สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T102923

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การใช้เปลือกมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) ในข้าวสาร

Usage of Leech Lime Peel (*Citrus hystrix* DC.) for Controlling Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) in Mill Rice.

โดย

นางสาว ชนิดา ปิ่นแก้ว

Miss Chanida Pinkaew

ส.ม.
ร 152 ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 102923
วัน,เดือน,ปี 20 ส.ค. 2552

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Plant Pest Management Technology

Faculty of Agricultural Technology

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ (10520)

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntaharn Ladkrabang
Bangkok, Thailand (10520)

พ.ศ. 2550

b.12044854
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การใช้เปลือกมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) ในข้าวสาร

Usage of Leech Lime Peel (*Citrus hystrix* DC.) for Controlling Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) in Mill Rice.

โดย

นางสาว ชนิดา ปิ่นแก้ว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การใช้เปลือกมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) ในข้าวสาร

Usage of Leech Lime Peel (*Citrus hystrix* DC.) for Controlling Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) in Mill Rice.

โดย

นางสาว ชนิดา ปีนแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รองศาสตราจารย์ ลักขณา อมรสิน)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ชวาลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 1 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การใช้เปลือกมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) ในข้าวสาร

โดย : นางสาว ชนิดา ปิ่นแก้ว

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... 28 / เมษ / 2555

(รองศาสตราจารย์ ลักขณา อมรสิน)

การศึกษาการใช้เปลือกมะกรูดป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch.) ในข้าวสาร ทำการทดลอง 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกทำการทดลองกับตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด โดยใช้ด้วงงวงข้าวโพดตัวเต็มวัยอายุ 7-10 วัน จำนวน 20 ตัวต่อซ้ำ ใช้เปลือกมะกรูดเฉพาะส่วนที่เป็นสีเขียวหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1x1.5 เซนติเมตร นำไปผึ่งลมนาน 3 ชั่วโมง แต่ละการทดลองใช้เปลือกมะกรูดหนัก 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 กรัม ทดลองในขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร กลุ่มควบคุมไม่ใส่เปลือกมะกรูด ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า ที่ 24 ชั่วโมง ด้วงงวงข้าวโพดตาย 0, 11.5, 21.5, 38.5, 50, 55 และ 63.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 48 ชั่วโมง ด้วงงวงข้าวโพดตาย 6.5, 33.5, 46.5, 73.5, 81.5, 86.5 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมง ด้วงงวงข้าวโพดตาย 15, 50, 63.5, 90, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ด้วงงวงข้าวโพดในกลุ่มควบคุมตาย 0, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ การทดลองขั้นตอนที่สองทดลองกับตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร แต่ละการทดลองใช้เปลือกมะกรูด 2.5 เท่าของน้ำหนักเปลือกมะกรูดที่ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 50, 55 และ 63.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมงคือ 11, 13 และ 15 กรัม ได้น้ำหนักเปลือกมะกรูด 25, 30 และ 35 กรัม ค่า LC_{50} ที่คำนวณได้เท่ากับ 11.90 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำหนักเปลือกมะกรูด 11 กรัมที่ใช้ในการทดลองและทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ การใช้เปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ 35 กรัมกับข้าวสารพบว่า ที่ 24 ชั่วโมงด้วงงวงข้าวโพดตาย 46.5, 81.5 และ 88.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 48 ชั่วโมง ด้วงงวงข้าวโพดตาย 88.5, 100 และ 100เปอร์เซ็นต์ และที่ 72 ชั่วโมง ด้วงงวงข้าวโพดตาย 100, 100 และ 100เปอร์เซ็นต์ กลุ่มควบคุมเท่ากับ 0, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Usage of Leech Lime Peel (*Citrus hystrix* DC.) for Controlling Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch. ; Coleoptera : Curculionidae) in Mill Rice.

By : Miss Chanida Pinkaew

Degree : Bachelor of Science in Agiculture

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : Luckana Amonsin 28 / April / 2008

(Assoc.Prof. Luckana Amonsin)

Studies on the usage of Leech Lime Peel for controlling Maize wecvil (*Sitophilus zeamais* Motsch.) in mill rice was assessed in two steps. The experiment was conducted on adults Maize Weevil. Twenty adults Maize Weevil were uscd in each experiments which having three replications. Control group have no Leech Lime Peel. The first step was conducted on adults Maize Weevil by using Leech Lime Peel 3, 5, 7, 9, 11, 13 and 15 grams. The second step was conducted on adults Maize Weevil in mill rice by using Leech Lime Peel 2.5 fold of 11, 13 and 15 grams which that of Leech Lime Peel caused Maize Weevil death 50, 55 and 63.5% at 24 hours, respectively. Adult Maize Weevil death and relative humidity were recorded at 24, 48 and 72 hours. The results showed that adults Maize Weevil death were 0, 11.5, 21.5, 38.5, 50, 55 and 63.5% at 24 hours, 6.5, 33.5, 46.5, 73.5, 81.5, 86.5 and 100% at 48 hours and 15, 50, 63.5, 90, 100, 100 and 100% at 72 hours. In control group, adult Maize Weevil death were 0, 0 and 0% at 24, 48 and 72 hours, respectively. LC_{50} at 24 hours was 11.90 grams which closed to 11 grams of Leech Lime Peel of the experiment that caused 50% death of adult Maize Weevil. Adult Maize Weevil in mill rice with 25, 30 and 35 grams of Leech Lime Peel died at 46.5, 81.5 and 88.5% at 24 hours, 88.5, 100 and 100% at 48 hours and 100, 100 and 100% at 72 hours, respectively. In control group, adult Maize Weevil death were 0, 0 and 0% at 24, 48 and 72 hours, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษปริญญาตรีฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดีจากความกรุณาของ รศ. ลักขณา อมรสิน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้โอกาสในการทำปัญหาพิเศษ แนะนำแนวทางการทำปัญหาพิเศษ และตรวจแก้ไขรายงานอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ในการแก้ปัญหา การทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ช่วยให้ข้าพเจ้าฝึกจัดลำดับความคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าอย่างยิ่งโดยสามารถนำความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่ได้รับจากการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ไปใช้ในการศึกษาต่อหรือการทำงานในอนาคตได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทความรู้ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้รับมาตลอดในรั้วสถาบันแห่งนี้มาใช้ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ และขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อนุเคราะห์ด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการปฏิบัติงาน

ขอขอบคุณพระคุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ พี่ลักษมณ์ เพชรไวกูณฐ์ และพี่พิฆเนศ รองพล ที่อนุเคราะห์ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดและให้คำแนะนำในการเลี้ยงด้วงงวงข้าวโพด และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้า และครอบครัววิสภักดิ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในด้านกำลังทรัพย์ และจัดหาวัสดุในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ชนิดา ปิ่นแก้ว

พฤษภาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
คำนิยม	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	vii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	18
วิจารณ์ผลการทดลอง	22
สรุปผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยของผิวมะกรูดที่สกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำจากโครมาโตแกรม GC ในรูปภาพที่ 1 6
2. เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20) 19
3. เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20) 21

ตารางภาคผนวกที่

1. แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ที่ 24 ชั่วโมง 28
2. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางภาคผนวกที่ 1 28
3. แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ที่ 48 ชั่วโมง 29
4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางภาคผนวกที่ 3 29
5. แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ที่ 72 ชั่วโมง 30
6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางภาคผนวกที่ 5 30
7. แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัมในข้าวสาร ที่ 24 ชั่วโมง 31
8. แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัมในข้าวสาร ที่ 48 ชั่วโมง 31
9. แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัมในข้าวสาร ที่ 72 ชั่วโมง 32
10. แสดงจำนวนการตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดเนื่องจากเปลือกมะกรูด0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ในเวลา 72 ชั่วโมง (จากตารางภาคผนวกที่ 1,3 และ 5) 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

11. แสดงจำนวนการตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัม ในเวลา 72 ชั่วโมง (จากตารางภาคผนวกที่ 7, 8 และ9) 33
12. เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในขวดแก้วจากการใช้เปลือกมะกรูดป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26-27 ºC (n=20) 33
13. เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในขวดแก้วจากการใช้เปลือกมะกรูดป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 31-31.5°C (n=20) 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากผิวมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ	5
2.	สูตรโครงสร้างของสาร limonene ซึ่งเป็นสารหลักในน้ำมันผิวมะกรูดมีฤทธิ์ฆ่าแมลง	7
3.	ด้วงงวงข้าวโพด (Maize Weevil : *Sitophilus zeamais* Motsch.) ตัวเต็มวัย	15
4.	ต้นมะกรูด, ผลมะกรูด และดอกมะกรูด	15
5.	ผลมะกรูด และเปลือกมะกรูดที่ใช้ในการทดลอง	16
6.	การวัดความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์	16
7.	การทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด	17
8.	การทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร	17
9.	เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20)	20
10.	เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20)	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตคนไทยทั้งในด้านการเป็นอาหาร และเป็นอาชีพหลักสร้างรายได้ให้แก่ประชากรส่วนใหญ่กว่า 3.7 ล้านครัวเรือน สำหรับเกษตรกรรายย่อยหลังจากที่ทำการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้ว เกษตรกรจะแบ่งผลผลิตข้าวที่ได้ออกเป็นสองส่วน ผลผลิตส่วนหนึ่งเกษตรกรจะนำออกจำหน่าย และอีกส่วนหนึ่งเกษตรกรจะเก็บไว้บริโภคภายในครอบครัวให้มีเพียงพอตลอดปีจนกว่าจะถึงฤดูปลูกถัดไป ซึ่งการเก็บรักษาข้าวสารไว้สำหรับบริโภคในครอบครัวของเกษตรกร มักจะพบปัญหาในการจัดเก็บ เนื่องจากข้าวมีแมลงศัตรูหลายชนิด ด้วงงวงข้าวโพดก็เป็นแมลงศัตรูชนิดหนึ่งที่เข้าทำลายและทำให้คุณภาพของข้าวเสียหาย โดยการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าวโพดมักจะเกิดขึ้นหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ซึ่งเกษตรกรมักไม่คำนึงถึงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการป้องกันหรือรักษาผลผลิตให้ปลอดภัยก็ยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับศัตรูที่ทำความเสียหายในขณะเพาะปลูก

ด้วงงวงข้าวโพดเป็นแมลงศัตรูสำคัญชนิดหนึ่งของเมล็ดธัญพืชทั้งที่ใช้ทำพันธุ์ หรือเพื่อการบริโภค โดยอาศัยและกัดกินภายในเมล็ด และยังเข้าทำลายร่วมกับด้วงงวงข้าวอีกด้วย การทำลายโดยการกินของด้วงงวงข้าวโพดนอกจากทำให้ปริมาณของผลผลิตลดลงแล้ว มูลและซากที่ตายยังทำให้เกิดความสกปรกบนเมล็ดข้าวด้วย จึงมีการแนะนำให้ใช้สารเคมี เช่น สารเมทธิลโบรไมด์ ก๊าซฟอสฟีน เพื่อป้องกันกำจัด ด้วยวิธีการรม หรือพ่นสารฆ่าแมลงกับผลิตผล ทำให้เกิดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้าง แมลงสร้างความต้านทาน และเกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมตามมา ซึ่งในปัจจุบันสารเมทธิลโบรไมด์ (methyl bromide) นั้นถูกจัดให้เป็นสารที่ควรลดและเลิกใช้ โดยถูกกำหนดให้เป็นสารควบคุมภายใต้พิธีสารมอนทรีออล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาเวียนนาว่าด้วยการป้องกันชั้นบรรยากาศโอโซน โดยกำหนดให้เลิกใช้ภายในปี 2558 เนื่องจากเป็นสารชนิดหนึ่งที่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ส่วนฟอสฟีนก็เป็นสารรมที่มีพิษและเป็นอันตรายสูงต่อมนุษย์ จึงมีการศึกษาวิจัยนำพืชที่มีคุณสมบัติในการควบคุมศัตรูพืชมาใช้ทดแทนการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากและเหมาะกับเกษตรกรโดยทั่วไป เพื่อให้ข้าวที่ใช้บริโภคปราศจากสารพิษและยังช่วยลดต้นทุนในการเก็บรักษาผลผลิตอีกด้วย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด ซึ่งผลการศึกษาที่ได้น่าจะเป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัย
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้เปลือกมะกรูดป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

มะกรูด

ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ : Leech lime, Kaffir lime, Porcupine orange

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Citrus hystrix* DC.

ชื่อพื้นเมือง : มะขุน มะขูด (ภาคเหนือ) ส้มกรูด ส้มมั่วผี (ภาคใต้) มะหูด (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

วงศ์ : Rutaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะกรูดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ทรงพุ่มโปร่ง แตกกิ่งก้านสาขาแพร่กระจายอยู่ทั่วไป มีความสูงประมาณ 2-8 เมตร เป็นไม้เนื้อแข็ง ลำต้นและกิ่งมีหนามแข็งแหลมและยาว ผิวเปลือกลำต้นเรียบสีน้ำตาลอ่อน

ใบมะกรูด เป็นใบประกอบที่มีใบย่อยเพียงใบเดียวซึ่งแผ่ออกมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่ละใบมีลักษณะคล้ายกับใบไม้ 2 ใบต่อกัน กว้างประมาณ 2.5-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3-8 เซนติเมตร เนื้อใบค่อนข้างหนาสีเขียวแก่ ผิวใบเรียบเกลี้ยงเป็นมัน มีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป มีกลิ่นหอมฉุน

ดอกมะกรูด เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกเป็นช่อ แต่ละช่อมีดอกย่อย 3-5 ดอกอยู่เป็นกระจุก มีกลิ่นหอม กลีบดอกสีขาวลักษณะรูปไข่ปลายแหลมสั้น ร่วงง่าย

ผลมะกรูด เป็นผลเดี่ยว แบบ Berry รูปร่างของผลมีหลายแบบแล้วแต่พันธุ์ บางพันธุ์มีผลขนาดใหญ่ บางพันธุ์มีผลขรุขระและมีจุกที่หัวผล บางพันธุ์ผลมีขนาดเล็ก บางพันธุ์ผลมีผิวเรียบ โดยพันธุ์ที่มีผิวของผลขรุขระจะมีต่อมน้ำมันมากกว่าพันธุ์ที่มีผิวเรียบ

สายพันธุ์มะกรูด มะกรูดที่ปลูกอยู่ในประเทศไทยขณะนี้มี 2 สายพันธุ์หลักคือ

1. สายพันธุ์ที่ให้ผลมะกรูดตลอดปี ผิวของผลจะมีลักษณะค่อนข้างเรียบและผลมีขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายพันธุ์ที่ให้ผลใหญ่และติดเป็นพวง ลักษณะของผลขรุขระคล้ายหูด และมีใบขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะที่จะปลูกเพื่อผลิตใบและผลขายส่งโรงงานแปรรูปน้ำมันหอมระเหย เครื่องอุปโภคหลายชนิด อาทิ สบู่ ยาสีฟัน น้ำยาล้างจาน ฯลฯ (ทวีศักดิ์, 2550)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูก

โดยปกติมะกรูดต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตพอสมควร ถ้าขาดน้ำแล้วจะทำให้เหี่ยวเฉาและเจริญเติบโตช้า ผลไม่ดก ขนาดและคุณภาพของผลไม่ดี พื้นที่ปลูกมะกรูดควรเป็นพื้นที่ซึ่งน้ำไม่ท่วม ดินมีการระบายน้ำดี (รุ่งรัตน์, 2535)

สรรพคุณทางยา

ส่วนต่างๆของมะกรูดนำมาใช้เป็นยาหรือส่วนผสมของยาต่างๆคือผิวลูกมะกรูดมีสรรพคุณขับลมในลำไส้ ปรุงเป็นยาลม ขับระดู แก้ปวดท้อง น้ำในผลมะกรูดใช้แก้อาการท้องอืด ช่วยให้เจริญอาหาร นำมาใช้คองยา รับประทานเพื่อฟอกเลือด บำรุงโลหิตของสตรี ขับลมในลำไส้ แก้น้ำลายเหนียว แก้ปวดท้อง แก้โรคเลือดออกตามไรฟัน เนื้อของผลใช้แก้อาการปวดศีรษะ ผลสดยังใช้เป็นยาสระผม ทำให้ผมสะอาด ชุ่มชื้น ดกดำและป้องกันรังแค ส่วนผลที่คว้านไส้ออก นำมหาหิงส์ใส่แทน ใช้เป็นยาขับลมแก้ปวดท้องในเด็กอ่อน ใบมะกรูด ใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ แก้จุกเสียด แก้ไอ แก้อาเจียนเป็นเลือด แก้ช้ำใน ใช้เป็นส่วนประกอบในสมุนไพรที่ต้มอาบหรืออบ เพื่อการบำรุงผิวพรรณให้สดใส มีสารต้านมะเร็ง รากต้นมะกรูดใช้แก้ไข้ แก้กำเดา ถอนพิษ แก้ลมจุกเสียด แก้พิษฝีภายใน แก้เสมหะ

