการควบคุม เช่น เชื้อแบคทีเรีย รา โปรโตซัว ไวรัส

2.2.2การป้องกันและกำจัดแมลงในโรงเก็บโดยใช้สารเคมี เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติ เพราะเป็นการป้องกันและกำจัดที่ได้ผลรวดเร็ว หากนำสารเคมีหรือสารฆ่าแมลงมาใช้ ควรทราบถึง ชนิดของสารฆ่าแมลง วิธีการนำมาใช้ ปฏิกิริยาของสารฆ่าแมลง ค่าความเป็นพิษของสาร เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อจะได้ใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ถ้าใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ก็อาจใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์นาน และอัตราสูงได้ แต่ถ้าใช้เมล็ดเพื่อการบริโภค ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยใช้สารที่สลายตัวได้ในเวลา ที่กำหนด และควรใช้ตามคำแนะนำ สารฆ่าแมลง (insecticides) คือสารพิษที่สามารถฆ่าแมลงได้ แมลงได้รับสารพิษโดยการสัมผัส การกินอาหาร หรือโดยการหายใจเอาสารพิษเข้าไปในตัวแมลง พิษมีผลต่อระบบประสาทมีผลเป็นอัมพาตหรือตายได้ สารฆ่าแมลงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.2.2.1.สารฆ่าแมลงชนิดถูกตัวตาย (Contact insecticides) สารฆ่าแมลงถูกตัวตายเป็นสารฆ่าแมลงที่ทำให้แมลงตายเมื่อสัมผัสกับสารฆ่าแมลง แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

- กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine)
- กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส (organophosphorous)
- กลุ่มไพรีทรอยด์ และไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (pyrethroid)
- กลุ่มคาร์บาเมท (carbamate)
- กลุ่มอื่นๆ (miacellaneous compound)

ในสารฆ่าแมลงทั้ง 5 กลุ่มนี้ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน เป็นกลุ่มที่ถูกห้ามนำมาใช้กับผลิตผลเกษตร ส่วนสารฆ่าแมลงอีก 3 กลุ่ม คือกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส กลุ่มไพรีทรอยด์ และกลุ่มคาร์บาเมท เป็นกลุ่มที่นำมาใช้ กับผลิตผลเกษตร ได้ แต่ในแต่ละกลุ่มก็มีข้อจำกัดเพราะสารฆ่าแมลงทุกชนิดในแต่ละกลุ่ม ไม่สามารถนำมาใช้กับผลิตผลเกษตรได้ทุกชนิด จะใช้ ได้เพียงบางชนิดเท่านั้น สารฆ่าแมลงอีกกลุ่มหนึ่ง คือ กลุ่มอื่นๆ สารฆ่าแมลงนี้เป็นกลุ่มใหม่ซึ่งจะทำปฏิกิริยาโดยการขัดขวางการสร้างไคติน (chitin) ในแมลง

2.2.2.2 สารฆ่าแมลงชนิดรม (fumigant) คือ สารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตทุกในรูปของไอ หรือควัน เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถทำลายแมลงศัตรูได้ทุกชนิด และทุกระยะการเจริญเติบโต ไม่มีพิษตกค้างเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้สารฆ่าแมลง สารรมที่นำมาใช้มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมมากคือ เมทธิลโบรไมด์ (methyl bromide) และฟอสฟีน (phosphine)

2.3 การใช้สารเคมีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ

ในปัจจุบันการรมด้วยสารเคมีเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดแมลงได้เป็นอย่างดี โดยสารที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ สารเมทธิลโบรไมด์ (Methyl bromide) และสารฟอสฟีน (phosphine) แต่การใช้สารเคมีในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชมักมีผลกระทบต่อสัตว์ และสิ่งแวดล้อม โดยสารเมทธิลโบรไมด์เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เนื่องจากสารเมทธิลโบรไมด์มีข้อดีกว่าสารประเภทอื่นคือ สามารถฆ่าแมลงได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ทั้ง ไข่ หนอน ดักแด้ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย มีความสามารถในการฟุ้งกระจายและแทรกซึมเข้าไปในสินค้าได้ดี ในขณะเดียวกันเมื่อสิ้นสุดการรมก็สามารถระบายสารออกจากสินค้าได้รวดเร็ว และยังใช้เวลาในการรมน้อย และเป็นสารไม่ติดไฟ โดยสภาพอากาศปกติสารเมทธิลโบรไมด์มีจุดเดือดที่ 3.6 องศาเซลเซียส เป็นสารที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่น เพื่อป้องกันอันตรายจากการรั่วของแก๊สปัจจุบันจึงมีการเติมแก๊สน้ำตา (chloropicrin) เพิ่มเข้าไป 2% เพื่อเป็นสารเตือนหลังจากการรมเมทธิลโบรไมด์จะถูกปล่อยออกสู่อากาศประมาณ 50-95% เมทธิลโบรไมด์เป็นสารที่จัดอยู่ในสารอันตราย class I ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายชั้นโอโซน โดยสามารถทำลายชั้นโอโซนได้มากกว่าสาร CFC ถึง 60 เท่า ทำให้แสงและรังสีจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านมายังโลกได้โดยตรง ทำให้วงจรของพืชและสัตว์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเนื่องจากอุณหภูมิของพื้นผิวโลกสูงขึ้น (WMO. 1995) ทำให้แสงและรังสีจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านมายังโลกได้โดยตรง ทำให้วงจรของพืชและสัตว์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเนื่องจากอุณหภูมิของพื้นผิวโลกสูงขึ้น เพื่อรักษาและฟื้นฟูชั้นโอโซนซึ่งเปรียบเหมือนเกราะป้องกันรังสี องค์การเพื่อสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (Unpted Natpons Envpronment Program:UNEP) จึงได้มีการจัดทำพิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยการลดละเลิกการใช้สารทำลายชั้นโอโซนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในอนุสัญญาเวียนนาขึ้นเมื่อ

วันที่ 16 กันยายน 2530 และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2532 ซึ่งจะยกเลิกใช้สารเมทธิลโบรไมด์ในปี 2558 ส่วนการใช้สารฟอสฟีนเป็นสารเคมีอีกหนึ่งชนิดที่นิยมใช้ เพราะเป็นสารที่สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่สูงมากนัก และมีฤทธิ์ในการควบคุมกำจัดแมลงได้ดี จึงนิยมใช้เพื่อทดแทนสารเมทธิลโบรไมด์อีกทางหนึ่ง แต่สารฟอสฟีนมีข้อจำกัดในการใช้ คือ สารฟอสฟีนที่อยู่ในรูปเม็ดอลูมิเนียมฟอสไฟด์ และแมกนีเซียมฟอสไฟด์จะไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นของสารฟอสฟีนได้ เพราะเม็ดฟอสไฟด์จะปล่อยสารฟอสฟีนออกมาอย่างสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 3 วัน จากนั้นความเข้มข้นของสารจะลดลง และจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการรั่วของกองภาชนะ ทำให้ไม่สามารถกักเก็บสารได้เป็นเหตุทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการใช้จนเกินระดับของการกำจัดแมลง ทำให้ความเข้มข้นที่เหลืออยู่เมื่อรมเสร็จอยู่ในระดับอันตรายต่อผู้ใช้ และการใช้สารฟอสฟีนติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้แมลงเกิดความต้านทาน (Pimentel. 2007) และการใช้ฟอสฟีนในความเข้มข้นที่สูงจะส่งผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Sittisuang and Makakita. 1985) อีกทั้งการใช้สารฟอสฟีนนั้นจะใช้เวลาในการรมนานกว่าสารชนิดอื่นคือประมาณ 5 วันขึ้นไปนอกจากนี้การใช้สารเคมียังเป็นอันตรายต่อเกษตรกร และผู้บริโภคจึงมีการเลือกใช้วิธีการอื่น ๆ ที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์ เช่น การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี การใช้พันธุ์ต้านทาน การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพสุญญากาศ การกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน เป็นต้น ปัจจุบันพบว่ามีพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชมากกว่า 1,000 ชนิด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงจนถึงสามารถฆ่าแมลงได้โดยตรง (ชัยพัฒน์ จิระธรรมศรี. 2536) การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้หลายรูปแบบ เช่น สารรม (fumigant) สารสัมผัสตาย (contact toxicity) สารยับยั้งการกิน (antifeedant) และสารไล่แมลง (repellency) เป็นต้น การใช้น้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้ควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บเพราะเป็นสารสกัดจากธรรมชาติทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค

2.4 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยคือ สารประกอบอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น และเก็บสะสมไว้ในผนังเซลล์ในส่วนต่างๆของพืช เช่น กลีบดอก ผล เปลือกผล เมล็ด ใบ เนื้อและเปลือกไม้ ราก ลำต้นใต้ดิน มีคุณสมบัติระเหยได้ที่อุณหภูมิปกติ เมื่อโดนความร้อนจะระเหยส่งกลิ่นหอม (ศิริเพ็ญ จริเกษม. 2548; Grainge and Ahmed. 1988) โดยสารสกัดจากพืชมีคุณสมบัติในการเลือกทำลาย (selective) สามารถสลายตัวได้เร็วและไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น และผู้อยู่อาศัย (Veeraphant, C. et.al., 2011) การนำสารสกัดจากพืชมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์นอกจากจะช่วยลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศแล้ว สารสกัดจากพืชยังสลายตัวได้เร็ว ทำให้ไม่เกิดพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม และมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำอีกด้วย (พันธิตร์ มะลิสุวรรณ และ ผุสดี สายชนะพันธ์, 2546; Shaaya, E. et.al., 1997) เพราะฉะนั้นจึงมีการศึกษาทดลองเพื่อให้น้ำมันหอมระเหยจากพืชเป็นสารที่ใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ (Shaaya, E et.al.,

1997) รัตนาภรณ์ พรหมศัทธา (2543) กล่าวว่า สารเคมีธรรมชาติจากพืชแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้

1. สารไล่ (repellant) เป็นสารที่มีกลิ่นระเหยง่าย ได้จากพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น กานพลู ว่านน้ำ ยูคาลิปตัส ผิวส้ม ตะไคร้หอม ข่า และโหระพา เป็นต้น

2. สารล่อ (attractant) เป็นสารที่มีกลิ่นระเหยง่าย ได้จากพืชที่มีกลิ่นระเหยง่ายเช่นเดียวกับสารไล่ แต่จะมีการทำงานตรงกันข้ามคือ จะล่อแมลงให้เข้ามาหา เช่น ใบแก้ว ใบพลับพลึง เล็บมือนาง และดอกดำแสด เป็นต้น

3. สารยับยั้งการกิน (antifeedant) แมลงจะไม่กินพืชที่มีการสร้างสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีแมลงศัตรูแตกต่างกัน สารยับยั้งการกินอาหารของแมลงที่รู้จักกันคือ azadirachtin ผลิตโดยเมล็ดสะเดา

4. สารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) ได้แก่ steroids ที่พบในพืชหลายชนิด

5. สารที่มีผลต่อระบบประสาท (nervous stimulant) เกี่ยวข้องกับการส่งผ่านของโซเดียมและโพแทสเซียมไอออนในเซลประสาท เมื่อแมลงสัมผัสกับสารเหล่านี้จะเกิดอาการตื่นเต้น สั่น ระหว่างเซลประสาท สารเหล่านี้ได้แก่ pyrethrins, nicotine และ strychnine

6. สารที่มีผลรบกวนระบบการหายใจ (respiration inhibitor) จะขัดขวางการส่งผ่าน electron ใน mitochondria เช่น rotenone

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าสดของพืชตระกูลขิง ในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้งโดยการทดสอบในจานทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากว่านขมิ้น สามารถไล่แมลงทั้งสองชนิดได้มากกว่า 90 %(ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ และคณะ, 2554) น้ำมันหอมระเหยเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีอ่อนๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ และเมื่อได้รับความร้อน น้ำมันจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น โดยกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจะมีสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในแต่ละชนิด (ปิยเนตร ไทยภักดี. 2549 ; นิติกรณ์ เผือกบัวขาว. 2554)

2.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ปิยเนตร ไทยภักดี (2549) ; นิติกรณ์ เผือกบัวขาว (2554) รายงานว่าโดยทั่วไปน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะมีสารประกอบทางเคมีตั้งแต่ 50-500 ชนิด โดยองค์ประกอบทางเคมีแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยสามารถแยกเป็นกลุ่มของสารได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันออกไป 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 (bornyl 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)

2.4.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

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

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

- 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 ไขมันร้อนที่มีกลิ่นน้ำมันหอมระเหยเรียกว่า ปอมแดง จากนั้นจึงใช้แอลกอฮอล์มาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยออกแบบเดียวกับวิธีสกัดไขมันเย็น

4) การสกัดด้วยตัวทำละลายระเหยง่าย (solvent extraction) ตัวทำละลายที่นิยมมากที่สุดคือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ ส่วนตัวอื่นๆ เช่น อะซิโตน เมทานอล เอทานอล เป็นต้น ซึ่งวิธีนี้จะควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับการกลั่นที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงที่อาจทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลง แต่วิธีนี้จะมีต้นทุนที่สูงกว่าการกลั่น

5) การสกัดโดยการบีบหรืออัด (cold press method) ใช้กับตัวอย่างพืชที่ใช้กับวิธีการกลั่นไม่ได้เนื่องจาก องค์ประกอบถูกทำลายง่ายเมื่อโดนความร้อน เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม โดยหั่นตัวอย่างพืชเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำเข้าเครื่องบีบหรืออัด ซึ่งวิธีบีบที่นิยมคือ วิธีเอกคิวเอล (ecueppe method) และน้ำมันที่ได้มาเรียกว่า น้ำมันดิบ

6) การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติ (supereritical carbon dioxide extraction) เป็นเทคนิคที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ ที่ใช้ได้ผลดีและยังช่วยลดมลพิษในบรรยากาศได้อีกด้วย เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติเป็นของไหล มีคุณสมบัติใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้ในสภาวะอุณหภูมิห้อง เพราะคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนจากของไหลเป็นก๊าซที่มีกลิ่นหอมที่ได้จากดอกไม้

2.5 การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ

คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) CO_2 เป็นสารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ จึงเรียกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีคุณสมบัติ ไร้สี ไร้กลิ่น ไม่ติดไฟ มีความเป็นกรดอ่อนๆ หนักกว่าอากาศ และละลายได้ในน้ำ การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคการเกษตรนั้น จะทำให้ผลผลิตไม่เกิดสารตกค้าง ไม่เกิดความต้านทาน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีการการฟุ้งกระจายตัวอย่างรวดเร็ว จากการทดสอบประสิทธิภาพของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยวิธีการรม เพื่อใช้ในการควบคุม bed bugs (*Cimex lectularius*) โดยดูจากการพัฒนาของแมลง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประสิทธิภาพในการฆ่าได้เป็น 100 % โดยความเข้มข้นน้อยจะสามารถฆ่าตัวเต็มวัย และไข่ของแมลงได้เป็น 30 และ 100 % ตามลำดับ ภายใน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25°C ในขณะที่รมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้น 100 % จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าได้เป็น 100 % ที่อุณหภูมิ 20, 25 และ 30°C ที่เวลา 3, 7 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ (Wang, C. et.al.. 2012) การทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยระบบส่งแก๊สจำลองที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยมีเพลี้ยไฟ (*Thrips tabaci*) อยู่ภายในถุง โดยทำการทดลองทั้งหมด 6 การทดลองคือ ชุดทดลองควบคุม และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 15, 30, 45, 60 และ 100 % ที่เวลา 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าเพลี้ยไฟมีอัตราการตายเป็น 100 % ที่ความเข้มข้น 30 % หรือหลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง (Page, B.B.C. et.al.. 2002) การรมปลวก (*Coptotermes formosanus*) ด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 95 และ 50 % ที่เวลา 24-120 ชั่วโมง ที่ 26(±3)°C พบว่า ที่ 24 ชั่วโมง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 95 % มีผลอย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่ 60 ชั่วโมงพบว่า มีอัตราการตายอย่างสมบูรณ์ ในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 50 % ที่เวลา 60 ชั่วโมงมีผลทำให้ตายเป็น 70 % และมีอัตราการตายที่สมบูรณ์เมื่อผ่านไป 120 ชั่วโมง (Delate, K.M. et.al.,. 1995)

2.6 การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ

การใช้น้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้ควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพราะเป็นสารสกัดจากธรรมชาติทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค จากการศึกษาของ วริยา ธนะศิรังกูล และคณะ (2556) พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) เทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr. & L.M.Perry) และตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)) สามารถฆ่าตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพดได้มากกว่า 75% และการใช้น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู และตะไคร้บ้านสามารถควบคุมมอดฟันเลื่อยได้ที่ความเข้มข้น 25 µl/L air โดยมีค่า LC_{50} ที่ 7.170 µl/L air (Thanasirungkul, W. et.al., 2012) การ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ทดลองครั้งนี้ใช้พืช 4 ชนิดมาสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยพืชดังกล่าวมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สรรพคุณทางยา และองค์ประกอบทางเคมีของพืชแต่ละชนิดดังนี้

2.6.1 จันทร์แปดกลีบ (Star anise) (ภาพที่ 2.4)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Illicium verum* Hook.f.

วงศ์ Illiciaceae

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

สรรพคุณ มีฤทธิ์ขับลม ขับเสมหะ ขับน้ำดี ขับลม และเหงื่อเป็นส่วนผสมของยาแก้ไอและยาอม น้ำมันหอมระเหยออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และเชื้อรา ทำให้หัวใจเต้นช้าและความดันโลหิตในสัตว์ทดลองต่ำ

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

ภาพที่ 2.4 จันทร์แปดกลีบ *Illicium verum* Hook.f.

148288

2.6.2 เทียนข้าวเปลือก (Dill) (ภาพที่ 2.5)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Anethum graveolens* Linn.

วงศ์ Umbelliferae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ผลแห้ง รูปขอบขนาน ด้านข้างค่อนข้างแบน ไม่มีขน ผิวเรียบ เมล็ดหรือซีกผลมีลักษณะด้านนอกนูน ด้านในที่ประกบกันของเมล็ดหรือด้านแนวเชื่อมค่อนข้างแบนหรือเว้าเล็กน้อย ด้านที่นูนมีสันตามแนวยาวของเมล็ดจำนวน 3 เส้นด้านแนวเชื่อม 2 เส้น สันมีลักษณะยื่นนูนจากผิวเด่นชัด 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 อาหารไม่ย่อย ลำไส้อักเสบในเด็ก ขับปัสสาวะ กระตุ้นความอยากอาหาร แก้ไอ ละลายเสมหะและขับเสมหะ

สาระสำคัญ สารสำคัญที่พบน้ำมันนี้มี 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

ภาพที่ 2.5 เทียนข้าวเปลือก *Anethum graveolens* Linn.