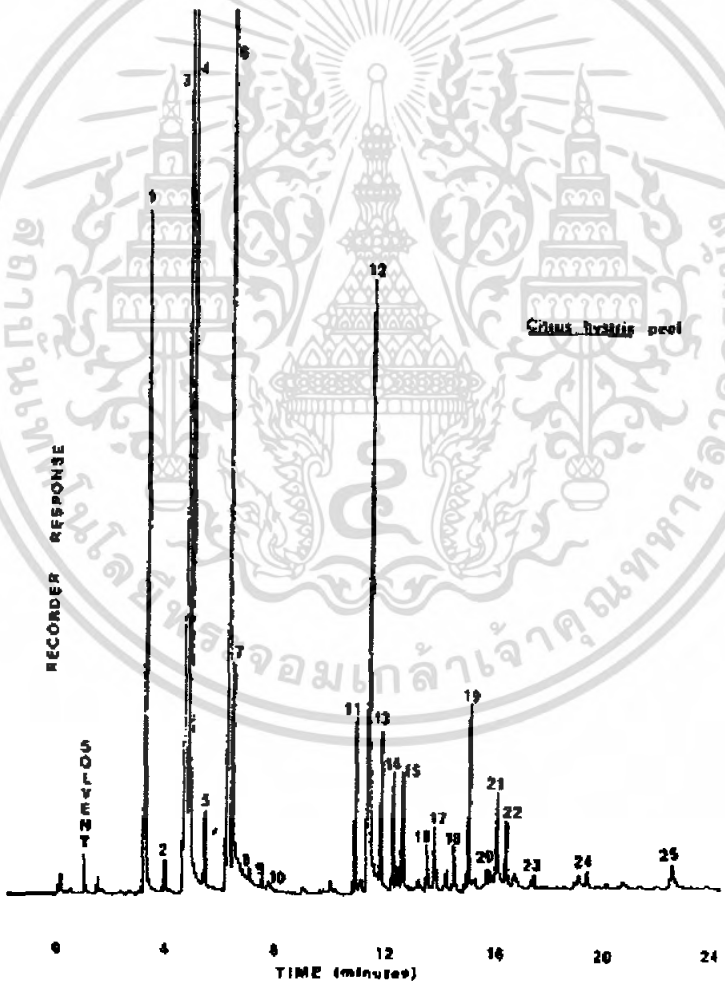
ประโยชน์ทางอาหารและคุณค่าทางโภชนาการ

ส่วนที่นำมาใช้เป็นอาหาร คือ ใบมะกรูด ผิวมะกรูด และน้ำมะกรูด โดยส่วนใบจะนำมาใช้ในการปรุงแต่งกลิ่น ดับคาวอาหารหลายชนิด เช่น หั่นเป็นฝอยละเอียดโรยผัดเผ็ด แกงเผ็ด ห่อหมกหรือใส่ต้มยำ ส่วนผิวมะกรูดเป็นส่วนที่มีกลิ่นหอม ใช้เป็นเครื่องแกงเผ็ดและผัดเผ็ด และน้ำมะกรูดใช้ในการถนอมอาหาร คุณค่าสารอาหารของใบมะกรูด ผิวมะกรูด(เปลือกผล) และน้ำมะกรูด ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

สารเคมีที่สำคัญที่พบในมะกรูดจะอยู่ในส่วนของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งในส่วนเปลือกของผลที่เรียกว่าผิวมะกรูด เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ได้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 1.20 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากผิวมะกรูดโดยใช้วิธีแก๊สโครมาโตรกราฟฟี่ (gas chromatography) แสดงในตารางที่ 1 และในภาพที่ 1 แสดงโครมาโตรแกรม GC (chromatogram GC) ของสารสกัดจากผิวมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ



ภาพที่ 1 โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากผิวมะกรูดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ
ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยของผิวมะกรูดที่สกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำจากโครมาโตแกรม GC ในรูปภาพที่ 1

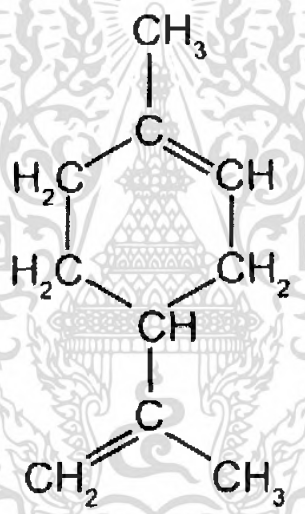
Peak no	Compound	Percentage composition
1	alpha-pinene	2.5
2	camphene	0.2
3	beta-pinene	30.6
4	sabinene	22.6
5	myrcene	1.4
6	limonene	29.2
7	1,8 cineol	1.3
8	gamma-terpinene	0.1
9	p-cymene	0.1
10	terpinolene	0.1
11	trans-sabinene hydrate	0.6
12	citronellal	4.2
13	copaene	0.6
14	linalool	0.5
15	beta-cubebene	0.5
16	terpinen-4-ol and beta-elemene	0.2
17	caryophyllene	0.3
18	citronellyl acetate	0.2
19	alpha-terpineol	0.7
20	geranial	0.1
21	geranyl acetate and citronellol	0.4
22	dalta-cadinene	0.3
23	geraniol	0.1
24	nerolidol	0.1
25	elemol	0.3
	unidentified constituents	2.8

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิโมนีน (limonene)

ลิโมนีน (limonene) เป็นโมโนเทอร์พีนไฮโดรคาร์บอน (monoterpene hydrocarbon) มีฤทธิ์ฆ่าแมลง สารลิโมนีนนี้เป็นสารหลักในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากผิวมะกรูด จะเห็นได้จากตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ซึ่งแสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากผิวมะกรูด พบว่ามีสารลิโมนีน เป็นองค์ประกอบหลัก คือมีปริมาณ 29.2 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีอะตอมของคาร์บอนเป็นโครงสร้างหลัก 10 อะตอม มีสูตรทางเคมีคือ $C_{10}H_{16}$ และมีสูตรโครงสร้างดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของสาร limonene ซึ่งเป็นสารหลักในน้ำมันผิวมะกรูดมีฤทธิ์ฆ่าแมลง
ที่มา : นิรนาม, 2005.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วงงวงข้าวโพด

ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ : Maize weevil, Corn weevil
ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Sitophilus zeamais* Motschulsky
ชื่อวงศ์ : Curculionidae
ชื่ออันดับ : Coleoptera

ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky ; Colcoptera : Curculionidae) เป็นแมลงศัตรูสำคัญชนิดหนึ่งที่ทำลายเมล็ดพืชในโรงเก็บ สามารถทำลายเมล็ดธัญพืชทุกชนิด ซึ่งเมล็ดธัญพืช ที่พบด้วงงวงข้าวโพดทำลายมากที่สุด คือข้าวและข้าวโพด (วิเชียร, 2525 ; ภาวิณี และคณะ, 2547) แต่ด้วงงวงข้าวโพดจะไม่ทำลายแป้ง เพราะตัวอ่อนไม่สามารถเจริญเติบโตในแป้งได้ (นิรนาม, 2550) อมรา และคณะ (2548) พบว่า ในสภาพที่ไม่มีการป้องกันกำจัด ด้วงงวงข้าวโพดสามารถสร้างความเสียหายให้แก่ผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ถึงร้อยละ 90

ด้วงงวงข้าวโพดมีลักษณะและการทำลายเมล็ดธัญพืชคล้ายกับด้วงงวงข้าว รวมทั้งมีการทำลายร่วมกับด้วงงวงข้าวด้วย โดยเมื่อเก็บรักษาข้าวไว้เป็นเวลานาน จะสังเกตเห็นตัวเต็มวัยปรากฏอยู่บนหรือภายในเมล็ด โดยตัวเต็มวัยใช้ส่วนปากเจาะเข้าไปวางไข่ภายในเมล็ดแล้วขับเมือกออกปิดปากรูไว้ เมื่อตัวอ่อนฟักออกจากไข่จะอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดเจริญเติบโตจนกระทั่งครบวงจรชีวิต เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยก็จะเจาะเมล็ดหรือผลิตผลออกมาทำให้เป็นรูและภายในเป็นโพรง (ชูวิทย์ และคณะ, 2539) เนื้อเมล็ดจะถูกตัวอ่อนกัดกินอยู่ภายใน หากมีการทำลายจนเมล็ดได้รับความเสียหายสูงคือเหลือแต่เปลือกหรือผิวนอก ทำให้สูญเสียน้ำหนัก คุณค่าทางโภชนาการลดลง เสื่อมคุณภาพเร็วและเก็บรักษาได้ไม่นาน ไม่สามารถนำเมล็ดธัญพืชไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้ ในกรณีของข้าวโพดที่อยู่ในไร่ เมล็ดข้าวโพดที่อยู่บนฝักจะมีเปลือกหุ้มหรือไม่ก็ตาม อาจจะถูกด้วงงวงข้าวโพดเจาะทำลายเป็นรูทั่วไปได้ ทำให้เมล็ดมีน้ำหนักเบา และหมดคุณค่าทางอาหารได้เช่นกัน (วิเชียร, 2525; ชุมพล, 2533)

รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

ไข่ มีลักษณะยาวรีรูปผลฝรั่ง ฟองไข่มีลักษณะอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นได้ ไข่แต่ละฟองมีขนาดยาวประมาณ 0.3 มิลลิเมตร มีสีขาวขุ่นหรือค่อนข้างใส ไข่ถูกวางอยู่ภายในของเมล็ดซึ่งมีรูรูปทรงกระบอกที่เกิดจากการเจาะของตัวเต็มวัย โดยในรูรูปทรงกระบอกจะมีไข่ประมาณ4-6 ฟองต่อรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะมีน้ำเมือกปิดปากรูเอาไว้ แต่สุดท้ายจะเหลือแมลงตัวเดียวเท่านั้นใน 1 รู ระยะเวลาการเป็นไข่ประมาณ 3-6 วัน (ชุมพล, 2533; แก้วกิริยา, 2546)

ตัวหนอน มี 4 วัย (instar) ตัวหนอนที่ฟักออกจากไข่ในระยะแรกมีสีขาว ลำตัวอ้วนป้อม หัวมีสีน้ำตาล เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมไม่มากนัก นอกจากสีของลำตัวจะมีสีเข้มขึ้นเป็นสีครีมอ่อน สันหลังอกสีน้ำตาลแก่และปล้องต่างๆของลำตัวมีลักษณะขรุขระมากขึ้น ลำตัวป้อมมากขึ้น โดยก่อนเข้าดักแด้จะยืดตัวออกและไม่เคลื่อนไหวมากเท่ากับตัวหนอนในระยะแรก ระยะเวลาการเป็นตัวหนอนประมาณ 20-30 วัน (วิเชียร, 2525; ชุมพล, 2533; แก้วกิริยา, 2546)

ดักแด้ มีลักษณะคล้ายดักแด้ของด้วงงวงทั่วไป เป็นแบบ execrate type คือปาก หนวด ขา และปีก ไม่ติดกันเป็นแผ่นเดียวกับลำตัว แต่โป่งนูนหรือยืนออกมาจากลำตัวเห็นได้ชัด ระยะเวลาการเป็นดักแด้ประมาณ 3-7 วัน เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จึงเจาะผิวเมล็ดออกมาทำให้เมล็ดนั้นเป็นรู (emergence hole) เห็นได้ชัด ตัวเต็มวัยที่ออกจากเมล็ดจะสามารถทำการผสมพันธุ์และวางไข่ได้ทันที (วิเชียร, 2525; ชุมพล, 2533; ชูวิทย์ และคณะ, 2539; แก้วกิริยา, 2546)

ตัวเต็มวัย มีสีน้ำตาลดำ ยาวประมาณ 3.0-3.5 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 1.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง (snout) หรือ (rostrum) มีหนวดแบบข้อศอก (elbow) มุมทั้ง 4 มุมบนปีกแข็งคู่แรก (elytra) จะมีจุดสีเหลืองอ่อนๆอยู่มุมละจุด บางครั้งมองเห็นไม่ชัดเจน โดยปกติด้วงงวงข้าวโพดเพศผู้จะมีลำตัวสั้นและกว้างกว่าเพศเมีย ด้วงงวงข้าวโพดเหล่านี้จะมีกรามอยู่ปลายงวง บนสันหลังอกมีลักษณะไม่เรียบ เมื่อส่องดูด้วยกล้องขยายจะพบว่ามีหลุมลึกเป็นจุดเรียงแถวตามความยาวของลำตัวกระจายอยู่ทั่วไป (วิเชียร, 2525; ชุมพล, 2533; แก้วกิริยา, 2546)

วงจรชีวิตของด้วงงวงข้าวโพด ตั้งแต่ไข่จนเจริญเป็นตัวเต็มวัยภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมใช้เวลา 30-45 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 เดือนหรืออาจถึง 6 เดือนก็ได้ (วิเชียร, 2525)

การแพร่กระจายและฤดูการแพร่ระบาด

ด้วงงวงข้าวโพดมีการแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก เจริญได้ดีในอากาศร้อนและอบอุ่น แต่ก็อยู่ได้ในอุณหภูมิที่ไม่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง พบระบาดมากในแถบเอเชียและแอฟริกา สามารถบินได้ไกลและแข็งแรง จึงเกิดการแพร่ระบาดไปในที่ต่างๆอย่างรวดเร็วและเกิดขึ้นได้ตลอดปี เพราะสามารถกินอาหารได้หลายชนิด สำหรับข้าวที่เก็บเกี่ยวและนำมาเก็บไว้ อาจมีด้วงงวงข้าวโพดอาศัยกัดกินอยู่ภายในอยู่ก่อนแล้ว เนื่องจากตัวเต็มวัยเพศเมียได้เข้ามาวางไข่ไว้ก่อนที่จะเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเมล็ดข้าวไว้ระยะหนึ่งตัวหนอนแมลงที่อาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดก็จะเจริญเติบโตเป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต็มวัยออกจากเมล็ดและขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากกับเมล็ดข้าวที่เก็บไว้ (วิเชียร, 2525; ชุมพล, 2533; ชูวิทย์ และคณะ, 2539; แก้วกิริยา, 2546)

พืชอาหาร

เมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เล่ย์ และเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ เป็นพืชอาหารของด้วงงวงข้าวโพด ไม่ทำลายแป้งเพราะตัวอ่อนไม่สามารถเจริญเติบโตในแป้งได้ (วิเชียร, 2525 ; ชุมพล, 2533 ; ชูวิทย์ และคณะ, 2539) ในประเทศอินโดนีเซียพบด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร (milled rice) มากกว่าในข้าวเปลือก(paddy or rough rice) นอกจากเมล็ดธัญพืชแล้วยังสามารถเจริญได้ในขนมเค็ก มักกาโรนี และอาหารอื่นๆอีกหลายชนิด และได้มีรายงานว่า แมลงชนิดนี้ สามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ในมันสำปะหลังแห้งด้วย (ชุมพล, 2533)

การป้องกันกำจัด

การป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดโดยการใช้ผลผลิตจากธรรมชาติ เช่น สะเดา *Crotalaria ochroleuca* (พืชตระกูลเดียวกับปอเทืองและรางจืด) ใช้น้ำมันที่ได้จากมะกรูด หรือตะไคร้หอม อัตรา 5 มล./เมล็ด 1 กก. คลุกกับเมล็ดพันธุ์ให้ทั่วก่อนนำไปเก็บ นับเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีประโยชน์อย่างมากกับเกษตรกรรายย่อยในประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้โรงเก็บควรอยู่ห่างจากไร่ข้าวโพดมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพราะตัวเต็มวัยจะออกจากโรงเก็บบินได้เป็นระยะทางไกล สามารถวางไข่ในไร่ได้ (บรรพต, 2531; นิรนาม, 2550.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้น้ำมันหอมระเหยในการป้องกันกำจัดแมลง

Tripathi *et. al.* (2003) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชตระกูลส้มสามารถยับยั้งการกินอาหาร และมีผลต่อการเจริญเติบโตของมอดข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าว และมอดแป้งได้ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม มีสารลิโมนีน (limonene) เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสารลิโมนีนมีกลไกการออกฤทธิ์ต่อเซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory nerve) ในระบบปลายประสาท (peripheral nervous system) จึงทำให้สารลิโมนีนมีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชเหล่านี้ได้

Hollingsworth and Robert (2005) ได้ทำการศึกษาผลของสารละลายลิโมนีน ต่อเพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอย โดยใช้ APSA-80 (all purpose spray adjuvant-80) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) พบว่าสารละลายลิโมนีน สามารถควบคุมเพลี้ยแป้งได้ดีโดยสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของตัวอ่อนวัย 3-4 ของเพลี้ยแป้งได้และปลอดภัยต่อพืช เมื่อนำสารละลายลิโมนีนไปฉีดพ่นเพลี้ยหอย ทำให้เพลี้ยหอยตายสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์

Bouda *et. al.* (2001) ได้ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากใบสาบแล้งสาบกา สาบเสือ และผกากรองต่ออัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพด โดยความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ใช้จะสัมพันธ์กับน้ำหนักของเมล็ดข้าวโพด คือ สาบแล้งสาบกาใช้ 0.013, 0.025, 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (v/w) สาบเสือและผกากรองใช้ 0.063, 0.125, 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ (v/w) พบว่าสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบของวัชพืชดังกล่าว มีผลทำให้อัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยและระยะเวลาการเผยกับสาร โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบสาบแล้งสาบกามีผลในการฆ่าแมลงมากที่สุด (LD_{50}=0.09%ใน 24 ชั่วโมง) รองลงมาคือผกากรอง (LD_{50}=0.16%ใน 24 ชั่วโมง) และสาบเสือ (LD_{50}=6.78% ใน 24 ชั่วโมง)

Sinchung (1991) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม ในการป้องกันกำจัดแมลงวันบ้านและแมลงสาบเยอรมัน พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้มมีผลทำให้แมลงวันบ้านเป็นอัมพาตอย่างรวดเร็ว (KT_{50}) ในเวลา 10-20 วินาที และน้ำมันหอมระเหย 1 กรัม สามารถทำให้แมลงสาบเป็นอัมพาตอย่างรวดเร็วในเวลา 3-4 นาที นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยยังสามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงดักแด้เป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้านได้ และสามารถใช้เป็นสารไล่แมลงสาบเยอรมันได้ประมาณ 1-2 วัน

ข้อมูลจากภูมิปัญญาชาวบ้านในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร พบว่า เมื่อชาวบ้านเก็บข้าวสารเก็บไว้ในโอ่งหรือในกระสอบ โดยถ้าเป็นข้าวสารที่ซื้อจากร้านจำหน่ายมักจะมีด้วงงวงข้าวโพดติดมาด้วย หรือบางทีนำมาเก็บไว้ไม่นาน จะพบด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร ชาวบ้านแก้ปัญหาโดยการใช้ใบมะกรูดหรืออาจจะใส่ทั้งก้านเลยก็ได้เพื่อสะดวกในการเก็บออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการวางไว้บนข้าวสาร หรืออาจจะใส่ผสมไว้ในข้าวสาร พบว่าด้วงงวงข้าวโพดที่อาศัยอยู่เดิมจะตายภายในไม่กี่วัน รวมทั้งไม่มีด้วงงวงข้าวโพดใหม่เกิดขึ้น (ปิยนันท์, 2550) อีกวิธีหนึ่ง คือ เมื่อนำข้าวสารใส่ลงในภาชนะที่ใช้เก็บ ให้นำพริกสดประมาณ 5-6 เม็ด ผ่าเอาเมล็ดออกให้หมดให้เหลือแต่เปลือก วางในภาชนะใส่ข้าวสารเพียงแค่นี้ก็สามารถป้องกันด้วงงวงข้าวโพดไม่ให้เข้ามาทำลายข้าวสารได้ (นิรนาม, 2551)

กนก (2550) ผลจากการใช้น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม เปลือกมะกรูด และเปลือกส้มเขียวหวานควบคุมด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky ซึ่งพบว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกมะกรูดทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายจำนวนน้อยกว่าน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่น การใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูด และเปลือกส้มเขียวหวานสามารถเก็บข้าวสารไว้ได้ 5 เดือน โดยไม่พบการทำลายของด้วงงวงข้าวโพด วิธีที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมสามารถเก็บข้าวสารได้นาน 7 เดือน โดยไม่พบการทำลายของด้วงงวงข้าวโพด เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีฤทธิ์ฆ่าแมลง ไล่แมลงและยับยั้งการกิน

สังวาล และคณะ, (ไม่ระบุปี) ได้ทดสอบการใช้น้ำมันหอมระเหย จากพืช Zingiberaceae 6 ชนิด ได้แก่ ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Swartx.) ขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) เร่ว (*Alpinia allughas* Rosc.) กระชาย (*Boesenbergia pandurata* Holtt.) ไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb.) และขมิ้นอ้อย (*Curcuma zedoaria* Rose) ในการควบคุมมอดแป้ง ด้วงงวงข้าว และด้วงถั่วเขียว พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขิงและข่ามีฤทธิ์สัมผัสตายสูงต่อด้วงงวงข้าวและด้วงถั่วเขียว แต่ออกฤทธิ์ต่ำต่อมอดแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เลี้ยงแมลง
   - ด้วงงวงข้าวโพด (Maize Wecvil : *Sitophilus zeamais* Motsch.)
   - ข้าวกล้องที่ผ่านการแช่แข็งในตู้เย็นนาน 7 วันเพื่อกำจัดไข่และตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด
   - กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 19 x 28 x 10 เซนติเมตร
2. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
   - ขวดแก้วขนาด 250 มล.
   - เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
3. ผลมะกรูด
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ HUMIDITY /TEMP. METER ยี่ห้อ DIGICON model DM-760
6. อุปกรณ์อื่นๆ
   - มีด
   - กระดาษฟาง
   - พู่กัน

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการทดลองพิษวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การเลี้ยงขยายเพิ่มจำนวนด้วงงวงข้าวโพดเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง โดยนำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (Maize Weevil : *Sitophilus zeamais* Motsch.) ประมาณ 5,000 ตัว ใส่ในกล่องสำหรับเลี้ยงแมลงที่บรรจุเมล็ดข้าวกล้องประมาณ 500 กรัม จากนั้นนำไปเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาประมาณ 10 วันเพื่อให้ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดได้ผสมพันธุ์และวางไข่ เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดทำการแยกตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดออกจากกล่องให้หมดโดยใช้พู่กันเขี่ย จากนั้นนำตัวเต็มวัยที่แยกได้ไปใส่ในกล่องสำหรับเลี้ยงแมลงกล่องใหม่ที่บรรจุเมล็ดข้าวกล้องปริมาณเท่าเดิมเพื่อเลี้ยงขยายเพิ่มจำนวนต่อไป สำหรับกล่องเลี้ยงแมลงที่ได้ทำการแยกตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดออกไปแล้วให้รอจนกว่าไข่จะฟักออก เป็นตัวและพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยที่มีอายุประมาณ 7-10 วัน (ภาพที่ 3) จึงนำไปทดลอง

2. นำผลมะกรูดที่ผ่านการล้างทำความสะอาดแล้ว มาทำการเฉือนผิวเปลือกของมะกรูดออกโดยพยายามเฉือนให้ติดส่วนที่เป็นเปลือกสีขาวด้านในให้น้อยที่สุด (ภาพที่ 5) จากนั้นนำเปลือกมะกรูดที่ได้มาพึ่งลมไว้เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

3. การทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูด

3.1 การทดลองกับตัวเต็มวัย

ชั่งเปลือกมะกรูดที่พึ่งลมไว้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ได้น้ำหนัก 6 ระดับคือ 3, 5, 7, 9, 11,13 และ15 กรัม จากนั้นนำเปลือกมะกรูดแต่ละน้ำหนักใส่ลงในขวดแก้วและนำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดอายุ 7-10 วัน ใส่ตามลงไป โดยใช้ตัวเต็มวัย 20 ตัวต่อซ้ำ (ภาพที่ 7) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(CRD) ทำการทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ บันทึกผลการตายของตัวเต็มวัยความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ประมวลผลโดยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ และหาค่า LC_{50}และLC_{90} โดยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรม SAS