2.6.3 กานพลู (Clove) (ภาพที่ 2.6)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Syzygium aromaticum (L.) merr. & L.M. Perry*

วงศ์ Myrtaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ กานพลูเป็นพืชพืชเมืองของหมู่เกาะ Molucca กานพลู เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่แตกกิ่งก้านสาขาเป็นระเบียบใบออกตรงข้ามและมีจุดของต่อมน้ำมันใบยาวเรียว สีเขียวเข้มและเป็นมัน ดอกเมื่อยังอ่อนมีสีเขียว แต่เมื่อแก่มีสีแดงเข้ม (crimson) การเก็บดอกมาใช้เป็นเครื่องเทศหรือยานิยมเก็บดอกเมื่อยังตูมอยู่ คือตอนที่เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นแดง กานพลูชอบอากาศร้อนและความชื้นสูง

สรรพคุณ กานพลูช่วยย่อยอาหาร แก้ท้องเสีย ลำไส้ใหญ่อักเสบ โดยเฉพาะในเด็กกินหลังอาหาร แก้คลื่นไส้อาเจียน ใช้เป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่นอาหารหลายชนิด ไส้กรอก หมูแฮม น้ำมันกานพลูมีฤทธิ์ทำให้ชาเฉพาะที่ ใช้ใส่ฟันเป็นรูเพื่อระงับการปวดฟัน ใช้เป็นส่วนผสมในยาอมกลั้วคอ

สาระสำคัญ eugenol, cinnamic aldehyde vanillin caryophylla-3(12)-6-dien-4-ol (นิจศิริ เรืองรังสี และพะยอม ตันติวัฒน์. 2552)

ภาพที่ 2.6 กานพลู *Syzygium aromaticum* (L.) merr. & L.M. Perry

2.6.1 ตะไคร้บ้าน (Lemon grass) (ภาพที่ 2.7)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopgon citrates (DC.) Stapf.*

วงศ์ Graminae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุกรวมกันอยู่เป็นกอ ใบเดี่ยว เรียงสลับ ใยยาว แคบ กว้าง 1-2 cm ยาว 70-120 cm ใบต้นเหง้ามีกลิ่นหอม มีเหง้าแข็งในดิน ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ ใบต้นเป็นสีเขียวอมเทาขาว

สรรคุณ เป็นยาขับลม ขับเหงื่อ ทำให้กล้ามเนื้อคลาย ในอินเดียใช้เป็นยาแก้อาเจียนในคนที่เป็นอหิวาตกโรค โดยใช้รับประทานยาชงของตะไคร้บ้านหนัก 120 กรัม ด้วยน้ำเดือดประมาณครึ่งลิตร และดื่มเป็นยาขับเหงื่อ

สาระสำคัญ มีน้ำมันหอมระเหยชื่อว่า Lemon grass oil หรือ Verbena oil หรือ Indian Molissa oil ซึ่งมีองค์ประกอบเป็น citral ประมาณ 80% (เดโชดม. 2543)

ภาพที่ 2.7 ตะไคร้บ้าน *Cymbopgon citrates* (DC.) Stapf.

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงศัตรูในโรงเก็บเพื่อใช้ในการทดลอง

1. ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง
2. กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 27×18×10 cm
3. ข้าวกล้องหอมมะลิ
4. รำข้าว
5. ผู่กัน สำหรับเขี่ยแมลง

3.1.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพื่อใช้ในการทดลอง

1. เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) ยี่ห้อ LabHEAT
2. ขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 5 L
3. ชิ้นส่วนของพืชที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยเบื้องต้นมีทั้งหมด 4ชนิด ได้แก่ จันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู และตะไคร้บ้าน
4. น้ำกลั่น
5. ลูกแก้ว
6. ขวดสีชา
7. กรวยแก้ว
8. กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1
9. Sodium Carbonate

3.1.3 การเตรียมคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพื่อใช้ในการทดลอง

1. เอธิลแอลกอฮอล์ 95%
2. น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัด
3. ออโตปิเปต (autopipette)
4. ขวดสีชา
5. กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1

3.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการตาย และการไล่ของแมลงศัตรูในโรงเก็บ

1. ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง
2. น้ำมันหอมระเหยจากพืชจำนวน 4 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ
3. ข้าวหอมมะลิ
4. พู่กัน สำหรับเขี่ยแมลง
5. ขวดทดสอบสีชาและฝาขนาด 40 ml
6. จานแก้วทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm
7. ท่อทดสอบการไล่
8. กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1
9. กล่องทดสอบขนาด 6×9.7×3.6 cm
10. กล่องทดสอบการรมขนาด 50×50×50 cm
11. พลาสติกรมยาความหนา 0.1 mm
12. เครื่องซีลพลาสติก LEISTER รุ่น Triac ST
13. เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ Testo 310
14. วาล์วลม ท่อยางลม
15. ออโตปิเปต (autopipette)
    - ออโตปิเปตขนาด 20-200 µl
    - ออโตปิเปตขนาด 100-1,000 µl
    - ออโตปิเปตขนาด 0.5-5 ml
    - ออโตปิเปตขนาด 1-10 ml

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูในโรงเก็บ

สุ่มเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยแมลงศัตรูในโรงเก็บ 3 ชนิด คือ ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) มอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) จากโรงสีไฟศรีกรุงลาดกระบัง บริเวณเขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร แล้วนำมาเพาะเลี้ยงในกล่องพลาสติกขนาด 27 ×18×10 cm โดยติดตะแกรงมุ้งลวดบนฝาด้านบน (ภาพที่ 3.1) โดยด้วงงวงข้าวโพด เลี้ยงด้วยข้าวหอมมะลิส่วนมอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง เลี้ยงด้วยรำข้าว ที่อุณหภูมิห้องแล้วคัดตัวเต็มวัยอายุ 10-15 วัน รุ่นที่ 2 หลังออกจากดักแด้เพื่อมาทดสอบในขั้นตอนต่อไป

ภาพที่ 3.1 กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 27 ×18×10 cm

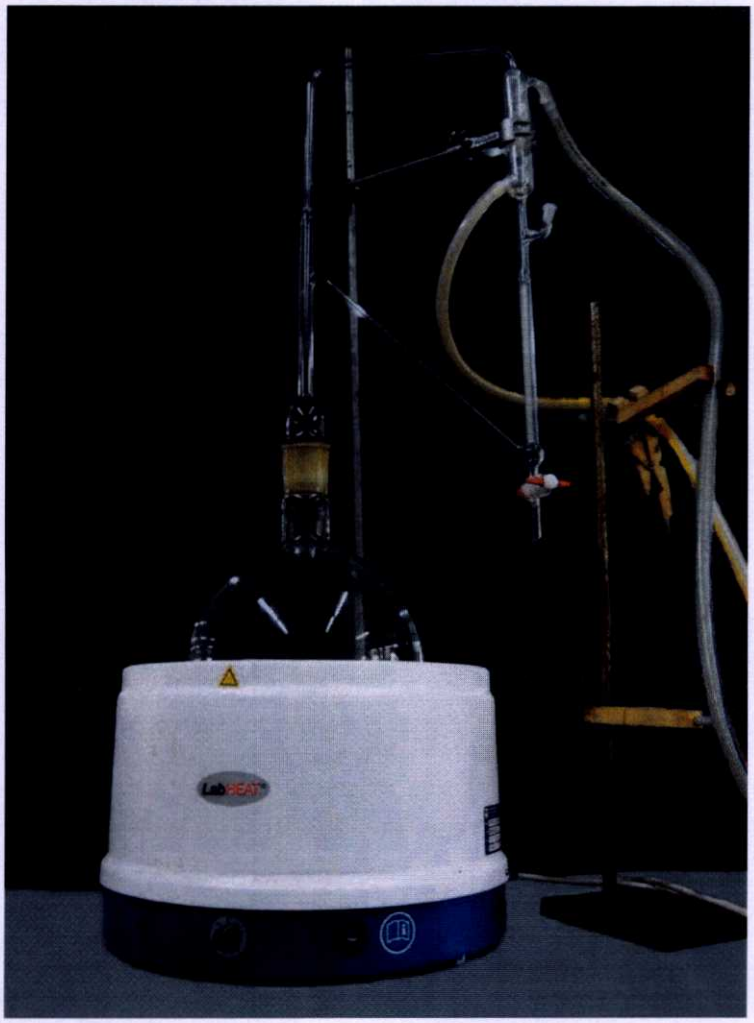
3.2.2 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืช

3.2.2.1 การคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืช

คัดเลือกพืชที่ใช้การทดลองเพื่อทดสอบด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้งและมอดฟันเลื่อย โดยคัดเลือกจากการศึกษาของ วริยา ธนะศิรังกูล และคณะ (2556) ซึ่งพบว่าการทดลองใช้น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) เทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry) และตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citrates* (Dc.ex.Nees)) สามารถฆ่าตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพดได้มากกว่า 75%

3.2.2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

นำดอกแห้งของจันทร์แปดกลีบ เมล็ดแห้งของเทียนข้าวเปลือก เปลือกของอบเชยแห้ง และ ต้นตะไคร้บ้านสด นำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องสกัดน้ำมันโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) (ภาพที่ 3.2) โดยเติมน้ำให้พอท่วม ต้มจนเดือด เป็นเวลา ประมาณ 4-8 ชั่วโมง จนได้ส่วนที่เป็นไขน้ำมันหอมระเหยหลังจากนั้นนำมากรองด้วย Sodium sulfhate anhydrus (ภาพที่ 3.3) เพื่อกรองส่วนที่เป็นน้ำออกนำส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยใส่ในขวดสีชานำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10-12 ^{o}C เพื่อใช้ในการทดสอบในขั้นตอนต่อไปต่อไป



ภาพที่ 3.2 เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการต้มด้วยน้ำ (water distillation)

ภาพที่ 3.3 การกรองด้วย Sodium sulfhate anhydrus

3.2.3 การคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหย

นำน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิด คือ จันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู ตะไคร้บ้าน มาผสมในอัตราส่วนต่างๆกันโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลัก น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบรอง ซึ่งตามรายงานของ Thanasirungkul, W. et.al., (2012) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกมีประสิทธิภาพในการฆ่าดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ได้สูตรทั้งหมด 13 สูตร ดังนี้

สูตร S4D0 = จันทร์แปดกลีบ

สูตร S0D4 = เทียนข้าวเปลือก

สูตร S0D0C4 = กานพลู

สูตร S0D0L4 = ตะไคร้บ้าน

สูตร S1D3	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	1:3
สูตร S2D2	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	2:2
สูตร S3D1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	3:1
สูตร S1D3C1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : กานพลู	อัตราส่วน	1:3:1
สูตร S2D2C1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : กานพลู	อัตราส่วน	2:2:1
สูตร S3D1C1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : กานพลู	อัตราส่วน	3:1:1
สูตร S3D1L1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : ตะไคร้บ้าน	อัตราส่วน	3:1:1
สูตร S2D2L1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : ตะไคร้บ้าน	อัตราส่วน	2:2:1
สูตร S1D3L1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : ตะไคร้บ้าน	อัตราส่วน	1:3:1

ทดสอบโดยวิธีการรมในขวดสีชาขนาด 40 cm^3 ใช้มอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด และมอดฟันเลื่อยชนิดละ 20 ตัวต่อขวด หยดสูตรน้ำมันหอมระเหยแต่ละสูตรบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1.5 cm ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air ปริมาตร 20 µl หยดทิ้งไว้ 2 นาที ปิดฝาซึ่งกั้นด้วยผ้าขาวบางคว่ำขวดเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลที่ 24 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ Ethanol 95 %

3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ

นำสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ดี (คือสูตร S4D0, S3D1, S2D2, S1D3, และ S0D4) มาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับแมลงแต่ละชนิดที่โดยด้วงงวงข้าวโพดและมอดฟันเลื่อยใช้ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 µl/L air ขณะที่มอดแป้งใช้ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 5, 10, 15, 20, 25 µl/L air ปริมาตร 20 µl โดยหยดน้ำมันหอมระเหยลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1.5 cm^2 ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องนาน 2 นาที วางกระดาษกรองไว้ด้านในฝาเกลียวของขวดขนาด 40 cm^3 โดยภายในขวดจะบรรจุตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพดจำนวน 20 ตัว แล้วทำการปิดฝาขวดให้แน่น รมนาน 24 ชั่วโมง และบันทึกผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 ซ้ำ คำนวณอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตร Abbott's formula (Abbott. W.S, 1925) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

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

โดย % test mortality = เปอร์เซ็นต์ตายของตัวเต็มวัยที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหย

% control mortality = เปอร์เซ็นต์ตายของตัวเต็มวัยที่ทดสอบด้วยการทดลองเปรียบเทียบ

3.2.5 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่

3.2.5.1 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ในจานเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 3.4)

ทำการหยดสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชข้างต้น (ได้แก่ S4D0, S3D1, S2D2, S1D3, และ S0D4) ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.008 และ 0.016 µl/cm^2 ลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm ตัดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ฝั่งหนึ่งหยดสูตร

น้ำมันหอมระเหยปริมาตร 300 µl ส่วนอีกฝั่งหนึ่งหยด 95% ethanol (กลุ่มควบคุม) ปริมาตร 300 µl แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้แห้งนาน 10 นาที แล้วนำกระดาษกรองทั้ง 2 ส่วนมาติดด้วยเทปกาวแล้ววางลงในจานแก้ว นำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดใส่ลงตรงกลางจานแก้วจำนวน 20 ตัวต่อซ้ำ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และบันทึกผลโดยทำการนับจำนวนแมลงที่พบบนแต่ละฝั่งของกระดาษกรองที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำการทดลอง คำนวนเปอร์เซ็นต์การไล่ (%Repenllent Index; %RI) ตามวิธีของ Pascual-Villalobos and Robledo (1998) โดยสูตรในการคำนวณมีดังนี้

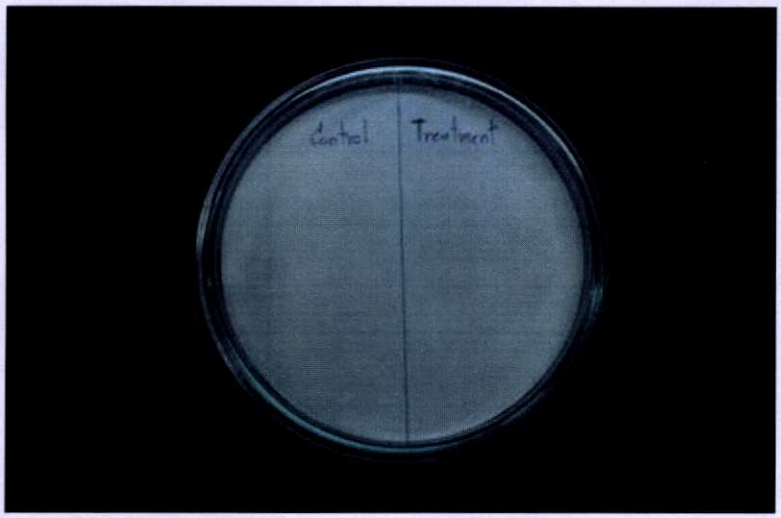
$$\%\text{Repellent Index (\%RI)} = \frac{[C-T]\times 100}{C+T}$$

โดย C=แมลงที่พบในกลุ่มควบคุม

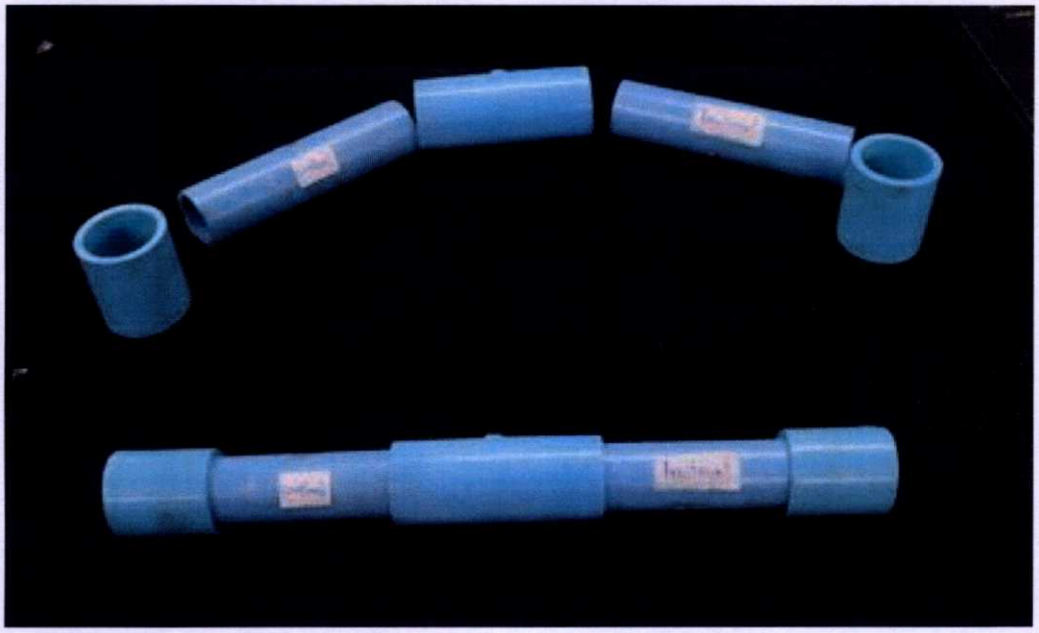
T=แมลงที่พบในสูตรน้ำมันหอมระเหย

3.2.5.2 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ในท่อทดสอบ (ภาพที่ 3.5)

โดยหยดสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชข้างต้น (ได้แก่ S4D0, S3D1, S2D2, S1D3, และ S0D4) ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl ลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1.5 cm^2 ทิ้งไว้ให้แห้งที่ร่มอุณหภูมิห้องนาน 2 นาที แล้ววางกระดาษกรองไว้ด้านหนึ่งของท่อทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2cm ยาว 20 cm โดยมีอีกด้านหนึ่งของท่อทดสอบเป็นกลุ่มควบคุม (ethanol 95%) จากนั้นใส่ข้าวสารให้เต็มท่อทดสอบแล้วปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดจำนวน 50 ตัว ไว้ตรงกลางต่อท่อทดสอบแล้วปิดฝา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการทดลองที่ 72 ชั่วโมง ดัดแปลงจาก Pumnuan. J, et al. (2012)วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำการทดลอง



ภาพที่ 3.4 การทดสอบสารไล่ในจานเลี้ยงเชื้อ



ภาพที่ 3.5 ชุดท่อทดสอบสำหรับการทดสอบสารไล่ในท่อทดสอบ

3.2.6 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการวางไข่

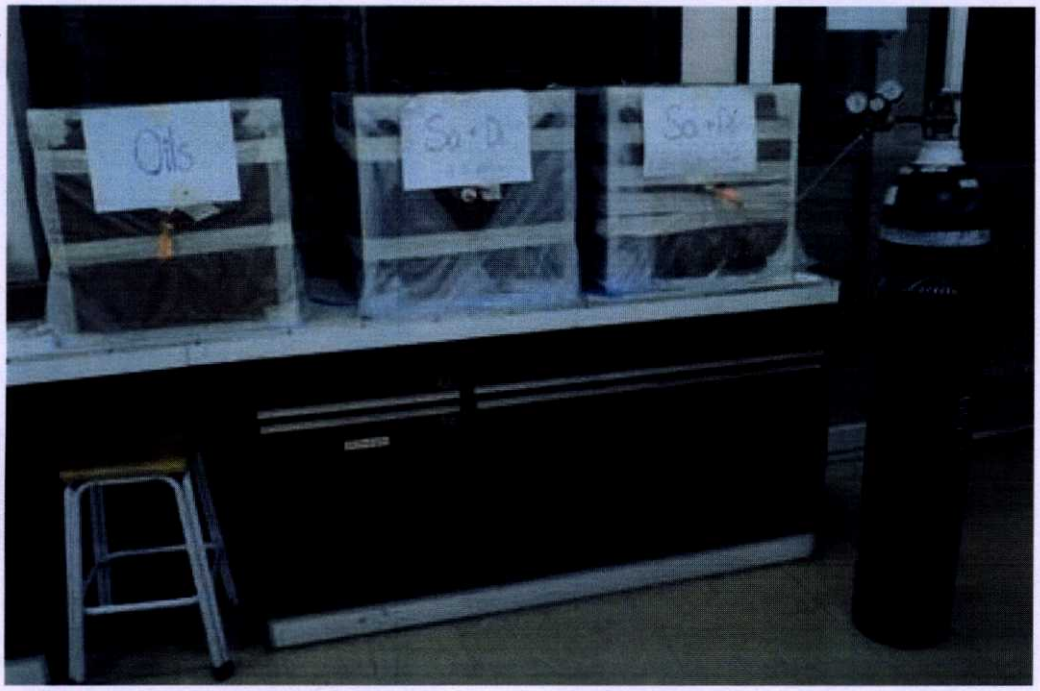
(ภาพที่ 3.6)