3.2 การทดลองกับตัวเต็มวัยในข้าวสาร

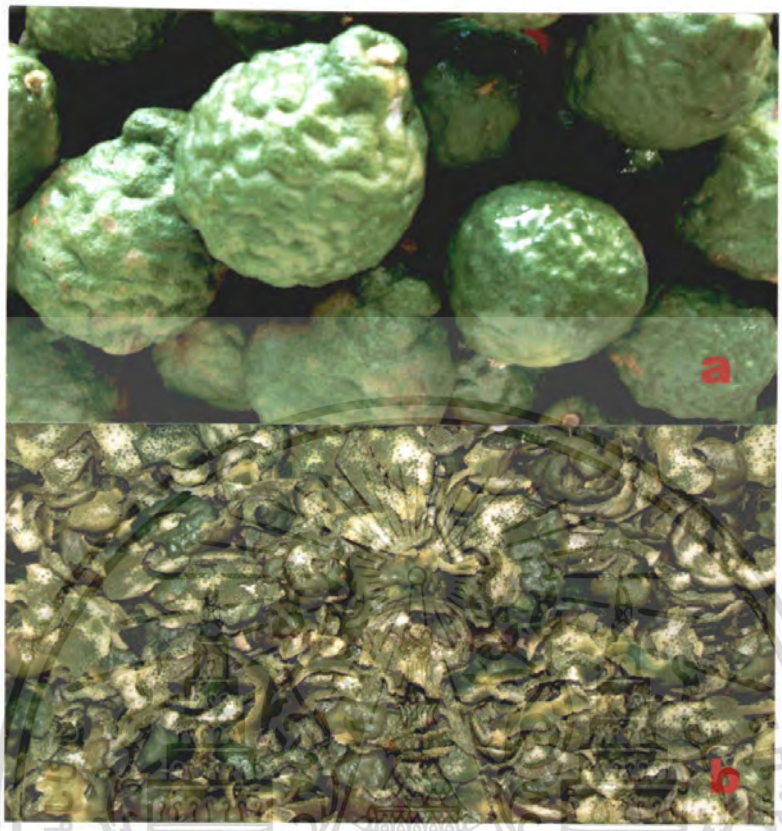
ชั่งเปลือกมะกรูดที่พึ่งลมไว้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ได้น้ำหนักเปลือกมะกรูดหนัก 2.5 เท่าของน้ำหนักเปลือกมะกรูดที่ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 50, 55 และ 63.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมง คือ 11, 13 และ 15 กรัม ได้น้ำหนักเปลือกมะกรูด 25, 30 และ 35 กรัม นำเปลือกมะกรูดแต่ละน้ำหนักใส่ลงในขวดแก้วที่บรรจุเมล็ดข้าวกล้องไว้ 20 กรัมและนำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดอายุ 7-10 วัน ใส่ลงในขวด โดยใช้ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด 20 ตัวต่อซ้ำ (ภาพที่ 8) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(CRD) ทำการทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ บันทึกผลการตายของตัวเต็มวัยความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 ด้วงงวงข้าวโพด (Maize Weevil : *Sitophilus zeamais* Motsch.) ตัวเต็มวัย

ภาพที่ 4 a = ต้นมะกรูด, b = ผลมะกรูด และc = ดอกมะกรูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 a = ผลมะกรูด และ b = เปลือกมะกรูดที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 6 การวัดความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพที่ 7 การทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด

ภาพที่ 8 การทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

102923

ผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูด ที่น้ำหนักต่างๆกัน 7 ระดับคือ 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 กรัมที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมงพบว่า เปลือกมะกรูดแต่ละน้ำหนักให้ผลการทดลองดังนี้ ที่เปลือกมะกรูดหนัก 3 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 0, 6.5 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ที่เปลือกมะกรูดหนัก 5 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 11.5, 33.5 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เปลือกมะกรูดหนัก 7 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 21.5, 46.5 และ 63.5 เปอร์เซ็นต์ ที่เปลือกมะกรูดหนัก 9 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 38.5, 73.5 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ที่เปลือกมะกรูดหนัก 11 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 50, 81.5 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เปลือกมะกรูดหนัก 13 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 55, 86.5 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และที่เปลือกมะกรูดหนัก 15 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 67.5, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 9) และมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 11.90 กรัม ค่า LC_{90} เท่ากับ 18.87 กรัม เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารที่มีเปลือกมะกรูดหนัก 25 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 46.5, 88.5 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่น้ำหนัก 30 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 81.5, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และที่น้ำหนัก 35 กรัม ด้วงงวงข้าวโพดตาย 88.5, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 10) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละการทดลอง พบว่าในการทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดต่อตัวเต็มวัยมีค่า 61.8-69.6% และในการทดลองประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดต่อตัวเต็มวัยในข้าวสารมีค่า 71.4-75.5% โดยความชื้นสัมพัทธ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด และในแต่ละการทดลองพบว่าเปลือกมะกรูดจะขึ้นราภายหลัง 72 ชั่วโมงของการทดลองทุกการทดลอง

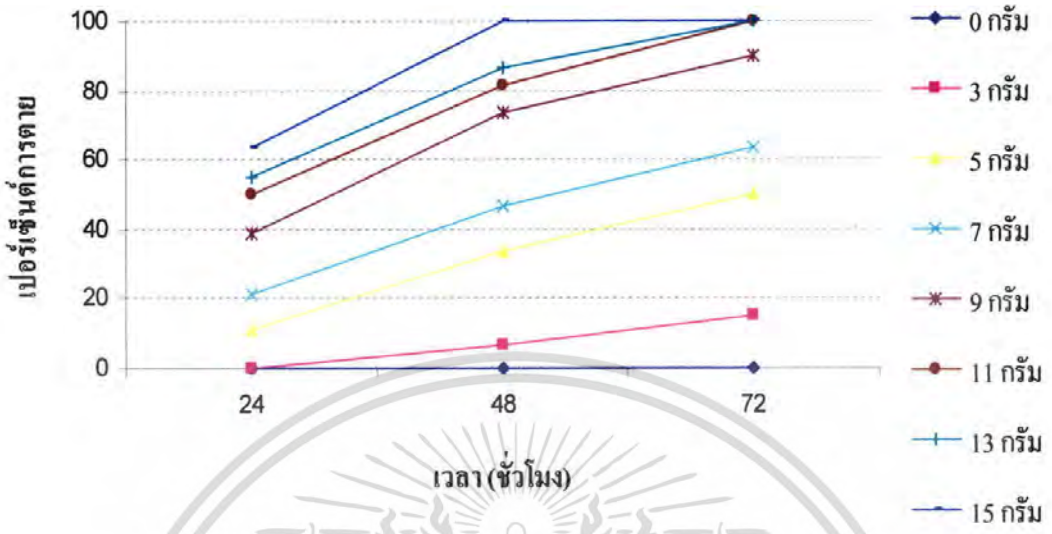
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20)

น้ำหนักเปลือกมะกรูด (กรัม)	เวลาหลังการทดลอง(ชั่วโมง)		
	24	48	72
0	0f	0f	0f
3	0f	6.5f	15.0e
5	11.5e	33.5e	50.0d
7	21.5d	46.5d	63.5c
9	38.5c	73.5c	90.0b
11	50.0b	81.5bc	100.0a
13	55.0ab	86.5b	100.0a
15	63.5a	100.0a	100.0a
CV(%)	13.61	9.91	3.15
LC_{50}	11.90	7.44	5.59
LC_{90}	18.87	12.12	8.75

ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

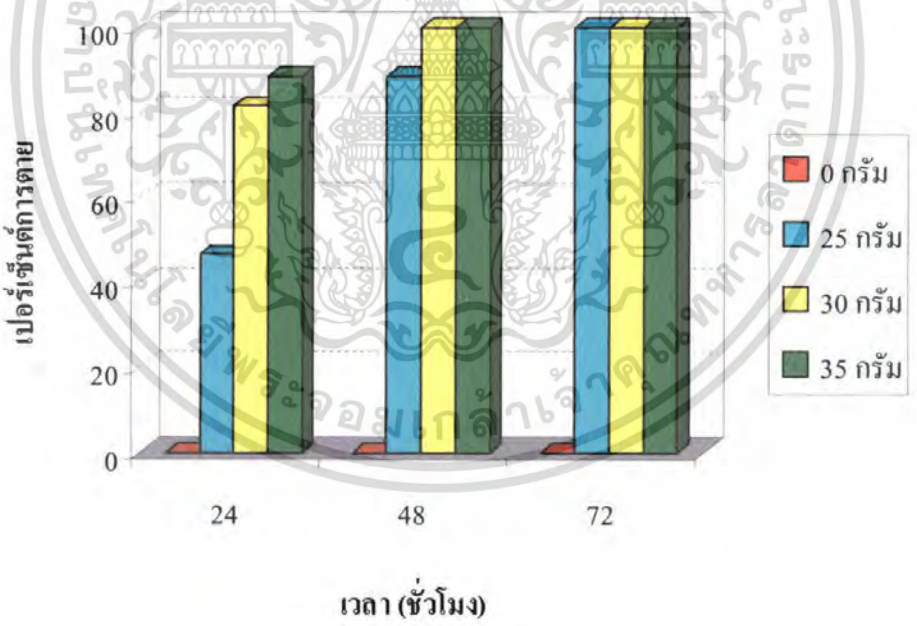


ภาพที่ 9 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20)

น้ำหนักเปลือกมะกรูด (กรัม)	เวลาหลังการทดลอง(ชั่วโมง)		
	24	48	72
0	0	0	0
25	46.5	88.5	100.0
30	81.5	100.0	100.0
35	88.5	100.0	100.0



ภาพที่ 10 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัม ในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง (n=20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 15 กรัม มีผลต่อการตายของด้วงงวงข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ใน 48 ชั่วโมง ที่เปลือกมะกรูดหนัก 11 และ 13 กรัม ต้องใช้เวลาให้เปลือกมะกรูดอยู่ในขวดนาน 72 ชั่วโมง จะเห็นว่าหากลดน้ำหนักเปลือกมะกรูดต้องใช้เวลาให้เปลือกมะกรูดอยู่ในขวดนานขึ้นการใช้เปลือกมะกรูดควบคุมและกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร ต้องใช้เปลือกมะกรูดหนัก 2.5 เท่าของน้ำหนักเปลือกมะกรูดที่ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 50, 55 และ 63.5 เปอร์เซ็นต์ ใน 24 ชั่วโมง คือ 11, 13 และ 15 กรัม เพราะข้าวสารจะดูดซับน้ำมันหอมระเหยไว้ ทำให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยในขวดลดลง จึงต้องเพิ่มปริมาณเปลือกมะกรูดเป็น 2.5 เท่าของเปลือกมะกรูดที่ทดลองกับตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดในการทดลองขั้นตอนแรก เช่นเดียวกับการทดลองขั้นตอนแรก หากต้องการลดน้ำหนักเปลือกมะกรูดต้องใช้เวลาให้เปลือกมะกรูดอยู่ในขวดนานขึ้น ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 72 ชั่วโมง เพราะเปลือกมะกรูดจะขึ้นราหลังการทดลอง 72 ชั่วโมง การศึกษาของกนก (2550) เกี่ยวกับการใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากเปลือกมะกรูด เปลือกส้มเขียวหวาน และตะไคร้หอมป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกมะกรูดทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายน้อยกว่าน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่น ซึ่งวิธีการศึกษาของกนกแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ โดยกนกใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากเปลือกมะกรูดแต่การศึกษาครั้งนี้ที่ใช้เปลือกมะกรูดโดยตรง

การใช้มะกรูดต่างพันธุ์ วิธีการปลูกที่แตกต่างกัน หรือปลูกในสภาพแวดล้อมและดินที่แตกต่างกัน อาจให้ผลแตกต่างกันในด้านขนาดและน้ำหนักของผลมะกรูด ปริมาณของผลผลิต และปริมาณน้ำมันหอมระเหยในเปลือกมะกรูด ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้ใช้เปลือกมะกรูดจากพันธุ์ที่มีผิวขรุขระ ซึ่งให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงกว่าพันธุ์ผิวเรียบและเป็นมะกรูดที่ปลูกในอำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ หากมีการใช้เปลือกมะกรูดพันธุ์ผิวเรียบและจากแหล่งปลูกอื่น น้ำหนักเปลือกมะกรูดที่ใช้จะแตกต่างกัน อาจต้องเพิ่มหรือลดจำนวนของผลมะกรูดที่นำมาใช้ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณการปลูกต้นมะกรูดของเกษตรกรด้วย และเกษตรกรควรเลือกปลูกพันธุ์ที่ให้ผลใหญ่ เปลือกขรุขระ เพราะจะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมาก ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดมากขึ้น ขนาดของผลมะกรูดที่นำมาใช้ในการทดลองควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางของผลประมาณ 4 เซนติเมตร ซึ่งเป็นมะกรูดที่ไม่แก่หรืออ่อนเกินไป มะกรูดที่นำมาใช้ต้องมีความสด เพราะถ้านำมะกรูดที่เก็บไว้นานเปลือกมะกรูตจะเหี่ยว ปริมาณน้ำมันหอมระเหยในเปลือกมะกรูดจะน้อยลง นอกจากนี้ในการเฉือนเปลือกมะกรูดความเฉือนให้ติดส่วนที่เป็นเปลือกสีขาวน้อยที่สุดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อราได้ง่าย และควรเฉือนให้ได้ขนาดพอดี ไม่ควรเฉือนเล็กเกินไป เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำไปผึ่งลมจะทำให้สูญเสียน้ำมันหอมระเหยได้ง่าย และทำให้ประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดลดลงด้วย อุดมลักษณ์ และคณะ (ไม่ระบุปี) ได้วิจัยปริมาณสารเจอรานิออล ซึ่งเป็นสารหอมระเหยชนิดหนึ่งที่พบในข่าที่อายุต่างๆ และแหล่งปลูกแตกต่างกัน พบว่า ข่าที่ปลูกในสถานที่ต่างกันจะมีปริมาณสารเจอรานิออลต่างกัน และยังพบว่าข่าอายุต่างกันก็มีปริมาณสารนี้แตกต่างกันด้วย และเมื่อข่ามีอายุมากขึ้นปริมาณสารเจอรานิออลจะลดลง ซึ่งสารเจอรานิออลพบในเปลือกมะกรูดด้วย (ตารางที่ 1) สำหรับด้วงงวงข้าวโพดที่นำมาใช้ในการทดลองควรคัดเลือกตัวที่มีขนาดเท่าๆกันมาใช้ในการทดลอง ซึ่งจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการคัดเลือกเพศของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด เพราะด้วงงวงข้าวโพดเพศผู้มีขนาดตัวที่เล็กกว่าด้วงงวงข้าวโพดเพศเมีย และมีความไวต่อสารมากกว่า โดยการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดที่มีขนาดเล็กมาใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

เปลือกมะกรูดหนัก 15 กรัมทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ใน 48 ชั่วโมง ที่เปลือกมะกรูดหนัก 11 และ 13 กรัม ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ใน 72 ชั่วโมง ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 11.90 กรัม ค่า LC_{90} เท่ากับ 18.87 กรัม ผลจากการใช้เปลือกมะกรูดในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร ให้ผลในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพด คือที่เปลือกมะกรูดหนัก 30 และ35 กรัม ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ใน 48 ชั่วโมง ที่เปลือกมะกรูดหนัก 25 กรัม ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ใน 72 ชั่วโมง ซึ่งเปลือกมะกรูดจะเริ่มขึ้นราภายหลังจากการทดลอง 72 ชั่วโมงในทุกการทดลอง และจากการทดลองพบว่า อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด

แม้ว่าการใช้เปลือกมะกรูดหนัก 30 และ35 กรัมในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาเพียงแค่ 48 ชั่วโมง แต่เป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นเพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด เกษตรกรควรเลือกใช้เปลือกมะกรูดน้ำหนัก 25 กรัมนาน 72 ชั่วโมง ในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร ซึ่งจะช่วยลดกลิ่นและความขมจากเปลือกมะกรูดในข้าวสารให้น้อยลง โดยเปลือกมะกรูดน้ำหนัก 25 กรัมนี้สามารถทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ต้องใช้เวลานานกว่าที่เปลือกมะกรูดหนัก 30 และ35 กรัมหนึ่งวัน โดยเปลือกมะกรูดยังไม่เกิดรา ส่วนที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดน้อยกว่าระดับความเข้มข้นดังกล่าว

ข้าวสารที่ผ่านการคลุกเปลือกมะกรูดสามารถนำไปบริโภคได้โดยปราศจากกลิ่นและรสขมจากเปลือกมะกรูด โดยก่อนนำข้าวสารไปหุงต้องนำไปผึ่งแดดนาน 3 วัน และนำมาล้างด้วยน้ำประมาณ 5-6 ครั้ง ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาความคงทนของข้าวสารต่อการถูกทำลายของด้วงงวงข้าวโพดหลังจากนำเปลือกมะกรูดออกจากข้าวสารแล้ว จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนก อุไรสกุล. 2550. การใช้น้ำมันหอมระเหยป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด. http://gotoknow.org. สืบค้นวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2551. 3 หน้า.

แก้วกิริยา คุณโอษฐ์. 2546. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรไพล (Zingiber cassumunar Roxb.) ในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าว (Sitophilus oryzae L. ; Coleoptera : Curculionidae). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 83 หน้า.

ชุมพล กันทะ. 2533. หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูโรงเก็บ. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หน้า 36-39

ชูวิทย์ ศุขปราการ. 2539. แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 87 หน้า.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2550. การปลูกมะกรูดส่งโรงงานน้ำมันหอมระเหย. http://www.dailynews .co.th. สืบค้นวันที่ 13 พฤษศจิกายน 2550. 2 หน้า.

นิรนาม, 2551. เคล็ดลับการเก็บข้าวสาร. http:// www.bloggang.com. สืบค้นวันที่ 13 มกราคม 2551.

นิรนาม, 2550. แมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจ. http://www.sut.ac.th. สืบค้นวันที่ 25 พฤษศจิกายน 2550.

นิรนาม, 2005. Molecules Commonly Found In Essential Oils. http://sparror.cubecinema.com. สืบค้นวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2551.

บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2531. หลักการควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีธรรมชาติ. แมวไทย. กรุงเทพฯ, 182หน้า.

ปิยนันท์ เผ่าม่วง. 2550. การกินพืชผักผลไม้. http:// nutrition. anamai. moph.go.th. สืบค้นวันที่15 พฤษศจิกายน 2550. 8 หน้า.

ภาวิณี อาสน์สุวรรณ, ยุพา หาญบุญทรง และ นุชรีย์ ศิริ. 2547. ผลของอุณหภูมิต่อตารางชีวิตของ หน้า 82. ใน : รายงานการประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิทยานิพนธ์ ครั้งที่ 6. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรมการศาสนา. กรุงเทพฯ. 180 หน้า.

วันทนี สว่างอารมณ์. 2542. เอกสารคำสอนรายวิชาพืชเครื่องเทศและสมุนไพร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสมเด็จเจ้าพระยา. หน้า 155-156.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเชียร เฮงสวัสดิ์. 2525. แมลงที่สำคัญทางเศรษฐกิจของผลิตผลเกษตรในโรงเก็บในประเทศไทย. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 75 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งแห่งประเทศไทย. 2548. น้ำมันหอมระเหยไทย. ครั้งที่ 1. เซ่เวน พริ้นติ้ง กรุ๊ป, กรุงเทพฯ. 102 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งแห่งประเทศไทย, 2550. องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูด. http://www.tistr.or.th. สืบค้นวันที่ 15 พฤษศจิกายน 2550.

สังวาล สมบูรณ์, สุภาณี พิมพ์สมาน, รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, วาสนา ไชยคำ และ พรทิพย์ วิสารทานนท์. (ไม่ระบุปี). การใช้น้ำมันระเหยง่ายจากพืช Zingiberaceae ในการควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบทางเคมี. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. หน้า 157-168.

อุคมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ, สมบัติ แผนดี และ ถวิล จอมเมือง. (ไม่ระบุปี). วิจัยปริมาณสารเจอจานิออลในข่าที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในโรงเก็บที่อายุต่างๆและแหล่งปลูกต่างกัน. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. หน้า 699-703.

อมรา ไตรศิริ, พิเชษฐ์ กรุดลอยมา และ สุรพงษ์ ประสิทธิวัฒนเสรี. 2548. ความเสียหายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ต่างๆ จากการทำลายของด้วงงวงข้าวโพด(Sitophilus zeamais Motsch.). หน้า 51-52. ใน : รายงานการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 32. 13-15 กรกฎาคม 2548. โรงแรมไพลิน สุโขทัย.

Bouda, L.A. Tapondjou, D.A. Fontem and M.Y.D. Gumedzoe. (2001). Effect of essential oils from leaves of *Agratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorat*a on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). Journal of Stored Products Research 37(2) : 103-109.

Hollingsworth and G Robert. (2005). Limonene, a Citrus Extract, for Control of Mealybugs and Scale Insects. Journal of Economic Entomology 98(3) : 772-779.

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

Sinchung Liao. (1991). Mortality and Repellency Effects of Essential Oils From Citrus Against the Housefly and German Cockroach. Chinese Journal of Entomology 19(2) : 153-160.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำหนักเปลือกมะกรูด	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพด				
(กรัม)	ซ้ำที่ 1	2	3	รวม	เฉลี่ย
0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
5	2	2	3	7	2.3
7	3	5	5	13	4.3
9	8	7	8	23	7.7
11	9	11	10	30	10.0
13	10	11	12	33	11.0
15	12	12	14	38	12.7

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางภาคผนวกที่ 1

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	7	529.33	75.62	113.43	2.66	4.03	0.00
Ex.Error	16	10.67	0.67				
Total	23	540.00	23.48				

GRAND MEAN = 6

CV = 13.61 %

LSD .05 = 1.41

LSD .01 = 1.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ที่ 48 ชั่วโมง

น้ำหนักเปลือกมะกรูด (กรัม)	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพด ซ้ำที่ 1	2	3	รวม	เฉลี่ย
0	0	0	0	0	0
3	1	1	2	4	1.3
5	7	7	6	20	6.7
7	8	8	12	28	9.3
9	16	13	15	44	14.7
11	16	17	16	49	16.3
13	17	17	18	52	17.3
15	20	20	20	60	20.0

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางภาคผนวกที่ 3

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	7	1194.96	170.71	151.74	2.66	4.03	0.00
Ex.Error	16	18.00	1.13				
Total	23	1212.96	52.74				

GRAND MEAN = 10.71

CV = 9.91 %

LSD .05 = 1.84

LSD .01 = 2.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ที่ 72 ชั่วโมง

น้ำหนักเปลือกมะกรูด	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพด			รวม	เฉลี่ย
(กรัม)	ซ้ำที่ 1	2	3		
0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	9	3.0
5	11	10	9	30	10.0
7	13	12	13	38	12.7
9	18	18	18	54	18.0
11	20	20	20	60	20.0
13	20	20	20	60	20.0
15	20	20	20	60	20.0

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางภาคผนวกที่ 5

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	7	1350.29	192.90	1157.39	2.66	4.03	0.00
Ex.Error	16	2.67	0.17				
Total	23	1352.96	58.82				

GRAND MEAN = 12.96

CV = 3.15 %

LSD .05 = .71

LSD .01 = .97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัมในข้าวสาร ที่ 24 ชั่วโมง

น้ำหนักเปลือกมะกรูด	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพด			รวม	เฉลี่ย
(กรัม)	ซ้ำที่ 1	2	3		
0	0	0	0	0	0
25	7	9	12	28	9.3
30	17	16	16	49	16.3
35	17	17	19	53	17.7

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัมในข้าวสาร ที่ 48 ชั่วโมง

น้ำหนักเปลือกมะกรูด	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพด			รวม	เฉลี่ย
(กรัม)	ซ้ำที่ 1	2	3		
0	0	0	0	0	0
25	16	19	18	53	17.7
30	20	20	20	60	20.0
35	20	20	20	60	20.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงประสิทธิภาพของเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัมในข้าวสาร ที่ 72 ชั่วโมง

น้ำหนักเปลือกมะกรูด	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพด			รวม	เฉลี่ย
(กรัม)	ซ้ำที่ 1	2	3		
0	0	0	0	0	0
25	20	20	20	60	20.0
30	20	20	20	60	20.0
35	20	20	20	60	20.0

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงจำนวนการตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดเนื่องจากเปลือกมะกรูด0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ15 กรัม ในเวลา 72 ชั่วโมง (จากตารางภาคผนวกที่ 1,3 และ 5)

น้ำหนักเปลือกมะกรูด	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดเฉลี่ยต่อ 20 ตัว (ชั่วโมง)		
(กรัม)	24	48	72
0	0[1/]	0[1/]	0[1/]
3	0	1.3	3.0
5	2.3	6.7	10.0
7	4.3	9.3	12.7
9	7.7	14.7	18.0
11	10.0	16.3	20.0
13	11.0	17.3	20.0
15	12.7	20.0	20.0

[1/]ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงจำนวนการตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารเนื่องจากเปลือกมะกรูดหนัก 25, 30 และ35 กรัม ในเวลา 72 ชั่วโมง (จากตารางภาคผนวกที่ 7, 8 และ9)

น้ำหนักเปลือกมะกรูด (กรัม)	จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดเฉลี่ยต่อ 20 ตัว (ชั่วโมง)		
	24	48	72
0	0[1/]	0[1/]	0[1/]
25	9.3	17.7	20.0
30	16.3	20.0	20.0
35	17.7	20.0	20.0

[1/]ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 12 เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในขวดแก้วจากการใช้เปลือกมะกรูดป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26-27 ℃ (n=20)

น้ำหนักเปลือกมะกรูด (กรัม)	เวลาหลังการทดลอง(ชั่วโมง)		
	24	48	72
0	47.3[1/]	47.5[1/]	51.5[1/]
3	66.8	69.1	66.1
5	65.4	64.0	69.5
7	61.8	65.6	67.5
9	64.6	67.6	69.6
11	64.3	64.8	65.8
13	63.4	69.3	66.4
15	63.0	66.5	63.3

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในขวดแก้วจากการใช้เปลือกมะกรูดป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารในเวลา 24, 48 และ72 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 31-31.5°C (n=20)

น้ำหนักเปลือกมะกรูด (กรัม)	เวลาหลังการทดลอง (ชั่วโมง)		
	24	48	72
0	56.4[1/]	55.4[1/]	55.0[1/]
25	75.5	72.9	72.9
30	71.4	74.6	75.0
35	73.1	73.8	73.9

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้