นำข้าวสารที่ได้จากการทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหยในรูปของสารไล่ในท่อทดสอบมาเลี้ยงต่อในกล่องสำหรับเลี้ยงแมลง ขนาด 6×9.7×3.6 cm โดยแยกกล่องตามสูตรน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ เพื่อทำการบันทึกปริมาณตัวเต็มวัย หลังจากทำการทดลอง 45 วัน

ภาพที่ 3.6 กล่องสำหรับเลี้ยงแมลง ขนาด 6×9.7×3.6 cm สำหรับทดสอบประสิทธิภาพสารการยับยั้งการวางไข่

3.2.7 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง (ภาพที่ 3.7)

คัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุด 2 สูตร คือสูตรS4D0 และสูตรS3D1 มาทดสอบโดยวิธีการรมในสภาพจำลองการใช้จริงโดยนำด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง และมอดฟันเลื่อย ชนิดละ 20 ตัว ใส่ในกล่องขนาด 50 × 50 × 50 cm แล้วคลุมด้วยพลาสติกสำหรับรมความหนา 0.1 mm แล้วเจาะช่องใส่วาล์วลมพร้อมท่อลมหลังจากนั้นซีลด้วยเครื่องซีลพลาสติก (ภาพที่ 3.8) โดยใช้ความความเข้มข้นของสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ 6.25, 12.5 และ 18.75 µl/L air ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ (ภาพที่ 3.9) วัดทุก 6 ชั่วโมงเพื่อควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้เกิน 85% บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมงวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำการทดลอง



ภาพที่ 3.7 การรมในสภาพจำลองการใช้จริง

ภาพที่ 3.8 เครื่องซีลพลาสติก LEISTER รุ่น Triac ST

ภาพที่ 3.9 เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ Testo 310

3.2.8 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจริง

นำสูตรน้ำมันหอมระเหยร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นและเวลาที่ฆ่าแมลงได้ดีที่สุดมาใช้ทดสอบในสภาพจริง โดยทำการทดลองที่โรงสีไฟศรีกรุงลาดกระบัง บริเวณเขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยนำด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง และมอดฟันเลื่อย ชนิดละ 50 ตัว ใส่ในข้าว และรำข้าว คลุมด้วยพลาสติกสำหรับรมความหนา 0.1 mm ปริมาตร 1 cu.m. แล้วเจาะช่องใส่วาล์วลมพร้อมท่อลมสำหรับปล่อยสาร หลังจากนั้นซีลด้วยเครื่องซีลพลาสติกเปรียบเทียบกับสารเคมี 2 ชนิดคือ เมทธิลโบรไมด์ ที่ความเข้มข้น 32 gms/cu.m./24 hrs และ ฟอสฟีน ที่ความเข้มข้น 2 gms/cu.m./120 hrs แล้วบันทึกผลการทดลองวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำการทดลอง

3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

- วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าอัตราการตายที่แท้จริง (abbott, 1987) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

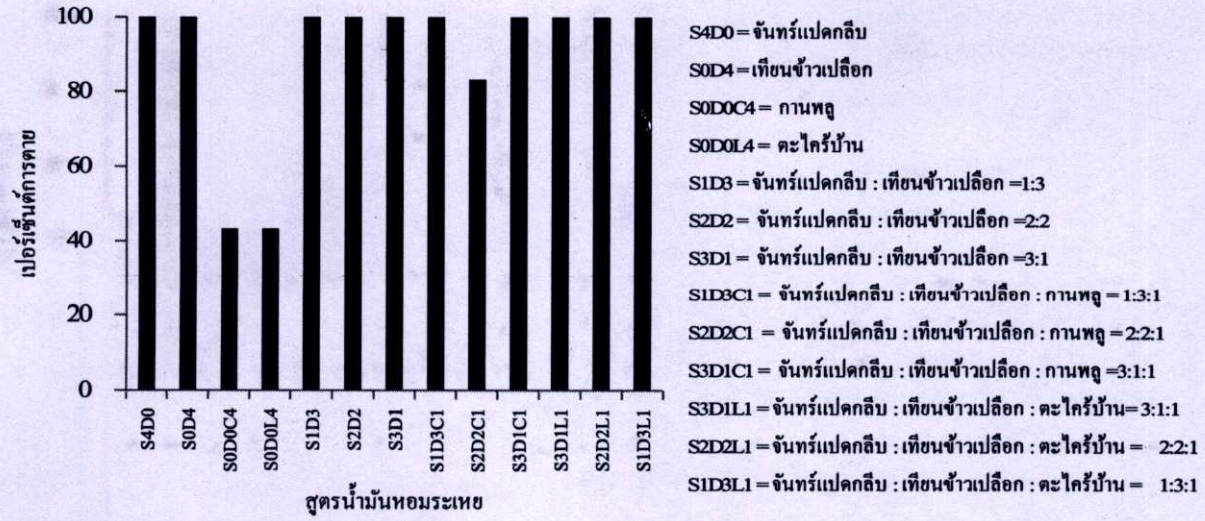
- หาค่า LC_{50} และ LC_{90} (50% and 90% lethal concentration) ของน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู และตะไคร้บ้าน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Probit analysis

บทที่ 4

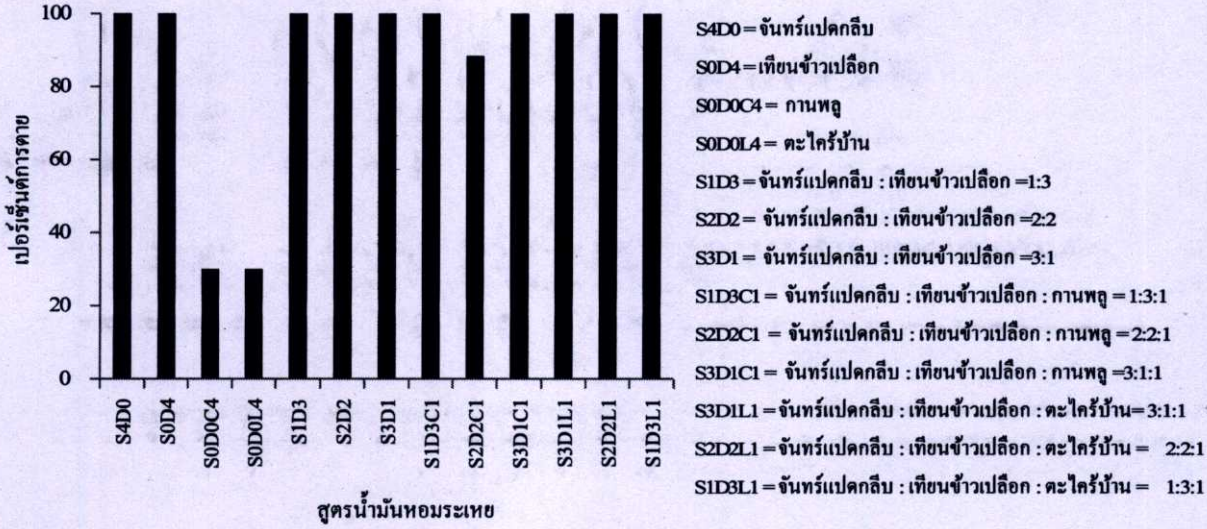
ผลการวิจัย

4.1 การคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยเบื้องต้น

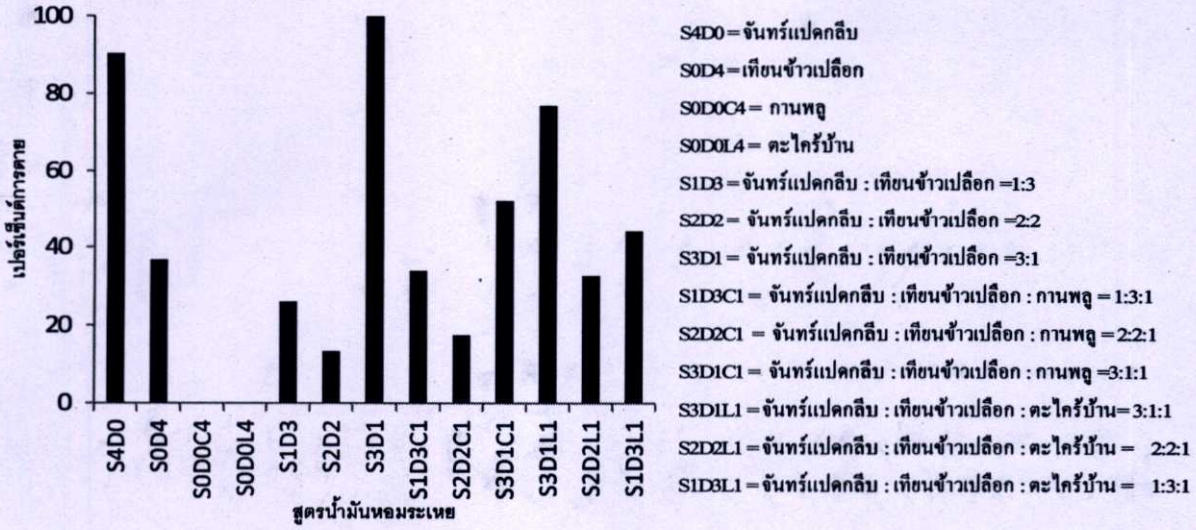
จากทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยทั้ง 13 สูตรที่ความเข้มข้น 15 µl/L air โดยมีน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลัก น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบรอง พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลักสามารถฆ่าด้วงงวงข้าวโพดและมอดฟันเลื่อยได้ 100% ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีกานพลู และตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบมีประสิทธิภาพในการฆ่าต่ำกว่า 50% (ภาพที่ 4.1. และภาพที่ 4.2) จึงคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ไม่มีกานพลู และตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบจำนวน 5 สูตรได้แก่ สูตรจันทร์แปดกลีบ (S4D0), สูตรเทียนข้าวเปลือก (S0D4), สูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกอัตราส่วน 1:3 (S1D3), สูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกอัตราส่วน 2:2 (S2D2) และสูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกอัตราส่วน 3:1 (S3D1) ส่วนสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีจันทร์แปดกลีบเป็นองค์ประกอบหลักสามารถฆ่ามอดแป้งได้มากกว่า 50% (ภาพที่ 4.3) จึงคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีจันทร์แปดกลีบเป็นองค์ประกอบหลักจำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตร S4D0, สูตร S3D1, สูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกต่อกานพลูอัตราส่วน3:1:1(S3D1C1), สูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกต่อตะไคร้บ้านอัตราส่วน 3:1:1 (S3D1L1) จากทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยต่อด้วงงวงข้าวโพดและมอดฟันเลื่อย มาทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าต่อไป



ภาพที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 13 สูตร ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) โดยวิธีการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 13 สูตร ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การตายต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งหมด 13 สูตร ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air ที่ 24 ชั่วโมง

4.2 การศึกษาระดับความเป็นพิษของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารฆ่าแมลงในโรงเก็บ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบของสารฆ่าโดยด้วงงวงข้าวโพดและมอดฟันเลื่อยใช้ความเข้มข้น 0 (95% Ethanol), 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 µl/L air พบว่าสูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ 100% ที่ความเข้มข้น 12.5 µl/L air และสามารถฆ่ามอดฟันเลื่อยได้ 100% ที่ความเข้มข้น 10 µl/L air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 6.763 และ 3.558µl/L air ตามลำดับรองลงมาคือสูตร S1D3 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.449 และ4.515µl/L air ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2) ส่วนมอดแป้งพบว่า สูตร S3D1 และสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดแป้งได้ 100% ที่ความเข้มข้น 20 µl/L air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.106 และ6.722 µl/L air (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

สูตรน้ำมันหอมระเหย	เปอร์เซ็นต์การตาย[y] ความเข้มข้น (µl/L air)						ระดับความเป็นพิษ (µl/L air)			
	0	2.5	5	7.5	10	12.5	LC_{30}	LC_{90}	Slope	SE
S4D0	0±0	6.4±5.5^{A}	14.4±6.8^{A}	32.6±11.8^{A}	75.2±12.0^{AB}	93.3±5.8^{A}	8.201	12.137	0.326	0.023
S0D4	0±0	6.7±5.8^{A}	13.7±5.5^{A}	37.8±10.7^{A}	60.1±8.9^{B}	81.1±10.2^{A}	8.960	13.943	0.257	0.019
S1D3	0±0	12.7±4.7^{A}	24.1±5.3^{A}	46.4±14.2^{A}	80.9±8.7^{A}	90.0±10.0^{A}	7.449	12.079	0.277	0.019
S2D2	0±0	0±0^{A}	20.0±10.0^{A}	45.2±9.0^{A}	89.6±10.0^{A}	93.6±5.5^{A}	7.587	10.869	0.390	0.027
S3D1	0±0	6.7±5.8^{A}	30.0±0^{A}	51.5±2.6^{A}	90.0±10.0^{A}	100.0±0^{A}	6.763	10.145	0.379	0.026
%CV	-	75.4	31.1	24.4	12.6	7.9				

[y] ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

สูตรน้ำมันหอมระเหย	เปอร์เซ็นต์การตาย[y] ความเข้มข้น (µl/L air)						ระดับความเป็นพิษ (µl/L air)			
	0	2.5	5	7.5	10	12.5	LC_{30}	LC_{90}	Slope	SE
S4D0	0±0	17.0±5.1^{B}	60.0±10.0^{AB}	78.8±5.2^{AB}	93.6±5.5^{A}	100.0±0^{A}	5.075	8.562	0.368	0.025
S0D4	0±0	20.0±10.0^{B}	34.4±5.1^{C}	55.6±9.6^{C}	76.3±10.9^{B}	93.3±11.5^{A}	6.806	11.864	0.253	0.018
S1D3	0±0	28.3±10.4^{B}	62.2±10.7^{A}	80.0±10.0^{AB}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	4.515	7.792	0.391	0.028
S2D2	0±0	19.1±8.7^{B}	44.9±9.6^{BC}	76.1±6.7^{B}	93.6±5.5^{A}	100.0±0^{A}	5.422	8.976	0.361	0.025
S3D1	0±0	46.3±3.2^{A}	70.0±10.0^{A}	93.3±5.8^{A}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	3.558	6.524	0.432	0.033
%CV		31.8	17.2	10.1	6.5	5.2				

[y] ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัย มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง

สูตรน้ำมันหอมระเหย	เปอร์เซ็นต์การตาย[y] ความเข้มข้น (µl/L air)						ระดับความเป็นพิษ (µl/L air)			
	0	5	10	15	20	25	LC_{50}	LC_{90}	Slope	SE
S4D0	0±0	45.0±5.0^{B}	81.7±7.6^{A}	92.0±9.9^{A}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	6.722	12.400	0.226	0.017
S3D1	0±0	83.3±2.9^{A}	91.7±2.9^{A}	98.3±2.9^{A}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	4.106	8.411	0.298	0.025
S3D1C1	0±0	1.7±2.9^{D}	26.7±7.6^{C}	76.7±2.9^{B}	82.8±5.8^{B}	96.8±5.5^{A}	13.460	20.300	0.187	0.013
S3D1L1	0±0	8.3±2.9^{C}	60.1±17.8^{B}	76.7±2.9^{B}	93.2±7.6^{A}	96.8±5.5^{A}	10.957	18.270	0.175	0.012
%CV	-	11.4	16.1	6.4	5.1	4.0	-	-	-	-

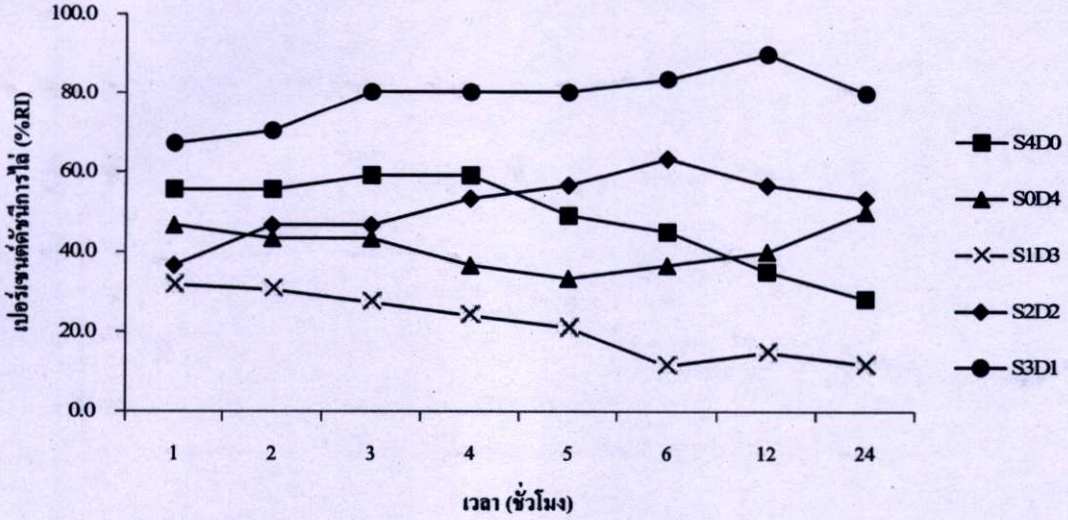
[y] ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT($P<0.05$)

4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บแบบมีทางเลือก

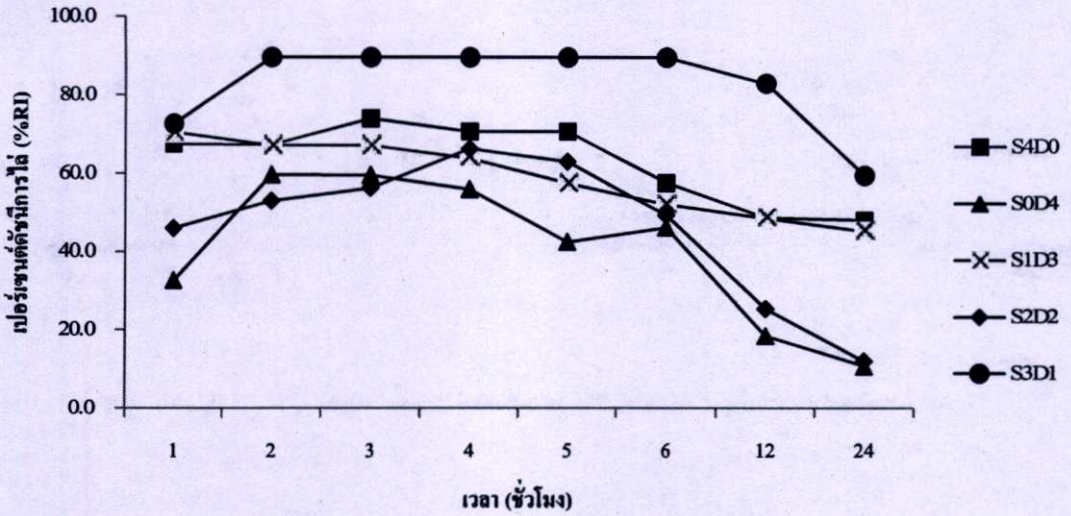
4.3.1 การทดสอบแบบมีทางเลือกในจานทดสอบ

จากการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรจำนวน 5 สูตร ประกอบด้วยสูตร S4D0, S3D1, S2D2, S1D3, และ S0D4 โดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลงในจานทดสอบ ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) ,0.008 และ 0.016 µl/cm2 และตรวจนับอัตราการไล่ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm2 สามารถไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ 60-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 50% (ภาพที่ 4.4) และที่ความเข้มข้น 0.016 µl/cm2 พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ 70-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 60% (ภาพที่ 4.5) ส่วนมอดฟันเลื่อยพบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm2 สามารถไล่มอดฟันเลื่อยได้ 65-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดฟันเลื่อยได้ประมาณ 65% ที่ 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะมีประสิทธิภาพลดลง (ภาพที่ 4.6) และที่ความเข้มข้น 0.016 µl/cm2 พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดฟันเลื่อยได้ 80-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 70% (ภาพที่ 4.7) และมอดแป้งพบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm2 สามารถไล่มอดแป้งได้ 70-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งได้50-60% (ภาพที่ 4.8) และที่ความเข้มข้น

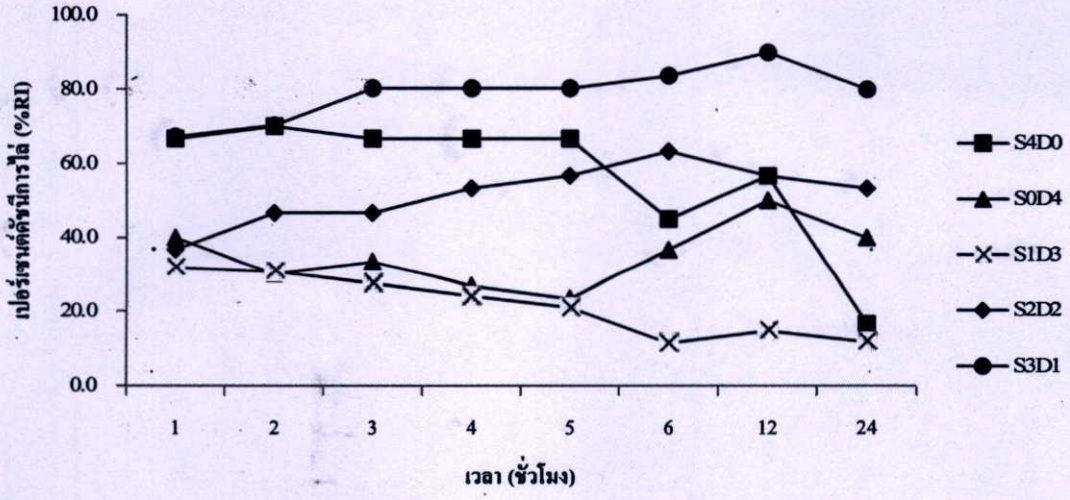
0.016 µl/cm2 พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งได้ 70-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งได้ประมาณ 65% (ภาพที่ 4.9)



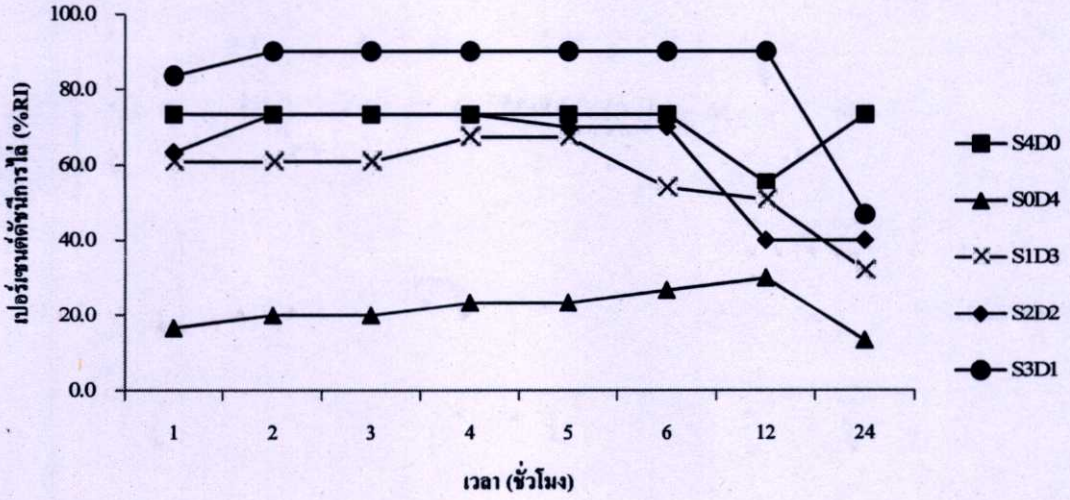
ภาพที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 µl/cm^2



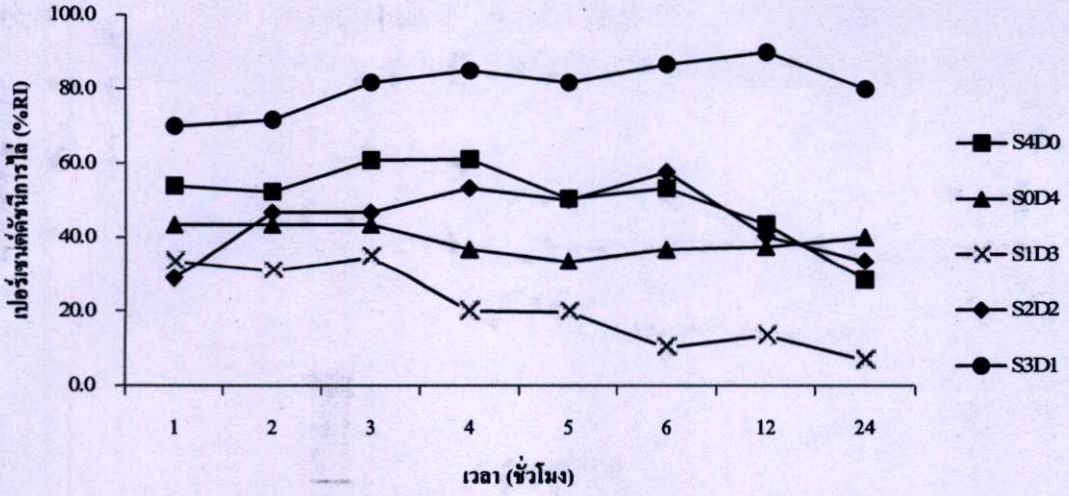
ภาพที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.16 µl/cm^2



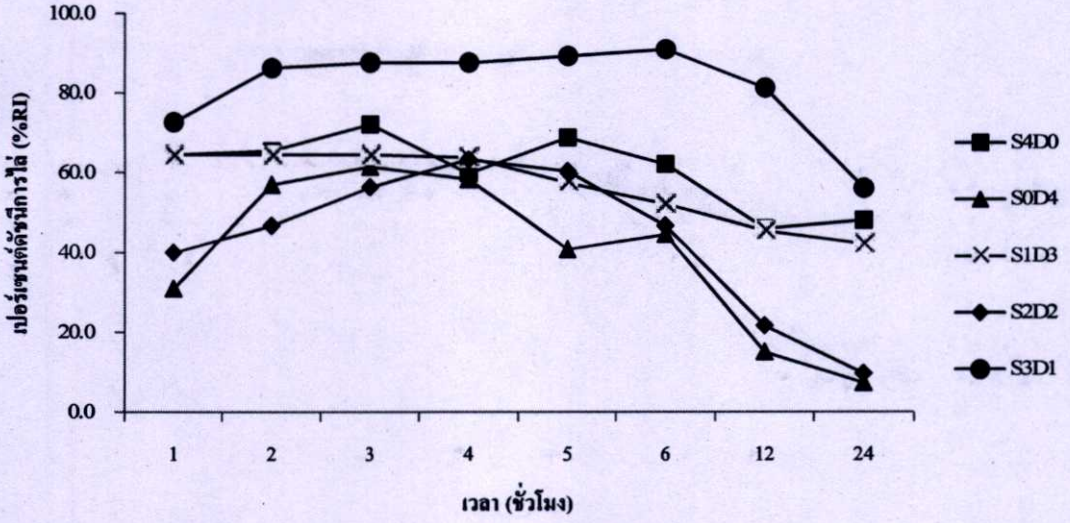
ภาพที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 $\mu l/cm^2$



ภาพที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.16 $\mu l/cm^2$



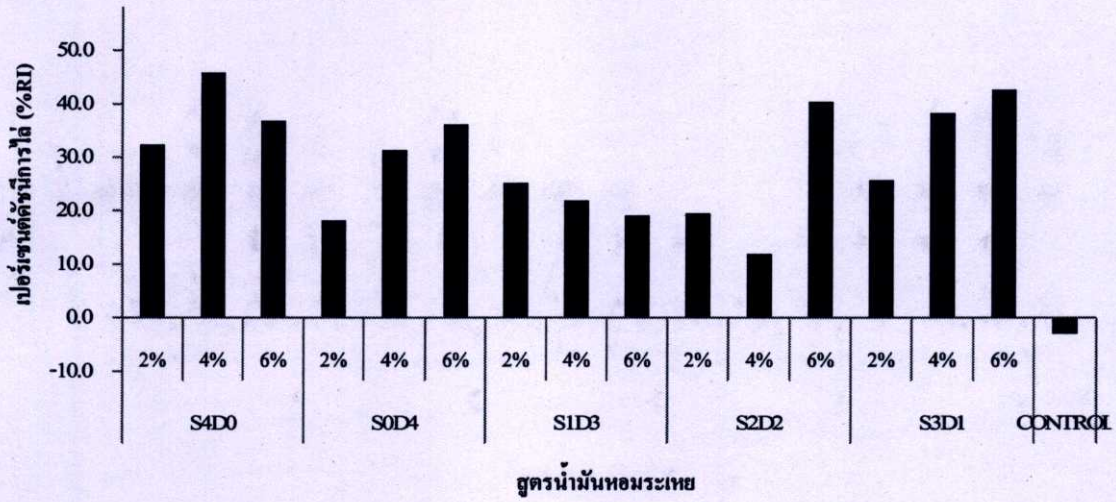
ภาพที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.08 $\mu l/cm^2$



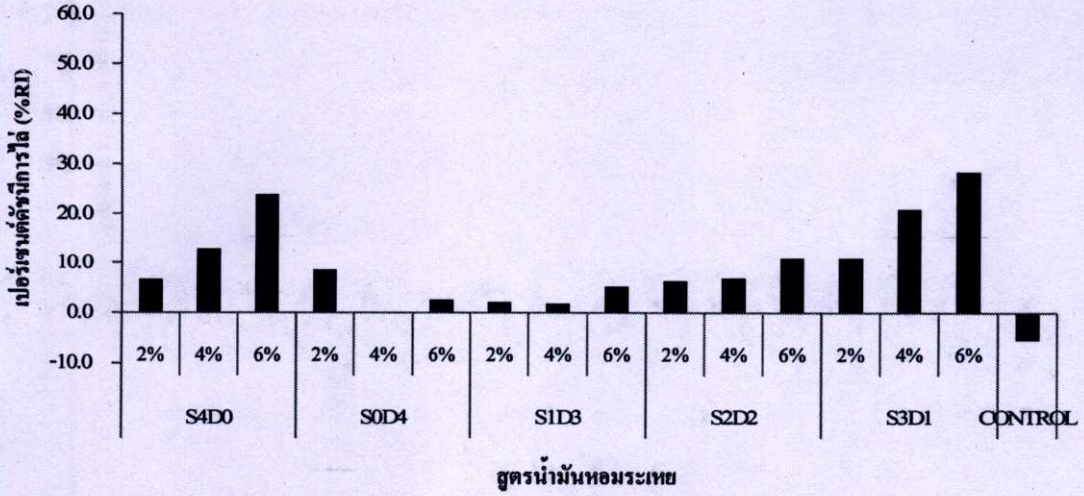
ภาพที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในจานทดสอบที่เวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.16 $\mu l/cm^2$

4.3.2 การทดสอบแบบมีทางเลือกในท่อทดสอบ

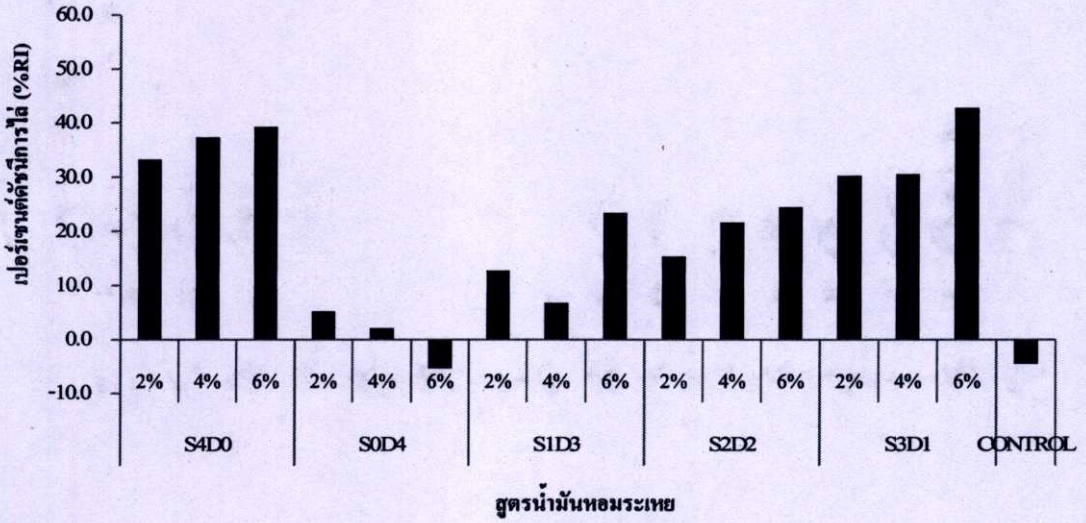
วิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลงในท่อทดสอบ ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมงพบว่า สูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 45.9%ที่ความเข้มข้น 4%รองลงมาคือ สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 6%และสูตร S2D2 ที่ความเข้มข้น 6% โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 42.7 และ 40.4%ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ -3%เนื่องจากพบแมลงในด้านกลุ่มควบคุมน้อยกว่า(ตารางที่ 4.10) ส่วนมอดฟันเลื่อยพบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 6%มีประสิทธิภาพในการไล่มอดฟันเลื่อยดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 28.4%รองลงมาคือ สูตร S4D0 และสูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 4% โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 23.9 และ 21%ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ -5.4% (ตารางที่ 4.11) ส่วนมอดแป้งพบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 6%มีประสิทธิภาพในการไล่มอดแป้งดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 42.9%รองลงมาคือ สูตร S4D0 ที่ความเข้มข้น 6 และ4% โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 39.2 และ 37.3%ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ -4.5%(ตารางที่ 4.12)



ภาพที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในท่อทดสอบที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมง



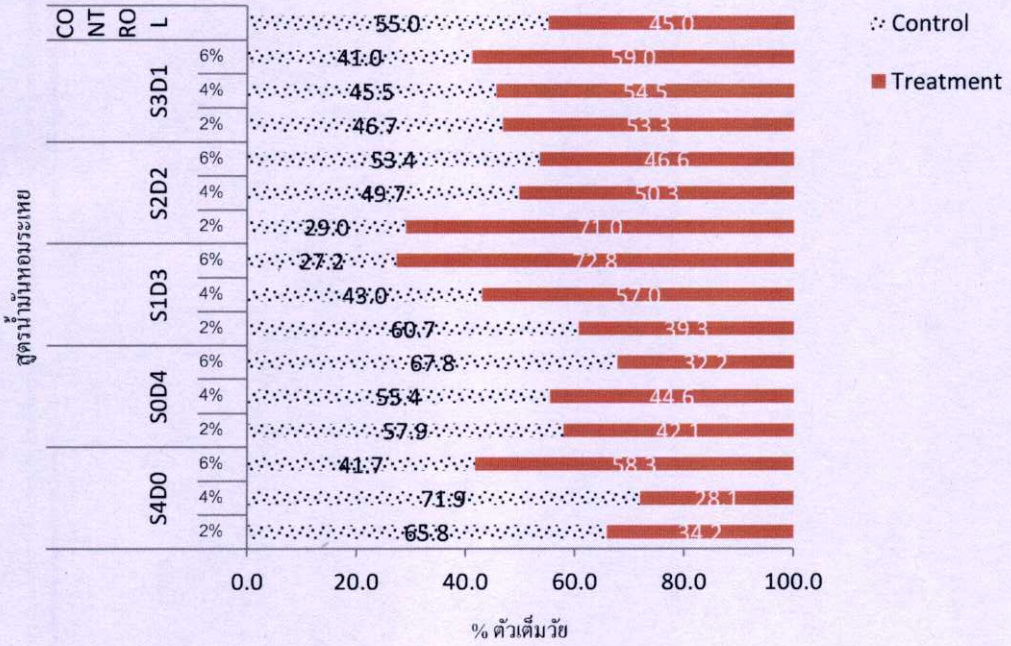
ภาพที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในท่อทดสอบที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมง



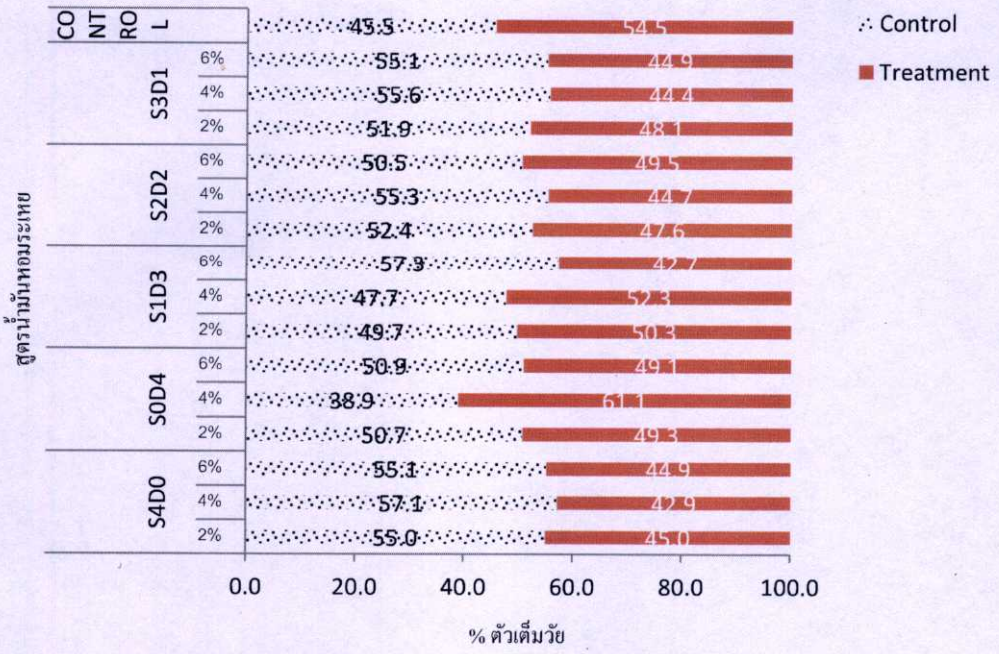
ภาพที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์ดัชนีการไล่ (%RI) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ด้วยการทดลองแบบมีทางเลือกในท่อทดสอบที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมง

4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการวางไข่

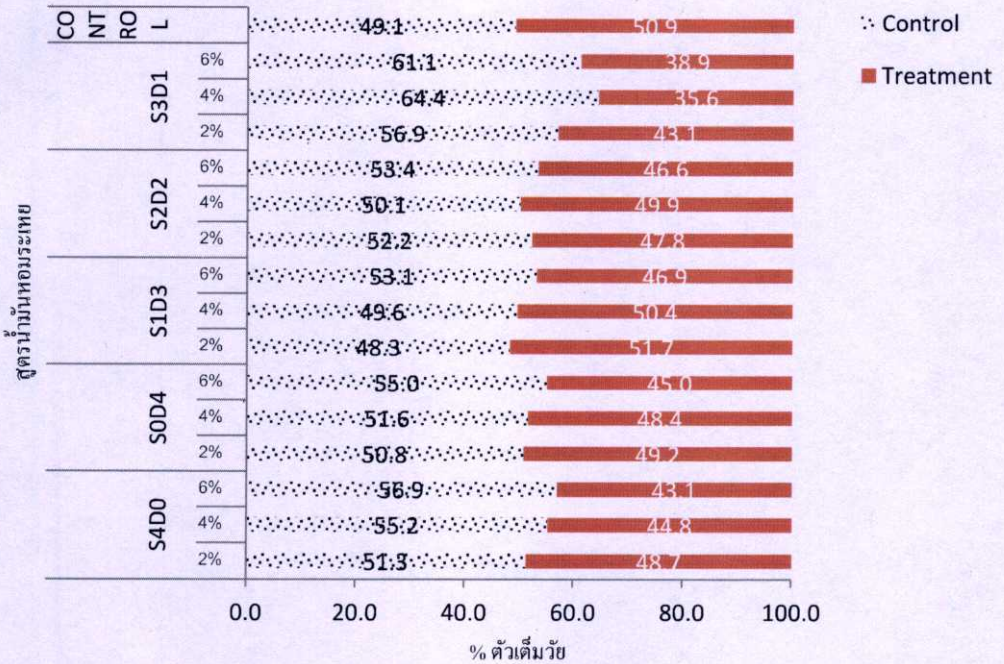
จากการทดสอบประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่ของแมลงศัตรูในโรงเก็บทั้ง 3 ชนิด โดยทำการตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยหลังจากการทดสอบ 45 วันในท่อทดสอบ พบว่า สูตร S4D0 ที่ความเข้มข้น 4% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดดีที่สุดโดยมีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 28.1% ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% รองลงมาคือ สูตร S0D4 ที่ความเข้มข้น 6% มีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 32.2% ขณะที่กลุ่มควบคุมพบตัวเต็มวัย 71.9 และ 67.8% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13) ส่วนมอดฟันเลื่อยพบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 4% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ดีที่สุด โดยมีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 35.6% ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% รองลงมาคือ สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 6% มีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 38.9% ขณะที่กลุ่มควบคุมพบตัวเต็มวัย 64.4 และ 61.1% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.14) ส่วนมอดแป้งพบว่า สูตร S1D3 ที่ความเข้มข้น 6% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ดีที่สุด โดยมีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 42.7% ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% รองลงมาคือ สูตร S4D0 ที่ความเข้มข้น 4% มีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 42.9% ขณะที่กลุ่มควบคุมพบตัวเต็มวัย 57.3 และ 57.1% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.13 จำนวนตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) หลังจากทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 45 วัน



ภาพที่ 4.14 จำนวนตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) หลังจากทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 45 วัน



ภาพที่ 4.15 จำนวนตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) หลังจากทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 45 วัน

4.5 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากสูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 มาทดสอบโดยวิธีการรมในผ้าพลาสติกสำหรับรมยาขนาด 125 L โดยใช้ความความเข้มข้นของสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ 6.2, 12.5 และ 18.75 µl/L air ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ และบันทึกผลปริมาณการตายของแมลงที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

จากการทดลองพบว่าการรมแมลงด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 18.75 µl/L air ใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวได้ดีที่สุด ที่ 72 ชั่วโมง สามารถฆ่าด้วงงวงข้าวได้สูงสุด 100%รองลงมา คือ สูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 12.5 µl/L airใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถฆ่าด้วงงวงข้าวได้สูงสุด 85.78%ที่ 120 ชั่วโมง ขณะที่ใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพียงอย่างเดียว มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวได้น้อยกว่า 40%(ตารางที่ 4.4) ส่วนมอดฟันเลื่อย พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 18.75 µl/L air ใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดฟันเลื่อย ได้ดีที่สุด ตั้งแต่ 48 ชั่วโมง สามารถฆ่ามอดฟันเลื่อยได้สูงสุด 100% รองลงมา คือ สูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 12.5 µl/L air ใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์สามารถฆ่ามอดฟันเลื่อยได้สูงสุด 85.64% ที่ 96 ชั่วโมง ขณะที่ใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพียงอย่างเดียว มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดฟันเลื่อยได้น้อยกว่า 50% (ตารางที่ 4.5) ส่วนมอดแป้งพบว่าพบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 18.75 µl/L air ใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดแป้ง ได้ดีที่สุด ตั้งแต่ 72 ชั่วโมง สามารถฆ่ามอดแป้งได้ 100% รองลงมาคือสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 12.5 µl/L air ใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์สามารถฆ่ามอดมอดแป้งได้ 59.87% ที่ 120 ชั่วโมง ขณะที่การใช้น้ำมันหอมระเหยเพียงอย่างเดียวฆ่ามอดแป้งได้น้อยกว่า 40%(ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง

Treatment	%การตาย				
	เวลา (ชั่วโมง)				
	24	48	72	96	120
Carbon dioxide	5.46^{De}	8.44^{Cf}	8.57^{Cf}	11.29^{Bf}	21.89^{Ae}
Carbon dioxide +Oli 6.25 µl/L air	6.25^{Ee}	42.46^{Dc}	49.97^{Cc}	55.14^{Ac}	54.21^{Bc}
Carbon dioxide +Oli 12.5 µl/L air	33.09^{Db}	79.25^{Cb}	80.12^{Bb}	80.43^{Bb}	85.78^{Ab}
Carbon dioxide +Oli 18.75 µl/L air	76.99^{Ca}	90.10^{Ba}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}
12.5 µl/L air	17.62^{Ed}	26.29^{De}	30.18^{Be}	29.11^{Ce}	32.33^{Ad}
Oli 18.75 µl/L air	26.27^{Ec}	34.60^{Dd}	35.55^{Cd}	39.21^{Ad}	37.82^{Bd}

^{y}ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

ND= ไม่ได้ทำการทดลอง, S3D1 = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)) หลังจากโดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง

Treatment	%การตาย^{y}				
	เวลา (ชั่วโมง)				
	24	48	72	96	120
Carbon dioxide	11.33^{Bb}	3.70^{Df}	10.00^{Cf}	11.67^{Bf}	17.44^{Af}
Carbon dioxide + S3D1 6.25 µl/L air	20.83^{Db}	42.86^{Cd}	50.55^{Bd}	52.18^{Bc}	59.91^{Ac}
Carbon dioxide + S3D1 12.5 µl/L air	21.11^{Cb}	81.30^{Bb}	80.45^{Bb}	85.64^{Ab}	85.53^{Ab}
Carbon dioxide + S3D1 18.75 µl/L air	90.28^{Ba}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}
S3D1 12.5 µl/L air	11.11^{Eb}	21.48^{De}	31.66^{Ce}	39.43^{Be}	35.08^{Bd}
S3D1 18.75 µl/L air	22.54^{Eb}	47.22^{Dc}	58.02^{Bc}	49.57^{Cd}	59.97^{Ac}

^{y}ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)

ND= ไม่ได้ทำการทดลอง, S3D1 = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1

ตารางที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) โดยวิธีการรม หลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจำลองการใช้จริง

Treatment	%การตาย[y]				
	เวลา (ชั่วโมง)				
	24	48	72	96	120
Carbon dioxide	0.00^{Dc}	0.00^{Dc}	1.91^{Cf}	5.12^{Be}	6.32^{Af}
Carbon dioxide + S3D1 6.25 µl/L air	0.00^{Dc}	4.56^{Cc}	11.58^{Bd}	20.12^{Ad}	19.79^{Ad}
Carbon dioxide + S3D1 12.5 µl/L air	3.17^{Eb}	15.00^{Db}	37.45^{Cb}	58.20^{Bb}	59.87^{Ab}
Carbon dioxide + S3D1 18.75 µl/L air	10.68^{Ca}	46.77^{Ba}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}
S3D1 12.5 µl/L air	1.75^{Cbc}	3.25^{Bd}	4.77^{Be}	4.81^{Be}	10.16^{Ae}
S3D1 18.75 µl/L air	3.34^{Eb}	5.03^{Dc}	17.48^{Cc}	40.12^{Ac}	38.68^{Bc}

[y]ค่าเฉลี่ยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในแนวนอนและตัวอักษรพิมพ์เล็กในแนวตั้งเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($P<0.05$)
ND= ไม่ได้ทำการทดลอง, S3D1 = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1

4.6 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจริง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากสูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 ที่ความเข้มข้น 18.75 µl/L air ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มาทดสอบโดยวิธีการรมในผ้าพลาสติกสำหรับรมยา และบันทึกผลปริมาณการตายของแมลงที่เวลา 72ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบกับเมทธิลโบรไมด์ ที่ความเข้มข้น 32 gms/cu.m/24 hrs และ ฟอสฟีน ที่ความเข้มข้น 2 gms/cu.m/120 hrs พบว่า สูตรน้ำมันหอมระเหยจากสูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 ที่ความเข้มข้น 18.75 µl/L air ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ และการใช้สารเคมีทั้งสองชนิด คือ เมทธิลโบรไมด์ ฟอสฟีน มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง ได้ 100% ส่วนการใช้คาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียวฆ่าแมลงศัตรูในเก็บเก็บทั้ง 3 ชนิด ได้ต่ำกว่า 20%(ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงศัตรูในโรงเก็บโดยวิธีการรมหลังการทดสอบด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพจริง

treatment	%การตาย		
	ด้วงงวงข้าวโพด	มอดฟันเลื่อย	มอดแป้ง
Carbon dioxide 72 ชั่วโมง	8.92	17.23	5.18
Carbon dioxide+Oli 18.75 µl/L air 72 ชั่วโมง	100	100	100
CH_3Br 32 gms/cu.m./24 hrs	100	100	100
PH_3(Al) 2 gms/cu.m./120 hrs	100	100	100
Carbon dioxide 15 วัน	100	100	100

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาระดับความเป็นพิษของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารฆ่าแมลงในโรงเก็บ

จากทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยทั้ง 13 สูตร พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลักสามารถแมลงศัตรูในโรงเก็บทั้ง 3 ชนิดได้ดีกว่า สูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีกานพลู และตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วริยา ธนะศิรังกูล และคณะ (2556) ที่รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม ด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 9.889, 11.154 และ 19.330 µl/L air ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงได้โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 12.836, 13.187 และ 16.163 µl/L air ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพต่ำต่อแมลงทดลอง ขณะที่รายงานของ Ho (1995) ได้ทำการทดลองสารสกัดจากจันทร์แปดกลีบโดยสกัดด้วย hexane และmethanol มีประสิทธิภาพในการฆ่าไข่ของมอดแป้งที่ความเข้มข้น 0.01 g/ml โดยที่ตัวเต็มวัยมีความอ่อนแอมากกว่าตัวหนอน โดยมีอัตราการตายมากกว่า 70% Ho (1997) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพเป็นสารรม และสารยับยั้งในการกินต่อ มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด น้ำมันหอมระเหยจากพืชมีสารเคมีซึ่งเป็นสารทุติยภูมิเกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ในพืชที่แตกต่างกัน (สุภาวิณี พิมพ์สมาน, 2532) โดยสารทุติยภูมินี้จะมีผลต่อแมลงแต่ละชนิดแตกต่างกันไป แต่น้ำมันหอมระเหยจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อยที่สุด (Regnault-Roger. et.al., 1993; Shaya, E. et.al., 1991)

5.2 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการเป็นสารไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บแบบมีทางเลือก

จากการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลงในจานทดสอบ พบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.016 µl/cm2 สามารถไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บทั้ง 3 ชนิด ได้มากกว่า 80% ตั้งแต่ 2-12 ชั่วโมงหลังจากนั้นประสิทธิภาพในการไล่จะลดลง เมื่อเทียบเคียงกับรายงานของ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ และคณะ (2554) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าสดของพืชวงศ์ขิงในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด

และมอดแป้งโดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกในจานทดสอบพบว่าสามารถไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้มากกว่า 75%

วิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลงในท่อทดสอบ พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการไล่ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งเท่ากับ 42.7, 28.4 และ 42.9% ตามลำดับ โดยเทียบเคียงกับรายงานของ Pumnuan, J. et.al., (2012) ที่ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย และกานพลูมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดประมาณ 40%

5.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการวางไข่

จากการทดสอบประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่ของแมลงศัตรูในโรงเก็บทั้ง 3 ชนิด โดยทำการตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยหลังจากการทดสอบ 45 วันในท่อทดสอบ พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งดีที่สุดโดยเทียบเคียงกับรายงานของ Pumnuan, J. et.al., (2012) ที่ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและกานพลูมีประสิทธิภาพในการสามารถยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 20% ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้งในระยะ ไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยได้มากกว่า 70% (HO, S.H. et.al., 1995)

5.4 การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกอัตราส่วน 3:1 มาทดสอบ ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า การรมแมลงด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งได้ดีที่สุด ที่ 72 ชั่วโมง สามารถฆ่าแมลงดังกล่าวได้ 100% จากรายงาน Wang, C. et.al., (2012) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีการรม เพื่อใช้ในการควบคุม bed bugs (*Cimex lectularius*) โดยดูจากการพัฒนาของแมลง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า คาร์บอนไดออกไซด์มีประสิทธิภาพในการฆ่าได้เป็น 100 % โดยความเข้มข้นน้อยจะสามารถฆ่าตัวเต็มวัย และไข่ของแมลงได้เป็น 30 และ 100 % ตามลำดับ การทดสอบคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยระบบส่งแก๊สจำลองที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยมีเพลี้ยไฟ (*Thrips tabaci*) อยู่ภายในถุง โดยทำการทดลองทั้งหมด 6 การทดลองคือ ชุดทดลองควบคุม และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 15, 30, 45, 60 และ 100 % ที่เวลา 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงตามลำดับ พบว่าเพลี้ยไฟมีอัตราการตายเป็น 100 % ที่ความเข้มข้น 30 % หรือหลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง (Page,. B.B.C. et.al., 2002) การรมปลวก (*Coptotermes formosanus*) ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ที่ 24 ชั่วโมง คาร์บอนไดออกไซด์ 95 % มีผลอย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่ 60 ชั่วโมงพบว่า มีอัตราการตายอย่างสมบูรณ์ ในขณะที่คาร์บอนไดออกไซด์ 50 % ที่เวลา 60 ชั่วโมงมีผลทำให้ตายเป็น 70 % และมีอัตราการตายที่สมบูรณ์เมื่อผ่านไป 120 ชั่วโมง (Delate, K.M. et.al., 1995) นอกจากนี้ยังมี

รายงานการใช้สารรมชนิดต่างๆ ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น ฟอสฟีน เมทธิลโบรไมด์ เอธทีลีนออกไซด์ และเอธทีลินคลอไรด์ (Aliniazee and Lindgren. 1969 ; Hashiguchi, Y. et.al, 1967 ; Calderon and Leesch. 1983 ; Bond.1984 ; Williams. 1985) การทดลองใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์พบว่าสามารถฆ่าด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งได้โดยไม่มีความแตกต่างจากการใช้สารเคมี โดยใช้เวลาน้อยกว่าการรมด้วยฟอสฟีน หรือคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง โดยวิธีการรม ในรูปของสารฆ่า สารไล่ และสารยับยั้งการวางไข่ พบว่า สูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 (S3D1) มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 6.763 3.558 และ4.106 µl/L air ตามลำดับ ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ในจานทดสอบ พบว่า สูตร S3D1 สามารถไล่ ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งได้มากที่สุดโดยมีค่า %RI มากกว่า 80% ตั้งแต่ 2-12 ชั่วโมงและวิธีการทดสอบในท่อทดสอบ พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการไล่ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งเท่ากับ 42.7, 28.4 และ 42.9% ตามลำดับ จากการทดสอบประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่โดยทำการตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยหลังจากการทดสอบ 45 วันในท่อทดสอบ พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งดีที่สุด และการทดสอบประสิทธิภาพสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า การรมแมลงด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย S3D1 ที่ความเข้มข้น 18.75 µl/L air ใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้งได้ดีที่สุดที่ 72 ชั่วโมง สามารถฆ่าแมลงดังกล่าวได้ 100%

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือกร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง ดังนั้นจึงควรขยายขอบเขตของการศึกษาในการควบคุมแมลงชนิดอื่นๆ

การทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือกร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ ดังกล่าวนี้ยังไม่เคยมีการรายงานถึง ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจเพื่อพัฒนาและใช้ประโยชน์เพื่อสามารถนำไปใช้ได้จริงเพื่อลดปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรและทั้งนี้เพื่อประโยชน์แก่ผู้ใช้ และผู้บริโภค

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. **แมลงที่พบในผลผลิตเกษตรและการป้องกันกำจัด**. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร. หน้า 6-14.

ชัยพัฒน์ จิระธรรมศรี. 2536. **สะเดาสารธรรมชาติทางการเกษตร**. กองวัตถุมีพิษทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 14

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

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

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

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

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

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

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

พรทิพย์ วิสารทานนท์ กุสุมา นวลวัฒน์ บุษรา จันทร์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม จิรา ภรณ์ ทองพัธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ ลักขณา ร่มเย็น ภาวินี หนูชนะภัย. 2548. **แมลงที่พบในผลิตเกษตรและการป้องกันกำจัด.กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว**. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร จัตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900. 110-150 หน้า.

พันธิตร์ มะลิสุวรรณ และ ผุสดี สายชนะพันธ์. 2546. **สมุนไพรกำจัดแมลงและศัตรูพืช.** กรุงเทพฯ: ศรีสยามพริ้นท์. 127 หน้า.

นิติกรณ์ เผือกบัวขาว. 2554. "การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงสาบอเมริกัน". **ปัญหาพิเศษปริญญาโท** สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

รัตนาภรณ์ พรหมศัทธา. 2543. "การสกัดสารออกฤทธิ์จากโลติ๊น หนอนตายหยาก และสะเดาอินเดีย." หน้า 1-9 ใน **รายงานการฝึกอบรม การใช้สารสกัดโลติ๊น หนอนตายหยาก และสะเดาอินเดีย ในการป้องกันและการกาจัดศัตรูพืช.** กรุงเทพฯ: สานักวิจัยและพัฒนาการผลิตสารธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร"

วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล. 2548. **ประวัติและความสำคัญของข้าว.** *ใน*:ข้าว. เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 18/2547 กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศิริเพ็ญ จริเกษม. 2548. **น้ำมันหอมระเหยไทย (Thai essential oils).** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 9-25.

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

สมชาย ชคตระการ. 2548. **ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี.** บริษัท ก.พล(1996) จำกัด, กรุงเทพฯ

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

สุภาวิณี พิมพ์สมาน นุชรีย์ ศิริ ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และยนต์ สุตะภักดี, 2532, **แนวทางการใช้สารสกัดจากสะเดาเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ,** องค์การบริหารวิเทศกิจแห่งสหรัฐอเมริกา (USAID) และสถาบันวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2541. **เห็ดเมืองไทย.** สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพมหานคร.

Abbott, W.S. 1987. "A method of computing the effectiveness of an insecticide." 1925. **Journal of the American Mosquito Control Association.** 3(2): 302-3.

AliNiazee, M.T. and Lindgren, D.L. 1969, "Effect of carbon dioxide on toxicity of hydrocyanic acid and methyl bromide to adults of confused flour beetle and granary weevil at two different temperatures", **Journal of Economic Entomology,** Vol. 62, pp. 904-906.

Bond, E.J. 1984. Manual of fumigation for insect control. FAO **Plant Production and Production** Paper No., 54, Rome.

Calderon, M., and Leesch, J.G.1983. "Effect of reduced pressure and CO2 on the toxicity of methyl bromide to two species of stored product insects", **Journal of Economic Entomology**. Vol. 76, pp. 1125-1128.

Delate, K.M., J.K.Grace, J.W.Armstrong, 1995. Carbon dioxide as a potential fumigant for termite control. **Pestic. Sci.** 44: 357-361.

Grainge, M. and S. Ahmed. 1988. **Handbook of Plants with Pest Control Properties**. Wiley-Interscience Publication, New York. 470pp.

Hanashi, T., S. Nakamura, P. Visrathanonth, J. Uraichuen, and R. Kengkanpanich. 2004. Stored rice insect pest and their netural enemies in Thailand. JIRCAS International Agrinaltural Series, No. 13, 79 pp.

Hashiguchi, Y., Ogahara, T., and Horiko, H. 1967, "The flammability limit of ethylene oxide-methyl bromideair mixtures", **Kogyo Kayaku Kyokai-Shi**, Vol. 28, pp. 128-131.

Ho, S.H., Ma, Y. and Huang, Y. 1997. "Anethol, a potential insecticide from Allicium verum Hook F., against two stored product insects. International Pest Control. Allicium verum Hook f. as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zemais* Mostch", **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 6, pp. 341-347.

Ho, S.H., Y. Ma, P.M. Goh, and K.Y. Sim. 1995. Star anise, *Illicium verum* Hook.f. as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Postharvest Biology and Technology**. (6): 341-347.

Page, B.B.C.,M.J.Bendall, A.Carpenter, 2002. Carbon dioxide fumigation of *Thrips tabaci* in export onions. **New Zealand Plant Protection**. 55: 303-307.

Pimentel, M.A.G., L.R.D. Faroni, M.R. Totola, and R.N.C. Guedes. 2007. Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. **Pest Management Science**. 63: 867-881. เมทธิลโบรไมด์ ที่ความเข้มข้น 32 gms/cu.m/24 hrs และ ฟอสฟีน ที่ความเข้มข้น 2 gms/cu.m/120 hrs

Pumnuan, J., Teerarak, M. and A. Insung. 2012. Fumigant Toxicity of Essential Oils of Medical Plants against Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). p. 177-183. *In*: 2nd **International Symposium of Biopesticides and Ecotoxicology Network** (2nd IS-BIOPEN). 24-26, Sep. 2012, Bangkok, Thailand.

Rajendran, S. 2002. Postharvest pest losses. *In* Pimentel, D. (Ed.), **Encyclopedia of Pest Management**. Marcel Dekker, Inc., New York. 654-656.

Rees, D. 2004. **Insect of Stored Products**.CSIRO. Publishing, Australia.

Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., holeman, M., Theron, E., and Pinel, R. 1993. "Insecticidal effect of essential oils from Mediterranean plnts upon *Acanthoscelides obetus* (Say) [Coleoptera: Bruchidae), a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.)", **Journal of Chemical Ecology**, Vol. 14, pp. 1965-1975.

Shayya, E., Ravid, U., Paster, N., juven, B. Zisman, U., and Pisarrev, V., 1991, "Fumigant toxicity of essential ois against four major stred-product insect", **Journal of Chemical Ecology**, Vol. 17, pp. 499-504.

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

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.

Thanasirungkul, W., J. Purmuan, and A. Insung. 2012. Effectiveness of essential oils of medicinal plants against saw-toothed grain beetle, *Oryzaeppilus surinamensis* (Linn.). p. 59-64. *In:* 10th **International Symposium on Biocontrol and Biotechnology**. December 27-30, 2012. Harbin, P.R.China.

Veeraphant C, Mahakittikun V, Soonthornchareonnon N. 2011. **Acaricidal effects of Thai herbal**

Wang,C., Lihua Lu, Ming Xu, 2012. Carbon dioxide fumigation for bed bugs. **Journal of Medical Entomology.** 49: 1076-1083.

Williams, P., 1985, "Toxicity of methyl bromide in carbon dioxide enriched atmospheres to beetles attacking stored grain", **General Applied Entomol.** Vol. 17, pp. 17-24.

WMO, 1995. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1991. World Meteorological Organization global ozone research and monitoring project, Report No. 37, **World Meteorological Organization of the United Nations**, Geneva, Switzerland.

ภาคผนวก

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ. หน้า 1069-1076. ใน **การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11** ณ โรงแรมเซ็นทาราแอนด์คอนเวนชันเซนเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556. จังหวัดขอนแก่น.

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2557. ประสิทธิภาพการไล่และการยับยั้งการวางไข่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (Illicium verum) และเทียนข้าวเปลือก (Anethum graveolens) ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด (Sitophilus zeamais). **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 32:2 (41-47).

THE 11th
NATIONAL PLANT
PROTECTION
CONFERENCE
อารักขาพืชไทย
ก้าวไกลในประชาคม
อาเซียน
CROP PROTECTION IN THAILAND,
KEEPING IN STEP
WITH ASEAN COMMUNITY
เรื่องเต็ม
2. ภาคแผ่นภาพ
ขอนแก่น
26-28 พฤศจิกายน 2556
26-28
พฤศจิกายน 2556
ณ โรงแรมเซ็นทารา
แอนด์คอนเวนชั่นเซนเต
จังหวัดขอนแก่น
26-28 Nov. 2013
Centara Hotel & Convention Ce
Khon Kaen

หน้า

21 การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูพริกแบบผสมผสานในฤดูแล้งจังหวัดร้อยเอ็ด 1059
มัทนา วานิชย์ นาฏญา โสภา สุชาติ คำอ่อน
Testing Integrated Pest Management (IPM) Technology on Chili Production during Dry Season in Roi-Et Province
Mattana Wanitch Nataya Sopa Sucharti Kamoon

23 ประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 1069
กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์
Effectiveness of Essential Oil Formulas from Star Anise (*Illicium verum* Hook.f.) and Dill (*Anethum graveolens* Linn.) in Controlling Stored-Product Insects
Kaweewat Jawsuwanwong, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung

23 ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจาก ตะไคร้บ้าน อบเชย และกานพลู ต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งสีเทา (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller) 1077
อุดมพร บุญเปลี่ยน สุชาติ รอดโรคะ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์
Repellency Effect of Essential Oils of Lemon Grass, Cinnamon and Clove, against Mealybug (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller) Nymph
Audomporn Boonplain, Suchat Rodroka, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung

24 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการไล่ตัวเต็มวัย ของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด 1085
วริยา ธนะศิรังกูล จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และ อำมร อินทร์สังข์
Repellency Effect of Essential Oils from Medicinal Plants on Adults of Red Flour Beetle, Lesser Grain Borer and Corn Weevil
Wariya Thanasirungkul, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung

25 ความเป็นพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้หอม ต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) 1093
อัจจิมา นุชโพธิ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และ อำมร อินทร์สังข์
Fumigant Toxicity of Essential Oils from Clove, Cinnamon and Citronella Grass against The Mold Mite (*Tyrophagus* sp.)
Atjima Nuchpo, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung

ประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ

Effectiveness of Essential Oil Formulas from Star Anise (*Illicium verum* Hook.f.) and Dill (*Anethum graveolens* Linn.) in Controlling Stored-Product Insects

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์

Kaweewat Jawsuwanwong, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ABSTRACT

Fumigant toxicity of essential oil formulas made from star anise (*illicium verum* Hook.f.) and dill (*Anethum graveolens* Linn.) as major components and essential oils of clove (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr. & L. M. Perry) and lemon grass (*Cymbopogon citrates* (Dc. ex. Nees)) as minor components against adults of corn weevil (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy), red flour beetle (*Tribolium castaneum* (Herbst)) and saw-toothed grain beetle (*Oryzaeppilus surinamensis* (Linn.)) was conducted. The fumigation method by applying essential oil formulas in 40 cm^3 glass vial with various concentrations for 1 h and the mortalities of insects were observed at 24 h. The result was that essential oil formulas made from star anise and dill at rate of 3:1 showed the most toxicity to the insects. Particularly, at the concentration between 10-20 µl/L air, they could kill 90-100% of the insects. Based upon 24 h LC_{50} values, this essential oil formulas showed the most toxic effect to saw-toothed grain beetle which presented high activity of 3.558 µl/L air, followed by red flour beetle and corn weevil at 4.106 and 6.673 µl/L air, respectively. On the other hand, the essential oils of clove and lemon grass formulas showed low toxicity to the 3 stored-product insects.

Keywords: fumigation method, corn weevil, red flour beetle, saw-toothed grain beetle

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพการรมของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชโดยมีน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) เป็นองค์ประกอบหลัก และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry) และตะไคร้บ้าน(*Cymbopogon citrates* (Dc.ex.Nees)) เป็นองค์ประกอบรองในอัตราส่วนต่างๆ กัน ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) และ

มอดฟันเลื่อย (*Oryzaeppilus surinamensis* (Linn.)) ทำการทดลองโดยการรมในขวดแก้วขนาด 40 cm^3 ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุด โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นระหว่าง 10-20 µl/L air สามารถฆ่าแมลงได้ 90-100% โดยมีค่า LC_{50} ต่อมอดฟันเลื่อยดีที่สุดเท่ากับ 3.558 µl/L air รองลงมาคือมอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพดโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.106 และ 6.673 µl/L air ตามลำดับ ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบรองมีประสิทธิภาพต่ำในการฆ่าแมลงศัตรูในโรงเก็บทั้ง 3 ชนิด

คำสำคัญ :วิธีการรม ด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย

บทนำ

ประเทศไทยมักจะ ประสบปัญหาแมลงศัตรูพืช ทำลายเมล็ดธัญ พืช และผลผลิตทางการเกษตร โดยทั่วโลกถูกทำลายด้วยแมลงกลุ่มด้วงกว่า 600 ชนิด แมลงกลุ่มผีเสื้อกว่า 70 ชนิดและ กลุ่มไรประมาณ 355 ชนิด จนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิต ลดลง (Rajendran, 2002) แมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ เช่น ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) และมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* (Linn.)) เป็นต้น แมลงศัตรูในโรงเก็บส่วนมากมักจะมีขนาดเล็กทำให้สังเกตได้ยาก วงจรชีวิตสั้น ทำให้แมลงเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในเวลาไม่นาน (Rees, 2004) การใช้สารเคมีในการรมเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดแมลงได้เป็นอย่างดี โดยสารที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ สารเมทิลโบไมด์ (CH_3Br) และสารฟอสฟีน (Phosphine) แต่การใช้สารเคมีในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืช มักมีผลกระทบ ต่อสัตว์ และสิ่งแวดล้อม โดยสารเมทิลโบไมด์ จะส่งผลกระทบต่อ ชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้ชั้นบรรยากาศ เกิดช่องโหว่ (WMO, 1995) จึงทำให้แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมายังโลกได้โดยตรงส่งผลกระทบทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนการใช้สารฟอสฟีนติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้แมลงเกิดความต้านทาน (Pimentel, 2007) และการใช้ฟอสฟีนในความเข้มข้นที่สูงจะส่งผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Sittisuang and Makakita, 1985) นอกจากนี้การใช้สารเคมียังเป็นอันตรายต่อเกษตรกร และผู้บริโภคจึงมีการเลือกใช้วิธีการอื่นๆ ที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์ เช่น การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี การใช้พันธุ์ต้านทาน การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพสูญญากาศ การกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน เป็นต้น ปัจจุบันพบว่ามีพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชมากกว่า 1,000 ชนิด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงจนถึงสามารถฆ่าแมลงได้โดยตรง (ชัยพัฒน์, 2536) การใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้หลายรูปแบบ เช่น สารรม (fumigant) สารสัมผัสตาย (contact toxicity) สารยับยั้งการกิน (antifeedant) และสารไล่แมลง (repellency) เป็นต้น เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยเป็นสารสกัดจากธรรมชาติจึงทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การทดลองใช้น้ำมันหอ มระเหยจาก จันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) เทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr.&L.M.Perry) และตะไคร้บ้าน(*Cymbopogon citrates* (Dc.ex.Nees)) สามารถฆ่าแมลงศัตรูในโรงเก็บได้มากกว่า 75% (Thanasirungkul *et al.*, 2012) วัตถุประสงค์การทดลองครั้งนี้เพื่อหาสูตรผสม ของน้ำมัน

หอมระเหยจากพืช 4 ชนิด คือ จันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู ตะไคร้บ้าน ที่สามารถฆ่าแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ดีที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเพาะเลี้ยงแมลง

สุ่มเก็บตัวอย่าง มอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด แ ละมอดฟันเลื่อย จากโรงสีข้าว ในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร คัดแยกแมลงแล้วนำมาเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในกล่องพลาสติกขนาด 27×18×10 cm โดยติดตะแกรงมุ้งลวดบนฝาด้านบน แล้วนำด้วงงวงข้าวโพดมาเลี้ยงด้วยข้าวกล้องหอมมะลิ ส่วนมอดแป้ง และมอดฟันเลื่อยเลี้ยงด้วยรำข้าว แล้วคัดตัวเต็มวัยเพื่อมาทดสอบ

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

นำพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดได้แก่ จันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู และตะไคร้บ้าน นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) โดยเติมน้ำให้ท่วมพืช สมุนไพรที่สกัด ต้มจนเดือดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เก็บส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยไว้ในขวดทึบแสงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 12 ℃

3. การคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหย

นำน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิด คือ จันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู ตะไคร้บ้าน มาผสมในอัตราส่วนต่างๆกันโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลัก น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบรอง ซึ่งตามรายงานของ Thanasirungkul et al., (2012) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกมีประสิทธิภาพในการฆ่าดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ได้สูตรทั้งหมด 13 สูตร ดังนี้

สูตร A = จันทร์แปดกลีบ
สูตร B = เทียนข้าวเปลือก
สูตร C = กานพลู
สูตร D = ตะไคร้บ้าน
สูตร E = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 1:3
สูตร F = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 2:2
สูตร G = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1
สูตร H = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : กานพลู อัตราส่วน 1:3:1
สูตร I = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : กานพลู อัตราส่วน 2:2:1
สูตร J = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : กานพลู อัตราส่วน 3:1:1
สูตร K = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : ตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 3:1:1
สูตร L = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : ตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 2:2:1
สูตร M = จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก : ตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 1:3:1

ทดสอบโดยวิธีการรมในขวดขนาด 40 cm^3 ใช้มอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด และมอดฟันเลื่อยชนิดละ 20 ตัวต่อขวด หยดสูตรน้ำมันหอมระเหยแต่ละสูตรบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 cm ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air ปริมาตร 20 µl หยดทิ้งไว้ 2 นาที ปิดฝาคว่ำขวดเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลที่ 24 ชั่วโมง ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ Ethanol 95%

4. การทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหย

นำสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิดได้ดีมาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับแมลงแต่ละชนิดโดยด้วงงวงข้าวโพดและมอดฟันเลื่อยใช้ ความเข้มข้น 0 (95% Ethanol), 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 µl/L air ขณะที่มอดแป้งใช้ความเข้มข้น 0 (95% Ethanol), 5, 10, 15, 20, 25 µl/L air ทดสอบโดยการรมในขวดขนาด 40 cm^3 ใช้แมลงชนิดละ 20 ตัวต่อขวด หยดสูตรน้ำมันหอมระเหยแต่ละสูตรบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1.5 cm ปริมาตร 20 µl หยดทิ้งไว้ 2 นาที ปิดฝาคว่ำขวดเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลที่ 24 ชั่วโมง ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดมาหาอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตรของ Abbott's formula (Abbott, 1987) วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) วิเคราะห์ความ แปรปรวน (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย DMRT (Dancan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหาค่า LC_{50} และLC_{90} ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชด้วยวิธีการ Probit Analysis

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยทั้ง 13 สูตร ที่ความเข้มข้น 15 µl/L air โดยมีน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลัก น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบรอง พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีจันทร์แปดกลีบเป็นองค์ประกอบหลักสามารถฆ่ามอดแป้งได้มากกว่า 50% (Figure 1) จึงคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีจันทร์แปดกลีบเป็นองค์ประกอบหลัก จำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตรจันทร์แปดกลีบ (A), สูตรจันทร์แปดกลีบ ต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 (G), สูตรจันทร์แปดกลีบ ต่อเทียนข้าวเปลือก ต่อกานพลู อัตราส่วน 3:1:1 (J), สูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก ต่อตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 3:1:1 (K) จากทดสอบประสิทธิภาพของ สูตรน้ำมันหอมระเหยต่อด้วงงวงข้าวโพด และมอดฟันเลื่อยสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีจันทร์แปดกลีบและเทียนข้าวเปลือกเป็นองค์ประกอบหลักสามารถฆ่าด้วงงวงข้าวโพด และมอดฟันเลื่อยได้ 100% ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีกานพลู และตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบมีประสิทธิภาพในการฆ่าต่ำกว่า 50% จึงคัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ไม่มีกานพลู และตะไคร้บ้านเป็นองค์ประกอบจำนวน 5 สูตร ได้แก่ สูตร A, สูตรเทียนข้าวเปลือก (B), สูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 1:3 (E), สูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 2:2 (F) และสูตร G มาทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าต่อไป

เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบของสารฆ่ามอดแป้งพบว่า สูตร G มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดแป้งได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.106 µl/L air รองลงมาคือ สูตร A มีค่า

LC_{50} เท่ากับ 6.722 µl/L air (Table 1) และพบว่า สูตร G มีประสิทธิภาพในการฆ่ามอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุดโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.558 และ 6.673 µl/L air ตามลำดับ รองลงมาคือ สูตร E มีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.515 และ7.449 µl/L air ตามลำดับ (Table 2 และ3) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวริยา และคณะ (2556) ที่รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม ด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 9.889, 11.154 และ 19.330 µl/L air ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากเทียนข้าวเปลือก มีประสิทธิภาพในการฆ่า แมลงได้โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 12.836, 13.187 และ 16.163 µl/L air ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกา นพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพต่ำต่อแมลงทดลอง ขณะที่รายงานของ Ho (1995) ได้ทำการทดลองสารสกัดจากจันทร์แปดกลีบ โดยสกัดด้วย hexane และmethanol มีประสิทธิภาพในการฆ่าไข่ของมอดแป้งที่ความเข้มข้น 0.01 g/ml โดยที่ตัวเต็มวัยมีความอ่อนแอมากกว่าตัวหนอน โดยมีอัตราการตายมากกว่า 70%

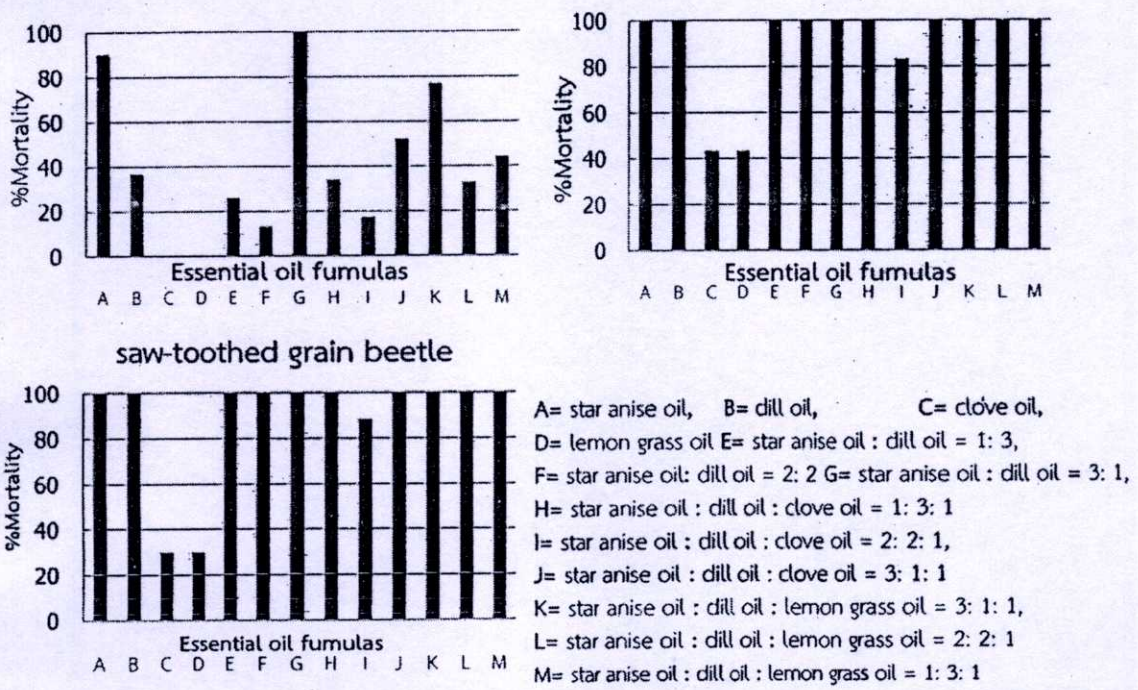


Figure 1 Percentage of mortality of a: red flour beetle, (*Tribolium castaneum* (Herbst)), b: corn weevil, (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) and c: saw-toothed grain beetle, (*Oryzaephilus surinamensis* (Linn.)) after treated with essential oils of medicinal plants with concentration of 15 µl/L air at 24 h by fumigation method

Table 1 Percentage of mortality of red flour beetle, (*Tribolium castaneum* (Herbst)) after treated with essential oils of medicinal plants at various concentrations at 24 hours by fumigation method.

Essential oils of plant	% Mortality[1/] Concentration (µl/L air)						Level of toxicity (µl/L air)			
	0	5	10	15	20	25	LC_{50}	LC_{90}	Slope	SE
A	0±0	45.0±5.0^{B}	81.7±7.6^{A}	92.0±9.9^{A}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	6.722	12.400	0.226	0.017
G	0±0	83.3±2.9^{A}	91.7±2.9^{A}	98.3±2.9^{A}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	4.106	8.411	0.298	0.025
J	0±0	1.7±2.9^{D}	26.7±7.6^{C}	76.7±2.9^{B}	82.8±5.8^{B}	96.8±5.5^{A}	13.460	20.300	0.187	0.013
K	0±0	8.3±2.9^{C}	60.1±17.8^{B}	76.7±2.9^{B}	93.2±7.6^{A}	96.8±5.5^{A}	10.957	18.270	0.175	0.012
%CV	-	11.4	16.1	6.4	5.1	4.0	-	-	-	-

[1/]Means in column followed by the same capital letter were not significantly different (P=0.05) according to DMRT,

A= star anise, G= Star anise: dill = 3: 1, J= Star anise: dill: Clove = 3: 1: 1, K= Star anise: dill: Lemon grass = 3: 1: 1

Table 2 Percentage of mortality of corn weevil, (*Sitophilus zeamais* Motshulsdy) after treated with essential oils of medicinal plants at various concentrations at 24 hours by fumigation method.

Essential oils of plant	% Mortality[1/] Concentration (µl/L air)						Level of toxicity (µl/L air)			
	0	2.5	5	7.5	10	12.5	LC_{50}	LC_{90}	Slope	SE
A	0±0	6.4±5.5^{A}	14.4±6.8^{A}	32.6±11.8^{A}	75.2±12.0^{AB}	93.3±5.8^{A}	8.201	12.137	0.326	0.023
B	0±0	6.7±5.8^{A}	13.7±5.5^{A}	37.8±10.7^{A}	60.1±8.9^{B}	81.1±10.2^{A}	8.960	13.943	0.257	0.019
E	0±0	12.7±4.7^{A}	24.1±5.3^{A}	46.4±14.2^{A}	80.9±8.7^{A}	90.0±10.0^{A}	7.449	12.079	0.277	0.019
F	0±0	0±0^{A}	20.0±10.0^{A}	45.2±9.0^{A}	89.6±10.0^{A}	93.6±5.5^{A}	7.587	10.869	0.390	0.027
G	0±0	6.7±5.8^{A}	30.0±0^{A}	51.5±2.6^{A}	90.0±10.0^{A}	100.0±0^{A}	6.763	10.145	0.379	0.026
%CV	-	75.4	31.1	24.4	12.6	7.9				

[1/]Means in column followed by the same capital letter were not significantly different (P=0.05) according to DMRT,

A= star anise, B= dill, E= Star anise: dill = 1: 3, F= Star anise: dill = 2: 2, G= Star anise: dill = 3: 1

Table 3 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.

Essential oils of plant	% Mortality[1/] Concentration (µl/L air)						Level of toxicity (µl/L air)			
	0	2.5	5	7.5	10	12.5	LC_{50}	LC_{90}	Slope	SE
A	0±0	17.0±5.1^{B}	60.0±10.0^{AB}	78.8±5.2^{AB}	93.6±5.5^{A}	100.0±0^{A}	5.075	8.562	0.368	0.025
B	0±0	20.0±10.0^{B}	34.4±5.1^{C}	55.6±9.6^{C}	76.3±10.9^{B}	93.3±11.5^{A}	6.806	11.864	0.253	0.018
E	0±0	28.3±10.4^{B}	62.2±10.7^{A}	80.0±10.0^{AB}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	4.515	7.792	0.391	0.028
F	0±0	19.1±8.7^{B}	44.9±9.6^{BC}	76.1±6.7^{B}	93.6±5.5^{A}	100.0±0^{A}	5.422	8.976	0.361	0.025
G	0±0	46.3±3.2^{A}	70.0±10.0^{A}	93.3±5.8^{A}	100.0±0^{A}	100.0±0^{A}	3.558	6.524	0.432	0.033
%CV		31.8	17.2	10.1	6.5	5.2				

[1/]Means in column followed by the same capital letter were not significantly different (P=0.05) according to DMRT,

A= star anise, B= dill, E= Star anise: dill = 1: 3, F= Star anise: dill = 2: 2, G= Star anise: dill = 3: 1

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเ หยสูตรต่างๆ โดยการรม ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่า **สูตรน้ำมันหอมระเหยสูตรจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือกอัตราส่วน 3:1 มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัย** ของมอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด ได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.558, 4.106 และ 6.673 µl/L airตามลำดับ ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านเป็น องค์ประกอบรองมีประสิทธิภาพต่ำในการฆ่าแมลงศัตรูในโรงเก็บทั้ง 3 ชนิด

เอกสารอ้างอิง

ชัยพัฒน์ จิระธรรมศรี. 2536. สะเดาสารธรรมชาติทางการเกษตร . กองวัตถุมีพิษทางการเกษตร . กรมวิชาการเกษตร. หน้า 14.

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

Abbott, W.S. 1987. A method for computing the effectiveness of an insecticide. 1925. Journal of the American Mosquito Control Association 3(2): 302-3.

Ho, S.H., Y. Ma, P.M. Goh, and K.Y. Sim. 1995. Star anise, *Illicium verum* Hook.f. as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Postharvest Biology and Technology. (6): 341-347.

Pimentel, M.A.G., L.R.D. Faroni, M.R. Totola, and R.N.C. Guedes. 2007. Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. Pest Management Science. 63: 867-881.

Rajendran, S. 2002. Postharvest pest losses. *In* Pimentel, D. (Ed.), Encyclopedia of Pest Management. Marcel Dekker, Inc., New York. 654-656.

Rees, D. 2004. Insect of Stored Products.CSIRO. Publishing, Australia.

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.

Thanasirungkul, W., J. Pumnuan, and A. Insung. 2012. Effectiveness of essential oils of medicinal plants against saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.). p. 59-64. *In:* 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. December 27-30, 2012. Harbin, P.R.China.

WMO, 1995. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1991. World Meteorological Organization global ozone research and monitoring project, Report No. 37, World Meteorological Organization of the United Nations, Geneva, Switzerland.

วารสาร
เกษตรพระจอมเกล้า
KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

พฤษภาคม - สิงหาคม 2557 ISSN 0857-0108 May - August 2014
ปีที่ 32 ฉบับที่ 2 VOLUME 32 NUMBER 2

สารบัญ

งานวิจัย หน้า

- องค์ประกอบทางเคมีและการเติบโตของปลานิล ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายสีเขียว *Cladophora glomerata* — สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ และศักดิ์ชัย ชูโชติ — 1
- การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรเด่นของศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง สวนศรียา ตำบลหินตั้ง อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก — ธนสร จำปาถิ่น สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช และปัญญา หมั่นเก็บ — 9
- ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าประเภทอาหารในตลาดท่องเที่ยวตลาดบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา — ศิรประภา อนันตชัย ปัญญา หมั่นเก็บ และธำรงค์ เมฆโหรา — 19
- ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลตอบแทนของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการรับจำนำข้าวเปลือก จังหวัดสมุทรปราการ — วัลภา จารุมัศย์ ทิพวรรณ ลิมังกูร และปัญญา หมั่นเก็บ — 26
- ผลของการใช้กรดแอสคอร์บิกและการลวกต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในไชรัปกล้วยไข่ — สุริยัณห์ สุภาพวานิช พัชรี บุญมี และวาสนา ทองวัดเพ็ง — 32
- ประสิทธิภาพการไล่และการยับยั้งการวางไข่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum*) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens*) ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) — กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์ — 41
- ผลของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) กานพลู (*Syzygium aromaticum*) และโหระพา (*Ocimum basilicum*) ต่อการเจริญของเชื้อเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) และเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*) — ธนภรณ์ ดวงนภา พรหมมาศ คูหากาญจน์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์ — 48
- นัยยะของผลผลิตประมงปูม้าจากแหล่งประมงพื้นบ้านต่อการเลือกจับของเครื่องมือประมงปูม้า — จิราภรณ์ ไตรศักดิ์ และจักรพันธุ์ ปัณพฤกษานนท์ — 56

บทความ

- การเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันในปลา — มนต์สรวง ยางทอง — 66

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 32:2 (41-47)

ประสิทธิภาพการไล่และการยับยั้งการวางไข่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum*) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens*) ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*)

Repellent Effect and Ovipositional Inhibition of Essential Oil Formulas from Star Anise (*Illicium verum*) and Dill (*Anethum graveolens*) against Adult of Corn Weevil (*Sitophilus zeamais*)

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์[1] จรงค์ศักดิ์ พุมนวน[1] และอำมร อินทร์สังข์[1]

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพการไล่และยับยั้งการวางไข่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) ต่อด้วงงวงข้าวโพดตัวเต็มวัย (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยใช้อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 ในชื่อสูตร S4D0, S3D1, S2D2, S1D3 และ S0D4 ตามลำดับ ทำการทดสอบประสิทธิภาพการไล่แบบมีทางเลือกประกอบด้วย 2 รูปแบบ คือการทดสอบการไล่ในจานเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 cm โดยไม่มีเมล็ดข้าวสาร ที่ความเข้มข้น 0.008 และ 0.016 µl/cm^2 บันทึกผลที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ และการทดสอบการไล่ในท่อทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 cm ยาว 20 cm โดยมีเมล็ดข้าวสาร ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl บันทึกผลที่เวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บเมล็ดข้าวสารเพื่อศึกษาหาปริมาณการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดโดยตรวจนับตัวเต็มวัยที่ฟักออกมาใน 30 วัน ผลการทดสอบพบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.016 µl/cm^2 มีประสิทธิภาพในการไล่ในจานทดสอบได้ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ (%repellent index) มากกว่า 90% ตั้งแต่ 2-6 ชั่วโมง หลังจากการทดลอบ ส่วนน้ำมันหอมระเหยในชื่อสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพการไล่ในท่อทดสอบได้ดีที่สุดโดยมีค่า %RI ประมาณ 50% และมีอัตราการยับยั้งการวางไข่ได้ดีที่สุดเช่นกัน คือ พบด้วงงวงข้าวโพดในกลุ่มทดสอบเพียง 28.1% ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ: ด้วงงวงข้าวโพด ดัชนีการไล่ สูตรน้ำมันหอมระเหย

Abstract

Repellent effect and ovipositional inhibition properties of essential oil formulas obtained from star anise (*Illicium verum* Hook.f.) and dill (*Anethum graveolens* Linn.) against adult of corn weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) were conducted. The different proportions between star anise : dill as 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 and 0:4, presented as formulas S4D0, S3D1, S2D2, S1D3 and S0D4, respectively were used in the experiments. The bioassays were choice test including two ways, the first was done in repellent Petri dish (10 cm in diameter) without rice seeds at concentrations of 0.008 and 0.016 µl/cm^2 then recorded at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 and 24 hr, and the second, in repellent tube (2 cm in diameter, 20 cm long) with rice seeds at concentrations of 2, 4 and 6%, volume of 50 µl and recorded at 72 hr, and compared to control

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

(95% ethanol). The ovipositional inhibition caused by each essential oil formula was evaluated by following the repellent tube test. The emergent adult developed from laid egg was checked after 30 days. The result showed that S3D1 formula had high repellent effect against corn weevil at concentration of 0.016 μl/cm^2, %repellent index greater than 90% from 2-6 hours after test. In addition, S4D0 formula was the best performance, gave about 50 %RI. In the same way, this formula was highly effective on ovipositional inhibition and presented the number of 28.1% adult which was significantly different from the control.

Keywords: corn weevil, repellent index, essential oil formula

คำนำ

ปัจจุบันแมลงศัตรูในโรงเก็บ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิตลดลง (Rajendran, 2002) เนื่องจากแมลงศัตรูในโรงเก็บมักจะมีขนาดเล็กจึงทำให้สังเกตได้ยาก วงจรชีวิตสั้น ทำให้จำนวนแมลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาไม่นาน (Rees, 2004) โดยแมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถสร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ เช่น การกัดกินเมล็ดทำให้เป็นรู เป็นขุยผง สร้างใยทำให้เมล็ดเกาะติดกันเป็นก้อน และการถ่ายมูลของเสียในผลผลิต ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตแบ่งได้ ดังนี้ คือ สูญเสียน้ำหนัก สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ สูญเสียความงอก สูญเสียคุณภาพ สูญเสียเงิน สูญเสียชื่อเสียง ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) เป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ โดยด้วงงวงข้าวโพดจะอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดโดยมักทำลายร่วมกับด้วงงวงข้าว โดยเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เป็นเวลา 6 เดือนจะเกิดความเสียหายสูงถึง 22 % ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ สามารถพบด้วงงวงข้าวโพด ระบาดได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2548) การรมด้วยสารเคมีเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดแมลงได้เป็นอย่างดี โดยสารที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ สารเมทธิลโบรไมด์ (CH_3Br) และสารฟอสฟีน (phosphine) แต่การใช้สารเคมีในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชมักมีผลกระทบต่อสัตว์ และสิ่งแวดล้อม โดยสารเมทธิลโบรไมด์เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เนื่องจากสารเมทธิลโบรไมด์มีข้อดีกว่าสารประเภทอื่นคือ สามารถฆ่าแมลงได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของแมลง มีความสามารถในการฟุ้งกระจายและแทรกซึมเข้าไปในสินค้าได้ดี เมทธิลโบรไมด์เป็นสารที่จัดอยู่ในสารอันตราย class I ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายชั้นโอโซน โดยสามารถทำลายชั้นโอโซนได้มากกว่าสาร CFC ถึง 60 เท่า ทำให้แสงและรังสีจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านมายังโลกได้โดยตรง ทำให้วงจรของพืชและสัตว์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเนื่องจากอุณหภูมิของพื้นผิวโลกสูงขึ้น (WMO, 1995) ส่วนการใช้สารฟอสฟีนเป็นสารเคมีอีกหนึ่งชนิดที่นิยมใช้ เพราะเป็นสารที่สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่สูงมากนัก และมีฤทธิ์ในการควบคุมกำจัดแมลงได้ดี จึงนิยมใช้เพื่อทดแทนสารเมทธิลโบรไมด์อีกทางหนึ่ง การใช้สารฟอสฟีนติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้แมลงเกิดความต้านทาน (Pimentel, 2007) และการใช้ฟอสฟีนในความเข้มข้นที่สูงจะส่งผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Sittisuang and Makakita, 1985) นอกจากนี้การใช้สารเคมียังเป็นอันตรายต่อเกษตรกร และผู้บริโภคจึงมีการเลือกใช้วิธีการอื่น ๆ ที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์ เช่น การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี การใช้พันธุ์ต้านทาน การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพสุญญากาศ การกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน เป็นต้น ปัจจุบันพบว่ามีพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชมากกว่า 1,000 ชนิด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงจนถึงสามารถฆ่าแมลงได้โดยตรง (ชัยพัฒน์, 2536) การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้หลายรูปแบบ เช่น สารรม (fumigant) สารสัมผัสตาย (contact toxicity) สารยับยั้งการกิน (antifeedant) และสารไล่แมลง (repellency) เป็นต้น การใช้น้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้ควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพราะเป็นสารสกัดจากธรรมชาติทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค จากการศึกษาของ วริยาและคณะ (2556) พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหย

จากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) เทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* (Linn.) Merr. & L.M.Perry) และตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)) สามารถฆ่าตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพดได้มากกว่า 75% และการใช้น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก กานพลู และตะไคร้บ้านสามารถควบคุมมอดฟันเลื่อยได้โดยมีค่า LC_{50} ที่ 7.170 µl/L air (Thanasirungkul *et al.*, 2012) การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าสดของพืชวงศ์ขิง ในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้งโดยการทดสอบในจานทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากว่านขมิ้น สามารถไล่แมลงทั้งสองชนิดได้มากกว่า 90 % (ดวงสมร และคณะ, 2554) นอกจากนี้ Shaaya *et al.* (1997) ได้ศึกษาทดลองเพื่อให้น้ำมันหอมระเหยจากพืชเป็นสารที่ใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บหลายชนิด วัตถุประสงค์การทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือกในการไล่และยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดในสภาพห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดลอง

1. การเพาะเลี้ยงด้วงงวงข้าวโพด

คัดแยกด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวที่เก็บมาจากโรงสีข้าวในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร นำแมลงมาเพาะเลี้ยงในกล่องพลาสติกขนาด 27×18×10 cm โดยติดตะแกรงมุ้งลวดบนฝาด้านบน เลี้ยงด้วงงวงข้าวโพด ด้วยข้าวกล้องหอมมะลิ ที่อุณหภูมิห้อง แล้วคัดเลือกตัวเต็มวัยอายุ 10-15 วัน รุ่นที่ 2-3 หลังออกจากดักแด้เพื่อมาทดสอบในขั้นตอนต่อไป

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

นำพืชทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ จันทร์แปดกลีบใช้ส่วนของดอกแห้ง ส่วนเทียนข้าวเปลือกใช้ส่วนของเมล็ดแห้ง นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) โดยเติมน้ำให้ท่วมส่วนของพืชที่นำมาสกัด ต้มจนเดือดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เก็บไขส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยไว้ในขวดทึบแสงในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 12 °C

3. การทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหย

3.1 สูตรน้ำมันหอมระเหย

นำน้ำมันหอมระเหยจากพืช 2 ชนิด คือ จันทร์แปดกลีบ และเทียนข้าวเปลือก มาผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ กันได้ทั้งหมด 5 สูตร ได้แก่

สูตร S4D0	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	4:0
สูตร S3D1	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	3:1
สูตร S2D2	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	2:2
สูตร S1D3	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	1:3
สูตร S0D4	= จันทร์แปดกลีบ : เทียนข้าวเปลือก	อัตราส่วน	0:4

3.2 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ในจานเลี้ยงเชื้อ

ทำการหยดสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช ได้แก่ S4D0, S3D1, S2D2, S1D3 และ S0D4 ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.008 และ 0.016 µl/cm^2 ลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm ตัดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ด้านหนึ่งหยดสูตรน้ำมันหอมระเหยปริมาตร 300 µl ส่วนอีกด้านหนึ่งหยด 95% ethanol (กลุ่มควบคุม) ปริมาตร 300 µl แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้แห้งนาน 10 นาที แล้วนำกระดาษกรองทั้ง 2 ส่วนมาติดด้วยเทปกาวแล้ววางลงในจานแก้ว นำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดใส่ลงตรงกลางจานแก้วจำนวน 20 ตัวต่อซ้ำ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และบันทึกผลโดยทำการนับจำนวนแมลงที่พบบนแต่ละด้านของกระดาษกรอง

ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลที่บันทึกมาคำนวณหาค่าดัชนีการไล่ (%repellent index) ด้วยสูตร $N_c/(N_c+N_t)*100$ โดย N_c = จำนวนแมลงที่พบบนด้านที่หยดสารละลาย และ N_t = จำนวนแมลงที่พบบนด้านที่หยดสารทดสอบ

3.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารไล่ในท่อทดสอบ

โดยหยดสูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% ปริมาตร 50 µl ลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1.5 cm^2 ทิ้งไว้ให้แห้งที่ร่มอุณหภูมิห้องนาน 2 นาที แล้ววางกระดาษกรองไว้ด้านหนึ่งของท่อทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 cm ยาว 20 cm โดยมีอีกด้านหนึ่งของท่อทดสอบเป็นกลุ่มควบคุม (Ethanol 95%) จากนั้นใส่ข้าวสารให้เต็มท่อทดสอบแล้วปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดจำนวน 50 ตัว ไว้ตรงกลางต่อท่อทดสอบแล้วปิดฝา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการทดลองที่ 72 ชั่วโมง ดัดแปลงจาก (Pumnuan *et al.*, 2012) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีการไล่ (%repellant index)

3.4 การศึกษาประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการวางไข่

นำข้าวสารที่ได้จากการทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหยในรูปของสารไล่ในท่อทดสอบ มาเลี้ยงต่อในกล่องสำหรับเลี้ยงแมลง ขนาด 6×9.7×3.6 cm โดยแยกกล่องตามสูตรน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ เพื่อทำการบันทึกปริมาณตัวเต็มวัย หลังจากทำการทดลอง 30 วัน

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร จำนวน 5 สูตร ประกอบด้วยสูตร S4D0, S3D1, S2D2, S1D3, และ S0D4 โดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลงในจานทดสอบ ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) ,0.008 และ 0.016 µl/cm^2 และตรวจนับอัตราการไล่ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.008 µl/cm^2 สามารถไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ 60-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 50% (Figure 1) และที่ความเข้มข้น 0.016 µl/cm^2 พบว่า สูตร S3D1 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ 70-90% ที่ 12 ชั่วโมง รองลงมาคือสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 60% (Figure 2) ส่วนวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกแก่แมลงในท่อทดสอบ ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6% พบว่า สูตร S4D0 มีประสิทธิภาพในการไล่ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 45.9% ที่ความเข้มข้น 4% รองลงมาคือ สูตร S3D1 ที่ความเข้มข้น 6% และสูตร S2D2 ที่ความเข้มข้น 6% โดยมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ 42.7 และ 40.4% ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าดัชนีการไล่ เท่ากับ -3% เนื่องจากพบแมลงในด้านกลุ่มควบคุมน้อยกว่า (Figure 3)

จากการทดสอบประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด โดยทำการตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยหลังจากทดสอบในท่อทดสอบ พบว่า สูตร S4D0 ที่ความเข้มข้น 4% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ดีที่สุด โดยมีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 28.1% ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% รองลงมาคือ สูตร S0D4 ที่ความเข้มข้น 6% มีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 32.2% ขณะที่กลุ่มควบคุมพบตัวเต็มวัย 71.9 และ 67.8% ตามลำดับ (Figure 4) และเมื่อเทียบเคียงกับรายงานของ ดวงสมร และคณะ (2554) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าสดของพืชวงศ์ขิงในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้งโดยวิธีการทดสอบแบบให้ทางเลือกในจานทดสอบพบว่าสามารถไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้มากกว่า 75% และไล่มอดแป้งได้มากกว่า 90% ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย และกานพลูมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดประมาณ 40% และสามารถยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 20% (Pumnuan *et al.*, 2012) และน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้งในระยะ ไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยได้มากกว่า 70% (HO *et al.*, 1995)

สรุปผลการทดลอง

น้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบต่อเทียนข้าวเปลือก อัตราส่วน 3:1 ที่ความเข้มข้น 0.016 µl/cm^2 มีประสิทธิภาพในการไล่ในจานทดสอบได้ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ (%repellent index) มากกว่า 90% ตั้งแต่ 2-6 ชั่วโมง หลังจากการทดสอบ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบเพียงอย่างเดียว มีประสิทธิภาพการไล่ในท่อทดสอบได้ดีที่สุดโดยมีค่า %RI ประมาณ 50% และมีอัตราการยับยั้งการวางไข่ได้ดีที่สุดเช่นกัน โดยพบตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดในกลุ่มทดสอบเพียง 28.1%

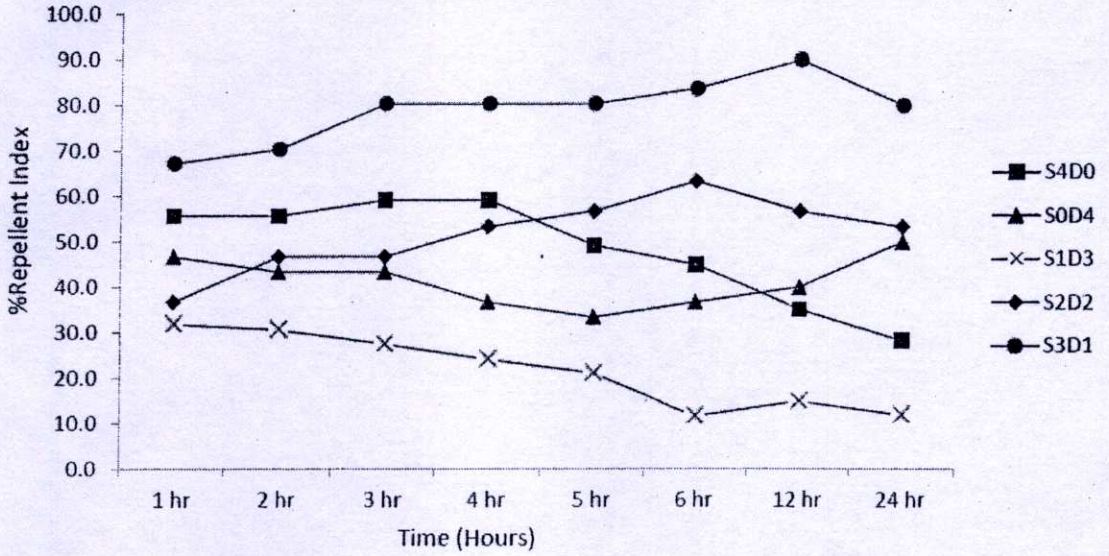


Figure 1 Percentage of repellent index of essential oil formulas of medicinal plants at the concentration of 0.008 µl/cm^2 against adult of corn weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky at various times by choice-test.

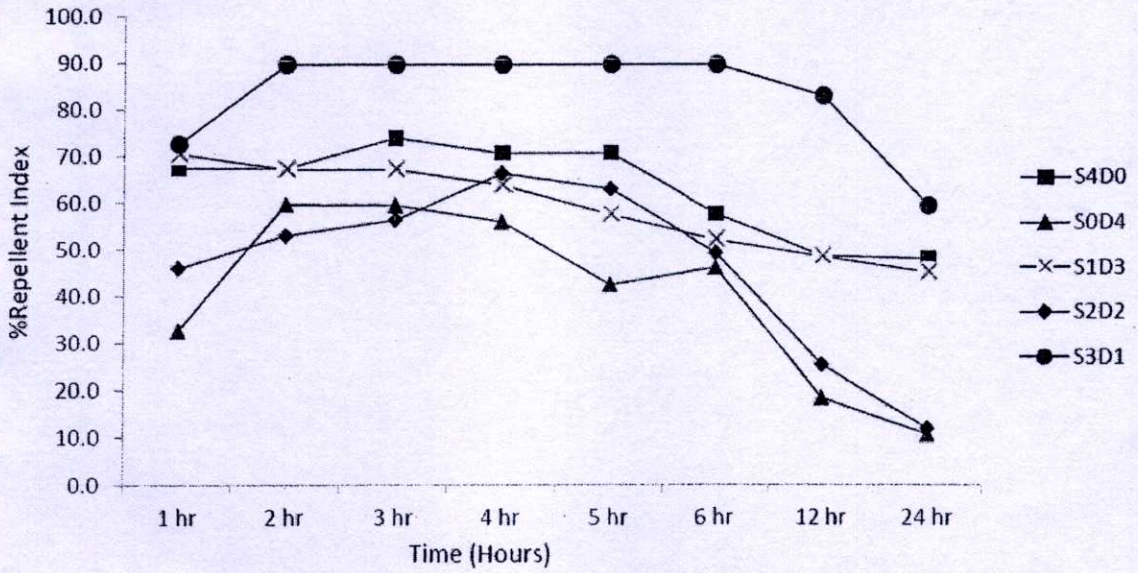


Figure 2 Percentage of repellent index of essential oil formulas of medicinal plants at the concentration of 0.016 µl/cm^2 against adult of corn weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky at various times by choice-test.

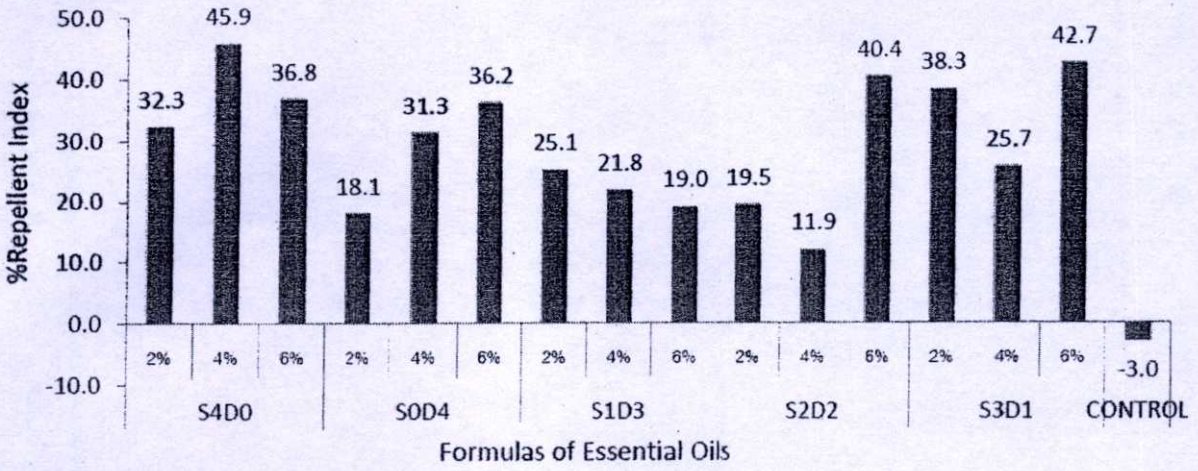


Figure 3 Percentage of repellent index (%RI) of essential oils of medicinal plants against maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky at 72 hours by fumigation method.

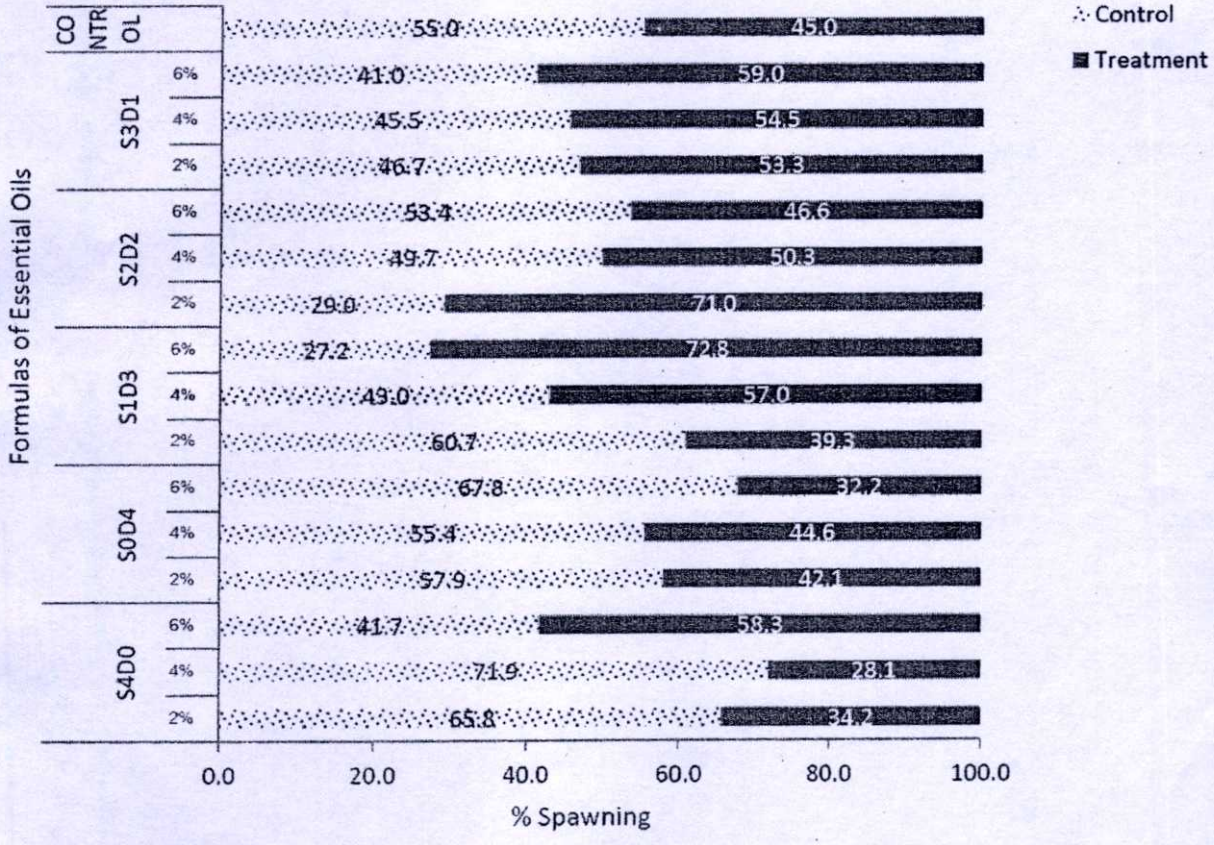


Figure 4 Number of adults of maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky developed from egg after treated with essential oil formulas.

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. แมลงที่พบในผลผลิตเกษตรและการป้องกันกำจัด. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 160 หน้า.

ชัยพัฒน์ จิระธรรมศรี. 2536. สะเดาสารธรรมชาติทางการเกษตร. กองวัตถุมีพิษทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. 214 หน้า

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

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

Ho, S.H., Y. Ma, P.M. Goh, and K.Y. Sim. 1995. Star anise, *Illicium verum* Hook.f. as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Postharvest Biology and Technology. (6): 341-347.

Pimentel, M.A.G., L.R.D. Faroni, M.R. Totola, and R.N.C. Guedes. 2007. Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. Pest Management Science. 63: 867-881.

Pumnuan, J., Teerarak, M. and A. Insung. 2012. Fumigant toxicity of essential oils of medical plants against maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). p. 177-183. *In*: 2nd International Symposium of Biopesticides and Ecotoxicology Network (2nd IS-BIOPEN). 24-26, Sep. 2012, Bangkok, Thailand.

Rajendran, S. 2002. Postharvest pest losses. *In* Pimentel, D. (Ed.), Encyclopedia of Pest Management. Marcel Dekker, Inc., New York. 654-656.

Rees, D. 2004. Insect of Stored Products.CSIRO. Publishing, Australia.

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

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.

Thanasirungkul, W., J. Pumnuan, and A. Insung. 2012. Effectiveness of essential oils of medicinal plants against saw-toothed grain beetle, *Oryzaeppilus surinamensis* (Linn.). p. 59-64. *In:* 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. December 27-30, 2012. Harbin, P.R.China.

WMO, 1995. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1991. World Meteorological Organization global ozone research and monitoring project, Report No. 37, World Meteorological Organization of the United Nations, Geneva, Switzerland.

ประวัติผู้เขียน

นายกวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ เกิดวันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2530 ที่จังหวัด พะเยา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2552

ปี พ.ศ. 2552 ทำงานในตำแหน่งนักวิชาการเกษตร ด่านตรวจพืชลาดกระบัง สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2556 ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง