



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)

ปริญญา

กีฏวิทยา

สาขา

กีฏวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดทานตะวัน (Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.) ชุมเห็ดไทย (Senna tora (L.) Roxb.) และกระถินบ้าน (Leucaena glauca (Willd.) Benth.) ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด (Sitophilus zeamais Motschulsky) และมอดแป้ง (Tribolium castaneum (Herbst))

Efficacy of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., *Senna tora* (L.) Roxb. and *Leucaena glauca* (Willd.) Benth. Seed Crude Extracts to Control Maize Grain Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and Red Flour Beetle (*Tribolium castaneum* (Herbst))

นามผู้วิจัย นางสาวเจนจิรา ของรัมย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์อังศุมาลย์ จันทราปัติย์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์วนิดา อ่วมเจริญ, ปร.ศ.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์เอกวัต วิถีประดิษฐ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กาญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง  
(*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.) ชุมเห็ดไทย (*Senna tora* (L.) Roxb.)  
และกระถินบ้าน (*Leucaena glauca* (Willd.) Benth.) ในการควบคุม  
ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)  
และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst))

Efficacy of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., *Senna tora* (L.) Roxb. and  
*Leucaena glauca* (Willd.) Benth. Seed Crude Extracts to Control  
Maize Grain Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and  
Red Flour Beetle (*Tribolium castaneum* (Herbst))

โดย

นางสาวเจนจิรา ขอรรัมย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กัญญาวิทยา)

พ.ศ. 2558

เจนจิรา ยอรัมย์ 2558: ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.) ชุมเห็ดไทย (*Senna tora* (L.) Roxb.) และกระถินบ้าน (*Leucaena glauca* (Willd.) Benth. ในการควบคุมด้วงวงงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กีฏวิทยา) สาขากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์อังศุมาลย์ จันทราปัดย์, Ph.D. 115 หน้า

เมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้านอบแห้งและบด น้ำหนัก 1 กิโลกรัมให้ปริมาณสารสกัดหยาบเฮกเซน ไคคโลโรมีเทน และเมทานอล 9.4, 9.1 และ 21.6 กรัม 18.0, 20.0 และ 19.4 กรัม และ 20.2, 27.1 และ 15.1 กรัม ตามลำดับ สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยไคคโลโรมีเทน เข้มข้น 3% (v/v) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยด้วงวงงข้าวโพดสูงสุด (76.0%) ในชั่วโมงที่ 5 หลังการทดลอง ในขณะที่สารสกัดหยาบจากเฮกเซนและไคคโลโรมีเทนจากเมล็ดกระถินบ้าน เข้มข้น 3 และ 1% (v/v) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยมอดแป้งสูงสุด (96.0%) ในชั่วโมงที่ 3, 4 และ 2 หลังการทดลอง สารสกัดหยาบไคคโลโรมีเทนจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง เข้มข้น 9% (v/v) ฆ่าด้วงวงงข้าวโพดได้สูงสุด 77.5% เมื่อรมในตู้รมสารเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ในขณะที่สารสกัดหยาบทุกชนิดจากพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่สามารถฆ่ามอดแป้งได้ภายใต้การรมในตู้รมสาร สารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในทุกตัวทำลายไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิด เมื่อทดสอบโดยการรมในขวดแก้ว เมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนและเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอลฆ่าด้วงวงงข้าวโพดและมอดแป้งได้ 60.4 และ 68.0% ตามลำดับ โดยมีค่า  $LD_{50}$  เท่ากับ 42.377 และ 25.188 และค่า  $LD_{95}$  เท่ากับ 64.500 และ 69.404 ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง โดยการหยดสารสกัดหยาบลงบนตัวแมลงโดยตรง สารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงงข้าวโพดและมอดแป้งได้ต่ำกว่า 20% เมื่อทดสอบ โดยให้แมลงสัมผัสสารตกค้างบนกระดาษกรอง เมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยไคคโลโรมีเทนและเมทานอล เข้มข้น 9% (w/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงงข้าวโพดและมอดแป้ง 62.4 และ 58.9% ตามลำดับ ที่เวลา 3 วันหลังการทดลอง

ลายมือชื่อผู้ผลิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Janejira Yongram 2015: Efficacy of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., *Senna tora* (L.) Roxb. and *Leucaena glauca* (Willd.) Benth. Seed Crude Extracts to Control Maize Grain Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and Red Flour Beetle (*Tribolium castaneum* (Herbst)). Master of Science (Entomology), Major Field: Entomology, Department of Entomology. Thesis Advisor: Professor Angsuman Chandrapatya, Ph.D. 115 pages.

One kilogram of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) *Senna tora* (L.) Roxb. and *Leucaena glauca* (Willd.) Benth. grounded dried seeds gave 9.4, 9.1 and 21.6 gram; 18.0, 20.0 and 19.4 gram and 20.2, 27.1 and 15.1 gram of hexane, dichloromethane and methanol crude extracts, respectively. *L. glauca* seeds extracted with dichloromethane at 3% (v/v) concentration showed higher efficiency to repel *Sitophilus zeamais* adults with maximum repellency of 76.0% at hour 5<sup>th</sup> after treatment whereas hexane and dichloromethane crude extracts of *L. glauca* seeds at 3 and 1% (v/v) concentrations repel *Tribolium castaneum* adults with highest repellency of 96% at hour 3<sup>th</sup>, 4<sup>th</sup> and 2<sup>nd</sup> after exposures, respectively. Dichloromethane crude extract of *D. regia* seeds at 9% (v/v) concentration killed *S. zeamais* with maximum mortality of 77.5% at 72 hours after treatment while all crude extracts from 3 plant species could not kill *T. castaneum* at 72 hours after treatment under fumigation in knockdown chamber. Crude extracts from 3 plant species demonstrated no efficiency for killing both insects under fumigation in small glass vial. *D. regia* seeds extracted with hexane and *S. tora* seeds extracted with methanol killed *S. zeamais* and *T. castaneum* with highest mortalities of 60.4 and 68.0%, respectively where LD<sub>50</sub> of 42.377 and 25.188 and LD<sub>95</sub> of 64.500 and 69.404 µg/insect were recorded, respectively at 7 days after treatment under topical application test. The mortalities of *S. zeamais* and *T. castaneum* were lower than 20% after both insects contacted the filter paper formerly treated with crude extracts from 3 plant species. *S. tora* seeds extracted with dichloromethane and methanol at 9% (w/v) concentration exhibited 62.4 and 58.9% feeding deterrence index (FDI) against *S. zeamais* and *T. castaneum* at 3 days after exposure, respectively.

\_\_\_\_\_  
Student's signature

\_\_\_\_\_  
Thesis Advisor's signature

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัติย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.วนิดา อ่วมเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดการค้นคว้าวิจัย และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ดร.จ่านงจิต ผาสุก อาจารย์ประจำภาควิชาปรสตีวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยในการสอบประมวลความรู้ตลอดจน รศ.ดร.สุรเชษฐ จามรมาน ผู้ทรงคุณวุฒิภาควิชาภูมิวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และอาจารย์พรทิพย์ วิสารทานนท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ที่กรุณาให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบคุณคุณอัจฉรา เพชรโชติ ดร.ดวงสมร สุทธิสุทธิ และข้าราชการทุกท่าน จากกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่มอบโอกาสที่ดีในการศึกษา คอยให้ความรู้ และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้อง ที่มอบความรัก ความห่วงใย เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ในห้องปฏิบัติการทุกคน ที่ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการทำวิจัยเรื่อยมา

ความดีหรือประโยชน์อันใดที่ได้เนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความเมตตาอบรมสั่งสอน และให้ความรู้โดยตลอด

ขอขอบพระคุณทุนมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวและสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี ประจำปี 2556 ที่มอบทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เจนจิรา ของรัมย์

พฤศจิกายน 2557

## สารบัญ

## หน้า

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| สารบัญ                     | (1) |
| สารบัญตาราง                | (2) |
| สารบัญภาพ                  | (6) |
| คำนำ                       | 1   |
| วัตถุประสงค์               | 4   |
| การตรวจเอกสาร              | 5   |
| อุปกรณ์และวิธีการ          | 22  |
| ผลและวิจารณ์               | 38  |
| ผล                         | 38  |
| วิจารณ์                    | 85  |
| สรุปและข้อเสนอแนะ          | 91  |
| สรุป                       | 91  |
| ข้อเสนอแนะ                 | 93  |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง       | 95  |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน | 115 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 1 ปริมาณสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน<br>ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ   | 39   |
| 2 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบ<br>ด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย<br>ชนิดต่างๆ   | 43   |
| 3 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบ<br>ด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย<br>ชนิดต่างๆ   | 44   |
| 4 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบ<br>ด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย<br>ชนิดต่างๆ  | 45   |
| 5 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) เมื่อทดสอบ<br>ด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย<br>ชนิดต่างๆ  | 46   |
| 6 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) เมื่อทดสอบ<br>ด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย<br>ชนิดต่างๆ  | 47   |
| 7 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) เมื่อทดสอบ<br>ด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย<br>ชนิดต่างๆ   | 48   |
| 8 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบด้วย<br>สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วย<br>ตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 9% ในการรมโดยทดสอบในตู้รวมยา<br>เป็นเวลา 24 ชั่วโมง | 51   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 9 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 9% ในการรมโดยทดสอบในตู้รมยา ที่เวลา 48 ชั่วโมง                             | 52   |
| 10 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 9% ในการรมโดยทดสอบในตู้รมยา ที่เวลา 72 ชั่วโมง                            | 53   |
| 11 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ                 | 57   |
| 12 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ                       | 58   |
| 13 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ                  | 59   |
| 14 ค่า LD <sub>50</sub> และ LD <sub>95</sub> ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ต่อตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่เวลา 7 วัน | 60   |
| 15 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ                      | 61   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 16 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลง โดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ                          | 62   |
| 17 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลง โดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่าง                      | 63   |
| 18 ค่า LD <sub>50</sub> และ LD <sub>95</sub> ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไคลลอร์โรมีเทน และเมทานอล ต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่เวลา 7 วัน | 64   |
| 19 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดากกรอง  | 68   |
| 20 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดากกรอง  | 69   |
| 21 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> ) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดากกรอง   | 70   |
| 22 อัตราการตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดากกรอง  | 71   |
| 23 อัตราการตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดากกรอง  | 72   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 24 อัตราการตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> ) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ดก้างอยู่บนกระดาษกรอง | 73   |
| 25 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> )                        | 79   |
| 26 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> )                              | 80   |
| 27 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> )                         | 81   |
| 28 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> )                             | 82   |
| 29 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> )                                   | 83   |
| 30 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> ) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยมอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> )                              | 84   |

## สารบัญญภาพ

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 1 คีวงวงข้าวโพด ( <i>Sitophilus zeamais</i> )                                       | 17   |
| 2 มอดแป้ง ( <i>Tribolium castaneum</i> )  | 18   |
| 3 หางนกยูงฝรั่ง ( <i>Delonix regia</i> )  | 19   |
| 4 ชุมเห็ดไทย ( <i>Senna tora</i> )  | 20   |
| 5 กระถินบ้าน ( <i>Leucaena glauca</i> )   | 21   |
| 6 การเลี้ยงแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง   | 24   |
| 7 ขั้นตอนการสกัดสารสกัดหยาบ   | 25   |
| 8 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดหยาบ   | 26   |
| 9 การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง (Repellency Test)                          | 32   |
| 10 การทดสอบประสิทธิภาพในการรมโดยทดสอบในตู้รมยา (Knockdown chamber)                  | 33   |
| 11 การทดสอบประสิทธิภาพในการรมโดยทดสอบในขวดแก้ว (Glass vial)                         | 34   |
| 12 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) | 35   |
| 13 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยให้แมลงสัมผัสสารตกค้างที่อยู่บน<br>กระดาษกรอง  | 36   |
| 14 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant test)                    | 37   |

ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง  
(*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.) ชุมเห็ดไทย (*Senna tora* (L.) Roxb.)  
และกระถินบ้าน (*Leucaena glauca* (Willd.) Benth.) ในการควบคุม  
ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)  
และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst))

Efficacy of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., *Senna tora* (L.) Roxb. and  
*Leucaena glauca* (Willd.) Benth.) Seed Crude Extracts to Control  
Maize Grain Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and  
Red Flour Beetle (*Tribolium castaneum* (Herbst))

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการปลูกพืชหลากหลายชนิดแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค โดยประชากรมากกว่า 50% ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรรม (Wannamolee, 2008) ทำให้ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญของโลกหลายชนิด พืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพืชไร่ พืชพลังงานทดแทน และพืชสวน กลุ่มพืชไร่ที่เป็นสินค้าสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และถั่วเหลือง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยเฉพาะข้าวมีบทบาทสำคัญต่อสังคมไทย ตั้งแต่เป็นอาหารหลักและเป็นแหล่งโภชนาการสำหรับพลเมืองไทย ไปจนถึงเป็นการสร้างอาชีพหลักของคนไทย ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีเนื้อที่ทั้งหมด 320.70 ล้านไร่ แบ่งเป็นเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 149.25 ล้านไร่ คิดเป็นสัดส่วน 46.54% ของพื้นที่ทั้งหมด ในที่นี้แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าว 79.76 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) และในปี พ.ศ. 2555/56 ประเทศไทยผลิตข้าวได้ 36.85 ล้านตันข้าวเปลือก มากเป็นอันดับ 6 ของโลก เมื่อปี พ.ศ.2555 ประเทศไทยส่งออกข้าวเป็นจำนวน 6.73 ล้านตันข้าวสาร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

ผลผลิตทางการเกษตรบางชนิด เช่น ข้าว ข้าวฟ่าง ข้าวโพด เป็นอาหารของประชากรทั่วโลก เกษตรกรจะเก็บผลผลิตไว้สำหรับทำพันธุ์ สำหรับการบริโภค และวัตถุประสงค์อื่นๆ แต่เมื่อนำผลผลิตมาเก็บไว้ระยะหนึ่งก็จะประสบกับปัญหาแมลงศัตรูในโรงเก็บเข้าทำลาย ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการขาดแคลนอาหารขึ้นในหลายพื้นที่ (Snelson, 1987) ในอดีตเกษตรกรจะเก็บผลผลิตทางการเกษตรไว้ตามยุ้ง ฉาง ซึ่งไม่มีมิดชิดมากนัก ทำให้พบปัญหาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ปัจจุบันนี้เกษตรกรมีวิธีการเก็บรักษาผลผลิตดีขึ้น แต่ก็ยังพบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ซึ่งสร้างความเสียหายต่อผลผลิตของพืชเศรษฐกิจอย่างมาก จึงต้องหาวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บเหล่านี้ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

แมลงศัตรูที่เข้าทำลายผลผลิตทางการเกษตรโดยทั่วไปมีขนาดเล็ก สามารถแพร่พันธุ์ได้ง่าย ทำให้เพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว แมลงศัตรูในโรงเก็บสร้างความเสียหายกับผลผลิตทางการเกษตรโดยการกัดกินภายในเมล็ด (Internal feeder) แมลงเหล่านี้จะวางไข่ที่ผิวภายนอก เมื่อไข่ฟักเป็นหนอนจะเจาะเข้าสู่ภายในเพื่อกัดกินเมล็ด เช่น ค้างคาวข้าว ค้างคาวข้าวโพด เป็นต้น และแมลงประเภทที่เกาะกินหรือแทะเล็มภายนอก (External feeder) ทำความเสียหายให้กับเมล็ดที่แตกหักจากการถูกทำลายจากแมลงชนิดอื่น เช่น มอดแป้ง ผีเสื้อข้าวสาร เป็นต้น (พรทิพย์ และคณะ, 2551) เมื่อแมลงเหล่านี้เข้าทำลายผลผลิตทางการเกษตรจะทำให้คุณภาพทางโภชนาการและคุณภาพของเมล็ดลดลง (Mason and Obermeyer, 2010) ผลผลิตเริ่มมีกลิ่นเหม็น และทำให้เกิดความร้อน ความชื้น อันเป็นสาเหตุให้เชื้อราเกิดขึ้น (Snelson, 1987) ซึ่งสร้างความเดือดร้อนให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการเป็นจำนวนมาก

เมื่อผลผลิตเกิดความเสียหายทำให้มีการนำวิธีการต่างๆ มาใช้ เพื่อเป็นการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลผลิตทางการเกษตร วิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด คือการใช้สารเคมี (Insecticide) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ เนื่องจากว่าเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก เห็นผลเร็ว โดยเฉพาะสารรมซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ สารรมที่นิยมใช้กันทั่วโลก ได้แก่ ฟอสฟีน และเมธิลโบรไมด์ (Lee *et al.*, 2004; Ukeh *et al.*, 2012) สารรมฟอสฟีนนั้นนิยมใช้ทั่วโลก เนื่องจากเป็นสารรมที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ ใช้ง่าย และราคาไม่แพงมาก (Zhao, 2010) ทำให้มีการใช้สารรมฟอสฟีนอย่างต่อเนื่องและมากขึ้น ปัจจุบันนี้พบว่าแมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถต้านทานสารรมฟอสฟีนได้ เช่น ค้างคาวข้าว (*Sitophilus oryzae* (L.)) ในประเทศโมร็อกโกสามารถต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนได้ (Benhalima *et al.*, 2004) Pimentel *et al.* (2009) รายงานว่า

ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ในประเทศบราซิลต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน สำหรับสารรมเมธิลโบรไมด์ได้มีการต่อต้านไม่ให้นำมาใช้ เนื่องจากเป็นสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศ (Rajendran and Stranjini, 2008; Lu and He, 2010) จึงมีการบังคับให้ยกเลิกการใช้สารชนิดนี้ในประเทศที่พัฒนาแล้วในที 2005 ที่ผ่านมา ในขณะที่ประเทศที่กำลังพัฒนาให้มีการยกเลิกใช้สารนี้ในปี 2015 เป็นต้นไป (The Technology and Economic Assessment Panel [TEAP]), 2000)

การควบคุมศัตรูผลิตผลทางการเกษตรโดยใช้สารเคมีมักก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา เช่น แผลงสร้าง ความต้านทาน เกิดการสะสมของมลพิษในสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เป็นพิษต่อสัตว์ และมนุษย์ (Ahmed *et al.*, 1981; Sharaby, 1988; Khanam *et al.*, 1990)

การใช้สารสกัดหยาบจากพืชจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ ปัจจุบันพบว่ามีการใช้สารสกัดจากพืชหลายชนิดในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บอย่างกว้างขวาง เช่น สารสกัดจากหางไหล (*Derris elliptica* Benth) มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* (F.)), สารสกัดจากสาบเสือ (*Chromolaena odoratum* L.) มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว (*C. maculatus*) และด้วงงวงข้าว (*S. oryzae*) สารสกัดจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าว (*S. oryzae*), ด้วงถั่วเขียว, มอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* F.) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)) เป็นต้น (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2552)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดเทศ และกระถินบ้าน มาทดสอบกับแมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากสารสกัดหยาบเป็นสารที่ได้มาจากการสกัดตัวอย่างพืชด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งมีสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) เป็นองค์ประกอบอยู่ในสารสกัดหยาบเหล่านี้ สารดังกล่าวอาจมีผลออกฤทธิ์ต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ นอกจากนี้สารสกัดหยาบจากพืชไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ไม่ทำให้เกิดสารพิษตกค้าง แผลงสร้าง ความต้านทานต่อสารสกัดหยาบได้ซ้ำ ท้ายที่สุดหากสารสกัดหยาบมีประสิทธิภาพในการทำลายแมลงศัตรูในโรงเก็บจะช่วยลดการนำเข้าสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งมีราคาแพง และเป็นการส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย

## วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดทานตะวันฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และ  
กระถินบ้าน ในการควบคุมด้วงวงข้าวโพด และมอดแป้ง



## การตรวจเอกสาร

### 1. แมลงศัตรูในโรงเก็บ

แมลงศัตรูในโรงเก็บ (stored-product insects) เป็นแมลงที่เป็นปัญหาสำคัญทั่วโลก เนื่องจากแมลงเหล่านี้สามารถแพร่กระจายไปได้โดยติดไปกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นสิ่งบริโภครวมจากการซื้อขายแลกเปลี่ยนกันทั่วโลก และระบาดได้ตลอดปี โดยสามารถแบ่งตามความสำคัญเป็น 4 ระดับ คือ ระดับที่มีความสำคัญมาก ระดับปานกลาง ระดับมีความสำคัญน้อย และระดับที่พบน้อยมากหรือไม่พบ (อนันต์, 2540) ตัวอย่างข้าวโพด (*S. zeamais*) และมอดแป้ง (*T. castaneum*) เป็นแมลงศัตรูที่อยู่ในระดับที่มีความสำคัญมากและระดับปานกลางตามลำดับ จึงต้องวางแผนงานในการป้องกันกำจัด เนื่องจากมีการระบาดตลอดปี และยังสามารถเข้าทำลายผลผลิตทางการเกษตรได้หลายชนิด

Dichter (1967) พบว่าความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บในแถบซาสรา ทวีปแอฟริกาสูงถึง 25-40% ประเทศเคนย่าพบความเสียหายของข้าวโพดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บประมาณ 20% (Nyambo, 1993) ข้าวโพดหลังเก็บเกี่ยวในประเทศกานากูถูกทำลายจากแมลงหลายชนิด เช่น ตัวอย่างข้าวโพด และมอดแป้ง โดยพบความเสียหาย 20-25% (Ayertey, 1982) ผลผลิตทางการเกษตรของประเทศอินเดียที่ผลิตได้ในปี ค.ศ. 2010-2011 จำนวน 250 ล้านตัน ได้รับความเสียหายจากแมลงศัตรูในโรงเก็บ 20-25% (Rajashekar *et al.*, 2010)

ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเกษตรทั่วโลกที่เสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ โดยเฉพาะในเขตร้อนพบความเสียหายสูงถึง 20-30% ส่วนในเขตร้อนชื้นพบความเสียหายประมาณ 5-10% (Talukder, 2006) ความเสียหายของข้าวเปลือกหลังเก็บเกี่ยวของกลุ่มประเทศอาเซียนมีปริมาณ 25% คิดเป็นน้ำหนัก 10.5 ล้านตันหรือเป็นเงินประมาณ 42,000 ล้านบาท สำหรับประเทศไทยข้าวเปลือกได้รับความเสียหาย 5% ต่อปี ดังนั้นเมื่อได้ผลผลิต 19 ล้านตัน คิดเป็นน้ำหนักข้าวเปลือกที่เสียหายประมาณ 950,000 ตัน และถ้าราคาข้าวเปลือกเฉลี่ยตันละ 5,000 บาท จะพบว่าเงินที่ต้องสูญเสียไปในฤดูนาข้าวเพียงฤดูเดียวจะเป็นเงินสูงถึง 4,750 ล้านบาท (ชูวิทย์ และคณะ, 2543)

### 1.1 ค้างวงงข้าวโพด (Maize grain weevil)

ค้างวงงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky; Coleoptera: Curculionidae) เป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวโพดในเขตร้อน (Kim and Kossou, 2003) เข้าทำลายข้าวโพดตั้งแต่อยู่ในไร่และขยายพันธุ์มากขึ้นในระหว่างที่เก็บผลผลิตไว้ในโรงเก็บ (Caswell, 1962) Giga *et al.* (1991) รายงานว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วโลกได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของค้างวงงข้าวโพด 20-90%

ตัวเต็มวัยเพศเมียของค้างวงงข้าวโพดวางไข่ที่เมล็ดธัญพืช โดยจะเจาะรูที่เมล็ดพืชและวางไข่ลงในรูๆ ละ 1 ฟอง หลังจากนั้นจะปิดปากรูไว้ด้วยไข (waxy secretion) ตัวเมีย 1 ตัววางไข่ได้ 300-400 ฟอง ไข่มีขนาดเล็ก รูปร่างรี สีขาว (ภาพที่ 1-ก) ไข่จะฟักในเวลา 3-6 วัน เป็นตัวหนอนสีขาว ลำตัวสั้นป้อม อาศัยกัดกินอยู่ในเมล็ด (ภาพที่ 1-ข) ระยะหนอน 20-30 วัน หนอนลอกคราบ 4 ครั้ง แล้วจึงเข้าดักแด้เป็นเวลา 3-7 วัน (ภาพที่ 1-ค) เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะเจาะผิวเมล็ดออกมา (พรทิพย์ และคณะ, 2551) ตัวเต็มวัยของค้างวงงข้าวโพดมีสีน้ำตาลดำ ขนาดลำตัวยาวประมาณ 2.5-4.0 มิลลิเมตร (Black *et al.*, 2006) ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง (snout หรือ rostrum) (ภาพที่ 1-ง) (พรทิพย์ และคณะ, 2551) ค้างวงงข้าวโพดใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต 33-37 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% (Danho *et al.*, 2002; David, 2007; Guedes *et al.*, 2010) ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 เดือนหรืออาจนานถึง 6 เดือน (ชูวิทย์ และคณะ, 2543)

ค้างวงงข้าวโพดแพร่กระจายอยู่ทั่วโลกเช่น เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา โคลัมเบีย กัวเตมาลา จาไมกา นิการากัว อาร์เจนตินา บราซิล อังกฤษ กรีซ เอธิโอเปีย เคนยา ไนจีเรีย เซเนกัล อิสราเอล ตุรกี จีน ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย ไทย ฟิลิปปินส์ เป็นต้น (Champ and Dyte, 1976) ค้างวงงข้าวโพดชอบอากาศร้อนและอบอุ่น จึงระบาดมากในแถบเอเชียและแอฟริกา

Tigar *et al.* (1994) รายงานว่าค้างวงงข้าวโพดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความเสียหายกับข้าวโพดในประเทศเม็กซิโกและหลายพื้นที่ในเขตร้อนชื้น ค้างชนิดนี้แพร่กระจายโดยการขนส่งและระบาดได้ตลอดปี เพราะสามารถกินเมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น (Cotton, 1963)

ด้วงวงข้าวโพดสามารถต้านทานสารเคมีได้หลายชนิด เช่น ดีดีที ไพรีทรอยด์ และฟอสฟีน (Pimentel *et al.*, 2009) ปัจจุบันจึงมีการใช้วิธีทางชีวภาพมาควบคุมด้วงวงข้าวโพด เช่น การใช้เชื้อรา *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ในการป้องกันกำจัดตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพด (Adane *et al.*, 1996; Hidalgo *et al.*, 1998; Oduor *et al.*, 2000) การใช้น้ำมันหอมระเหยจากไบสน (*Cupressus sempervirens* L.) (วงศ์ Cupressaceae) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus saligna* Sm.) (วงศ์ Myrtaceae) (Tapondjou *et al.*, 2005) และตะไคร้ต้น (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. (วงศ์ Poaceae) ในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพด (Nerio *et al.*, 2009) นอกจากนี้การฉายรังสีแกมมาก็สามารถป้องกันกำจัดด้วงวงข้าวโพดได้ดี (Brown *et al.*, 1972) การปรับระดับอุณหภูมิให้ลดลงเหลือ 5 องศาเซลเซียส ก็สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของด้วงวงข้าวโพดได้เช่นกัน (Nakakita and Ikenaka, 1997)

## 1.2 มอดแป้ง (Red flour beetle)

มอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst); Coleoptera: Tenebrionidae) เป็นศัตรูรอง (secondary pest) คือ ไม่สามารถทำลายเมล็ดพืชให้ได้รับความเสียหายโดยตัวเองได้ แต่จะเข้าทำลายเมล็ดพืชหลังจากที่แมลงอื่นได้เข้าทำลายเมล็ดพืชจนเป็นรูหรือเกิดรอยแตกบนเมล็ดแล้วเท่านั้น (Bugnio and Wilkins, 2004) มอดแป้งเป็นศัตรูที่สำคัญของแป้งและรำ เพราะสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ทำให้แป้งที่มีแมลงชนิดนี้อาศัยกินอยู่เปลี่ยนสีและมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากของเสียที่แมลงขับถ่ายออกมา แม้จะนำแป้งไปทำอาหารแล้วก็ยังมีกลิ่นติดอยู่ มักจะพบมอดแป้งและตัวอ่อนปรากฏอยู่ในแป้งทุกชนิด (ชูวิทย์ และคณะ, 2543)

ตัวเต็มวัยเพศเมียของมอดแป้งวางไข่ได้ 400-500 ฟอง ตามกระสอบ รอยแตกของเมล็ดข้าว ภาชนะบรรจุหรือในแป้ง (Reddy, 2013) ไข่มีรูปร่างยาวรี สีขาว (ภาพที่ 2-ก) (TNAU Agritech Portal, 2013) ใช้เวลาฟักประมาณ 3-7 วัน หนอนมีสีน้ำตาลอ่อน รูปทรงกระบอกค่อนข้างเรียวยาว อาศัยอยู่ในแป้ง (ภาพที่ 2-ข) (พรทิพย์ และคณะ, 2551) หนอนใช้เวลาประมาณ 21-40 วัน โดยมีการลอกคราบ 7-8 ครั้ง จึงจะเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 3-7 วัน (ภาพที่ 2-ค) ก่อนจะฟักเป็นตัวเต็มวัยสีน้ำตาลปนแดง ลำตัวค่อนข้างแบน ยาวประมาณ 2.3-4.4 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2-ง) มอดแป้งใช้เวลา 26-40 วัน ในการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิตที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส (Danho *et al.*, 2002) ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% (David, 2007; Guedes *et al.*, 2010)

มอดแป้งแพร่กระจายไปทั่วโลก เช่น แคนาดา เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา อังกฤษ ฟินแลนด์ โมร็อกโค โชมเลีย ไลบีเรีย เซเนกัล ไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น จีน เป็นต้น (Champ and Dyte, 1976) แต่จะพบระบาดมากในเขตอบอุ่นและเขตร้อน (Simpanya *et al.*, 2001) ทำลายแป้งและเมล็ดพืชตลอดปี ในประเทศไทยพบมอดแป้งในทุกภูมิภาค และระบาดตลอดปี (ชววิทย์ และคณะ, 2543)

มอดแป้งกินเมล็ดธัญพืช แป้งชนิดต่างๆ รำข้าว เครื่องเทศ ผลไม้แห้ง และหนังสัตว์ เป็นอาหาร ในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา และญี่ปุ่น พบมอดแป้งปนเปื้อนในอาหารสัตว์ (Rilett and Weigel, 1956; Kiritani *et al.*, 1963; Triplehorn, 1965; Mills and White, 1993) ประเทศอินเดียพบมอดแป้งเข้าทำลายซ็อกโกแลตที่มีส่วนผสมของนม ถั่วลิสง และผลไม้แห้ง เป็นต้น (Begum *et al.*, 2007) เป็นต้น

Champ and Campbell-Brown (1970) และ Zettler and Cuperus (1990) รายงานว่าการใช้สารเคมีบางชนิดมีผลทำให้มอดแป้งสร้างความต้านทานต่อสารเคมี เช่น มาลาโทออน ฟอสฟีน และคลอไพริฟอส-เมทิล การใช้น้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดกระวานเทศ (*Elletaria cardamomum* (L.) Maton.) (วงศ์ Zingiberaceae) สามารถใช้รมตัวเต็มวัยของมอดแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Huang *et al.*, 2000) นอกจากนี้การปรับสภาพบรรยากาศโดยใช้การปรับระดับอุณหภูมิร่วมกับการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) มีประสิทธิภาพในการควบคุมมอดแป้ง (Soderstrom *et al.*, 1992; Donahaye *et al.*, 1996)

## 2. พืชทดสอบ

พืชในวงศ์ถั่ว Fabaceae (Leguminosae) จัดเป็นวงศ์ที่มีขนาดใหญ่เป็นลำดับที่ 3 ในวงศ์ของพืชทั้งหมด ประกอบไปด้วยพืช 370 สกุล และ 19,300 ชนิด (Estrella *et al.*, 2006) พืชหลายชนิดสามารถใช้เป็นสมุนไพร ยาเบื่อปลา ปุ๋ยธรรมชาติ หรือพืชเส้นใยได้ (Niyomdham, 1978)

### 2.1 หางนกยูงฝรั่ง (Flamboyant)

หางนกยูงฝรั่ง (Flamboyant, The Flame Tree หรือ Royal Poinciana) (Gilman and Watson, 1993; Salem, 2013) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. (วงศ์ Leguminosae: Caesalpinioideae) มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่บนเกาะมาดากัสการ์ ทวีปแอฟริกา ค้นพบครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2367 โดยนักพฤกษศาสตร์ชาวออสเตรเลียชื่อ เวินเซล โบเจอร์ (Wenzel Bojer) หางนกยูงฝรั่งมีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น หางนกยูงฝรั่ง และอินทรี (ภาคกลาง) หงอนยูง (ภาคใต้) ชมพอหลวง และส้มฝ่อหลวง (ภาคเหนือ) (หมอชาวบ้าน, 2545)

หางนกยูงฝรั่งเป็นไม้ยืนต้น ทรงพุ่ม ต้นแผ่กว้างประมาณ 40-60 ฟุต ลำต้นสูงประมาณ 35-40 ฟุต (ภาพที่ 3-ก) (Gilman and Watson, 1993) ดอกสีส้ม แดง หรือเหลือง (Maniruzzaman, 1993) บางครั้งอาจมีสีขาวหรือด่าง ที่ดอกจะมีเส้นขน ลักษณะดอกเป็นแบบช่อดอกเล็กๆ แยกออกจากกัน หนึ่งช่อดอกประกอบด้วย 5 กลีบ (ภาพที่ 3-ข) (Vozzo, n.d.) ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกสองชั้น เรียงสลับกันประมาณ 10-20 คู่ (Lawal *et al.*, 2010) ฝักจะมีความยาวประมาณ 30-50 เซนติเมตร (Maniruzzaman, 1993) กว้างประมาณ 6 เซนติเมตร และหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3-ค) (Vozzo, n.d.) ฝักอ่อนมีสีเขียว ฝักแก่จะเป็นสีน้ำตาล หรือสีดำ (Lawal *et al.*, 2010) เมื่อแก่เต็มที่ฝักจะแตกออกเป็น 2 ส่วน ตามยาว (Vozzo, n.d.) เมล็ดเรียงกันตามขวางอยู่ภายในฝัก (ภาพที่ 3-ง) ถูออกดอกจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทยออกดอกในช่วงเดือน เมษายน-พฤษภาคม

ต้นหางนกยูงฝรั่งมีสรรพคุณในการเป็นยารักษาโรคจากแบคทีเรีย และเชื้อราได้ (Adje *et al.*, 2008) เปลือกของหางนกยูงฝรั่งมีสารประกอบที่สำคัญ คือ  $\beta$ -sitosterol, saponins, alkaloids, carotene, hydrocarbons, phytotoxins และ flavonoids (Parekh and Chanda, 2007) ดอกมีสารประกอบที่สำคัญ คือแอนโทไซยานิน สามารถใช้ในทางการแพทย์ได้ และมีฤทธิ์ในการป้องกันแบคทีเรียและเชื้อรา (Adje *et al.*, 2008; Ahemad and Aquil, 2003) Shiramane *et al.* (2011) รายงานว่าดอกหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเอทานอล พบสารประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ carbohydrates, flavonoids, saponin glycosides, tannins และ steroids เปลือกต้นหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ ไคคลอโรมีเทน และเอทานอล พบสารประกอบ 5 ชนิด ได้แก่ lupeol, epilupeol,  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol and *p*-methoxybenzaldehyde (Jahan *et al.*, 2010) เมล็ดที่สกัดด้วยเบนซีนเอทานอล (อัตราส่วน 1:1) พบสารประกอบ คือ 1,4-linked beta-D-mannose, 1,4,6-linked beta-D-mannose และ terminal alpha-D-galactos (Tamaki *et al.*, 2010)

Igwe and Nwokocha (2014) รายงานว่าเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซน พบสารสกัดที่มีลักษณะเป็นยางเหนียว ซึ่งมี protein (1.08%), crude fat (0.31%), ash (1.05%) และ fibre (0.37%) สารสกัดที่ได้จากดอกหางนกยูงฝรั่งมีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนผีเสื้อกินใบสัก (Deepa and Remadevi, 2011) ส่วนใบมีฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย (Murthy and Rani, 2009)

## 2.2 ชุมเห็ดไทย (Foetid cassia)

ชุมเห็ดไทย (Foetid cassia) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Senna tora* (L.) Roxb. (วงศ์ Leguminosae: Caesalpinoideae) พบได้ทั่วไปในอินเดีย ศรีลังกา ตะวันตกของจีน และในเขตร้อน เป็นไม้พุ่มเตี้ย ขนาดเล็ก ลำต้นสูงประมาณ 30-90 เซนติเมตร (ภาพที่ 4-ก) ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกเรียงสลับ มีใบย่อย 3 คู่ ใบคล้ายรูปไข่ ยาวที่สุดประมาณ 10 เซนติเมตร ดอกมีสีเหลือง ออกเป็นช่อดอกที่ซอกใบ โดยมี 5 กลีบดอกต่อช่อ ฝักมีลักษณะแบน ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร (ภาพที่ 4-ค) เมล็ดมีขนาดเล็ก ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สีน้ำตาล มี 30-50 เมล็ด/ฝัก (ภาพที่ 4-ง) (Jain and Patil, 2010)

รากมีสารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1,3,5-trihydroxy-6,7-dimethoxy-2-methylanthraquinone และ  $\beta$ -sitosterol (ภาพที่ 4-ข) ดอกมีสารประกอบที่สำคัญ คือ kaempferol และ leucopelargonidin (Jain and Patil, 2010) ใบมีสารประกอบที่สำคัญ คือ alkaloids, tannins, carbohydrate, steroids, terpenoids, cardiac glycoside และ phlobatannins (Veerachari and Bopaiah, 2012) เมล็ดมีสารประกอบที่สำคัญ คือ chrysophanol, physcion, emodin, rubrofusarin, chrysophonic acid-9-anthrone (Jain and Patil, 2010), aurantio-obtusin, chryso-obtusin, obtusin, chrysoobtusin-2-O-beta-D-glucoside, physcion, emodin, chrysophanol, obtusifolin และ obtusifolin-2-O-beta-D-glucoside (Lee *et al.*, 1998) สารสกัดจากใบและดอกสามารถป้องกันแบคทีเรียและเชื้อราในคน (Murshid *et al.*, 2007; Rao and Suresh, 2012) ใบมีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่และฆ่ายุงได้ (Amerasan *et al.*, 2012) สารสกัดจากรากสามารถป้องกันเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคบิด (Awal *et al.*, 2004) เมล็ดนำมาชงเป็นเครื่องดื่มได้ (Kim *et al.*, 2004) และมีฤทธิ์ในการกำจัดพยาธิไส้เดือน (Deore *et al.*, 2009) ทั้งยังใช้กำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวได้อีกด้วย (Yankanchi and Gadache, 2010)

### 2.3 กระจินบ้าน (Leadtrees)

กระจินบ้าน (Leadtrees) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaena glauca* (Willd.) Benth. (วงศ์ Leguminosae: Mimosoidae) เป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกา แต่สามารถพบได้ทั่วไปในแอฟริกา และในพื้นที่เขตร้อน (Kamada *et al.*, 1997) ลำต้นใช้ทำเชื้อเพลิง เส้นใย และเป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังใช้เป็นไม้ประดับ ฝักสดนำมารับประทานได้ (Nwokocha and Williams, 2012) กระจินบ้านเป็นไม้พุ่มยืนต้น สูงประมาณ 60 ฟุต (ภาพที่ 5-ก) ใบมีสีเขียวแก่ ขนาดเล็ก ปลายและโคนใบมน ใบประกอบแบบขนนก 2 ชั้น มีใบย่อยเรียงสลับประมาณ 5-10 คู่ ยาวประมาณ 1/2 นิ้ว ดอกสีขาวกลมฟู ออกเป็นช่อตามซอกใบ และบริเวณปลายกิ่ง (ภาพที่ 5-ข) (Andreu *et al.*, 2012) ฝักมีลักษณะแบน มีเมล็ดอยู่ประมาณ 20-30 เมล็ด ยาวประมาณ 0.7 เซนติเมตร (ภาพที่ 5-ค) เมล็ดเมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 5-ง) (Nwokocha and Williams, 2012)

ในเมล็ดกระจินบ้านมีสาร mimosine และ amino acid ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์มีกระดูกสันหลัง ทั้งสัตว์เคี้ยวเอื้องหรือสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง (Non-Ruminant) และสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Ruminant) แต่สัตว์เคี้ยวเอื้องมีความต้านทานสูงกว่า เพราะจุลินทรีย์ในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถเปลี่ยนสารมิโมซีนให้ไปเป็นสาร 3, 4 dihydroxypyrimidine ทำให้ร่างกายสามารถขับสารออกมาได้ทางปัสสาวะ จึงทำให้ไม่ได้รับพิษ (Hegarty *et al.*, 1964; Hegarty *et al.*, 1976)

Adeneye (1979) รายงานว่าใบประกอบด้วย แคลเซียม 2.8%, ฟอสฟอรัส 0.26%, แมกนีเซียม 0.37%, โพแทสเซียม 1.78%, โซเดียม 1.28% และเหล็ก 0.12% นอกจากนี้กระจินยังเป็นพืชที่มีโปรตีนสูง (Hughes, 1998)

Adekunle and Aderogba (2008) รายงานว่าใบมีสารประกอบที่สำคัญ คือ เควอซิทิน และฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการฟักไข่ และฆ่าตัวอ่อนของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* นอกจากนี้สารสกัดจากใบยังมีฤทธิ์ในการฆ่าตัวอ่อนของเห็บ (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) อีกด้วย (Fernandez-Salas *et al.*, 2011)

Unrau (1961) รายงานว่าเมล็ดกระจินสดมีส่วนประกอบของ galactomannan ประมาณ 20-25%, mannose ประมาณ 57% และ galactose ประมาณ 43% เมล็ดสดและเมล็ดแห้งที่

สกัดด้วยอีเทอร์ประกอบด้วยไขมัน 4.6 และ 5.5% ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าส่วนอื่นๆ ของต้น (Adeneye, 1979)

สารสกัดจากเมล็ดใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนเจาะสมอฝ้าย (Bhavani *et al.*, 2007) รวมทั้งมีฤทธิ์ในการฆ่าตัวอ่อนของพยาธิสีมอนคูล (Haemonchus contortus (Rudolphi)) (Ademola *et al.*, 2005; Ademola and Idowu, 2006) นอกจากนี้สารมิโมซิน (mimosine) มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนระยะที่ 1 ของมอดแป้งได้ (Ishaaya *et al.*, 1991)

### 3. สารสกัดหยาบ

สารสกัดหยาบ (crude extract) หมายถึง สารสกัดเบื้องต้นจากพืชที่ยังไม่ถึงขั้นสารบริสุทธิ์ กระบวนการสกัดไม่ยุ่งยากซับซ้อน ตัวทำละลายที่นิยมใช้ได้แก่ เฮกเซน (นฤมล, 2546; Amara *et al.*, 2008) อะซีโตน (มยุรฉัตร และคณะ, 2553) อีเทอร์ เมทานอล เอทานอล คลอโรฟอร์ม และน้ำ (ศศิธร, 2547; Abubakar, 2009) เป็นต้น

การสกัดสารสกัดหยาบเริ่มต้นด้วยการนำตัวอย่างพืชแห้งหรือต้มในตัวทำละลายทิ้งไว้ระยะหนึ่ง จากนั้นจึงกรองเอาตัวอย่างพืชออกจากตัวทำละลาย และนำของเหลว (filtrate) ที่ได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออก (มยุรฉัตร และคณะ, 2553) จะได้สารสกัดขั้นต้น (crude extract) ส่วนของกากพืชที่เหลืออาจนำไปสกัดต่อได้อีก ในกรณีที่สกัดขั้นแรกด้วยตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว (non-polar) เมื่อจะสกัดต่อไปจะใช้ตัวทำละลายที่มีขั้ว (polarity) สูงขึ้น วิธีนี้จะทำให้ได้สารสกัดขั้นต้นแตกต่างกันไปตามชนิดของตัวทำละลาย เมื่อนำสารสกัดหยาบไปแยกต่อจะได้สารที่บริสุทธิ์ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หาโครงสร้างในขั้นต่อไปได้

กลุ่มของสารประกอบในสารสกัดหยาบจากพืชจะแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด หรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกัน หากนำแต่ละส่วนของพืชมาสกัดมักจะพบสารประกอบในปริมาณที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณและคุณภาพของสารสกัดหยาบยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพแวดล้อม การดูแลรักษา และวิธีการสกัด เป็นต้น

องค์ประกอบทางเคมีของสารในพืชแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สารปฐมภูมิ (primary metabolites) เป็นสารที่พบได้ในพืชเกือบทุกชนิด หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) (Suzuki *et al.*, 2012) ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (Raessler, 2011) โปรตีนและกรดอะมิโน และไขมัน (วรวิทย์, 2555) สารอีกกลุ่มเรียกว่าสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) เป็นสารประกอบที่มีลักษณะค่อนข้างพิเศษและแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด คาดว่าสารเหล่านี้เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ในพืช

ทั้งนี้กระบวนการชีวสังเคราะห์ของสารเคมีแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เนื่องจากสารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์ต่างกัน นอกจากนี้ในแต่ละกระบวนการก็จะใช้เอนไซม์ (enzyme) ที่เฉพาะเจาะจงแตกต่างกันอีกด้วย

เอนไซม์นี้เองที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาต่างๆในพืช (รัชฎาวรรณ, 2548) สารทุติยภูมิมีหลายกลุ่ม เช่น เทอร์ปีนอยด์ (Cheng *et al.*, 2007) ฟลาโวนอยด์ (Kefford and Chandler, 1970) คูมาริน (Mirunalini and Krishnaveni, 2011) ลิกแนน (Rouhi and Washington, 2000; Milder *et al.*, 2005; Patel *et al.*, 2012) และแซนโทน (Iinuma *et al.*, 1996) เป็นต้น

### 3.1 วิธีการสกัดสารจากพืช

3.1.1 การหมัก (Maceration) เป็นวิธีการสกัดโดยแช่พืชในตัวทำละลายซึ่งอยู่ในภาชนะปิด (Omoregbe *et al.*, 1996; Insa *et al.*, 2004; Hayouni *et al.*, 2007; Trusheva *et al.*, 2007) และทิ้งไว้ประมาณ 3-7 วัน ในช่วงของการหมักนี้จะต้องเขย่าหรือคนบ่อยๆ จนกระทั่งเนื้อเยื่อพืชอ่อนนุ่ม และตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปละลายองค์ประกอบของสารภายในพืชออกมาได้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2546) การสกัดด้วยวิธีนี้ควรทำการสกัดซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อให้ได้สารจำนวนมาก จึงมีข้อเสียคือเป็นการสิ้นเปลืองตัวทำละลาย แต่ข้อดีคือสารไม่ถูกความร้อน

3.1.2 การแช่ (Infusion) เป็นกระบวนการสกัดสารโดยแช่พืชในน้ำร้อนประมาณ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที จากนั้นจึงกรองชิ้นส่วนของพืชออก และวาง

สารละลายทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อระบายความร้อน (Atoui *et al.*, 2005; Turkmen *et al.*, 2006; Xia *et al.*, 2006; Shaghghi *et al.*, 2008) อุณหภูมิในการแช่และระยะเวลาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับพืช

3.1.3 การต้ม (Decoction) กระทำโดยต้มพืชในน้ำเดือดอุณหภูมิ 95-98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมากรองและบีบกากเบาๆ เพื่อให้ได้สารสกัดที่ต้องการ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2546; Lu *et al.*, 2006; Sakulpanich and Gritsanapan, 2008)

3.1.4 การสกัดแบบต่อเนื่อง (Percolation) เป็นวิธีการสกัดซึ่งต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า percolator ซึ่งมีลักษณะเป็นคอลัมน์ปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน โดยด้านบนจะกว้างกว่าด้านล่าง เพื่อความสะดวกในการบรรจุผงสมุนไพร ส่วนปลายล่างสามารถเปิดปิดได้ เพื่อที่จะสามารถควบคุมอัตราการไหลของสารสกัดได้ (รัตนา, 2547) วิธีการสกัดเริ่มด้วยการนำพืชมาแช่กับตัวทำละลายพอชื้น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้พองตัวเต็มที่ แล้วค่อยๆ บรรจุลงใน percolator เป็นชั้นๆ จากนั้นเติมตัวทำละลายลงไปโดยให้ระดับของตัวทำละลายอยู่สูงกว่าตัวอย่างพืชประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงเริ่มไขสารสกัดออก ทั้งนี้ต้องคอยเติมตัวทำละลายลงไปอย่างต่อเนื่อง อย่าปล่อยให้พืชแห้ง ตัวทำละลายที่นิยมใช้คือ เอทานอล โซเดียมคลอไรด์ (นันทวัน, 2544; Bates *et al.*, 1959) และเฮกเซน (Meher *et al.*, 2006) จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปกรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 (Duraipandiyan *et al.*, 2006)

วิธีนี้จัดเป็นวิธีการสกัดที่ดีสำหรับสารสกัดจากสมุนไพรแบบสมุนไพรและไม่ต้องใช้ความร้อน แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือเปลืองตัวทำละลายและใช้เวลาในการสกัดนาน ดังนั้นจึงมีการดัดแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด โดยใช้ percolator ต่อกันหลายตัว และให้มีการเคลื่อนที่ของตัวทำละลายเข้าหากัน (นันทวัน, 2544)

3.1.5 การสกัดด้วยเครื่อง Soxhlet Extractor เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง โดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ เช่น เฮกเซน คลอโรฟอร์ม อะซิโตน และน้ำ การสกัดทำโดยให้ความร้อนเพื่อให้ตัวทำละลายใน flask ระเหยขึ้นไปกระทบกับ condenser (ซึ่งมีน้ำเย็นไหลเวียนอยู่ตลอดเวลา) และกลั่นตัวลงมาในภาชนะรองรับตัวอย่างพืช (thimber) เมื่อตัวทำละลายใน extracting chamber มีระดับสูงถึงท่อ siphon สารละลายจะไหลกลับลงมาใน flask วนเวียนอยู่เช่นนี้ไปเรื่อยๆ

องค์ประกอบในพืชจะถูกสกัดออกมาจนหมด จากนั้นจึงนำสารสกัดที่ได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกจะได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นสูง (นันทวัน, 2544)

#### 4. การใช้สารสกัดหยาบในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ

ปัจจุบันมีการหันมาใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติในการกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น สารสกัดหยาบจากพืชเป็นสิ่งที่ได้จากธรรมชาติ เนื่องจากไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและผู้ใช้ สารสกัดหยาบจากพืชสามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้เป็นสารไล่ สารรม สารฆ่าแมลงแบบสัมผัส และสารยับยั้งการกินของแมลง เป็นต้น

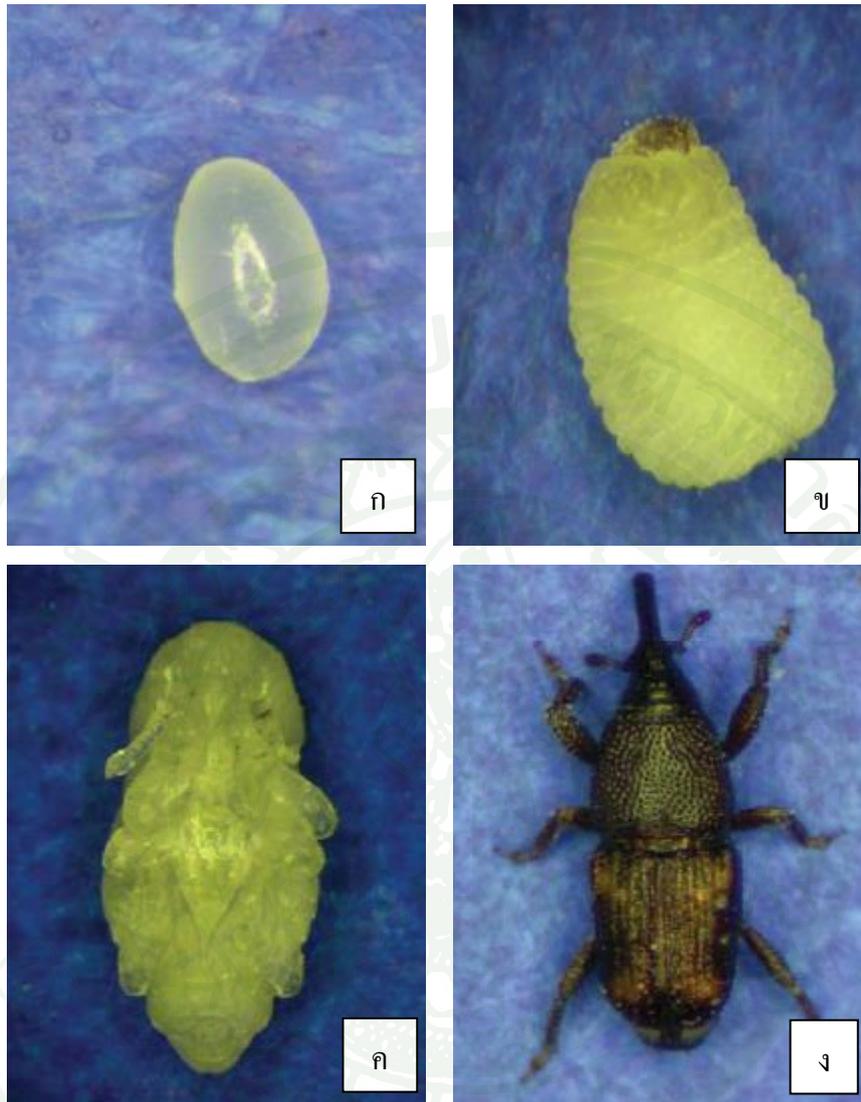
สารสกัดหยาบจากใบแคฝรั่ง (*Gliricidia sepia* L.) (วงศ์ Fabaceae) และใบชุมเห็ดไทย (*Cassia tora* L.) มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าว (*S. oryzae*) โดยพบอัตราการตาย 36.66 และ 43.33% ที่ความเข้มข้น 5% ตามลำดับ ที่เวลา 21 วัน (Yankanchi and Gadache, 2010) สารสกัดหยาบจากใบมะขามแขก (*Cassia senna* L.) ชงโค (*Bauhinia purpurea* L.) และราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) (วงศ์ Fabaceae) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าว โดยพบอัตราการตาย 63.3, 50.0 และ 73.3% ที่ความเข้มข้น 100 ppm ตามลำดับ ที่เวลา 2 สัปดาห์ (Derbalah *et al.*, 2012) สารสกัดจากฝั่มะขามแขก (*Senna italica* Mill.) (วงศ์ Fabaceae) ที่สกัดด้วยเฮกเซนมีความเป็นพิษต่อด้วงถั่วแดง (*Callosobruchus analis* F.) โดยพบอัตราการตาย 100% ที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง (Yagi *et al.*, 2013)

สารสกัดหยาบจากใบไมยราบ (*Mimosa pudica* L.) (วงศ์ Fabaceae) ที่สกัดด้วยเอทานอล มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensis* L.) โดยพบอัตราการไล่ 40.56, 46.67, 52.78 และ 56.11% ที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 2 และ 3% ตามลำดับ ที่เวลาเฉลี่ย 5 ชั่วโมง (Ahad *et al.*, 2012) สารสกัดหยาบจากฝักราชพฤกษ์ (*C. fistula*) (วงศ์ Fabaceae) ที่สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ปีโตรเลียมอีเทอร์ เมทานอล และเฮกเซน มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงถั่วเหลือง (*C. chinensis*) โดยพบอัตราการไล่ 66.66, 76.66, 77.66 และ 80.00 ที่ความเข้มข้น 0.160 ไมโครกรัม ที่เวลา 24 ชั่วโมง ตามลำดับ (Upadhyay and Yadav, 2012)

สารสกัดหยาบจากใบขี้เหล็ก (*Cassia siamia* Lam.) (วงศ์ Fabaceae) ที่สกัดด้วยน้ำกลั่น มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงถั่วเขียว โดยพบอัตราการยับยั้งการวางไข่ 55.37, 65.69, 77.19 และ 84.66% ที่ความเข้มข้น 1.25, 2.5, 5 และ 10% ตามลำดับ ที่เวลา 15 วัน (Jayakumar, 2010) สารสกัดหยาบจากใบครามป่า (*Tephrosia purpurea* (L.) Pers.) (วงศ์ Fabaceae) และแค (*Sesbania grandiflora* (L.) Poiret) วงศ์ (Fabaceae) ที่สกัดด้วยเอทานอล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงถั่วเขียว โดยพบอัตราการยับยั้งการวางไข่ 58.95 และ 61.19% ที่ความเข้มข้น 3% ตามลำดับ (Shifavanmathi *et al.*, 2010)

สารสกัดจากรากขี้เซา (โสมรสขม) (*Sophora flavescens* Aiton) (วงศ์ Fabaceae) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินของด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง โดยพบอัตราการยับยั้งการกิน 88.75 และ 59.78 % ที่ความเข้มข้น 500 ppm ที่เวลา 3 วัน ตามลำดับ (Liu *et al.*, 2007) สารสกัดจากใบกระถินบ้านที่สกัดด้วยน้ำร้อน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของตัวอ่อนระยะที่ 1 ของมอดแป้ง โดยพบอัตราการยับยั้งการกิน 27, 77 และ 93% ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3% ตามลำดับ ที่เวลา 5 วัน (Ishaaya *et al.*, 1991)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดเล็ก (*Cassia occidentalis* L.) (วงศ์ Fabaceae) ที่สกัดด้วยเฮกเซน มีสารในกลุ่ม fatty acid คือ linoleic acid, oleic acid, palmitic acid, stearic acid และสารผสมกรด 4 ชนิด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักไข่ของด้วงถั่วเขียว โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการยับยั้งการฟักไข่ 25.4, 59.4, 3.0, 6.1 และ 61.4% ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิลิตร/กิโลกรัม ตามลำดับ ที่เวลา 18 วัน (Lienard *et al.*, 1993)



ภาพที่ 1 ตัวงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*)

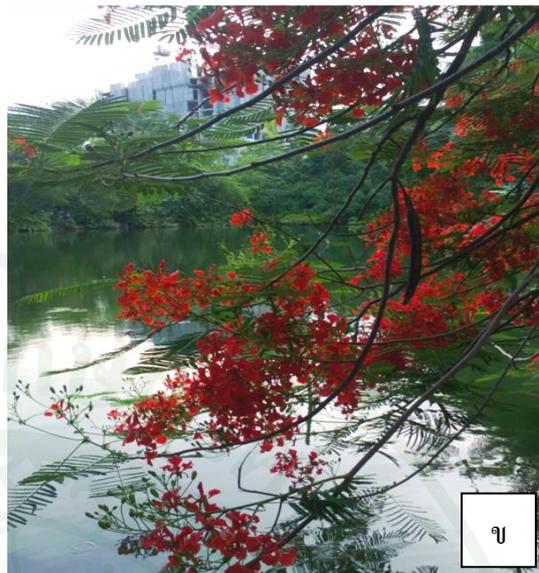
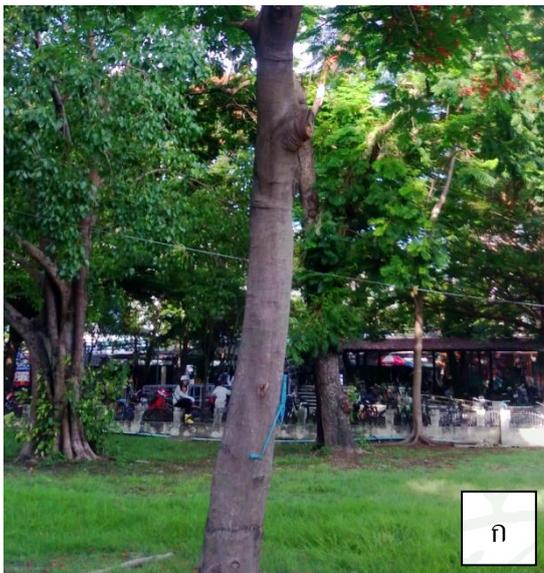
- ก) ไข่
- ข) หนอน
- ค) ดักแด้
- ง) ตัวเต็มวัย

ที่มา: Suthisut (2011)



ภาพที่ 2 มอดแป้ง (*Tribolium castaneum*)

- ก) ไข่
- ข) หนอน
- ค) ดักแด้
- ง) ตัวเต็มวัย



ภาพที่ 3 หางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*)

- ก) ลำต้น
- ข) ดอก
- ค) ฝัก
- ง) เมล็ด



ภาพที่ 4 ชุมเห็ดไทย (*Senna tora*)

- ก) ลำต้น
- ข) ราก
- ค) ฝัก
- ง) เมล็ด

ที่มา: Jain and Patil (2010)



ภาพที่ 5 กระถินบ้าน (*Leucaena glauca*)

- ก) ต้น
- ข) ดอก
- ค) ฝัก
- ง) เมล็ด

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การเลี้ยงแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง

แมลงที่ใช้ในการศึกษาคือด้วงงวงข้าวโพด (*S. zeamais*) และมอดแป้ง (*T. castaneum*) ได้มาจากกลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร การขยายพันธุ์ด้วงงวงข้าวโพดในห้องปฏิบัติการ กระทำโดยนำข้าวกล้องมาแช่แข็งไว้ประมาณ 7 วัน เพื่อกำจัดแมลงที่อาจติดมาด้วย จากนั้นนำข้าวกล้องไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 12-15 องศาเซลเซียส ก่อนนำข้าวกล้องมาใช้ควรปรับความชื้นของข้าวกล้องให้เหลือประมาณ 12-13% โดยการนำข้าวกล้องมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง นำข้าวกล้อง 250 กรัม (ภาพที่ 6-ก) เทลงไปในขวดแก้ว จากนั้นทาวาสลินบริเวณด้านในปากขวดเพื่อป้องกันตัวแมลงได้ออกมา ใส่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดลงไปจำนวน 300 ตัว แล้วปิดปากขวดด้วยกระดาษซับ (ภาพที่ 6-ข) เก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส (Danho *et al.*, 2002) ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% (David, 2007; Guedes *et al.*, 2010) ปล่อยแมลงไว้เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นนำตัวเต็มวัยออก และรอให้แมลงเกิดเป็นตัวเต็มวัยชุดใหม่จึงนำมาทดสอบ โดยแมลงที่ใช้ทดสอบอยู่ในระยะตัวเต็มวัยที่มีอายุประมาณ 7 วัน

การขยายพันธุ์มอดแป้งในห้องปฏิบัติการกระทำโดยนำรำละเอียด (ภาพที่ 6-ค) ไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง จากนั้นทำการร่อนรำละเอียดเพื่อกำจัดเศษต่างๆ ที่อาจติดมา แล้วจึงใส่รำละเอียดลงไปในขวดแก้วประมาณ 2 ใน 3 ของขวด และใส่ตัวเต็มวัยของมอดแป้งลงไปจำนวน 300 ตัว แล้วปิดปากขวดด้วยกระดาษซับ (ภาพที่ 6-ง) เก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส (Danho *et al.*, 2002) ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% (David, 2007; Guedes *et al.*, 2010) โดยปล่อยตัวเต็มวัยไว้เป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้นนำตัวเต็มวัยออก และรอให้แมลงเกิดเป็นตัวเต็มวัยชุดใหม่ จึงนำมาทดสอบ โดยแมลงที่ใช้ทดสอบอยู่ในระยะตัวเต็มวัยที่มีอายุประมาณ 7 วัน

## 2. การสกัดสารสกัดหยาบ

นำเมล็ดของพืช 3 ชนิด ได้แก่ หางนกยูงฝรั่ง (*D. regia*), ชุมเห็ดไทย (*S. tora*) และกระถินบ้าน (*L. glauca*) มาบดให้ละเอียด และอบให้แห้งในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดบดแห้งของพืชแต่ละชนิดจำนวน 2 กิโลกรัม มาทำการสกัดแบบเรียงลำดับ (Sequential solvent extraction) เริ่มจากตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำไปหาตัวทำละลายที่มีขั้วสูง ได้แก่ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ตามลำดับ โดยใส่ในขวดแก้วปากกว้าง เติมตัวทำละลายเฮกเซน 2.5 ลิตร ปิดฝาให้สนิท เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน (ภาพที่ 7-ก) หลังจากนั้นทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 (ภาพที่ 7-ข) นำสารสกัดที่ได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Vacuum rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 7-ค) จะได้สารสกัดหยาบเฮกเซน และน้ำกาก (Marc) ของพืชแต่ละชนิดที่เหลือจากการกรองครั้งที่ 1 นี้ ไปแช่ในตัวทำละลายชนิดต่อไปโดยใช้วิธีการเดียวกันจนครบทั้ง 3 ตัวทำละลาย จะได้สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน และสารสกัดหยาบเมทานอล (ภาพที่ 7-ง) เก็บสารสกัดหยาบที่ได้ใส่ขวดสีชา และเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10-12 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

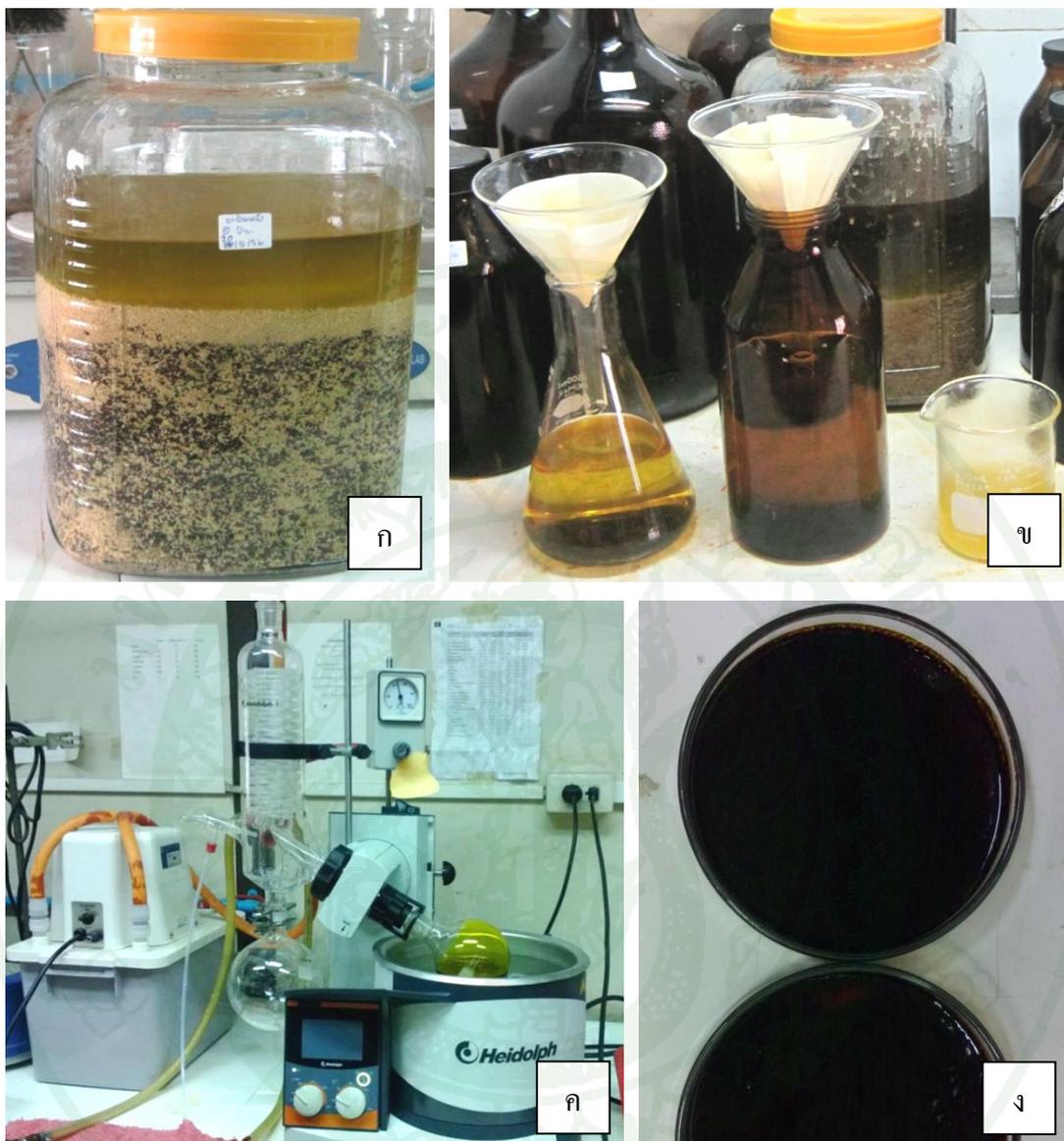
## 3. การเตรียมสารสกัดหยาบ

นำสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่เก็บไว้ในขวดสีชา มาทำการเจือจาง (ภาพที่ 8-ก) โดยสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน เจือจางด้วยเอทานอล 100% ส่วนสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอลเจือจางด้วยน้ำกลั่น (ภาพที่ 8-ข) จากนั้นผสมสารสกัดหยาบกับตัวทำละลายให้เข้ากัน โดยใช้เครื่อง vortex mixer (ภาพที่ 8-ค) ให้ได้สารสกัดหยาบเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% (ภาพที่ 8-ง)



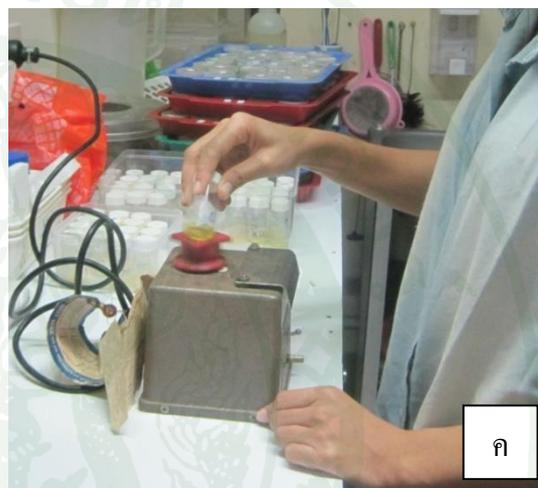
ภาพที่ 6 การเลี้ยงแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง

- ก) ข้าวกล้อง
- ข) การเลี้ยงด้วงวงข้าวโพด
- ค) ไรละเอียด
- ง) การเลี้ยงมอดแป้ง



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสกัดสารสกัดหยาบ

- ก) แช่เมล็ดพืชในตัวทำละลายอินทรีย์
- ข) กรองสารสกัดด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1
- ค) ระเหยสารสกัดด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ
- ง) สารสกัดหยาบ



ภาพ 8 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดหยาบ

ก) สารสกัดหยาบที่เก็บในขวดสีชา

ข) การเจือจางสารสกัดหยาบกับตัวทำละลาย

ค) การผสมสารสกัดหยาบกับตัวทำละลายโดยใช้เครื่อง vortex mixer

ง) สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9%

#### 4. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง

##### 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการไล่แมลง (Repellency Test)

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบในการไล่แมลง โดยการนำกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร มาตัดแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ใช้ไมโครปิเปตหยดสารสกัดหยาบเข้มข้น 1, 3, 5, 7 หรือ 9% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรองส่วนแรก ส่วนกระดาษกรองส่วนที่สองหยดเอทานอลหรือน้ำปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เพื่อใช้เป็นชุดควบคุม (ภาพที่ 9-ก) กระดาษกรองส่วนที่รับสารสกัดหยาบจะมีปริมาณเนื้อสาร 157.3, 471.8, 786.3, 1,100.9 และ 1,415.4 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร จากนั้นวางกระดาษกรองไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้สารละลายเอทานอลหรือน้ำระเหย เมื่อกระดาษกรองแห้งดีแล้วจึงใช้สก็อตเทปติดกระดาษกรองทั้ง 2 ส่วนทางด้านล่างให้ติดกัน และวางลงใน Petri-dish ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร (ภาพที่ 9-ข) โดยระวังไม่ให้กระดาษขวางการเคลื่อนที่ของแมลงจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง จากนั้นปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพด หรือมอดแป้ง จำนวน 10 ตัวที่บริเวณรอยต่อของกระดาษกรอง (ภาพที่ 9-ค) ปิดฝา Petri-dish และทำการจดบันทึกจำนวนแมลงในแต่ละส่วนของกระดาษกรอง หลังจากปล่อยแมลงแล้ว 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง (ภาพที่ 9-ง) (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ) นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาอัตราการไล่ (Percent Repellency) โดยใช้สูตร  $PR (\%) = [(N_c - N_r) / (N_c + N_r)] \times 100$  โดย  $N_c$  คือ จำนวนแมลงที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดเอทานอลหรือน้ำซึ่งเป็นชุดควบคุม และ  $N_r$  คือ จำนวนแมลงที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดสารละลาย แล้วจัดกลุ่มอัตราการไล่ออกเป็น 6 ระดับ ตามเกณฑ์ของ Roy *et al.* (2005) ดังนี้

ระดับ 0 = 0.01-0.1% หมายถึง ไม่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่

ระดับ 1 = 0.1-20% หมายถึง มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ต่ำมาก

ระดับ 2 = 20.1-40% หมายถึง มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ต่ำ

ระดับ 3 = 40.1-60% หมายถึง มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ปานกลาง

ระดับ 4 = 60.1-80% หมายถึง มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูง

ระดับ 5 = 80.1-100% หมายถึง มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงที่สุด

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

## 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารรม (Fumigant)

### 4.2.1 การทดสอบในตู้รมยา (Knockdown chamber)

นำตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดหรือมอดแป้ง จำนวน 10 ตัว ใส่ในขวดแก้วขนาดเล็ก (glass vial) ปิดปากขวดด้วยตาข่าย (ภาพที่ 10-ก) วางลงในเครื่อง knockdown chamber ซึ่งมีปริมาตร  $7.9128 \times 10^4$  ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วฉีดสารสกัดหยาบเข้มข้น 9% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ภาพที่ 10-ข) ซึ่งมีปริมาณเนื้อสารสกัดหยาบเท่ากับ 1.137 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร เข้าไปในตู้รมยา รมทิ้งไว้เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง (ภาพที่ 10-ค) (ใช้น้ำกลั่นและเอทานอลเป็นชุดควบคุม) จากนั้นนำขวดแก้วออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $70 \pm 5\%$  และตรวจนับอัตราการตายของแมลงที่เวลา 24 ชั่วโมง (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ) คำนวณอัตราการตายที่แท้จริงของแมลงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) และวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

### 4.2.2 การทดสอบในขวดแก้ว (Glass vial)

ตัดกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร หยอดสารสกัดหยาบเข้มข้น 9% ปริมาตรต่างๆ กันคือ 1, 1.5, 2.54, 3.51, 5, 8, 10, 12 หรือ 15 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรอง (ภาพที่ 11-ก) ปลอ่ยไว้ให้กระดาษกรองแห้ง จากนั้นฉีกกระดาษกรองลงใส่ขวดแก้วขนาดเล็ก (glass vial) (ภาพที่ 11-ข) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ปริมาตร 27 มิลลิลิตร ใส่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดหรือมอดแป้ง จำนวน 10 ตัว ลงในขวด (ภาพที่ 11-ค) แล้วปิดฝาขวดให้สนิท และใช้พาราฟิล์มพันบริเวณขอบฝาให้แน่น อัตราความเข้มข้นของสารสกัดหยาบในแต่ละกรรมวิธีเท่ากับ 37, 56, 94, 130, 185, 296, 370, 444 และ 556 ไมโครลิตร/ลิตรของอากาศ บันทึกอัตราการตายเมื่อเวลาผ่านไป 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ) คำนวณอัตราการตายที่แท้จริงของแมลงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) และใช้โปรแกรม Probit analysis (Finney, 1971) คำนวณหาค่า  $LC_{50}$  และ  $LC_{95}$  และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

### 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยวิธีการสัมผัส (Contact Test)

#### 4.3.1 การทดสอบโดยการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application)

ใช้ Burkard Arnold microapplicator (ภาพที่ 12-ก) หยดสารสกัดหยาบเข้มข้น 1, 3, 5, 7 หรือ 9% ลงบนบริเวณอกของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพดหรือมอดแป้ง ตัวละ 0.5 ไมโครลิตร (ภาพที่ 12-ข) สำหรับชุดควบคุมใช้เอทานอลหรือน้ำในปริมาณเดียวกัน โดยแมลง 1 ตัว จะได้รับสารสกัดหยาบในปริมาณ 5, 15, 25, 35 หรือ 45 ไมโครกรัม ตามลำดับ จากนั้นนำแมลงเก็บไว้ในถ้วยพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัว/ถ้วย ปิดฝาด้วยพลาสติกที่เจาะรูตรงกลางปิดด้วยตาข่าย แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ความชื้นสัมพัทธ์ 70±5% ให้อาหารแมลงหลังจากเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง บันทึกอัตราการตายของแมลงทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ) คำนวณอัตราการตายที่แท้จริงของแมลงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) และใช้โปรแกรม Probit analysis (Finney, 1971) คำนวณหาค่า  $LD_{50}$  และ  $LD_{95}$  และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

#### 4.3.2 การทดสอบโดยการให้แมลงสัมผัสสารตกค้างที่อยู่บนกระดาษกรอง

ใช้ไมโครปิเปตหยดสารสกัดหยาบเข้มข้น 1, 3, 5, 7 หรือ 9% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร (ภาพที่ 13-ก) และปล่อยให้กระดาษกรองแห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5-10 นาที โดยกระดาษกรองจะได้รับปริมาณสารสกัดหยาบ 157.3, 471.8, 786.3, 1,100.9 และ 1,415.4 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% ตามลำดับ จากนั้นนำกระดาษกรองไปวางใน Petri-dish พลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ปล่อยให้ตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดหรือมอดแป้งลงไปจำนวน 10 ตัว/ซ้ำ (ภาพที่ 13-ข) ปิดฝา Petri-dish โดยใช้ฝาพลาสติกที่เจาะรูตรงกลางปิดด้วยผ้าไนลอนหรือตาข่าย (ภาพที่ 13-ค) ให้อาหารแมลงหลังจากเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง บันทึกอัตราการตายของแมลงทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ) คำนวณอัตราการตายที่แท้จริงของแมลงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) และใช้โปรแกรม Probit analysis

(Finney, 1971) คำนวณหาค่า  $LC_{50}$  และ  $LC_{95}$  และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

#### 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant Test)

นำแป้งข้าวสาลี 10 กรัม (ภาพที่ 14-ก) ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ใช้ไมโครปิเปตดูดแป้งข้าวสาลีละลายน้ำกลั่นปริมาตร 200 ไมโครลิตร หยดลงบนถาดพลาสติก (ภาพที่ 14-ข) ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้งานแป้งข้าวสาลีที่แห้งสนิท จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดสารสกัดหยาบเข้มข้น 1, 3, 5, 7 หรือ 9% ปริมาตร 10 ไมโครลิตร หยดลงบนแผ่นแป้งข้าวสาลีทดสอบ (ภาพที่ 14-ค) ส่วนชุดควบคุมหยดด้วยเอทานอลหรือน้ำกลั่น และปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยประมาณ 5-10 นาที ก่อนจะนำงานแป้งข้าวสาลีทดสอบซึ่งน้ำหนักเริ่มต้นเทียบกับงานแป้งข้าวสาลีที่เป็นชุดควบคุม จากนั้นนำแผ่นแป้งข้าวสาลีวางลงในถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร โดยใช้แผ่นแป้งข้าวสาลี 2 แผ่น/ถ้วยพลาสติกสำหรับด้วงงวงข้าวโพด และ 1 แผ่น/ถ้วยพลาสติกสำหรับมอดแป้ง หลังจากนั้นนำแมลงตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ที่ถูกอดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไปชั่งน้ำหนักเริ่มต้น (ภาพที่ 14-ง) ก่อนที่จะใส่ตัวเต็มวัยแมลงลงไปถ้วยพลาสติกที่มีแป้งข้าวสาลี เมื่อครบ 3 วัน จึงทำการชั่งน้ำหนักแผ่นแป้งข้าวสาลีและน้ำหนักแมลงที่มีชีวิตอยู่ บันทึกจำนวนแมลงที่ตาย (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ) แล้วนำมาคำนวณหาค่าดัชนีการยับยั้งการกิน โดยใช้สูตร FDI (Feeding deterrence index) (%) =  $(C-T)/C \times 100$  เมื่อ C = ปริมาณการบริโภคแผ่นควบคุม (มิลลิกรัม) และ T = ปริมาณการบริโภคแผ่นทดสอบ (มิลลิกรัม) (Isman *et al.*, 1990) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| FDI (%) <20%      | ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการกิน     |
| 50% >FDI (%) ≥20% | มีฤทธิ์ยับยั้งการกินน้อย    |
| 70% >FDI (%) ≥50% | มีฤทธิ์ยับยั้งการกินปานกลาง |
| FDI (%) ≥70%      | มีฤทธิ์ยับยั้งการกินสูง     |

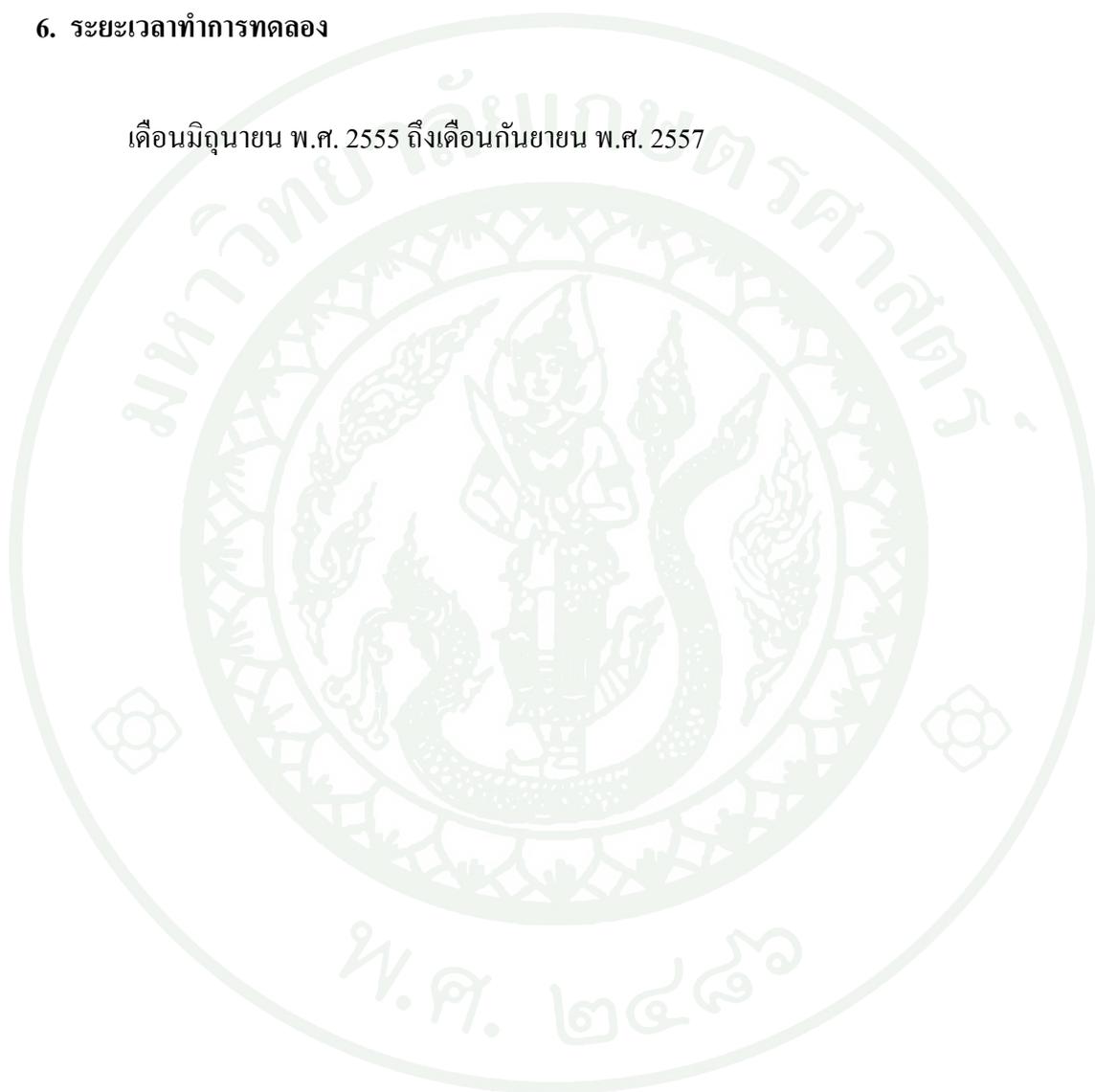
จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

**5. สถานที่**

ภาควิชาเคมีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

**6. ระยะเวลาทำการทดลอง**

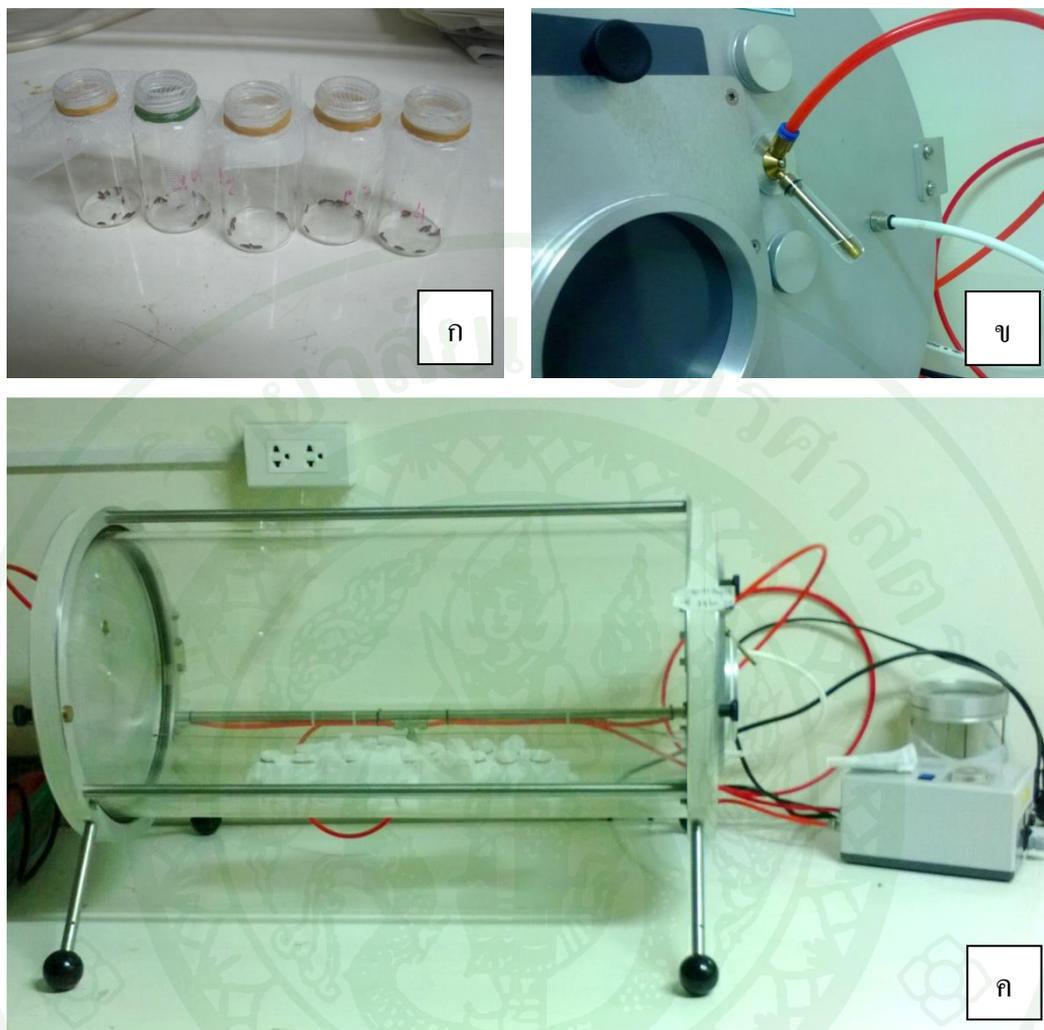
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557





**ภาพที่ 9** การทดสอบประสิทธิภาพในการไล่แมลง (Repellency Test)

- ก) การหยดสารสกัดขยายลงบนกระดาษกรอง
- ข) การใช้สก็อตเทปติดกระดาษกรองทั้ง 2 ส่วนทางด้านล่างให้ติดกัน และวางลงใน Petri-dish
- ค) การปล่อยแมลงลงบนกระดาษกรอง
- ง) จดบันทึกจำนวนแมลงในแต่ละส่วนของกระดาษกรอง ที่เวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง



ภาพที่ 10 การทดสอบประสิทธิภาพในการรมโดยทดสอบในตัวเมีย (Knockdown chamber)

ก) การเตรียมแมลงเพื่อใช้ในการรม

ข) สารสกัดหยาบที่ใส่ในหลอดแก้วขนาดเล็กเพื่อฉีดพ่น

ค) การรม โดยใช้เครื่อง Knockdown chamber เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 11 การทดสอบประสิทธิภาพในการรมโดยทดสอบในขวดแก้วขนาดเล็ก (Glass vial)

ก) การหยดสารสกัดหยาบลงบนกระดาษกรอง

ข) การฉีกกระดาษกรองลงใต้ฝา

ค) เมล่งที่เตรียมไว้เพื่อทำการทดลอง



ก

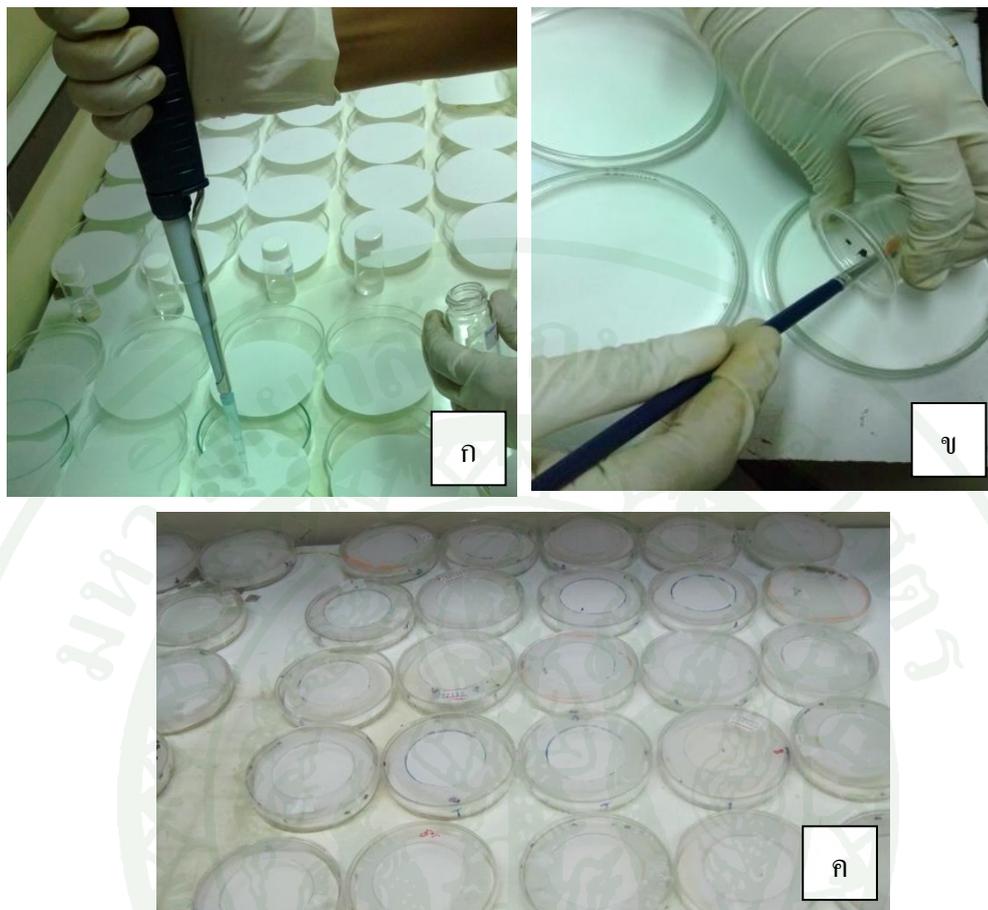


ข

ภาพที่ 12 การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง  
(Direct Application)

ก) Burkard Arnold microapplicator

ข) การหยดสารสกัดหยาบโดยใช้ Burkard Arnold microapplicator



**ภาพที่ 13** การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยให้แมลงสัมผัสสารตกค้างที่อยู่บน  
กระดวยกรอง

- ก) การหยดสารสกัดขยายลงบนกระดวยกรอง
- ข) การปล่อยตัวเต็มวัยของแมลงลงบนกระดวยกรอง
- ค) ปิดฝาและเช็คผล



## ผลและวิจารณ์

### ผล

#### 1. ผลการสกัดสารสกัดหยาบจากเมล็ดพืช

การสกัดสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด โดยแซ่เรียงลำดับจากตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำไปหาขั้วสูง ได้แก่ เฮกเซน ไคคลอโรมีเทน และเมทานอล พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิดมีปริมาณสารสกัดหยาบ และลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบพืชแต่ละชนิดในตัวทำละลายชนิดต่างๆ พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเมทานอลมีน้ำหนักสารมากกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น โดยมีน้ำหนัก 21.6 กรัม/พืช 1 กิโลกรัม ส่วนสารสกัดหยาบเฮกเซน และไคคลอโรมีเทน มีน้ำหนักสารที่ใกล้เคียงกันคือ 9.4 และ 9.1 กรัม/พืช 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าสารสกัดหยาบเมทานอลประมาณ 2 เท่า

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซน ไคคลอโรมีเทน และเมทานอล มีน้ำหนักสารใกล้เคียงกันคือ 18.0, 20.0 และ 19.4 กรัม ตามลำดับ สำหรับสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน ไคคลอโรมีเทน และเมทานอล มีน้ำหนักสาร 20.2, 27.1 และ 15.1 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งและกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน และไคคลอโรมีเทน จะมีลักษณะเป็นของเหลว ในขณะที่เมล็ดหางนกยูงฝรั่งและกระถินบ้านที่สกัดด้วยเมทานอล และเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด จะได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะเหนียวหนืด

**ตารางที่ 1** ปริมาณสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

| พืช                                  | ตัวทำละลาย   | น้ำหนักสารสกัดหยาบ<br>(กรัม/พืช 1 กิโลกรัม) | ลักษณะทางกายภาพ           |
|--------------------------------------|--------------|---|---------------------------|
| หางนกยูงฝรั่ง<br>( <i>D. regia</i> ) | เฮกเซน       | 9.4   | น้ำมันสีเหลืองใส          |
|                                      | ไดคลอโรมีเทน | 9.1   | น้ำมันสีเหลืองอมน้ำตาล    |
|                                      | เมทานอล      | 21.6  | สีน้ำตาลเหนียวเล็กน้อย    |
| ชุมเห็ดไทย<br>( <i>S. tora</i> )     | เฮกเซน       | 18.0  | สีเหลือง ผิวมัน หนืด      |
|                                      | ไดคลอโรมีเทน | 20.0  | สีดำ ลักษณะเหนียวหนืด     |
|                                      | เมทานอล      | 19.4  | สีดำ ลักษณะเหนียวหนืด     |
| กระถินบ้าน<br>( <i>L. glauca</i> )   | เฮกเซน       | 20.2  | น้ำมันสีเหลืองใส          |
|                                      | ไดคลอโรมีเทน | 27.1  | น้ำมันสีเหลืองใส          |
|                                      | เมทานอล      | 15.1  | สีเหลืองเข้ม ลักษณะเหนียว |

## 2. การทดสอบประสิทธิภาพในการไล่แมลง (Repellency Test)

การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยตัวทำละลายทุกชนิด มีอัตราการไล่เฉลี่ยต่ำกว่า 50% ในทุกชั่วโมงการทดลอง (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไล่แมลงในตัวทำละลายแต่ละชนิด พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซน พบอัตราการไล่เฉลี่ยมีค่าต่ำและมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ต่ำเท่ากับ 30.0% ที่ความเข้มข้น 3% (v/v) ที่เวลา 4 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยอัตราการไล่คงที่เมื่อเวลาผ่านไป 5 ชั่วโมง สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน พบอัตราการไล่เฉลี่ยมีค่าต่ำและมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในชั่วโมงแรกของการทดลองยกเว้นที่ความเข้มข้น 9% โดยพบอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ต่ำเท่ากับ 22.0% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 3 ชั่วโมง และอัตราการไล่เฉลี่ยมีค่าต่ำลงเมื่อเวลามากขึ้น (ตารางที่ 2) และสารสกัดหยาบเมทานอลพบอัตราการไล่เฉลี่ยมีแนวโน้ม

เพิ่มขึ้นที่ความเข้มข้น 5 และ 7% และลดลงที่ความเข้มข้น 9% โดยพบอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ปานกลางเท่ากับ 48.0% ที่ความเข้มข้น 7 (w/v) ที่เวลา 3 ชั่วโมง ตามมาด้วย 47.0% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ที่เวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งอัตราการไล่เฉลี่ยที่ความเข้มข้น 7 และ 9% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับอัตราการไล่เฉลี่ยที่ความเข้มข้น 1 และ 3% (ตารางที่ 2)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด มีผลในการไล่ด้วงวงข้าวโพดค่อนข้างน้อย โดยอัตราการไล่เฉลี่ยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 50% (ตารางที่ 3) สารสกัดหยาบเฮกเซนมีอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ต่ำ เท่ากับ 32.0 และ 40.0% ที่ความเข้มข้น 7% (w/v) ที่เวลา 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น สำหรับสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน มีอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูง 64.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 3 ชั่วโมง และหลังจากนั้นอัตราการไล่เฉลี่ยลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) อัตราการไล่เฉลี่ยของสารสกัดหยาบเมทานอลส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ปานกลาง เท่ากับ 56.0% ที่ความเข้มข้น 5% (w/v) ที่เวลา 1 ชั่วโมง ตามมาด้วย 54.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นอัตราการไล่เฉลี่ยลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นที่เวลา 1 ชั่วโมง (ตารางที่ 3)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน มีอัตราการไล่เฉลี่ยต่ำ (ตารางที่ 4) โดยพบอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ต่ำ เท่ากับ 28.0% ที่ความเข้มข้น 3 และ 5% (v/v) ที่เวลา 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน มีอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงเท่ากับ 76.0% ที่ความเข้มข้น 3% (v/v) ที่เวลา 5 ชั่วโมง และอัตราการไล่เฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ยกเว้นที่ความเข้มข้น 7% (ตารางที่ 4) สำหรับสารสกัดหยาบเมทานอลมีอัตราการไล่เฉลี่ยต่ำกว่า 50% โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ต่ำเท่ากับ 32.0% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ที่เวลา 5 ชั่วโมง (ตารางที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไล่เฉลี่ยของสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิดในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ต่อด้วงวงข้าวโพด พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน มี

อัตราการไล่สูงที่สุด โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงเท่ากับ 76.0% ที่ความเข้มข้น 3% (v/v) ที่เวลา 5 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) รองลงมาคือเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยไคโคลโรมีเทน โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงเท่ากับ 64.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 3 ชั่วโมง (ตารางที่ 3) ตามมาด้วยเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอลซึ่งมีอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ปานกลางเท่ากับ 56.0% ที่ความเข้มข้น 5% (w/v) ที่เวลา 1 ชั่วโมง (ตารางที่ 3)

การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไคโคลโรมีเทน และเมทานอลต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนมีอัตราการไล่เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงเท่ากับ 74.0% ที่ความเข้มข้น 1% (v/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง โดยอัตราการไล่ส่วนใหญ่มีค่าสูงที่เวลา 2 และ 3 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) สารสกัดหยาบไคโคลโรมีเทนมีอัตราการไล่เฉลี่ยต่ำในต้นชั่วโมงและสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 3 ของการทดลอง ยกเว้นที่ความเข้มข้น 5% โดยอัตราการไล่สูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงเท่ากับ 78.0% ที่ความเข้มข้น 1% (v/v) ที่เวลา 3 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) อัตราการไล่เฉลี่ยของสารสกัดหยาบเมทานอลมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงที่สุดเท่ากับ 96.0% ที่ความเข้มข้น 7% (w/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง (ตารางที่ 5)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซน มีอัตราการไล่เฉลี่ยค่อนข้างลดลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น โดยอัตราการไล่สูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ปานกลางเท่ากับ 54.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 3 ชั่วโมง (ตารางที่ 6) สารสกัดหยาบไคโคลโรมีเทนมีอัตราการไล่เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ปานกลางเท่ากับ 58.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 4 ชั่วโมง (ตารางที่ 6) สารสกัดหยาบเมทานอลส่วนใหญ่มีอัตราการไล่เฉลี่ยมากกว่า 50% ยกเว้นที่ความเข้มข้น 9% (w/v) โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงเท่ากับ 86.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง (ตารางที่ 6)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซนมีอัตราการไล่เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงที่สุดเท่ากับ 96.0% ที่ความเข้มข้น 3% (v/v) ที่เวลา 3 และ 4 ชั่วโมง (ตารางที่ 7) สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนมีอัตราการไล่เฉลี่ยลดลงที่ความเข้มข้น 7% โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงที่สุดเท่ากับ 96.0% ที่ความเข้มข้น 1% (v/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง (ตารางที่ 7) อัตราการไล่เฉลี่ยของสารสกัดหยาบเมทานอลมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น โดยอัตราการไล่เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงเท่ากับ 64.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 5 ชั่วโมง (ตารางที่ 7)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไล่เฉลี่ยของสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ต่อมอดแปง พบว่าในจำนวนสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีเพียง 3 สารสกัดหยาบที่มีอัตราการไล่อยู่ในระดับที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่สูงที่สุด ได้แก่ เมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน มีอัตราการไล่ 96.0% ที่ความเข้มข้น 3% (v/v) ที่เวลา 3 และ 4 ชั่วโมง (ตารางที่ 7) สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน มีอัตราการไล่ 96.0% ที่ความเข้มข้น 1% (v/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง (ตารางที่ 7) สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเมทานอลมีอัตราการไล่ 96.0% ที่ความเข้มข้น 7% (w/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง และสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอล มีอัตราการไล่ 86.0% ที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ที่เวลา 2 ชั่วโมง (ตารางที่ 6)

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ของสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในตัวทำละลายชนิดต่างๆ พบว่าสารสกัดหยาบส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแปงได้ดีกว่าด้วงงวงข้าวโพด

ตารางที่ 2 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดทานกยุงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | อัตราการไล่เฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง (Mean±SE) <sup>1/</sup> |             |             |             |             |
|--------------|---------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
|              |                     | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| เฮกเซน       | 1                   | -8.0±6.8a   | 24.0±10.2a  | 8.0±12.3a   | 12.0±18.1a  | 6.0±14.3a   |
|              | 3                   | 0.0±14.9a   | 22.0±15.0a  | 10.0±13.4a  | 30.0±14.9a  | 30.0±15.5a  |
|              | 5                   | -8.0±9.9a   | 3.1±13.4a   | -4.0±13.6a  | -4.0±11.0a  | 0.0±12.6a   |
|              | 7                   | 2.0±11.3a   | 8.0±14.9a   | 4.0±16.2a   | 2.0±13.8a   | -10.0±12.3a |
|              | 9                   | -8.0±10.8a  | -2.0±11.3a  | -8.0±13.0a  | 0.0±16.0a   | 2.0±14.7a   |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.202   | 0.768       | 0.315       | 0.826       | 1.129       |
|              | P                   | 0.936   | 0.552       | 0.867       | 0.516       | 0.355       |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 8.0±12.0a   | 2.0±13.4a   | -10.0±16.9a | -18.0±14.7a | -20.0±8.4a  |
|              | 3                   | 16.0±12.5a  | 10.0±11.2a  | 20.0±18.6a  | -20.0±9.4a  | -20.0±5.1a  |
|              | 5                   | 16.0±14.8a  | 10.0±9.0a   | -14.0±6.0a  | 4.0±13.9a   | -16.0±19.0a |
|              | 7                   | 18.0±14.7a  | -4.0±12.2a  | -10.0±16.9a | -12.0±9.0a  | -12.0±16.6a |
|              | 9                   | 2.0±16.7a   | 18.0±10.5a  | 22.0±12.4a  | 16.0±8.8a   | 20.0±13.9a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.226   | 0.547       | 1.426       | 1.612       | 1.526       |
|              | P                   | 0.923   | 0.702       | 0.241       | 0.188       | 0.211       |
| เมทานอล      | 1                   | -26.0±14.9b   | -4.0±16.5c  | 0.0±12.2b   | -2.0±13.1b  | -12.0±14.3b |
|              | 3                   | 12.0±12.3a  | -2.0±11.7bc | 0.0±7.8b    | 0.0±11.5b   | 16.0±13.6ab |
|              | 5                   | 36.0±6.5a   | 32.0±9.0ab  | 30.0±9.5ab  | 38.0±9.1ab  | 32.0±9.9ab  |
|              | 7                   | 46.0±9.9a   | 44.0±7.7ab  | 48.0±9.0a   | 40.0±7.3a   | 36.0±9.8a   |
|              | 9                   | 38.0±10.9a  | 32.0±10.8a  | 47.0±12.2a  | 28.0±12.3a  | 24.0±13.9a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 6.739   | 3.584       | 5.306       | 3.497       | 2.327       |
|              | P                   | 0.000   | 0.013       | 0.001       | 0.014       | 0.071       |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 3 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | อัตราการไล่เฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง (Mean±SE) <sup>1/</sup> |             |            |             |              |
|--------------|---------------------|---|-------------|------------|-------------|--------------|
|              |                     | 1   | 2           | 3          | 4           | 5            |
| เฮกเซน       | 1                   | 2.0±14.1a   | 2.0±16.4a   | -6.0±13.0a | -20.0±11.1a | -20.0±15.4a  |
|              | 3                   | 8.0±15.2a   | 2.0±17.2a   | 12.0±19.6a | 18.0±21.5a  | 14.0±20.8a   |
|              | 5                   | 4.0±13.9a   | 8.0±19.6a   | 18.0±12.0a | 12.0±17.4a  | 22.0±17.2a   |
|              | 7                   | 32.0±9.0a   | 40.0±4.2a   | 24.0±6.5a  | 8.0±7.4a    | -8.0±17.6a   |
|              | 9                   | 16.0±14.2a  | 10.0±11.6a  | 12.0±15.5a | 24.0±20.4a  | 34.0±11.9a   |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.884   | 0.526       | 1.366      | 0.952       | 0.619        |
|              | P                   | 0.481   | 0.717       | 0.261      | 0.443       | 0.651        |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 60.0±11.1ab   | 44.0±12.9ab | 64.0±4.9ab | 44.0±8.8ab  | 44.0±7.7a    |
|              | 3                   | 32.0±8.0ab  | 28.0±17.1a  | 52.0±9.0b  | 52.0±13.7a  | 52.0±22.5a   |
|              | 5                   | 12.0±11.2a  | 28.0±8.0ab  | 44.0±4.9ab | 24.0±7.7a   | 48.0±9.0a    |
|              | 7                   | 40.0±9.4b   | 40.0±4.2ab  | 32.0±6.8ab | 34.0±6.7b   | 48.0±6.8b    |
|              | 9                   | 4.0±11.4ab  | 8.0±16.3b   | 32.0±6.8b  | 38.0±13.4b  | 60.0±14.6ab  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 2.728   | 2.344       | 1.615      | 3.108       | 2.976        |
|              | P                   | 0.041   | 0.069       | 0.187      | 0.024       | 0.029        |
| เมทานอล      | 1                   | 32.0±8.5a   | 54.0±12.6a  | 26.0±10.3a | 14.0±10.3b  | 28.0±12.3b   |
|              | 3                   | 44.0±4.9ab  | 20.0±8.4a   | 10.0±10.4a | 40.0±11.9ab | 22.0±10.5ab  |
|              | 5                   | 56.0±11.4ab   | 48.0±12.3a  | 22.0±10.0a | -8.0±8.0a   | -18.0±13.1ab |
|              | 7                   | 20.0±11.1a  | 26.0±8.9a   | 28.0±9.0a  | -8.0±6.1a   | 2.0±11.7ab   |
|              | 9                   | 26.0±7.9b   | 8.0±12.0a   | 24.0±12.9a | -8.0±14.6a  | -14.0±7.9a   |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 2.851   | 0.674       | 1.095      | 2.365       | 1.427        |
|              | P                   | 0.034   | 0.613       | 0.370      | 0.067       | 0.241        |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 4 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | อัตราการไล่เฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง (Mean±SE) <sup>1/</sup> |             |             |              |             |
|--------------|---------------------|---|-------------|-------------|--------------|-------------|
|              |                     | 1   | 2           | 3           | 4            | 5           |
| เฮกเซน       | 1                   | 10.0±12.7a  | -6.0±11.1a  | -14.0±13.3a | 18.0±19.8a   | 4.0±20.4a   |
|              | 3                   | -20.0±12.2a   | 14.0±11.5a  | 28.0±12.0a  | 16.0±14.8a   | -18.0±18.9a |
|              | 5                   | 6.0±10.3a   | 8.0±12.7a   | 6.0±13.6a   | 28.0±8.0a    | 24.0±7.1a   |
|              | 7                   | 2.0±12.4a   | 8.0±14.0a   | -12.0±17.6a | -8.0±18.4a   | 12.0±22.3a  |
|              | 9                   | -8.0±15.8a  | -6.0±13.0a  | 8.0±15.8a   | 26.0±7.9a    | 8.0±24.0a   |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.884   | 0.526       | 1.366       | 0.952        | 0.619       |
|              | P                   | 0.481   | 0.717       | 0.261       | 0.443        | 0.651       |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 44.0±10.2a  | 62.0±10.5ab | 34.0±13.3ab | 48.0±12.0ab  | 60.0±13.3a  |
|              | 3                   | 38.0±9.1ab  | 66.0±9.4a   | 62.0±9.6a   | 66.0±12.6a   | 76.0±9.81a  |
|              | 5                   | 60.0±10.7a  | 60.0±16.6ab | 46.0±12.3ab | 64.0±11.8a   | 54.0±14.0a  |
|              | 7                   | 2.0±17.7b   | 24.0±19.0ab | 20.0±19.3ab | 6.0±18.8b    | 4.0±21.6b   |
|              | 9                   | 18.0±18.0ab   | 16.0±19.2b  | 12.0±21.1b  | 16.0±20.6b   | 28.0±20.4ab |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 2.728   | 2.344       | 1.615       | 3.108        | 2.976       |
|              | P                   | 0.041   | 0.069       | 0.187       | 0.024        | 0.029       |
| เมทานอล      | 1                   | 14.0±7.3a   | -16.0±16.8a | -22.0±10.9a | -34.0±6.0b   | -24.0±12.2a |
|              | 3                   | -18.0±11.7ab  | 20.0±15.7a  | 2.0±11.3a   | -14.0±14.0ab | -2.0±20.5ab |
|              | 5                   | -12.0±14.6ab  | 0.0±16.0a   | 8.0±17.1a   | 12.0±16.3ab  | 8.0±16.3ab  |
|              | 7                   | 18.0±14.1a  | 8.0±12.0a   | 18.0±8.1a   | 14.0±11.9a   | -6.0±12.6ab |
|              | 9                   | -32.0±14.0b   | 12.0±21.3a  | 0.0±19.5a   | 20.0±21.5a   | 32.0±21.9a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 2.851   | 0.674       | 1.095       | 2.365        | 1.427       |
|              | P                   | 0.034   | 0.613       | 0.370       | 0.067        | 0.241       |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 5 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัด  
 หยาดจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

| ตัวทำ<br>ละลาย   | ความเข้มข้น<br>(%) | อัตราการไล่เฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง (Mean±SE) <sup>1/</sup> |             |             |            |             |
|------------------|--------------------|---|-------------|-------------|------------|-------------|
|                  |                    | 1   | 2           | 3           | 4          | 5           |
| เฮกเซน           | 1                  | 60.0±14.3a  | 74.0±6.0a   | 62.0±12.8a  | 56.0±12.9a | 42.0±23.0a  |
|                  | 3                  | 38.0±13.1a  | 36.0±20.2ab | 34.0±20.0ab | 24.0±21.9a | 32.0±20.5a  |
|                  | 5                  | 30.0±11.3ab   | 60.0±17.6a  | 48.0±18.9ab | 46.0±19.6a | 34.0±14.3a  |
|                  | 7                  | -2.0±12.1bc   | 22.0±17.5ab | 10.0±22.4ab | 18.0±21.0a | 6.0±19.3a   |
|                  | 9                  | -16.0±14.8c   | -10.0±19.1b | -2.0±22.0b  | 0.0±25.6a  | 10.0±22.9a  |
|                  |                    | F <sub>(4,49)</sub>                                     | 5.433       | 3.794       | 1.828      | 1.179       |
|                  | P                  | 0.001   | 0.010       | 0.140       | 0.333      | 0.656       |
| ไดคลอ<br>โรมีเทน | 1                  | 42.0±14.1ab   | 56.0±18.1a  | 78.0±11.7a  | 56.0±19.7a | 58.0±10.5a  |
|                  | 3                  | 38.0±16.5ab   | 36.0±17.8a  | 60.0±19.3a  | 42.0±18.7a | 40.0±13.7a  |
|                  | 5                  | 50.0±11.3ab   | 34.0±14.9a  | 38.0±16.7a  | 36.0±15.4a | 32.0±16.9a  |
|                  | 7                  | 66.0±11.9a  | 64.0±11.5a  | 72.0±12.7a  | 64.0±8.3a  | 54.0±11.9a  |
|                  | 9                  | 8.0±20.3b   | 54.0±14.0a  | 52.0±13.1a  | 50.0±15.8a | 52.0±11.6a  |
|                  |                    | F <sub>(4,49)</sub>                                     | 1.961       | 0.724       | 1.313      | 0.473       |
|                  | P                  | 0.117   | 0.580       | 0.354       | 0.755      | 0.609       |
| เมทานอล          | 1                  | 40.0±17.4a  | 32.0±20.9b  | 56.0±19.5b  | 40.0±20.7b | 24.0±11.5b  |
|                  | 3                  | 72.0±3.3a   | 88.0±5.3a   | 92.0±3.3a   | 60.0±7.3ab | 52.0±6.8ab  |
|                  | 5                  | 60.0±20.2a  | 44.0±18.6b  | 68.0±12.4ab | 80.0±7.3a  | 52.0±12.4ab |
|                  | 7                  | 56.0±19.5a  | 96.0±2.7a   | 84.0±5.0ab  | 72.0±5.3ab | 64.0±8.8a   |
|                  | 9                  | 68.0±7.4a   | 84.0±5.0a   | 80.0±6.7ab  | 72.0±8.0ab | 76.0±8.3a   |
|                  |                    | F <sub>(4,49)</sub>                                     | 0.671       | 4.908       | 1.630      | 1.943       |
|                  | P                  | 0.616   | 0.002       | 0.183       | 0.120      | 0.008       |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี  
 ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range  
 Test

ตารางที่ 6 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัด  
 หยาดจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

| ตัวทำ<br>ละลาย   | ความเข้มข้น<br>(%)  | อัตราการไล่เฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง (Mean±SE) <sup>1/</sup> |             |             |             |             |
|------------------|---------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                  |                     | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| เฮกเซน           | 1                   | 26.0±19.1a  | 22.0±21.0a  | 54.0±21.3a  | 38.0±21.2a  | 34.0±17.9ab |
|                  | 3                   | 18.0±21.2a  | 22.0±26.9a  | 20.0±27.6a  | 26.0±23.1a  | 42.0±20.3a  |
|                  | 5                   | 12.0±17.4a  | 20.0±22.3a  | 18.0±20.3a  | 24.0±20.8a  | 40.0±16.3a  |
|                  | 7                   | 0.0±16.9a   | 18.0±23.2a  | 4.0±25.6a   | -2.0±25.6a  | 2.0±25.2ab  |
|                  | 9                   | -2.0±23.7a  | -6.0±26.0a  | -20.0±26.5a | -16.0±27.1a | -28.0±25.9b |
|                  | F <sub>(4,49)</sub> | 0.573   | 0.249       | 1.213       | 0.881       | 2.001       |
|                  | P                   | 0.683   | 0.909       | 0.319       | 0.483       | 0.111       |
| ไดคลอ<br>โรมีเทน | 1                   | 26.0±20.7a  | 46.0±17.1a  | 56.0±19.0a  | 58.0±17.8a  | 32.0±19.6a  |
|                  | 3                   | 22.0±18.2a  | 32.0±23.5a  | 38.0±24.5a  | 36.0±22.7a  | 34.0±24.6a  |
|                  | 5                   | -2.0±18.7a  | -18.0±23.0a | 2.0±22.6a   | 4.0±20.8a   | -2.0±22.6a  |
|                  | 7                   | 2.0±23.0a   | 4.0±25.1a   | -2.0±29.4a  | 0.0±30.0a   | 6.0±27.8a   |
|                  | 9                   | -28.0±18.7a   | -16.0±26.1a | -22.0±26.6a | -6.0±28.0a  | -24.0±26.6a |
|                  | F <sub>(4,49)</sub> | 1.177   | 1.524       | 1.656       | 1.282       | 0.994       |
|                  | P                   | 0.334   | 0.211       | 0.177       | 0.291       | 0.420       |
| เมทานอล          | 1                   | 56.0±7.8ab  | 86.0±4.3a   | 70.0±6.1a   | 68.0±12.7a  | 76.0±7.2a   |
|                  | 3                   | 76.0±6.5a   | 80.0±4.2ab  | 76.0±5.0a   | 64.0±6.5ab  | 56.0±10.7ab |
|                  | 5                   | 76.0±5.0a   | 80.0±4.2ab  | 76.0±5.0a   | 44.0±12.2ab | 32.0±15.5b  |
|                  | 7                   | 56.0±12.9ab   | 52.0±18.2b  | 40.0±18.9a  | 48.0±19.6ab | 20.0±18.9b  |
|                  | 9                   | 28.0±12.0b  | 48.0±14.0b  | 40.0±20.0a  | 18.0±20.8b  | 30.0±17.4b  |
|                  | F <sub>(4,49)</sub> | 4.427   | 2.790       | 2.092       | 1.681       | 2.433       |
|                  | P                   | 0.004   | 0.042       | 0.098       | 0.171       | 0.061       |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี  
 ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range  
 Test

ตารางที่ 7 อัตราการไล่ตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัด  
 หยาดจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

| ตัวทำ<br>ละลาย   | ความเข้มข้น<br>(%)  | อัตราการไล่เฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง (Mean±SE) <sup>1/</sup> |             |             |             |             |
|------------------|---------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                  |                     | 1   | 2           | 3           | 4           | 5           |
| เฮกเซน           | 1                   | 46.0±11.2ab   | 70.0±10.4a  | 70.0±10.9a  | 50.0±14.4ab | 60.0±9.9a   |
|                  | 3                   | 66.0±8.5a   | 60.0±10.7a  | 96.0±2.7a   | 96.0±2.7a   | 66.0±7.3a   |
|                  | 5                   | 36.0±17.3ab   | 34.0±16.1ab | 38.0±21.4ab | 38.0±23.9ab | 48.0±21.1a  |
|                  | 7                   | -4.0±21.7b  | -10.0±24.6b | 4.0±26.0ab  | 0.0±26.5b   | 8.0±25.3b   |
|                  | 9                   | -6.0±22.3b  | -20.0±30.1b | -28.0±27.0c | -10.0±26.9b | -28.0±26.9b |
|                  | F <sub>(4,49)</sub> | 3.424   | 4.111       | 6.216       | 4.073       | 4.056       |
|                  | P                   | 0.016   | 0.006       | 0.000       | 0.007       | 0.007       |
| ไดคลอ<br>โรมีเทน | 1                   | 76.0±6.5a   | 96.0±2.7a   | 76.0±7.8a   | 88.0±3.3a   | 76.0±7.8a   |
|                  | 3                   | 52.0±8.0ab  | 72.0±8.0ab  | 72.0±6.8a   | 76.0±10.7a  | 52.0±6.8a   |
|                  | 5                   | 54.0±15.1ab   | 72.0±15.5ab | 54.0±14.9ab | 56.0±23.6a  | 56.0±19.7a  |
|                  | 7                   | 22.0±22.8b  | 38.0±19.9b  | 14.0±20.5b  | 34.0±22.3a  | 30.0±24.1a  |
|                  | 9                   | 32.0±20.9ab   | 32.0±21.3b  | 46.0±25.5ab | 48.0±23.1a  | 48.0±22.4a  |
|                  | F <sub>(4,49)</sub> | 1.692   | 3.044       | 2.201       | 1.366       | 0.866       |
|                  | P                   | 0.169   | 0.026       | 0.084       | 0.261       | 0.492       |
| เมทานอล          | 1                   | 46.0±10.3a  | 52.0±11.6a  | 62.0±12.1a  | 56.0±12.1a  | 64.0±12.6a  |
|                  | 3                   | 18.0±12.1a  | 54.0±17.7a  | 56.0±9.8a   | 40.0±9.8a   | 20.0±16.1a  |
|                  | 5                   | 28.0±13.4a  | 62.0±14.7a  | 54.0±16.6a  | 54.0±16.9a  | 58.0±13.5a  |
|                  | 7                   | 24.0±13.6a  | 14.0±22.1a  | 20.0±28.9a  | 40.0±24.0a  | 12.0±28.0a  |
|                  | 9                   | 14.0±21.7a  | 30.0±23.7a  | 38.0±23.0a  | 34.0±25.5a  | 32.0±21.1a  |
|                  | F <sub>(4,49)</sub> | 0.707   | 1.145       | 0.770       | 0.260       | 1.442       |
|                  | P                   | 0.591   | 0.348       | 0.550       | 0.902       | 0.236       |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี  
 ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range  
 Test

### 3. การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารรม (Fumigant)

#### 3.1 การทดสอบในตู้รมยา (Knockdown chamber)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไคลลอร์มีเทน และเมทานอล ในการเป็นสารรมตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง โดยทดสอบในตู้รมยา (Knockdown chamber) ขนาด  $7.9128 \times 10^4$  ลูกบาศก์เซนติเมตร สารสกัดหยาบที่ใช้มีความเข้มข้น 9% ซึ่งมีปริมาณสาร 1.137 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จากการทดลองพบว่าที่เวลา 24 ชั่วโมง สารสกัดหยาบทั้ง 3 ชนิดไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่อด้วงงวงข้าวโพด (ตารางที่ 8) โดยค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดสูงสุด 1.0% หลังจากถูกรุมด้วยสารสกัดหยาบเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยไคลลอร์มีเทน

ที่เวลา 48 ชั่วโมง สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยไคลลอร์มีเทนมีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่อด้วงงวงข้าวโพดดีที่สุด โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 36.0% (v/v) ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) (ตารางที่ 9) ซึ่งค่าเฉลี่ยอัตราการตายแตกต่างกับค่าเฉลี่ยอัตราการตายในชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยและกระถินบ้านในตัวทำละลายทุกชนิด มีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดอยู่ในช่วง 1.0-8.0% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ตามลำดับ

ที่เวลา 72 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง และชุมเห็ดไทย มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมด้วงงวงข้าวโพดได้ดี ทั้งนี้สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยไคลลอร์มีเทนมีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่อด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 77.5% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ซึ่งค่าเฉลี่ยอัตราการตายมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดในตัวทำละลายชนิดอื่นและชุดควบคุม (ตารางที่ 10) รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซน มีค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 53.1% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับตัวทำละลายไคลลอร์มีเทน (ตารางที่ 10) ในขณะที่สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านและหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดเพียง 26.0-27.0% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) (ตารางที่ 10)

การทดสอบประสิทธิภาพในการหมักโดยทดสอบในตู้หมัก ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดทานตะวัน ผงชูรส และกระเทียม ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไคลลอร์โรมีเทน และเมทานอล ที่ความเข้มข้น 9% ต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง พบว่า สารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลทำให้มอดแป้งตายที่ทุกระยะเวลาของการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิดในตัวทำลายที่แตกต่างกัน จากการทดสอบในตู้หมักพบว่าสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่อด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือสารสกัดหยาบจากเมล็ดทานตะวันที่สกัดด้วยด้วยไคลลอร์โรมีเทน โดยให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพด 77.5% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 72 ชั่วโมง รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากเมล็ดชูรสที่สกัดด้วยเฮกเซน ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 53.1% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 72 ชั่วโมง ตามมาด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดชูรสที่สกัดด้วยไคลลอร์โรมีเทนให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 49.0% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 72 ชั่วโมง สำหรับสารสกัดหยาบในตัวทำลายชนิดอื่นๆ นั้นมีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่ำ โดยให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายต่ำกว่า 36% และสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่อมอดแป้ง

**ตารางที่ 8** อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 9% ในกรรมโดยทดสอบในตู้รวมยา ที่เวลา 24 ชั่วโมง

| ตัวทำละลาย           | ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |            |            | F <sub>(2,29)</sub> | P     |
|----------------------|--|------------|------------|---------------------|-------|
|                      | พืชทดสอบ   |            |            |                     |       |
|                      | หางนกยูงฝรั่ง                                    | ชุมเห็ดไทย | กระถินบ้าน |                     |       |
| เฮกเซน               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | -                   | -     |
| ไดคลอโรมีเทน         | 0.0±0.0A   | 0.0±0.0A   | 1.0±1.0aA  | 1.000               | 0.381 |
| เมทานอล              | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | -                   | -     |
| ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | -                   | -     |
| ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | -                   | -     |
| F <sub>(4,49)</sub>  | -  | -          | 1.000      |                     |       |
| P                    | -  | -          | 0.418      |                     |       |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test  
อักษรตัวเล็ก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง  
อักษรตัวใหญ่ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอน

**ตารางที่ 9** อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 9% ในการหมักโดยทดสอบในตู้รวมยา ที่เวลา 48 ชั่วโมง

| ตัวทำละลาย           | ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |            |            | F <sub>(2,29)</sub> | P     |
|----------------------|--|------------|------------|---------------------|-------|
|                      | พืชทดสอบ   |            |            |                     |       |
|                      | หางนกยูงฝรั่ง                                    | ชุมเห็ดไทย | กระถินบ้าน |                     |       |
| เฮกเซน               | 0.0±0.0bB  | 3.0±1.abB  | 8.0±2.0aA  | 7.554               | 0.002 |
| ไดคลอโรมีเทน         | 36.0±4.0aA                                       | 5.0±2.2aB  | 1.0±1.0bB  | 64.071              | 0.000 |
| เมทานอล              | 0.0±0.0bA  | 3.0±1.5abA | 1.0±1.0bA  | 2.100               | 0.142 |
| ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | -                   | -     |
| ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | -                   | -     |
| F <sub>(4,49)</sub>  | 202.064  | 2.410      | 9.231      |                     |       |
| P                    | 0.000  | 0.063      | 0.000      |                     |       |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test  
อักษรตัวเล็ก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง  
อักษรตัวใหญ่ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอน

**ตารางที่ 10** อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดทานตะวันฝรั่งเศส ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 9% ในการรวมโดยทดสอบในตู้รมยา ที่เวลา 72 ชั่วโมง

| ตัวทำละลาย           | ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |            |            | F <sub>(2,29)</sub> | P     |
|----------------------|--|------------|------------|---------------------|-------|
|                      | พืชทดสอบ   |            |            |                     |       |
|                      | ทานตะวันฝรั่งเศส                                 | ชุมเห็ดไทย | กระถินบ้าน |                     |       |
| เฮกเซน               | 27.0±3.5bB                                       | 53.1±7.0aA | 26.1±5.0aB | 8.588               | 0.001 |
| ไดคลอโรมีเทน         | 77.5±4.7aA                                       | 49.0±5.4aB | 0.0±3.3bC  | 73.393              | 0.000 |
| เมทานอล              | 0.0±0.0cB  | 15.0±3.4bA | 2.0±1.3bB  | 16.976              | 0.000 |
| ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0b   | -                   | -     |
| ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0b   | -                   | -     |
| F <sub>(4,49)</sub>  | 157.409  | 62.366     | 28.358     |                     |       |
| P                    | 0.000  | 0.000      | 0.000      |                     |       |

ปรับค่าอัตราการตายโดยใช้สูตรของ Abbott's formula และปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย Duncan's Multiple Range Test อักษรตัวเล็ก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง อักษรตัวใหญ่ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอน

### 3.2 การทดสอบในขวดแก้ว (Glass vial)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในขวดแก้วขนาดเล็ก (Glass vial) โดยใช้สารเข้มข้น 9% ปริมาตร 37, 56, 94, 130, 185, 296, 370, 444, 556 ไมโครลิตร/ลิตรของอากาศ ในการเป็นสารรมด้วงวงข้าวโพด และมอดแป้ง โดยวิธีการรมพบว่าสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง โดยไม่พบอัตราการตายของด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้งหลังถูกรมด้วยสารสกัดหยาบในทุกปริมาณที่ทดสอบ และทุกระยะเวลาการทดลอง

## 4. การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยวิธีการสัมผัส (Contact Test)

### 4.1 การทดสอบโดยการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% ซึ่งมีปริมาณสารสกัดหยาบ 5, 15, 25, 35 และ 45 ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว ในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดด้วยวิธีให้สารสัมผัสกับตัวแมลงโดยตรง พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนมีประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสได้ดีที่สุด (ตารางที่ 11) โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงวงข้าวโพด 58.3% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ในวันที่ 1 ของการทดลอง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นอื่น (1, 3, 5, และ 7%) และค่าเฉลี่ยอัตราการตายเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 60.4% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 4 วัน และมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายคงที่ไปจนถึงวันที่ 7 ของการทดลอง (ตารางที่ 11) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นอื่นๆ สำหรับสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน มีค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 52.1% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 7 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากความเข้มข้นที่ต่ำกว่า (ตารางที่ 11) สารสกัดหยาบเมทานอลมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายเพียง 0.0-4.0% เท่านั้น โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุด 4% ที่ความเข้มข้น 5 และ 9% ในวันที่ 7 หลังการทดสอบ (ตารางที่ 11)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยมีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสด้วงวงข้าวโพดโดยตรง เนื่องจากค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงวงข้าวโพดอยู่ในช่วง 0.0-20.0% เท่านั้น โดยสารสกัดหยาบเฮกเซนทำให้ด้วงวงข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 0.0-9.0% ที่ความเข้มข้น 1-9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 12) สำหรับสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 0.0-20.0 % ในช่วงความเข้มข้นที่ทดสอบ ในวันที่ 7 หลังการทดลอง (ตารางที่ 12) ส่วนสารสกัดหยาบเมทานอลมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 0.0-4.0% ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 12)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสด้วงวงข้าวโพดโดยตรง โดยให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงวงข้าวโพดอยู่ในช่วง 0.0-6.0% เท่านั้น โดยสารสกัดหยาบเมทานอลมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุด 6.0% ที่ความเข้มข้น 7% (w/v) ในวันที่ 7 หลังการทดลอง (ตารางที่ 13)

เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดหยาบแต่ละชนิดในตัวทำลายที่แตกต่างกัน พบว่าสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดโดยเป็นสารสัมผัสด้วงวงข้าวโพดโดยตรงคือสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซน โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของด้วงวงข้าวโพดสูงสุด 60.4% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 4 วัน (ตารางที่ 11) รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากไดคลอโรมีเทน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 52.1% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ที่เวลา 7 วัน (ตารางที่ 11)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีค่า  $LD_{50}$  เท่ากับ 42.377 และ 45.206 ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว และค่า  $LD_{95}$  เท่ากับ 64.500 และ 80.371 ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว ตามลำดับ ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 14) สำหรับสารสกัดหยาบในตัวทำลายชนิดอื่นๆ มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสต่อด้วงวงข้าวโพด โดยค่าเฉลี่ยอัตราการตายต่ำกว่า 21%

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในการเป็นสารสัมผัสต่อตัวเต็มวัย

ของมอดแ่งโดยตรง พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 0.0-30.0% เท่านั้น (ตารางที่ 15)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย ทำให้มอดแ่งมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยอัตราการตายส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 50% ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 16) โดยสารสกัดหยาบเฮกเซนให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 61.2% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 16) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับทุกความเข้มข้น สำหรับสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย 57.1% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 16) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า ส่วนสารสกัดหยาบเมทานอลมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุด 68.0% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 16) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นที่ 1 และ 3% (w/v)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านในทุกตัวทำลายและทุกความเข้มข้นมีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสมอดแ่งโดยตรง โดยให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 0.0-18.0% เท่านั้น (ตารางที่ 17) โดยสารสกัดหยาบเมทานอลให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุด 18.0% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดหยาบแต่ละชนิดในตัวทำลายที่แตกต่างกัน พบว่าสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่ามอดแ่งด้วยการเป็นสารสัมผัสมอดแ่งโดยตรง คือสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอล เฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ซึ่งทำให้แมลงมีอัตราการตาย 68.0, 61.2 และ 57.1% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน (ตารางที่ 18) โดยมีค่า  $LD_{50}$  เท่ากับ 25.188, 25.290 และ 28.728 ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว และค่า  $LD_{95}$  เท่ากับ 69.404, 83.399 และ 91.886 ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว ตามลำดับ ที่เวลา 7 วันหลังการทดลอง (ตารางที่ 18) สำหรับสารสกัดหยาบในตัวทำลายชนิดอื่นๆ มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสมอดแ่งโดยตรงต่อมอดแ่ง เนื่องจากพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายต่ำกว่า 50%

ตารางที่ 11 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |            |            |            |            |            |            |
|--------------|---------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2   | วันที่ 3   | วันที่ 4   | วันที่ 5   | วันที่ 6   | วันที่ 7   |
| เฮกเซน       | 1                   | 0.0±0.0b   | 1.3±1.3b   | 1.3±1.3b   | 1.3±1.3b   | 1.3±1.3b   | 1.3±1.3b   | 1.3±1.3c   |
|              | 3                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 1.3±1.3b   | 1.3±1.3b   | 1.3±1.3b   | 3.3±3.3b   | 3.3±3.3bc  |
|              | 5                   | 0.0±0.0b   | 4.6±3.3b   | 4.6±3.3b   | 4.6±3.3b   | 4.6±3.3b   | 4.6±3.3b   | 4.6±3.3bc  |
|              | 7                   | 6.3±0.0b   | 6.3±0.0b   | 7.1±2.7b   | 12.5±4.2b  | 13.3±4.7b  | 22.9±7.8b  | 29.2±9.0b  |
|              | 9                   | 58.3±17.4a   | 58.3±17.4a | 58.3±17.4a | 60.4±16.3a | 60.4±16.3a | 60.4±16.3a | 60.4±16.3a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 6.762  | 6.433      | 5.884      | 6.831      | 6.777      | 9.009      | 8.860      |
|              | P                   | 0.001  | 0.002      | 0.003      | 0.001      | 0.001      | 0.000      | 0.000      |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0c   |
|              | 3                   | 1.3±1.3b   | 2.5±1.5bc  | 5.0±1.3bc  | 11.3±4.8bc | 13.3±4.7b  | 13.3±4.7b  | 15.4±5.5bc |
|              | 5                   | 11.3±3.5a  | 11.3±3.5ab | 11.3±3.5ab | 11.3±3.5bc | 18.8±3.9ab | 18.8±3.9b  | 21.0±5.3b  |
|              | 7                   | 4.6±3.3ab  | 9.2±4.6bc  | 9.2±4.6bc  | 18.8±6.1ab | 18.8±6.1ab | 20.8±7.8b  | 23.0±7.8b  |
|              | 9                   | 7.9±3.8ab  | 18.8±3.9a  | 18.8±3.9a  | 29.2±5.1a  | 31.3±4.2a  | 45.8±9.0a  | 52.1±7.8a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 2.814  | 5.384      | 4.881      | 5.809      | 6.800      | 7.869      | 10.043     |
|              | P                   | 0.053  | 0.004      | 0.007      | 0.003      | 0.001      | 0.001      | 0.000      |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a   |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a   |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 2.0±2.0a   | 4.0±2.5a   |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a   |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 0.0±0.0    | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a   | 4.0±2.5a   |
|              | F <sub>(4,49)</sub> |  |            |            |            | 1.000      | 0.750      | 2.000      |
|              | P                   | -  | -          | -          | -          | 0.431      | 0.570      | 0.133      |

ปรับค่าอัตราการตายโดยใช้สูตรของ Abbott's formula และปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 12 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |           |           |           |           |           |           |
|--------------|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2  | วันที่ 3  | วันที่ 4  | วันที่ 5  | วันที่ 6  | วันที่ 7  |
| เฮกเซน       | 1                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0a   | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0ab | 1.6±1.6ab | 1.6±1.6a  | 3.7±3.7a  |
|              | 5                   | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a  | 4.0±2.5a  | 4.0±2.5ab | 4.9±2.0ab | 9.0±4.1a  | 9.0±4.1a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0b  | 1.6±1.6ab | 3.3±2.0a  | 3.3±2.0a  |
|              | 9                   | 4.0±4.0a   | 4.0±4.0a  | 4.0±4.0a  | 8.0±3.7a  | 6.9±3.4a  | 9.0±5.2a  | 9.0±5.2a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.766  | 0.524     | 0.855     | 2.304     | 1.916     | 1.813     | 1.449     |
|              | P                   | 0.560  | 0.719     | 0.507     | 0.094     | 0.147     | 0.166     | 0.255     |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0c  | 8.0±5.8bc |
|              | 3                   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0c  |
|              | 5                   | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0c  | 0.0±0.0c  | 2.0±2.0b  | 6.0±2.5b  | 6.0±2.5bc | 8.0±2.0ab |
|              | 7                   | 10.0±3.2b  | 10.0±3.2b | 10.0±3.2b | 12.0±4.9a | 12.0±4.9b | 14.0±6.8a | 14.0±6.8a |
|              | 9                   | 20.0±5.5a  | 20.0±5.5a | 20.0±5.5a | 20.0±5.5a | 20.0±5.5a | 20.0±5.5a | 20.0±5.5a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 21.475   | 21.475    | 21.475    | 12.278    | 10.119    | 8.931     | 4.174     |
|              | P                   | 0.000  | 0.000     | 0.000     | 0.000     | 0.000     | 0.000     | 0.013     |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  |
|              | 5                   | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  | 4.0±2.5a  | 4.0±2.5a  | 4.0±2.5a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0b  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  |
|              | 9                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 1.000  | 1.000     | 1.000     | 1.000     | 2.677     | 1.600     | 1.600     |
|              | P                   | 0.431  | 0.431     | 0.431     | 0.431     | 0.062     | 0.213     | 0.213     |

ปรับค่าอัตราการตายโดยใช้สูตรของ Abbott's formula และปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 13 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |          |          |          |          |          |          |
|--------------|---------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7 |
| เฮกเซน       | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -        | -        | 1.000    | 1.000    | 1.000    | 0.750    |
|              | P                   | -  | -        | -        | 0.431    | 0.431    | 0.431    | 0.570    |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 4.0±2.5a |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 4.0±4.0a | 4.0±2.0a |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 4.0±4.0a | 4.0±4.0a | 4.0±4.0a | 4.0±4.0a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -        | -        | 1.000    | 0.801    | 0.556    | 0.131    |
|              | P                   | -  | -        | -        | 0.431    | 0.539    | 0.697    | 0.969    |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 6.0±6.0a |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -        | -        | -        | -        | 1.000    | 0.852    |
|              | P                   | -  | -        | -        | -        | -        | 0.431    | 0.509    |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 14 ค่า LD<sub>50</sub> และ LD<sub>95</sub> ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ต่อตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่เวลา 7 วัน

| ความเข้มข้น %<br>(ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว) | ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |              | F <sub>(1,29)</sub> | P     |
|---|--|--------------|---------------------|-------|
|   | เฮกเซน   | ไดคลอโรมีเทน |                     |       |
| 1(5)                                    | 1.3±1.3cA  | 0.0±0.0cA    | 1.000               | 0.347 |
| 3(15)                                   | 3.3±3.3cA  | 15.4±5.5bcA  | 3.477               | 0.099 |
| 5(25)                                   | 4.6±3.3cB  | 21.0±5.3bA   | 6.714               | 0.032 |
| 7(35)                                   | 29.2±9.0bA                                       | 23.0±7.8bA   | 0.289               | 0.605 |
| 9(45)                                   | 60.4±16.3aA                                      | 52.1±7.8aA   | 0.220               | 0.652 |
| ชุดควบคุม                               | 0.0±00.0c  | 0.0±0.0c     | -                   | -     |
| F <sub>(5,29)</sub>                     | 11.410   | 12.409       |                     |       |
| P                                       | 0.000  | 0.000        |                     |       |
| LD <sub>50</sub>                        | 42.377   | 45.206       |                     |       |
| LD <sub>95</sub>                        | 64.500   | 80.371       |                     |       |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย Duncan's Multiple Range Test  
อักษรตัวเล็ก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง  
อักษรตัวใหญ่ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอน

ตารางที่ 15 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |            |            |            |            |           |           |
|--------------|---------------------|--|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2   | วันที่ 3   | วันที่ 4   | วันที่ 5   | วันที่ 6  | วันที่ 7  |
| เฮกเซน       | 1                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0a   | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a  | 6.0±2.5a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a  | 6.0±2.5a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 2±2.00a    | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a  | 2.0±1.6a  |
|              | 9                   | 4.0±2.5a   | 8.0±3.7a   | 8.0±3.7a   | 10.0±4.5a  | 10.0±4.5a  | 10.0±4.5a | 10.0±4.5a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 2.667  | 5.545      | 1.501      | 0.902      | 0.902      | 0.902     | 0.917     |
|              | P                   | 0.062  | 0.004      | 0.240      | 0.481      | 0.481      | 0.481     | 0.474     |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 2.0±2.0a   | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a  | 4.0±2.5a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0a  |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0    | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -          | 1.000      | 2.667      | 2.667      | 2.667     | 1.600     |
|              | P                   | -  | -          | 0.431      | 0.062      | 0.062      | 0.062     | 0.213     |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0c   | 4.0±2.5b   | 6.0±2.5b   | 6.0±2.5b   | 6.0±2.5b  | 8.0±3.7b  |
|              | 3                   | 0.0±0.0a   | 4.0±4.0bc  | 4.0±4.0b   | 4.0±4.0b   | 4.0±4.0b   | 4.0±4.0b  | 4.0±4.0cb |
|              | 5                   | 2.0±2.0a   | 6.0±4.0bc  | 6.0±4.0b   | 6.0±4.0b   | 6.0±4.0b   | 6.0±4.0b  | 10.0±7.8b |
|              | 7                   | 2.0±2.0a   | 10.0±3.2ab | 16.0±2.5ab | 16.0±2.5ab | 16.0±2.5ab | 16.0±2.5a | 18.0±2.0a |
|              | 9                   | 2.0±2.0a   | 14.0±2.5a  | 22.0±7.4a  | 22.0±7.4a  | 22.0±7.4a  | 22.0±7.4a | 30.0±6.3a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.500  | 4.479      | 3.408      | 3.122      | 3.122      | 3.122     | 3.955     |
|              | P                   | 0.736  | 0.010      | 0.028      | 0.038      | 0.038      | 0.038     | 0.016     |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 16 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) เมื่อทดสอบด้วย สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ

| ตัวทำ<br>ละลาย | ความ<br>เข้มข้น<br>(%) | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |           |           |           |           |           |            |
|----------------|------------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                |                        | วันที่ 1   | วันที่ 2  | วันที่ 3  | วันที่ 4  | วันที่ 5  | วันที่ 6  | วันที่ 7   |
| เฮกเซน         | 1                      | 4.0±2.5a   | 6.0±4.0b  | 12.0±5.8a | 28.0±4.9a | 32.7±5.2a | 34.7±4.1a | 42.9±5.2a  |
|                | 3                      | 8.0±4.9a   | 10.0±4.5b | 30.0±11.4 | 34.0±8.1a | 34.7±7.7a | 44.9±8.3a | 51.0±7.5a  |
|                | 5                      | 10.0±5.5a  | 14.0±4.0a | 20.0±4.5a | 38.0±3.7a | 38.8±3.2a | 46.9±2.0a | 57.1±3.8a  |
|                | 7                      | 26.0±12.1  | 22.0±8.6a | 24.0±9.3a | 38.0±7.4a | 34.7±6.9a | 44.9±6.9a | 61.2±3.8a  |
|                | 9                      | 26.0±6.8a  | 30.0±6.3a | 28.0±4.9a | 38.0±8.6a | 38.8±9.1a | 53.1±7.6a | 61.2±7.5a  |
| $F_{(4,49)}$   |                        | 2.167  | 2.795     | 0.871     | 0.414     | 0.167     | 1.123     | 1.814      |
| $P$            |                        | 0.110  | 0.054     | 0.499     | 0.797     | 0.953     | 0.374     | 0.166      |
| ไดคลอโรมีเทน   | 1                      | 22.0±8.0a  | 24.0±6.8a | 30.0±6.3a | 36.0±8.1a | 34.7±8.3a | 36.7±7.5a | 38.8±7.2a  |
|                | 3                      | 20.0±3.2a  | 22.0±4.9a | 30.0±4.5a | 36.0±5.1a | 34.7±5.2a | 44.9±4.1a | 49.0±4.6a  |
|                | 5                      | 12.0±5.8a  | 16.0±9.3a | 20.0±8.4a | 26.0±8.1a | 24.9±8.1a | 32.7±5.2a | 55.1±10.5a |
|                | 7                      | 10.0±3.2a  | 10.0±3.2a | 20.0±6.3a | 20.0±6.3a | 18.4±6.5a | 34.7±6.1a | 55.1±6.9a  |
|                | 9                      | 16.0±3.2a  | 24.0±4.9a | 28.0±4.5a | 36.0±5.1a | 34.7±2.5a | 40.8±3.8a | 57.1±3.8a  |
| $F_{(4,49)}$   |                        | 0.903  | 0.877     | 0.657     | 1.353     | 1.356     | 0.801     | 1.150      |
| $P$            |                        | 0.481  | 0.495     | 0.629     | 0.285     | 0.285     | 0.539     | 0.362      |
| เมทานอล        | 1                      | 0.0±0.0b   | 4.0±4.0a  | 18.0±2.0a | 20.0±0.0b | 20.0±0.0b | 24.0±2.5c | 34.0±7.5b  |
|                | 3                      | 12.0±3.7a  | 16.0±2.5a | 18.0±3.7a | 22.0±3.8b | 24.0±2.5b | 30.0±3.2b | 40.0±3.2b  |
|                | 5                      | 10.0±4.5a  | 14.0±4.0a | 20.0±3.2a | 24.0±5.1b | 26.0±4.0b | 40.0±8.9b | 62.0±9.7a  |
|                | 7                      | 2.0±2.0ab  | 10.0±4.5a | 14.0±4.0a | 24.0±6.0b | 28.0±3.8b | 46.0±4.0a | 64.0±4.0a  |
|                | 9                      | 8.0±3.7ab  | 18.0±6.6a | 26.0±5.1a | 42.0±5.8a | 50.0±4.5a | 60.0±7.1a | 68.0±8.0a  |
| $F_{(4,49)}$   |                        | 0.054  | 0.237     | 0.279     | 0.023     | 0.000     | 0.002     | 0.006      |
| $P$            |                        | 0.054  | 0.237     | 0.279     | 0.023     | 0.000     | 0.002     | 0.006      |

ปรับค่าอัตราการตายโดยใช้สูตรของ Abbott's formula และปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\sqrt{X/100}$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 17 อัตราการตายสะสมของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) เมื่อทดสอบด้วย สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิด ต่างๆ ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่ระยะเวลาต่างๆ

| ตัวทำ<br>ละลาย | ความ<br>เข้มข้น<br>(%) | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |          |          |          |           |           |           |
|----------------|------------------------|--|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|                |                        | วันที่ 1   | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5  | วันที่ 6  | วันที่ 7  |
| เฮกเซน         | 1                      | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a  | 4.0±4.0a  | 4.0±4.0a  |
|                | 3                      | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a  | 6.0±4.0a  | 6.0±4.0a  |
|                | 5                      | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  |
|                | 7                      | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 2.0±2.0a  |
|                | 9                      | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  |
|                | F <sub>(4,49)</sub>    | 0.750  | 0.750    | 0.750    | 0.750    | 0.500     | 0.651     | 0.365     |
|                | P                      | 0.570  | 0.570    | 0.570    | 0.570    | 0.736     | 0.633     | 0.830     |
| %ไดคลอโรมีเทน  | 1                      | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a | 8.0±3.8a  | 8.0±3.7a  | 12.0±7.4a |
|                | 3                      | 2.0±2.0a   | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 4.0±2.5a | 4.0±2.5a  | 4.0±2.5a  | 8.0±3.7a  |
|                | 5                      | 4.0±2.5a   | 4.0±2.5a | 4.0±2.5a | 4.0±2.5a | 8.0±3.7a  | 8.0±3.7a  | 10.0±4.5a |
|                | 7                      | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  | 8.0±8.0a  |
|                | 9                      | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 6.0±4.0a | 8.0±3.7a  | 8.0±3.7a  | 8.0±3.7a  |
|                | F <sub>(4,49)</sub>    | 1.600  | 1.600    | 1.600    | 0.391    | 0.770     | 0.700     | 0.098     |
|                | P                      | 0.213  | 0.213    | 0.213    | 0.813    | 0.558     | 0.558     | 0.982     |
| เมทานอล        | 1                      | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a | 6.0±4.0a  | 8.0±3.7a  | 8.0±3.7a  |
|                | 3                      | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a  | 4.0±4.0a  | 4.0±4.0a  |
|                | 5                      | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 6.0±4.0a | 6.0±4.0a  | 6.0±4.0a  | 6.0±4.0a  |
|                | 7                      | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a | 6.0±2.5a  | 6.0±2.5a  | 6.0±2.5a  |
|                | 9                      | 0.0±0.0  | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 6.0±4.0a | 10.0±3.2a | 18.0±7.4a | 18.0±7.4a |
|                | F <sub>(4,49)</sub>    | -  | 1.000    | 1.000    | 0.901    | 0.767     | 1.471     | 1.471     |
|                | P                      | -  | 0.431    | 0.431    | 0.482    | 0.559     | 0.248     | 0.248     |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 18 ค่า LD<sub>50</sub> และ LD<sub>95</sub> ของสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไคคโลโรมีเทน และเมทานอล ต่อตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ในการให้สารสัมผัสตัวแมลงโดยตรง (Direct Application) ที่เวลา 7 วัน

| ความเข้มข้น %<br>(ไมโครกรัม/แมลง 1 ตัว) | ค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |              |            | F <sub>(2,14)</sub> | P     |
|---|--|--------------|------------|---------------------|-------|
|   | เฮกเซน   | ไคคโลโรมีเทน | เมทานอล    |                     |       |
| 1(5)                                    | 42.9±5.2bA                                       | 38.8±7.2aA   | 34.0±7.5bA | 0.454               | 0.646 |
| 3(15)                                   | 51.0±7.5abA                                      | 48.9±4.6aA   | 40.0±3.1bA | 1.226               | 0.328 |
| 5(25)                                   | 57.1±3.8abA                                      | 55.1±10.5aA  | 62.0±9.7aA | 0.162               | 0.852 |
| 7(35)                                   | 61.2±3.8aA                                       | 55.1±6.2aA   | 64.0±4.0aA | 0.765               | 0.487 |
| 9(45)                                   | 61.2±7.5aA                                       | 57.1±3.8aA   | 68.0±8.0aA | 0.678               | 0.526 |
| ชุดควบคุม                               | 0.0±0.0c   | 0.0±0.0b     | 0.0±0.0c   | -                   | -     |
| F <sub>(5,29)</sub>                     | 19.790   | 11.739       | 16.747     |                     |       |
| P                                       | 0.000  | 0.000        | 0.000      |                     |       |
| LD <sub>50</sub>                        | 25.290   | 28.728       | 25.188     |                     |       |
| LD <sub>95</sub>                        | 83.399   | 91.886       | 69.404     |                     |       |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย Duncan's Multiple Range Test  
อักษรตัวเล็ก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง  
อักษรตัวใหญ่ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอน

#### 4.2 การทดสอบโดยการให้แมลงสัมผัสสารตกค้างที่อยู่บนกระดาษกรอง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% ในการเป็นสารสัมผัสต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง โดยให้ด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้งสัมผัสสารสกัดหยาบที่ตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง พบว่าสารสกัดหยาบจากพืชทุกชนิด มีผลทำให้ด้วงวงข้าวโพดตายเล็กน้อย โดยค่าเฉลี่ยอัตราการตายส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 10%

เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งในตัวทำละลายแต่ละชนิด พบว่าสารสกัดหยาบเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 1.0-8.0, 0.0-16.0 และ 0.0-5.0% ในช่วงความเข้มข้นที่ทดสอบ ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 19) โดยด้วงวงข้าวโพดตายสูงสุดเท่ากับ 16.0% หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนเข้มข้น 9% (v/v)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ทำให้ด้วงวงข้าวโพดตายต่ำกว่า 20% ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง โดยด้วงวงข้าวโพดตายอยู่ในช่วง 1.0-6.0% หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบเฮกเซน ในช่วงความเข้มข้น 1-9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง ในขณะที่สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนทำให้ด้วงวงข้าวโพดตายอยู่ในช่วง 0.0-8.0% ในช่วงความเข้มข้นที่ทดสอบ ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง และสารสกัดหยาบเมทานอล ทำให้ด้วงวงข้าวโพดตายสูงสุดเท่ากับ 15.0% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง (ตารางที่ 20)

ด้วงวงข้าวโพดที่สัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในช่วงความเข้มข้น 1-9% มีอัตราการตายสะสมต่ำอยู่ในช่วง 1.0-3.0, 1.0-2.0% และ 4.0-12.0% ตามลำดับ ในช่วงเวลา 7 วัน ของการทดลอง โดยสารสกัดหยาบเมทานอล ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) ทำให้ด้วงวงข้าวโพดตายสูงสุดเท่ากับ 12.0% หลังการทดลอง (ตารางที่ 21)

การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยให้แมลงสัมผัสสารตกค้างที่อยู่บนกระดาษกรองต่อด้วงวงข้าวโพด พบว่าสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อให้

ด้วงวงข้าวโพดสัมผัสสารผ่านกระดวยกรอง โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายต่ำกว่า 20% ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% ที่เวลา 7 วัน สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนของเมล็ดหางนกยูง-ฝรั่ง และสารสกัดหยาบเมทานอลของเมล็ดชุมเห็ดไทย ทำให้ด้วงวงข้าวโพดตายสูงสุดเท่ากับ 16.0 และ 15.0% ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่ามอดแป้งโดยให้มอดแป้งสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% ที่ตกค้างอยู่บนกระดวยกรอง พบว่าสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีผลทำให้มอดแป้งตายเพียงเล็กน้อย โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายต่ำกว่า 4.0% ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดต่อมอดแป้ง พบว่าสารสกัดหยาบเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ทำให้มอดแป้งมีค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 0.0-2.0% ในช่วงความเข้มข้น 1-9% (v/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง ในขณะที่สารสกัดหยาบเมทานอลทุกความเข้มข้นไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสต่อมอดแป้ง เนื่องจากไม่พบอัตราการตายของมอดแป้งในช่วงระยะเวลาของการทดสอบ (ตารางที่ 22)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยมีผลทำให้มอดแป้งมีอัตราการตายต่ำ โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายอยู่ในช่วง 0.0-3.0, 0.0-2.0 และ 0.0-1.0% ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง หลังจากมอดแป้งสัมผัสสารสกัดหยาบเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ตามลำดับ ในช่วงความเข้มข้น 1-9% (ตารางที่ 23)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ทำให้มอดแป้งตายเพียงเล็กน้อย โดยสารสกัดหยาบเฮกเซนทำให้มอดแป้งตายเพียง 1.0% ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% (v/v) ในที่เวลา 7 วัน หลังจากการทดลอง ในขณะที่สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนทำให้มอดแป้งตายอยู่ในช่วง 0.0-2.0% ในช่วงความเข้มข้น 1-9% (v/v) ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง ส่วนสารสกัดหยาบเมทานอลทุกความเข้มข้นไม่มีผลทำให้มอดแป้งตายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 24)

การทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่ามอดแป้งโดยให้มอดแป้งสัมผัสสารตกค้างที่อยู่บนกระดาษกรอง พบว่าสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารฆ่ามอดแป้ง โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายต่ำกว่า 4.0% ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% ที่เวลา 7 วัน



ตารางที่ 19 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดวยกรอง

| ตัวทำละลาย     | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |           |           |           |           |           |           |
|----------------|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2  | วันที่ 3  | วันที่ 4  | วันที่ 5  | วันที่ 6  | วันที่ 7  |
| เฮกเซน         | 1                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a  | 1.0±1.0a  | 1.0±1.0a  | 1.0±1.0a  | 1.0±1.0a  | 1.0±1.0a  |
|                | 3                   | 2.0±1.3a   | 2.0±1.3a  | 2.0±1.3a  | 2.0±1.3a  | 2.0±1.3a  | 2.0±1.3a  | 2.0±1.3a  |
|                | 5                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a  | 1.0±1.0a  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  | 2.0±2.0a  |
|                | 7                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a  | 1.0±1.0a  | 4.0±3.1a  | 4.0±3.1a  | 4.0±3.1a  | 4.0±3.1a  |
|                | 9                   | 0.0±0.0a   | 1.0±1.0a  | 3.0±2.3a  | 4.0±2.2a  | 4.0±2.2a  | 4.0±2.2a  | 8.0±4.2a  |
|                | F <sub>(4,49)</sub> | 0.925  | 0.523     | 0.307     | 0.413     | 0.413     | 0.413     | 0.826     |
|                | P                   | 0.457  | 0.719     | 0.872     | 0.798     | 0.798     | 0.798     | 0.515     |
| % ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0b  | 0.0±0.0b  |
|                | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0b  | 1.0±1.0ab | 1.0±1.0b  | 1.0±1.0b  | 3.0±1.5ab | 8.0±3.6ab |
|                | 5                   | 0.0±0.0  | 2.0±1.3ab | 4.0±2.2ab | 4.0±2.2ab | 6.0±3.1ab | 6.0±3.1ab | 7.0±3.0ab |
|                | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0b  | 1.0±1.0ab | 1.0±1.0b  | 2.0±1.3ab | 3.0±2.1ab | 5.0±2.7ab |
|                | 9                   | 0.0±0.0  | 6.0±2.7a  | 7.0±3.4a  | 10.0±4.7a | 12.0±5.9a | 14.0±7.2a | 16.0±8.7a |
|                | F <sub>(4,49)</sub> | -  | 3.847     | 2.246     | 2.598     | 2.484     | 1.887     | 1.607     |
|                | P                   | -  | 0.009     | 0.079     | 0.049     | 0.057     | 0.129     | 0.189     |
| เมทานอล        | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0   | 0.0±0.0   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 2.0±2.0a  |
|                | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0   | 0.0±0.0   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  |
|                | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0   | 0.0±0.0   | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 0.0±0.0a  | 2.0±1.3a  |
|                | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0   | 0.0±0.0   | 1.0±1.0a  | 2.0±1.3a  | 2.0±1.3a  | 2.0±1.3a  |
|                | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0   | 0.0±0.0   | 0.0±0.0a  | 3.0±2.1a  | 4.0±2.7a  | 5.0±3.4a  |
|                | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -         | -         | 1.000     | 1.658     | 1.723     | 0.664     |
|                | P                   | -  | -         | -         | 0.418     | 0.176     | 0.166     | 0.620     |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 20 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดวยกรอง

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |          |          |          |          |          |           |
|--------------|---------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7  |
| เฮกเซน       | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 2.0±1.3a | 3.0±1.5a | 4.0±1.6a | 4.0±1.6a | 6.0±3.1a  |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 5.0±3.1a | 6.0±3.4a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -        | 0.926    | 0.870    | 0.917    | 0.729    | 0.950     |
|              | P                   | -  | -        | 0.457    | 0.489    | 0.462    | 0.577    | 0.444     |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0b  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0b  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0b  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0b  |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 8.0±2.5a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -        | -        | -        | -        | -        | 9.366     |
|              | P                   | -  | -        | -        | -        | -        | -        | 0.000     |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 2.0±2.0a | 3.0±3.0a | 3.0±3.0a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 2.0±1.3a | 7.0±3.0a | 9.0±3.5a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a | 4.0±3.1a | 6.0±3.1a  |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 5.0±4.1a | 15.0±6.0a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> |  |          |          | 1.000    | 0.460    | 0.742    | 1.829     |
|              | P                   |  |          |          | 0.418    | 0.764    | 0.568    | 0.140     |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 21 อัตราการตายของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดวยกรอง

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |          |          |          |          |          |           |
|--------------|---------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7  |
| เฮกเซน       | 1                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a  |
|              | 3                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 2.0±2.0a | 3.0±2.1a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a | 1±1.00a  | 2.0±1.3a  |
|              | 7                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a  |
|              | 9                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 3.0±1.5a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.500  | 0.500    | 0.500    | 0.250    | 0.229    | 0.164    | 0.279     |
|              | P                   | 0.736  | 0.736    | 0.736    | 0.908    | 0.921    | 0.955    | 0.890     |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3b | 2.0±1.3b | 2.0±1.3b | 2.0±1.3a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a  |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> |  | 1.000    | 1.000    | 2.250    | 2.250    | 2.250    | 0.926     |
|              | P                   |  | 0.418    | 0.418    | 0.079    | 0.079    | 0.079    | 0.457     |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b | 0.0±0.0b | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 4.0±1.6a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b | 0.0±0.0b | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 4.0±1.6a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b | 0.0±0.0b | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 2.0±2.0a | 10.0±6.3a |
|              | 7                   | 2.0±1.3a   | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 8.0±3.9a | 8.0±3.9a | 8.0±3.9a | 12.0±5.3a |
|              | 9                   | 0.0±0.0b   | 0.0±0.0b | 0.0±0.0b | 6.0±4.0a | 7.0±3.9a | 7.0±3.9a | 12.0±5.7a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 2.250  | 2.250    | 2.250    | 1.071    | 1.249    | 1.249    | 0.518     |
|              | P                   | 0.079  | 0.079    | 0.079    | 0.382    | 0.304    | 0.304    | 0.723     |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 22 อัตราการตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%) | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |          |          |          |          |          |          |
|--------------|-----------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              |                 | วันที่ 1   | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7 |
| เฮกเซน       | 1               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±1.3a |
|              | 3               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a |
|              | 5               | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a |
|              | 7               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 9               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3a |
| $F_{(4,49)}$ | -               | 1.000  | 0.750    | 0.926    | 0.926    | 0.926    | 0.632    |          |
| $P$          | -               | 0.418  | 0.563    | 0.457    | 0.457    | 0.457    | 0.643    |          |
| ไดคลอโรมีเทน | 1               | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 3               | 0.0±0.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a |
|              | 5               | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a |
|              | 7               | 1.0±1.0a   | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a |
|              | 9               | 0.0±0.0a   | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a |
| $F_{(4,49)}$ | 0.750           | 0.630  | 0.630    | 0.630    | 0.630    | 0.630    | 0.630    |          |
| $P$          | 0.563           | 0.644  | 0.644    | 0.644    | 0.644    | 0.644    | 0.644    |          |
| เมทานอล      | 1               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 3               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 5               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 7               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 9               | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
| $F_{(4,49)}$ | -               | -  | -        | -        | -        | -        | -        |          |
| $P$          | -               | -  | -        | -        | -        | -        | -        |          |

ปรับค่าข้อมูลโดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 23 อัตราการตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |          |          |          |          |          |           |
|--------------|---------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7  |
| เฮกเซน       | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0b  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0b  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0b  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±1.3ab |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 3.0±1.5a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> |  |          |          | 1.000    | 1.000    | 1.000    | 2.432     |
|              | P                   |  |          |          | 0.418    | 0.418    | 0.418    | 0.061     |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a  |
|              | 5                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a  |
|              | 7                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a  |
|              | 9                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 2.0±1.3a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 0.500  | 0.500    | 0.500    | 0.500    | 0.500    | 0.500    | 0.926     |
|              | P                   | 0.736  | 0.736    | 0.736    | 0.736    | 0.736    | 0.736    | 0.457     |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a  |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -        | -        | -        | -        | -        | 0.075     |
|              | P                   | -  | -        | -        | -        | -        | -        | 0.563     |

ปรับค่าข้อมูล โดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 24 อัตราการตายของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากสัมผัสสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่ตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสะสม (%) (Mean±SE) <sup>1/</sup> |          |          |          |          |          |          |
|--------------|---------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              |                     | วันที่ 1   | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 | วันที่ 5 | วันที่ 6 | วันที่ 7 |
| เฮกเซน       | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 1.0±1.0a |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> |  |          |          | 0.750    | 0.750    | 0.750    | 0.000    |
|              | P                   |  |          |          | 0.563    | 0.563    | 0.563    | 1.000    |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 3                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 5                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a |
|              | 7                   | 1.0±1.0a   | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a | 1.0±1.0a |
|              | 9                   | 0.0±0.0a   | 0.0±0.0a | 0.0±0.0a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a | 2.0±1.3a |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | 1.000  | 1.000    | 1.000    | 1.440    | 1.440    | 1.440    | 1.440    |
|              | P                   | 0.418  | 0.418    | 0.418    | 0.236    | 0.236    | 0.236    | 0.236    |
| เมทานอล      | 1                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 3                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 5                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 7                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | 9                   | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  | 0.0±0.0  |
|              | F <sub>(4,49)</sub> | -  | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
|              | P                   | -  | -        | -        | -        | -        | -        | -        |

ปรับค่าข้อมูล โดยใช้ Arcsine สูตร  $\text{SQRT}(X/100)$

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

## 5. การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน ไคลลอมีเทน และเมทานอล ในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด พบว่าดัชนีการยับยั้งการกินอาหาร (Feeding deterrence index (FDI)) ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น และมีความสัมพันธ์กับปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลีที่ลดลง

สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดในระดับน้อย (ตารางที่ 25) โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 44.7 และ 42.0% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (v/v) และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 1% (v/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 9.6 และ 9.9 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงวงข้าวโพดเพิ่มขึ้น 2.2 และ 1.3 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (v/v) ตามลำดับ

สารสกัดหยาบไคลลอโรมีเทนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดในระดับปานกลาง (ตารางที่ 25) โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 52.3 และ 54.3% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (v/v) และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 1% (v/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 8.3 และ 7.8 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงวงข้าวโพดลดลงในปริมาณมาก 8.8 และ 9.1 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (v/v) ตามลำดับ

สารสกัดหยาบเมทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดอยู่ในระดับน้อย (ตารางที่ 25) โดยมีค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 28.6% ที่ความเข้มข้น 5% (w/v) และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 1, 3 และ 9% (w/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 11.7 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงวงข้าวโพดลดลง 1.2 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 5% (w/v) ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้นอื่นๆ (1, 3, 7 และ 9%) ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพด

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดในระดับปานกลาง (ตารางที่ 26) โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 52.9% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 1 และ 3% (w/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 7.6 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงวงข้าวโพดเพิ่มขึ้น 0.4 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v)

สารสกัดหยาบไคคลอโรมีเทนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดในระดับปานกลาง (ตารางที่ 26) โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) สูงสุดเท่ากับ 62.4% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นอื่นๆ ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 5.9 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงวงข้าวโพดลดลง 2.9 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) ตามลำดับ

สารสกัดหยาบเมทานอลไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพด (ตารางที่ 26) โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) มีค่าติดลบที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% (w/v) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างแต่ละความเข้มข้น ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลีมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงวงข้าวโพดลดลงทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 26)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดในระดับน้อย โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) สูงที่สุดเท่ากับ 46.0% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 8.8 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงวงข้าวโพดลดลง 11.5 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) (ตารางที่ 27)

สารสกัดหยาบไคคลอโรมีเทนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดในระดับปานกลาง (ตารางที่ 27) โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 52.5, 50.6 และ 56.6% ที่ความเข้มข้น 5, 7 และ 9% (v/v) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างแต่ละความเข้มข้น แต่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 1% (v/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 7.6, 7.9 และ 6.9

มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงงวงข้าวโพดลดลงในปริมาณมาก 7.6, 7.4 และ 8.1 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 5, 7 และ 9% (v/v) ตามลำดับ

สารสกัดหยาบเมทานอลไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงงวงข้าวโพด โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) มีค่าติดลบที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% (w/v) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างแต่ละความเข้มข้น ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลีมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยน้ำหนักด้วงงวงข้าวโพดลดลงทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 27)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงงวงข้าวโพด พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน มีค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกินสูงที่สุดเท่ากับ 62.4% ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) (ตารางที่ 26) รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน พบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกินเท่ากับ 52.5, 50.6 และ 56.6% ที่ความเข้มข้น 5, 7 และ 9% (v/v) ตามลำดับ (ตารางที่ 27) สำหรับสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน พบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกินเท่ากับ 52.3 และ 54.3 % ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (v/v) ตามลำดับ (ตารางที่ 25) และสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยสกัดด้วยเฮกเซน พบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกินเท่ากับ 52.9% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) (ตารางที่ 26) สำหรับสารสกัดชนิดอื่นๆ นั้นมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงงวงข้าวโพดได้น้อย และสารสกัดหยาบบางชนิดไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงงวงข้าวโพด

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยมอดแป้ง พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งในระดับน้อย โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 23.9, 22.8 และ 24.9% ที่ความเข้มข้น 5, 7 และ 9% (v/v) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับทุกความเข้มข้น ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 9.7, 10.4 และ 10.0 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้น 6.5, 4.5 และ 3.3 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 5, 7 และ 9% (v/v) ตามลำดับ (ตารางที่ 28)

สารสกัดหยาบไคคโลโรมีเทนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งในระดับน้อย โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 32.3% ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นอื่นๆ ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคริโกลจานแป้งข้าวสาลี 8.0 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้น 0.9 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) (ตารางที่ 28)

สารสกัดหยาบเมทานอลไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) มีค่าติดลบ ที่ความเข้มข้น 1, 5, 7 และ 9% (w/v) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 3% ในวันที่ 3 วัน หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคริโกลจานแป้งข้าวสาลีมีค่า 16.8, 17.3, 17.6 และ 16.9 มิลลิกรัม และค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งลดลงทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 28)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซนไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) มีค่าต่ำกว่า 20% ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% (w/v) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างแต่ละความเข้มข้น ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคริโกลจานแป้งข้าวสาลีมีค่า 11.9, 10.9, 12.0, 9.7 และ 10.5 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้นทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 29)

สารสกัดหยาบไคคโลโรมีเทนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งในระดับน้อย โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 22.2 และ 26.0% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) โดยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 1% (w/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคริโกลจานแป้งข้าวสาลี 10.5 และ 9.6 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้น 4.7 และ 4.4 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) ตามลำดับ (ตารางที่ 29)

สารสกัดหยาบเมทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งในระดับปานกลาง โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 52.4 และ 58.9% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) แต่ที่ความเข้มข้น 9% (w/v) มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้น 1 และ 3% (w/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคริโกลจานแป้งข้าวสาลี 8.3 และ 7.0 มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้น 4.7 และ 4.2 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) ตามลำดับ (ตารางที่ 29)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซน ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) มีค่าต่ำกว่า 20% ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% (v/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลีมีค่า 12.4, 11.6, 8.9, 9.5 และ 8.3 มิลลิกรัม และค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้นทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 30)

สารสกัดหยาบไคคโลโรมีเทนไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) มีค่าต่ำกว่า 20% ที่ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9% (v/v) ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลีมีค่า 9.4, 11.2, 12.2, 9.7 และ 7.7 มิลลิกรัม และค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้นทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 30)

สารสกัดหยาบเมทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งในระดับน้อย โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกิน (FDI) เท่ากับ 40.9 และ 46.2% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับความเข้มข้นอื่นๆ ในวันที่ 3 หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคงานแป้งข้าวสาลี 7.3 และ 6.6 มิลลิกรัม แต่ค่าเฉลี่ยน้ำหนักมอดแป้งเพิ่มขึ้นเท่ากับ 3.6 และ 5.0 มิลลิกรัม ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) ตามลำดับ (ตารางที่ 30)

เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดหยาบแต่ละชนิดในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง พบว่าสารสกัดหยาบที่มีค่าดัชนีการยับยั้งการกิน (FDI) สูงที่สุด คือสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอล โดยพบค่าเฉลี่ยการยับยั้งการกินเท่ากับ 52.4 และ 58.9% ที่ความเข้มข้น 7 และ 9% (w/v) ตามลำดับ (ตารางที่ 29) สำหรับสารสกัดหยาบชนิดอื่นๆ นั้นมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งได้น้อย และสารสกัดหยาบบางชนิดไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง

ตารางที่ 25 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*)

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)      | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE <sup>1/</sup>           |  |                    |
|--------------|----------------------|--|--|--------------------|
|              |                      | ปริมาณการบริโภค<br>งานแป้งข้าวสาลี<br>(mg) | น้ำหนักแมลงที่ <sup>2/</sup><br>เปลี่ยนแปลง (mg) | FDI (%)            |
| เฮกเซน       | 1                    | 12.8 $\pm$ 0.6b                            | +1.9 $\pm$ 0.6a                                  | 25.9 $\pm$ 3.9c    |
|              | 3                    | 12.3 $\pm$ 0.8c                            | +0.6 $\pm$ 0.9a                                  | 28.4 $\pm$ 5.4bc   |
|              | 5                    | 10.6 $\pm$ 0.5cd                           | +1.9 $\pm$ 1.0a                                  | 38.6 $\pm$ 3.2abc  |
|              | 7                    | 9.6 $\pm$ 0.4d                             | +2.2 $\pm$ 0.9a                                  | 44.7 $\pm$ 1.9a    |
|              | 9                    | 9.9 $\pm$ 1.1d                             | +1.3 $\pm$ 0.5a                                  | 42.0 $\pm$ 7.1ab   |
|              | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 17.4 $\pm$ 0.6a                            | +2.9 $\pm$ 0.2a                                  |                    |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                    | 11.8 $\pm$ 0.7b                            | +0.9 $\pm$ 0.4b                                  | 31.6 $\pm$ 4.3b    |
|              | 3                    | 10.8 $\pm$ 0.8bc                           | +1.4 $\pm$ 0.5ab                                 | 36.9 $\pm$ 5.7ab   |
|              | 5                    | 10.5 $\pm$ 0.7bc                           | +1.2 $\pm$ 0.9ab                                 | 39.5 $\pm$ 3.8ab   |
|              | 7                    | 8.3 $\pm$ 1.3cd                            | -8.8 $\pm$ 1.2c                                  | 52.3 $\pm$ 7.5a    |
|              | 9                    | 7.8 $\pm$ 1.0d                             | -9.1 $\pm$ 0.8c                                  | 54.3 $\pm$ 6.2a    |
|              | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 17.4 $\pm$ 0.6a                            | +2.9 $\pm$ 0.2a                                  |                    |
| เมทานอล      | 1                    | 19.9 $\pm$ 1.1ab                           | +0.7 $\pm$ 1.2abc                                | -23.8 $\pm$ 11.0b  |
|              | 3                    | 20.3 $\pm$ 2.2ab                           | +1.9 $\pm$ 0.5ab                                 | -26.4 $\pm$ 16.0b  |
|              | 5                    | 11.7 $\pm$ 1.5c                            | -1.2 $\pm$ 0.7cd                                 | 28.6 $\pm$ 9.5a    |
|              | 7                    | 16.2 $\pm$ 1.9bc                           | -0.4 $\pm$ 0.6bcd                                | -01.5 $\pm$ 15.7ab |
|              | 9                    | 23.5 $\pm$ 2.8a                            | -2.2 $\pm$ 0.9d                                  | -44.8 $\pm$ 17.9b  |
|              | ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 16.7 $\pm$ 0.9bc                           | +2.2 $\pm$ 0.5a                                  |                    |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแมลงที่เปลี่ยนแปลง (+) เพิ่มขึ้น หรือ (-) ลดลง

ตารางที่ 26 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วย  
ตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด  
(*Sitophilus zeamais*)

| ตัวทำ<br>ละลาย | ความเข้มข้น<br>(%)   | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE <sup>1/</sup>           |  |                   |
|----------------|----------------------|--|--|-------------------|
|                |                      | ปริมาณการบริโภค<br>งานแป้งข้าวสาลี<br>(mg) | น้ำหนักแมลงที่ <sup>2/</sup><br>เปลี่ยนแปลง (mg) | FDI (%)           |
| เฮกเซน         | 1                    | 11.2 $\pm$ 0.9b                            | -0.3 $\pm$ 0.6b                                  | 30.3 $\pm$ 5.6bc  |
|                | 3                    | 11.4 $\pm$ 0.9b                            | +0.9 $\pm$ 0.4ab                                 | 28.2 $\pm$ 6.9c   |
|                | 5                    | 8.8 $\pm$ 0.8c                             | +1.4 $\pm$ 0.6ab                                 | 45.0 $\pm$ 5.3ab  |
|                | 7                    | 7.6 $\pm$ 0.8c                             | +0.4 $\pm$ 0.9b                                  | 52.9 $\pm$ 4.9a   |
|                | 9                    | 7.6 $\pm$ 0.8c                             | +0.4 $\pm$ 0.9b                                  | 52.9 $\pm$ 4.9a   |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 16.2 $\pm$ 0.5a                            | +2.8 $\pm$ 0.4a                                  |                   |
| ไดคลอโรมีเทน   | 1                    | 9.2 $\pm$ 0.9b                             | +1.7 $\pm$ 1.1ab                                 | 43.2 $\pm$ 5.8a   |
|                | 3                    | 9.6 $\pm$ 1.8b                             | +2.9 $\pm$ 1.5a                                  | 39.9 $\pm$ 11.5a  |
|                | 5                    | 8.5 $\pm$ 1.2b                             | -0.2 $\pm$ 1.3bc                                 | 47.5 $\pm$ 6.9a   |
|                | 7                    | 8.6 $\pm$ 0.9b                             | -1.6 $\pm$ 0.7c                                  | 46.0 $\pm$ 6.3a   |
|                | 9                    | 5.9 $\pm$ 1.3b                             | -2.9 $\pm$ 0.8c                                  | 62.4 $\pm$ 8.7a   |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 16.2 $\pm$ 0.5a                            | +2.8 $\pm$ 0.4a                                  |                   |
| เมทานอล        | 1                    | 19.1 $\pm$ 1.3a                            | -2.7 $\pm$ 1.9b                                  | -14.3 $\pm$ 11.1a |
|                | 3                    | 18.9 $\pm$ 1.5a                            | -1.9 $\pm$ 1.7ab                                 | -13.2 $\pm$ 12.4a |
|                | 5                    | 19.7 $\pm$ 0.9a                            | -3.2 $\pm$ 1.1b                                  | -17.3 $\pm$ 7.7a  |
|                | 7                    | 17.5 $\pm$ 0.8a                            | -2.3 $\pm$ 1.8ab                                 | -5.4 $\pm$ 9.4a   |
|                | 9                    | 19.0 $\pm$ 1.3a                            | -1.8 $\pm$ 1.7ab                                 | -14.6 $\pm$ 11.8a |
|                | ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 17.2 $\pm$ 0.9a                            | +2.4 $\pm$ 0.3a                                  |                   |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี  
ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range  
Test

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแมลงที่เปลี่ยนแปลง (+) เพิ่มขึ้น หรือ (-) ลดลง

ตารางที่ 27 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วย  
ตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด  
(*Sitophilus zeamais*)

| ตัวทำ<br>ละลาย | ความเข้มข้น<br>(%)   | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE <sup>1/</sup>           |  |                   |
|----------------|----------------------|--|--|-------------------|
|                |                      | ปริมาณการบริโภค<br>งานแป้งข้าวสาลี<br>(mg) | น้ำหนักแมลงที่ <sup>2/</sup><br>เปลี่ยนแปลง (mg) | FDI (%)           |
| เฮกเซน         | 1                    | 10.7 $\pm$ 0.9b                            | +1.5 $\pm$ 0.4a                                  | 32.9 $\pm$ 6.6a   |
|                | 3                    | 11.2 $\pm$ 1.1b                            | -5.1 $\pm$ 1.9b                                  | 31.5 $\pm$ 5.5a   |
|                | 5                    | 12.0 $\pm$ 1.1b                            | -6.6 $\pm$ 1.5b                                  | 24.7 $\pm$ 7.8a   |
|                | 7                    | 10.6 $\pm$ 1.6b                            | -6.8 $\pm$ 1.9b                                  | 35.3 $\pm$ 8.6a   |
|                | 9                    | 8.8 $\pm$ 1.1b                             | -11.5 $\pm$ 1.9c                                 | 46.0 $\pm$ 6.4a   |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 16.3 $\pm$ 0.7a                            | +3.4 $\pm$ 0.3a                                  |                   |
| ไดคลอโรมีเทน   | 1                    | 11.3 $\pm$ 0.5b                            | +1.6 $\pm$ 0.3a                                  | 29.9 $\pm$ 3.8b   |
|                | 3                    | 8.6 $\pm$ 0.3c                             | +1.0 $\pm$ 0.6a                                  | 46.6 $\pm$ 2.9a   |
|                | 5                    | 7.6 $\pm$ 0.9c                             | -7.6 $\pm$ 1.7b                                  | 52.5 $\pm$ 5.8a   |
|                | 7                    | 7.9 $\pm$ 0.7c                             | -7.4 $\pm$ 1.9b                                  | 50.6 $\pm$ 4.4a   |
|                | 9                    | 6.9 $\pm$ 0.8c                             | -8.1 $\pm$ 1.8b                                  | 56.6 $\pm$ 5.5a   |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 16.3 $\pm$ 0.7a                            | +3.4 $\pm$ 0.3a                                  |                   |
| เมทานอล        | 1                    | 21.6 $\pm$ 1.5a                            | -5.1 $\pm$ 1.5b                                  | -34.0 $\pm$ 13.5a |
|                | 3                    | 20.7 $\pm$ 1.6ab                           | -4.3 $\pm$ 2.0b                                  | -26.8 $\pm$ 10.6a |
|                | 5                    | 20.2 $\pm$ 1.4ab                           | -4.1 $\pm$ 1.9b                                  | -24.2 $\pm$ 9.9a  |
|                | 7                    | 18.8 $\pm$ 1.8ab                           | -4.4 $\pm$ 2.1b                                  | -13.8 $\pm$ 8.4a  |
|                | 9                    | 20.3 $\pm$ 1.8ab                           | -5.0 $\pm$ 2.1b                                  | -22.7 $\pm$ 8.6a  |
|                | ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 16.6 $\pm$ 0.93b                           | +1.6 $\pm$ 0.4a                                  |                   |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี  
ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range  
Test

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแมลงที่เปลี่ยนแปลง (+) เพิ่มขึ้น หรือ (-) ลดลง

ตารางที่ 28 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*)

| ตัวทำ<br>ละลาย | ความเข้มข้น<br>(%)   | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE <sup>1/</sup>           |  |                  |
|----------------|----------------------|--|--|------------------|
|                |                      | ปริมาณการบริโภค<br>งานแป้งข้าวสาลี<br>(mg) | น้ำหนักแมลงที่ <sup>2/</sup><br>เปลี่ยนแปลง (mg) | FDI (%)          |
| เฮกเซน         | 1                    | 12.3 $\pm$ 1.6a                            | +4.0 $\pm$ 0.8ab                                 | 10.4 $\pm$ 6.1a  |
|                | 3                    | 12.0 $\pm$ 1.6a                            | +30.9 $\pm$ 0.8ab                                | 9.7 $\pm$ 10.9a  |
|                | 5                    | 9.7 $\pm$ 0.9a                             | +6.5 $\pm$ 1.2a                                  | 23.9 $\pm$ 7.3a  |
|                | 7                    | 10.4 $\pm$ 1.3a                            | +4.5 $\pm$ 0.8ab                                 | 22.8 $\pm$ 6.9a  |
|                | 9                    | 10.0 $\pm$ 1.3a                            | +3.3 $\pm$ 0.9b                                  | 24.9 $\pm$ 6.9a  |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 14.0 $\pm$ 1.9a                            | +4.1 $\pm$ 0.4ab                                 |                  |
| ไดคลอโรมีเทน   | 1                    | 11.9 $\pm$ 0.2ab                           | +5.4 $\pm$ 0.8abc                                | 3.8 $\pm$ 12.4a  |
|                | 3                    | 10.1 $\pm$ 0.9bc                           | +7.5 $\pm$ 1.7ab                                 | 17.5 $\pm$ 11.3a |
|                | 5                    | 10.8 $\pm$ 1.1abc                          | +8.8 $\pm$ 2.3a                                  | 11.9 $\pm$ 13.0a |
|                | 7                    | 10.3 $\pm$ 0.8bc                           | +4.8 $\pm$ 0.9abc                                | 16.4 $\pm$ 10.9a |
|                | 9                    | 8.0 $\pm$ 0.5c                             | +0.9 $\pm$ 1.4c                                  | 32.3 $\pm$ 9.7a  |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 14.0 $\pm$ 1.9a                            | +4.1 $\pm$ 0.4bc                                 |                  |
| เมทานอล        | 1                    | 16.8 $\pm$ 0.8a                            | -1.8 $\pm$ 1.5a                                  | -3.4 $\pm$ 7.9a  |
|                | 3                    | 15.1 $\pm$ 0.9a                            | -0.6 $\pm$ 2.0a                                  | 7.9 $\pm$ 7.1a   |
|                | 5                    | 17.3 $\pm$ 1.0a                            | -1.3 $\pm$ 1.8a                                  | -7.6 $\pm$ 11.2a |
|                | 7                    | 17.6 $\pm$ 0.8a                            | -0.3 $\pm$ 2.2a                                  | -8.5 $\pm$ 9.4a  |
|                | 9                    | 16.9 $\pm$ 1.2a                            | -0.9 $\pm$ 3.0a                                  | -5.4 $\pm$ 12.8a |
|                | ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 16.9 $\pm$ 1.2a                            | -1.1 $\pm$ 0.8a                                  |                  |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแมลงที่เปลี่ยนแปลง (+) เพิ่มขึ้น หรือ (-) ลดลง

ตารางที่ 29 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย (*Senna tora*) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*)

| ตัวทำละลาย   | ความเข้มข้น (%)      | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE <sup>1/</sup>           |  |                  |
|--------------|----------------------|--|--|------------------|
|              |                      | ปริมาณการบริโภค<br>งานแป้งข้าวสาลี<br>(mg) | น้ำหนักแมลงที่<br>เปลี่ยนแปลง (mg) <sup>2/</sup> | FDI (%)          |
| เฮกเซน       | 1                    | 11.9 $\pm$ 1.5a                            | +6.5 $\pm$ 1.3ab                                 | 10.7 $\pm$ 5.9a  |
|              | 3                    | 10.9 $\pm$ 0.8a                            | +4.9 $\pm$ 0.6b                                  | 9.7 $\pm$ 11.8a  |
|              | 5                    | 12.0 $\pm$ 1.2a                            | +8.9 $\pm$ 1.9a                                  | 5.9 $\pm$ 9.7a   |
|              | 7                    | 9.7 $\pm$ 1.5a                             | +5.4 $\pm$ 0.6b                                  | 13.8 $\pm$ 18.9a |
|              | 9                    | 10.5 $\pm$ 1.1a                            | +6.2 $\pm$ 0.9ab                                 | 14.7 $\pm$ 10.0a |
|              | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 13.5 $\pm$ 1.6a                            | +4.1 $\pm$ 0.3b                                  |                  |
| ไดคลอโรมีเทน | 1                    | 12.6 $\pm$ 1.4a                            | +4.3 $\pm$ 1.4a                                  | 2.8 $\pm$ 8.1c   |
|              | 3                    | 11.7 $\pm$ 1.7a                            | +4.5 $\pm$ 0.5a                                  | 15.7 $\pm$ 6.6bc |
|              | 5                    | 12.3 $\pm$ 1.4a                            | +3.9 $\pm$ 1.1a                                  | 7.0 $\pm$ 5.5abc |
|              | 7                    | 10.5 $\pm$ 1.3a                            | +4.7 $\pm$ 0.5a                                  | 22.2 $\pm$ 1.9ab |
|              | 9                    | 9.6 $\pm$ 1.1a                             | +4.4 $\pm$ 0.5a                                  | 26.0 $\pm$ 6.5a  |
|              | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 13.5 $\pm$ 1.6a                            | +4.1 $\pm$ 0.3a                                  |                  |
| เมทานอล      | 1                    | 12.0 $\pm$ 1.7b                            | +4.1 $\pm$ 0.9b                                  | 32.0 $\pm$ 6.9b  |
|              | 3                    | 10.9 $\pm$ 1.2b                            | +4.0 $\pm$ 0.9b                                  | 35.3 $\pm$ 7.7b  |
|              | 5                    | 8.6 $\pm$ 1.2ab                            | +3.7 $\pm$ 1.1b                                  | 47.5 $\pm$ 8.6ab |
|              | 7                    | 8.3 $\pm$ 1.2ab                            | +4.7 $\pm$ 0.9b                                  | 52.4 $\pm$ 5.7ab |
|              | 9                    | 7.0 $\pm$ 0.8c                             | +4.2 $\pm$ 1.1b                                  | 58.9 $\pm$ 4.4a  |
|              | ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 17.5 $\pm$ 1.2a                            | -0.9 $\pm$ 0.7a                                  |                  |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับ Duncan's Multiple Range Test

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแมลงที่เปลี่ยนแปลง (+) เพิ่มขึ้น หรือ (-) ลดลง

ตารางที่ 30 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้าน (*Leucaena glauca*) ที่สกัดด้วย  
ตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยมอดแป้ง  
(*Tribolium castaneum*)

| ตัวทำ<br>ละลาย | ความเข้มข้น<br>(%)   | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE <sup>1/</sup>           |  |                   |
|----------------|----------------------|--|--|-------------------|
|                |                      | ปริมาณการบริโภค<br>งานแป้งข้าวสาลี<br>(mg) | น้ำหนักแมลงที่ <sup>2/</sup><br>เปลี่ยนแปลง (mg) | FDI (%)           |
| เฮกเซน         | 1                    | 12.4 $\pm$ 0.9a                            | +7.1 $\pm$ 3.2ab                                 | -31.1 $\pm$ 12.8b |
|                | 3                    | 11.6 $\pm$ 1.2bc                           | +2.3 $\pm$ 1.3b                                  | -17.4 $\pm$ 8.7ab |
|                | 5                    | 8.9 $\pm$ 0.9ab                            | +5.1 $\pm$ 0.9ab                                 | 4.8 $\pm$ 13.5a   |
|                | 7                    | 9.5 $\pm$ 0.7ab                            | +7.2 $\pm$ 2.0ab                                 | 2.9 $\pm$ 6.8a    |
|                | 9                    | 8.3 $\pm$ 0.7c                             | +9.2 $\pm$ 2.3a                                  | 14.1 $\pm$ 7.9a   |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 9.9 $\pm$ 0.7ab                            | +9.9 $\pm$ 0.6abc                                | 4.2 $\pm$ 0.3ab   |
| ไดคลอโรมีเทน   | 1                    | 9.4 $\pm$ 0.9ab                            | +2.9 $\pm$ 1.1a                                  | 2.9 $\pm$ 9.6ab   |
|                | 3                    | 11.2 $\pm$ 0.9a                            | +4.1 $\pm$ 0.9a                                  | -14.4 $\pm$ 7.9ab |
|                | 5                    | 12.2 $\pm$ 1.2a                            | +4.4 $\pm$ 1.1a                                  | -28.4 $\pm$ 16.1b |
|                | 7                    | 9.7 $\pm$ 0.6ab                            | +2.4 $\pm$ 1.3a                                  | -0.2 $\pm$ 7.1ab  |
|                | 9                    | 7.7 $\pm$ 1.4b                             | +4.7 $\pm$ 0.9a                                  | 17.4 $\pm$ 15.3a  |
|                | ชุดควบคุม (เอทานอล)  | 9.9 $\pm$ 0.7ab                            | +9.9 $\pm$ 0.7ab                                 | 4.2 $\pm$ 0.3a    |
| เมทานอล        | 1                    | 9.3 $\pm$ 0.5b                             | +3.5 $\pm$ 1.0a                                  | 21.2 $\pm$ 8.7a   |
|                | 3                    | 8.2 $\pm$ 0.5b                             | +2.6 $\pm$ 0.9a                                  | 26.4 $\pm$ 11.0a  |
|                | 5                    | 7.2 $\pm$ 0.7b                             | +4.2 $\pm$ 1.0a                                  | 37.6 $\pm$ 7.8a   |
|                | 7                    | 7.3 $\pm$ 0.9b                             | +3.6 $\pm$ 1.2a                                  | 40.9 $\pm$ 5.4a   |
|                | 9                    | 6.6 $\pm$ 0.9b                             | +5.0 $\pm$ 0.7a                                  | 46.2 $\pm$ 6.7a   |
|                | ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) | 12.8 $\pm$ 1.4a                            | +12.8 $\pm$ 1.4a                                 | -0.8 $\pm$ 0.7b   |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ที่ถูกกำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย Duncan's Multiple Range Test

<sup>2/</sup>ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแมลงที่เปลี่ยนแปลง (+) เพิ่มขึ้น หรือ (-) ลดลง

## วิจารณ์

การสกัดสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไดคลอมีเทน และเมทานอล พบว่าพืชชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากันเมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันมีผลทำให้ได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะทางกายภาพและปริมาณที่แตกต่างกัน และปริมาณสารสกัดหยาบมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณขึ้นเมื่อตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้สกัดมีขั้วสูงขึ้น เห็นได้จากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่ให้สารสกัดหยาบเมทานอลในปริมาณมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ระวังวรรณ และทรงพร (2549) ที่รายงานว่ารากแมงลักคา (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit) (วงศ์ Lamiaceae) แห่งที่สกัดด้วยการหมักในตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เอทิลอะซิเตท และเอทานอล ได้ปริมาณสารสกัดเท่ากับ 3.34 และ 29.02% ต่อน้ำหนักพืชแห้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารสกัดที่ได้มีหลายประการ เช่น วิธีการสกัด พื้นที่เพาะปลูก อายุพืช ตัวทำละลายอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของสารที่แตกต่างกัน และเมื่อใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกันในการสกัด ก็จะได้ปริมาณสารสกัดที่แตกต่างกันไปด้วย โดยตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายออกมาในตัวทำละลายที่มีขั้ว และตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วก็จะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว จึงมีผลต่อปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพด แสดงให้เห็นว่าเมล็ดกระถินบ้านและเมล็ดชุมเห็ดไทยที่ถูกสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงกว่าสารสกัดหยาบชนิดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนจากพืชทั้ง 2 ชนิด มีสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพดเป็นองค์ประกอบอยู่ ซึ่งสารสกัดหยาบจากพืชบางชนิดในวงศ์กระถินบ้านและชุมเห็ดไทย (Leguminosae) ถูกนำมาทดสอบและรายงานประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บบางชนิด เช่น การทดลองของ Upadhyay and Yadav (2012) ที่รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดราชพฤกษ์ (*C. fistula*) ที่สกัดด้วยเฮกเซนมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงถั่วเหลือง (*C. chinensis*) โดยพบเปอร์เซ็นต์การไล่เท่ากับ 30.00, 30.00, 50.00, 56.66 และ 80.00% และสารสกัดเมทานอลแสดงเปอร์เซ็นต์การไล่เท่ากับ 16.66, 23.33, 33.33, 70.00 และ 76.00% ที่ปริมาณสาร 0.01, 0.02, 0.04, 0.08 และ 0.16 ไมโครกรัม ตามลำดับ ที่เวลาเพียง 30 นาทีหลังการทดลอง สารสกัดจากใบไมยราบ (*M. pudica*) ที่สกัดด้วยเอทานอลมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงถั่วเหลือง โดยพบ

อัตราการไล่เท่ากับ 40.56, 46.67, 52.78 และ 56.11% ที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 2 และ 3% ที่เวลาเฉลี่ย 5 ชั่วโมง (Ahad *et al.*, 2012) นอกจากนี้ยังพบรายงานผลของสารสกัดหยาบจากพืชในวงศ์อื่นๆ ที่มีฤทธิ์ไล่แมลงศัตรูในโรงเก็บ ได้แก่ สารสกัดจากใบน้อยโหน่ง (*Annona reticulate* L.) (วงศ์ Annonaceae) ที่สกัดด้วยเอทานอลมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพด โดยพบอัตราการไล่เฉลี่ยเท่ากับ 63.89, 66.67, 67.67 และ 84.44% ที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 2 และ 3% ตามลำดับ ที่เวลาเฉลี่ย 5 ชั่วโมงหลังการทดลอง (Ahad *et al.*, 2012) ซึ่งผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ค่อนข้างจะแตกต่างจากผลการทดลองของ Upadhyay and Yadav (2012) และ Ahad *et al.* (2012) เนื่องจาก เฮอร์เซ็นต์การไล่ด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดหยาบเพิ่มขึ้น เฮอร์เซ็นต์การไล่มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในการเป็นสารไล่มอดแป้ง พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นสารไล่มอดแป้ง เช่นเดียวกับการทดลองของ Talukder and Howse (1995) ที่รายงานว่า สารสกัดจากเมล็ดตาเสือ (*Aphanamixis polystachya* Wall and Parker) (วงศ์ Meliaceae) ที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้ง โดยพบอัตราการไล่เท่ากับ 95, 100, 95, 100 และ 100% ที่ความเข้มข้น 0.31 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่เวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง โดยวิธีการรมในตู้รมยา (Knockdown chamber) พบว่าสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิดไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมเมื่อทดสอบในตู้รมยาต่อมอดแป้ง เนื่องจากไม่พบอัตราการตายของมอดแป้ง ในทุกระยะเวลาของการทดลอง สำหรับสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยด้วยไดคลอโรมีเทน สารสกัดหยาบจากชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน มีประสิทธิภาพในการรมด้วงงวงข้าวโพด จากผลการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า เมล็ดหางนกยูงฝรั่งและชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน พอจะมีประสิทธิภาพในการรมด้วงงวงข้าวโพด เช่นเดียวกับพืชบางชนิดที่พอจะมีประสิทธิภาพในการรมแมลงบางชนิดภายใต้การรมในตู้รมยา เช่นพืชในการทดลองของ จรงค์ศักดิ์ และอำมร (2556) ที่รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน กานพลู และไพล มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน เมื่อทดสอบประสิทธิภาพโดยการรมในตู้รมยา โดยพบอัตราการตายมากกว่า 90% ที่ความเข้มข้น 3.6

ไมโครลิตร/ลิตรของอากาศ ที่เวลารวม 1 ชั่วโมง ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ จรุงค์ศักดิ์ และคณะ (2552) พบว่าการรมไรคีด (*Formicomotes heteromorphus* Magowski) ด้วย น้ำมันหอมระเหยจากดอกอัญชัน (*Clitoria tematea* Linn.) (วงศ์ Leguminosae) โดยทดสอบกับตัวม ยานชนิดเดียวกัน ที่ความเข้มข้น 2.000 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เวลารวม 1 ชั่วโมง ตรวจนับ อัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง พบอัตราการตายของไรคีดต่ำกว่า 40%

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และ กระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงวงง ข้าวโพดและมอดแป้ง โดยวิธีการรมในขวดแก้วขนาดเล็ก (glass vial) พบว่าสารสกัดหยาบจากพืช ทั้ง 3 ชนิด ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมด้วงวงงข้าวโพดและมอดแป้ง เนื่องจากไม่พบอัตรา การตายของด้วงวงงข้าวโพดและมอดแป้งหลังจากถูกรมด้วยสารสกัดหยาบทั้ง 3 ชนิด ในทุก ปริมาตร และทุกระยะเวลาของการทดลอง โดยการทดลองครั้งนี้ได้ผลที่แตกต่างจากผลการทดลอง ของ Lu and He (2010) ที่รายงานว่าสารสกัดจากดอก *Ailanthus altissima* Swingle (วงศ์ Simaroubaceae), โกฐเขมา (*Atractylodes lancea* (Thunb.) DC.) (วงศ์ Asteraceae) และ *Elsholtzia stauntonii* Benth (วงศ์ Lamiaceae) มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมด้วงวงงข้าว (*S. oryzae*) โดย พบอัตราการตายของด้วงวงงข้าวเท่ากับ 31.3, 36.7 และ 16.0% ตามลำดับ และยังแตกต่างจากผล การทดลองของ Liu *et al.* (2007) ที่รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดหมากสง (*Areca catechu* L.) (วงศ์ Arecaceae), เมล็ด *Pharbitis nil* (L.) Choisy (วงศ์ Convolvulaceae) และเมล็ด *Torreya grandis* Fortune (วงศ์ Taxaceae) ที่สกัดด้วยเฮกเซน และเมทานอล มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารรมด้วง วงงข้าวโพดและมอดแป้ง โดยวิธีการรมในขวดขนาดเล็ก พบอัตราการตายของแมลงทั้ง 2 ชนิด ต่ำ กว่า 50 % ที่ความเข้มข้น 50% ปริมาตร 20 ไมโครลิตร/แผ่น ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และ กระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในการเป็นสารสัมผัสโดยตรง (direct application) ต่อด้วงวงงข้าวโพดและมอดแป้ง พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัด ด้วยเฮกเซน ที่ความเข้มข้น 9% (v/v) ทำให้ด้วงวงงข้าวโพดมีอัตราการตายสูงสุด รองลงมาคือสาร สกัดหยาบหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน ซึ่งก็มีความเป็นไปได้ว่าในต้นหางนกยูงฝรั่ง อาจจะมีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ในด้านการเป็นสารสัมผัสต่อแมลงเป็นองค์ประกอบอยู่ในส่วนต่างๆ ของต้น เนื่องจากพบว่าสารสกัดจากดอกหางนกยูงฝรั่ง (*D. regia*) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีรายงานว่า มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนวัยที่ 3 ของ *Hyblaea puera* Cramer (Lepidoptera: Hyblaeidae)

เมื่อทดสอบโดยการพ่นสารสกัดไปยังตัวอ่อน โดยมีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 0.67% และ  $LT_{50}$  เท่ากับ 3.19 ชั่วโมง (Deepa and Remadevi, 2011)

สารสกัดจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล มีผลต่ออัตราการตายของมอดแป้งโดยวิธีการสัมผัสสารโดยตรง ประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสของสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพต่ำกว่าสารสกัดหยาบจากพืชในการทดลองของ Udo (2011) ที่ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากแห้ง และเปลือกของ (*Zanthoxylum Xanthoxyloides* (Lam.)) (วงศ์ Rutaceae) ที่สกัดด้วยเมทานอลในการเป็นสารสัมผัสโดยตรงต่อด้วงงวงข้าวโพด โดยพบอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 25 และ 98% ที่ความเข้มข้น 5% ตามลำดับ ที่เวลา 48 ชั่วโมง หลังการทดสอบ แต่ในทางตรงข้ามก็มีรายงานว่ามีการสกัดจากพืชบางชนิดที่มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสโดยตรงต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ เช่นการทดลองของ Liu *et al.* (2007) ที่รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดหมากสง (*Acacia catechu* L.) (วงศ์ Arecaceae) ที่สกัดด้วยเฮกเซน และเมทานอล มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสโดยตรง (direct application) ต่อด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง โดยพบอัตราการตายต่ำกว่า 50% ที่ความเข้มข้น 50% ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร ที่เวลา 7 วัน หลังการทดลอง และรายงานของ Talukder and Howse (1995) ที่รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดตาสือ (*A. polystachya*) ที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสโดยตรงต่อมอดแป้ง โดยพบอัตราการตายเพียง 4, 8, 14, 20 และ 26% ที่ความเข้มข้น 10, 20, 40, 60 และ 100 ไมโครกรัม ที่เวลา 3 วัน หลังการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในการเป็นสารสัมผัสด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง โดยให้สัมผัสสารสกัดหยาบที่ตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง พบว่าสารสกัดทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสต่อด้วงงวงข้าวโพด ผลการทดลองที่ได้ดูเหมือนว่าสารสกัดหยาบที่นำมาทดสอบมีประสิทธิภาพต่ำกว่าสารสกัดหยาบจากพืชที่ถูกนำมาทดสอบของ Abbasipour *et al.* (2011) ที่รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดและใบลำโพง (*Datura stramonium* L.) (วงศ์ Solanaceae) ที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสผ่านกระดาษกรองต่อมอดแป้ง โดยมีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 3936 และ 1954 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 1000, 2000, 3000, 4000 และ 5000 มิลลิกรัม/ลิตร ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ และสารสกัดจากฝักมะขามแขก (*S. italica*) ที่สกัดด้วยเฮกเซน คลอโรฟอร์ม และเมทานอล ไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสผ่านกระดาษกรองต่อมอดแป้ง ที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลัง

การทดลอง (Yagi *et al.*, 2013) แต่พบว่าผลการทดลองในครั้งนี้ใกล้เคียงกับผลการทดลองสารสกัดหยาบจากพืชชนิดอื่นต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ เช่น การทดลองของ Kim *et al.* (2003) ที่รายงานว่า สารสกัดหยาบจากทุกส่วนของ *Thymus manschuricus* Ronniger (Lamiaceae) เปลือกบริเวณรากของ *Magnolia obovata* Thunberg (วงศ์ Magnoliaceae) และแก่นไม้ของต้นกฤษณา *Aquillaria agallocha* Roxburgh (วงศ์ Thymelaeaceae) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารสัมผัสผ่านกระดากกรองต่อด้วงวงข้าว โดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายเท่ากับ 23% ที่ความเข้มข้น 35 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่เวลา 4 วัน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในการยับยั้งการกินอาหารของตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพด และมอดแป้ง พบว่าสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร (Feeding deterrence index (FDI)) ของด้วงวงข้าวโพดในระดับปานกลาง ได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งในระดับปานกลาง ได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอล ผลการทดลองส่วนใหญ่จะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง จากการรายงานของนักวิจัยท่านอื่นๆ พบว่ามีพืชบางชนิดถูกนำมาทดสอบและรายงานผลในด้านการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพด และมอดแป้ง เช่น สารสกัดจากเมล็ดตาสี (A. polystachya) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งได้เท่ากับ 50.6% ที่เวลา 5 วัน หลังการทดลอง (Talukder and Howse, 1995) Abbasipour *et al.* (2011) รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดและใบลำโพง (*D. stramonium*) ที่สกัดด้วยเอทานอล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้ง เท่ากับ 34.39, 34.93, 63.88 และ 97.21% ที่ความเข้มข้น 947, 1609, 2254 และ 3007 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ที่เวลา 3 วัน หลังการทดลอง สารสกัดจากรากชูเชิง (โสมรสขม) (*S. flavescens*) ที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง เท่ากับ 88.75 และ 59.78 ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 500 ppm ที่เวลา 3 วัน หลังการทดลอง (Liu *et al.*, 2007)

อย่างไรก็ตามผลการทดลองในครั้งนี้อาจไม่สามารถเปรียบเทียบโดยตรงกับผลการทดลองของนักวิจัยท่านอื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้นได้ เนื่องจากพืชที่ใช้ทดสอบ ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด ความเข้มข้นของสารทดลอง ระยะเวลาในการทดลอง ในงานทดลองของแต่ละท่านมีความ

แตกต่างกัน แต่เป็นเพียงการอ้างอิงผลการทดลองจากงานวิจัยของแต่ละท่าน ที่มีวิธีการทดลองใน  
รูปแบบและลักษณะที่ใกล้เคียงกับการทดลองในครั้งนี้เท่านั้น เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ให้  
เหมาะสมกับการทดลองครั้งต่อไป



## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

การสกัดสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล ในปริมาณเท่ากันเมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันมีผลทำให้ได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะทางกายภาพและปริมาณสารสกัดหยาบที่แตกต่างกัน และปริมาณสารสกัดหยาบมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณขึ้นเมื่อตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้สกัดมีขั้วสูงขึ้น

สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทย และเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพดสูง สำหรับสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง และเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอล และสารสกัดหยาบจากเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วยเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีฤทธิ์ในการเป็นสารไล่มอดแป้งสูง

สารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารรมด้วงวงข้าวโพดได้ดี เมื่อทดสอบในตู้รมยา (knockdown chamber) คือสารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน และสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเฮกเซน แต่สารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่มีฤทธิ์ในการเป็นสารรมมอดแป้ง และสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่มีฤทธิ์ต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง เมื่อทำการรมในขวดแก้วขนาดเล็ก (glass vial)

สารสกัดหยาบจากเมล็ดหางนกยูงฝรั่งที่สกัดด้วยเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีฤทธิ์ในการเป็นสารสัมผัสด้วงวงข้าวโพดโดยตรง (direct application) สารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอล เฮกเซน และไดคลอโรมีเทน มีฤทธิ์ในการเป็นสารสัมผัสมอดแป้งโดยตรง โดยเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบต่อแมลงทั้ง 2 ชนิด พบว่าสารสกัดหยาบมีฤทธิ์ในการเป็นสารสัมผัสโดยตรงต่อมอดแป้งได้ดีกว่า และสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีฤทธิ์ต่ำในการเป็นสารสัมผัสด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง เมื่อทดสอบด้วยวิธีการสัมผัสสารสกัดหยาบตกค้างที่อยู่บนกระดาษกรอง

สารสกัดหยาบจากเมล็ดนางนกงูฝรั่ง เมล็ดชุมเห็ดไทย และเมล็ดกระถินบ้านที่สกัดด้วย ไดคลอโรมีเทน และสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยสกัดด้วยเฮกเซน มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวโพคได้ปานกลาง สำหรับสารสกัดหยาบจากเมล็ดชุมเห็ดไทยที่สกัดด้วยเมทานอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งได้ปานกลางเช่นกัน



### ข้อเสนอแนะ

การนำเมล็ดหางนกยูงฝรั่ง ชุมเห็ดไทย และกระถินบ้าน มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไคลลอมีเทน และเมทานอล ทำให้ได้สารสกัดหยาบทั้งหมด 9 ชนิด ในแต่ละสารสกัดหยาบอาจจะมีหรือไม่มีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ในด้านต่างๆ ต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้ง เช่น ด้านการเป็นสารไล่ สารรม สารสัมผัส หรือสารยับยั้งการกินอาหาร เป็นผลให้สารสกัดหยาบแต่ละชนิดแสดงประสิทธิภาพต่อด้วงวงข้าวโพด และมอดแป้งในการทดลองด้านต่างๆ ไม่เท่ากัน สารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพต่ำใ้ว่าจะไม่มีสารเคมีที่มีฤทธิ์ต่อแมลงทั้งสองชนิดเป็นองค์ประกอบอยู่เลย แต่สารเคมีเหล่านั้นอาจจะมีอยู่ในปริมาณที่น้อยถ้าเทียบกับสารเคมีชนิดอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ สารเคมีเหล่านั้นอาจจะถูกบดบังและไม่แสดงประสิทธิภาพหรือแสดงประสิทธิภาพแต่ยังไม่เด่นชัด อาจจะแก้ไขโดยการแยกสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในสารสกัดหยาบชนิดนั้นๆ ออกมาให้ป็นสารบริสุทธิ์ ซึ่งก็มีความเป็นไปได้ที่สารบริสุทธิ์นั้นอาจจะออกฤทธิ์ต่อด้วงวงข้าวโพดหรือมอดแป้งในด้านต่างๆ ได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากสารบางชนิดจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นถ้าอยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์ ทำที่สุดแล้วสารสกัดหยาบที่ผ่านการนำมาทดสอบและผลปรากฏว่าไม่มีประสิทธิภาพต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้งในด้านต่างๆ อาจจะมีสารเคมีที่อยู่รูปของสารบริสุทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทั้งสองชนิดเป็นองค์ประกอบอยู่ก็เป็นไปได้ คิดว่าการสนใจแต่เฉพาะสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้งในด้านต่างๆ เพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังเป็นการเปิดรับข้อมูลใหม่ๆ เพิ่มเติมจากสารสกัดหยาบที่มีประสิทธิภาพต่ำต่อด้วงวงข้าวโพดและมอดแป้งอีกด้วย

สารสกัดหยาบที่สามารถควบคุมด้วงวงข้าวโพดได้จะช่วยลดปัญหาการเข้าทำลายของมอดแป้งได้ด้วยเช่นกัน เนื่องจากมอดแป้งเป็นศัตรูรอง จะเข้าทำลายผลิตผลเกษตรหลังจากแมลงชนิดอื่นๆ เข้าทำลายแล้ว ซึ่งหมายความว่าถ้าไม่มีด้วงวงข้าวโพดเข้าทำลายผลิตผลเกษตรก่อนมอดแป้งก็จะไม่สามารถทำลายผลิตผลเกษตรได้ โอกาสที่ผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บจะถูกมอดแป้งทำลายก็จะน้อยลงตามไปด้วย

สารสกัดหยาบที่ได้จากพืชนั้นมีความสำคัญในการนำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เนื่องจากช่วยให้เกษตรกรมีทางเลือกในการป้องกันกำจัดแมลงมากขึ้น ลดการนำเข้าสารเคมีลดความเสี่ยงจากการใช้สารเคมี ลดปัญหาแมลงต้านทานสารเคมี ลดความเป็นพิษของสารเคมีต่อ

แมลงศัตรูธรรมชาติ ทั้งยังเป็นการช่วยลดการสะสมของสารพิษในสภาพแวดล้อม และยังปลอดภัยต่อชีวิตของผู้ผลิตและผู้บริโภคอีกด้วย

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บเป็นเรื่องที่ดี หากมีผู้ให้ความสนใจที่จะศึกษาและวิจัยเพิ่มเติมในส่วนของพืชที่ได้ทำการศึกษาวินิจฉัยอยู่ก่อนแล้วเพื่อให้ได้สารสกัดหยาบที่มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น และพืชที่ยังไม่ได้ทำการวิจัย เพื่อให้เกิดงานวิจัยที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีประโยชน์และสามารถที่จะพัฒนาสารสกัดหยาบเหล่านี้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บต่อไปในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ



## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จรงค์ศักดิ์ พุมนวน, พิชมเนศ รongพล และอำมร อินทร์สังข์. 2552. ผลของการรมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อไรดิค *Formicomotes heteromorphus* Magowski (Acari: Pygmephoridae), น. 101-110. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 9. โรงแรมสุโขทัยแกรนด์, จังหวัดอุบลราชธานี.
- จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพการฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเพลี้ยอ่อนฝ้าย (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera: Aphididae), น. 1107-1116. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. เซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์, ขอนแก่น.
- ชูวิทย์ สุขปรากฏ, กุสุมา นวลวัฒน์, พินิจ นิลพานิชย์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา จันท์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น และรังสิมา เก่งการพานิช. 2543. **แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด**. กองกีฏวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- นฤมล สังข์โอธาน. 2546. **ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเสม็ดขาวในการควบคุมแมลงศัตรูพืช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทวัน บุญยะประภัสร์. 2544. การสกัดแยกและพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารสำคัญจากสมุนไพร, น. 129-164. ใน นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, บรรณาธิการ. **ยาและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เล่ม 1**. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- พรทิพย์ วิสารทานนท์, พรรณเพ็ญ ชโยภาส, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, จิราภรณ์ ทองพันธ์, ดวงสมร สุทธิสุทธิ, ลักขณา ร่มเย็น, ภาวิณี หนูชนะภัย และอัจฉรา เพชรโชติ. 2551. **แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด**. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มยุรฉัตร เกื้อชู, ศิริพรรณ ตันตาคม และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2553. ประสิทธิภาพในการกำจัด หนอนใยผักของสารสกัดจากเหง้าค้ำกวาดำที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ. วารสาร กำแพงแสน 8(1): 14-19.

ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์ และ ทรงพร จึงมั่นคง. 2549.ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณ สารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย อุบลราชธานี 8(2): 76-88.

รัชฎาวรรณ ปัญญา. 2548. สารเคมีในพืช. แหล่งที่มา [http://www.qsbg.org/article03\\_48.htm](http://www.qsbg.org/article03_48.htm), 6 กรกฎาคม 2556.

รัตนา อินทรานุกรณ์. 2547. การตรวจสอบและการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร. สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

รววิทย์ อินทวงศ์. 2555. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพืชสมุนไพร. แหล่งที่มา <http://changmailocalherbs.blogspot.com/2012/07/blog-post.html>, 4 กรกฎาคม 2556.

ศศิธร วุฒินิชย์. 2547. ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญ ของ *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* เชื้อสาเหตุโรคน้ำและของผัก. วิทยาสาร กำแพงแสน 2(2): 72-81.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. 2546. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. ฝ่าย ชีววิทยาและนิเวศวิทยา กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2555. 93 หน้า.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2552. สารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมศัตรูพืช. พิมพ์ ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2555. 164 หน้า.

หมอชาวบ้าน. 2545. หางนกยูงฝรั่งความสดไล่แห่งฤดูร้อน. แหล่งที่มา <http://www.doctor.or.th/article/detail/1921>, 21 เมษายน 2555.

อนันต์ สกฤตนิม. 2540. เอกสารคำสอนรายวิชาแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

Abbasipour, H., M. Mahmoudvand, F. Rastegar and M.H. Hosseinpour. 2011. Bioactivities of jimsonweed extract, *Datura stramonium* L. (Solanaceae), against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry** 35(6): 623-629.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology** 18(1): 265-567.

Abubakar, E.M. 2009. Efficacy of crude extracts of garlic (*Allium sativum* Linn.) against nosocomial *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa*. **Journal of Medicinal Plants Research** 3(4): 179-185.

Adane, K., D. Moore and S.A. Archer. 1996. Preliminary studies on the use of *Beauveria bassiana* to control *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory. **Journal of Stored Products Research** 32(2): 105-113.

Adekunle, O.K. and M.A. Aderogba. 2008. Characterisation of an antinematocidal compound from *Leucaena leucocephala*. **Australasian Plant Disease Notes** 3(1): 168-170.

- Ademola, I.O., A.I. Akanbi and S.O. Idowu. 2005. Comparative nematocidal activity of chromatographic fractions of *Leucaena leucocephala* seed against gastrointestinal sheep nematodes. **Pharmaceutical Biology** 43(7): 599-604.
- and S.O. Idowu. 2006. Anthelmintic activity of *Leucaena leucocephala* seed extract on *Haemonchus contortus*-infective larvae. **Veterinary Record** 158(14): 485-486.
- Adeneye, J.A. 1979. A note on the nutrient and mineral composition of *Leucaena leucocephala* in Western Nigeria. **Animal Feed Science and Technology** 4(3): 221-225.
- Adje, F., Y.F. Lozano, E. Meudec, P. Lozano, A. Adima, G. Agbo N' zi and E.M. Gaydou. 2008. Anthocyanin characterization of pilot plant water extracts of *Delonix regia* flowers. **Molecules** 13(6): 1238-1245.
- Ahad, M.A., M.A. Sayed, M.N. Siddiqui and M.M. Haque. 2012. Evaluation of some indigenous plant extracts against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Bruchidae: Coleoptera) in stored green gram *Vigna radiata* (L.). **Global Journal of Medicinal Plant Research** 1(1): 33-41.
- Ahemad, I and F. Aquil. 2003. Broad spectrum antibacterial and antifungal activities and potency of crude, alcoholic extract and fraction of *Delonix regia* flowers. **2<sup>nd</sup> World Congress on "Biotechnological Development of Herbal Medicine"**. NBRI, Lucknow, India.
- Ahmed, S.M., H. Chandler and J. Pereira. 1981. Insecticidal potential and biological activity of indian indigenous plants against *Musca domestica*. **International Pest Control** 23(6): 170-175.

- Amara, A.A., M.H. El-Masry and H.H. Bogdady. 2008. Plant crude extracts could be the solution: extracts showing *in vivo* antitumorigenic activity. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences** 21(2): 159-171.
- Amerasan, D., K. Murugan, K. Kovendan, P. Mahesh Kumar, C. Panneerselvam, J. Subramaniam, S. John William and J.S. Hwang. 2012. Adulticidal and repellent properties of *Cassia tora* Linn. (Family: Caesalpinaceae) against *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*, and *Anopheles stephensi*. **Journal of Parasitology Research** 111(5): 1953-1964.
- Andreu, M.G., G. Andreu, M.H. Friedman and R.J. Northrop. 2012. ***Leucaena leucocephala*, White Leadtree**. Available Source: <http://edis.ifas.ufl.edu/fr367>, June 23, 2013.
- Atoui, A.K., A. Mansouri, G. Boskou and P. Kefalas. 2005. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry** 89(1): 27-36.
- Awal, M.A., M.S. Hossain, M.M. Rahman, M.S. Parvin, M.A. Bari and M.E. Haque. 2004. Antishigellosis activity of the root extracts of *Cassia tora* Linn. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 7(4): 577-579.
- Ayertey, J.N. 1982. Development of *sitotroga cerealella* on whole, cracked or ground maize. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 31(2-3): 165-169.
- Bates, R.W., M.M. Garrison and T.B. Howard. 1959. Extraction of thyrotrophin from pituitary glands, mouse pituitary tumors, and blood plasma by percolation. **Endocrinology** 65(1): 1-7.
- Begum, K., P.V. Reddy, B.C. Leelaja, Y. Rajashekar and S. Rajendran. 2007. Studies on insect infestation in chocolates. **Journal of Stored Products Research** 43(2): 118-122.

- Benhalima, H., M.Q. Chaudhry, K.A. Mills and N.R. Price. 2004. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. **Journal of Stored Products Research** 40(3): 241-249.
- Bhavani, P., C. Bhattacharjee and D.T. Prasad. 2007. Bioevaluation of Subabul (*Leucaena leucocephala*) proteinase inhibitors on *Helicoverpa armigera*. **Arthropod-Plant Interactions** 1(4): 255-261.
- Black, M., J.D. Bewley and P. Halmer. 2006. **The Encyclopedia of Seeds Science, Technology and Uses**. Cromwell Press, Trowbridge, UK.
- Brown, G.A., J.H. Brower and E.W. Tilton. 1972. Gamma radiation effects on *Sitophilus zeamais* and *S. granarius*. **Journal of Economic Entomology** 65(1): 203-205.
- Bughio, F.M. and R.M. Wilkins. 2004. Influence of malathion resistance status on survival and growth of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), when fed on flour from insect-resistant and susceptible grain rice cultivars. **Journal of Stored Products Research** 40(1): 65-75.
- Caswell, G.H. 1962. **Agricultural Entomology in the Tropics**. Edward Arnold, London.
- Champ, B.R. and C.E. Dyte. 1976. **Report of the FAO Global Survey of Pesticide Susceptibility of Stored Grain Pests**. Food and Agricultural Organization of the United Nation, Rome.
- and M.J. Campbell-Brown. 1970. Insecticide resistance in Australian *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae) –II malathion resistance in eastern Australia. **Journal of Stored Products Research** 6(2): 111-131.

- Cheng, A.X., Y.G. Lou, Y.B. Mao, S. Lu, L.J. Wang and X.Y. Chen. 2007. Plant terpenoids: biosynthesis and ecological functions. **Journal of Integrative Plant Biology** 49(2): 179-186.
- Cotton, R.T. 1963. **Pests of Stored Grain and Grain Products**. Purgess Publishing Company. Minneapolis, Minn.
- Danho, M., C. Gaspar and E. Haubruge. 2002. The impact of grain quantity on the biology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): oviposition, distribution of eggs, adult emergence, body weight and sex ratio. **Journal of Stored Products Research** 38(3): 259-266.
- David, I.K. 2007. **The Biology and Effects of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on Grain Quality of Wheat**. M.E. Thesis, Federal University of Technology Akure.
- Deepa, B. and O.K. Remadevi. 2011. Larvicidal activity of the flowers of *Delonix regia* (Bojer Ex Hook.) Rafin. (Fabales: Fabaceae) against the teak defoliator, *Hyblaea puera* Cramer. **Current Biotica** 5(2): 237-240.
- Deore, S.L., S.S. Khadabadi, K.S. Kamdi, V.P. Ingle, N.G. Kawalkar, P.S. Sawarkar, U.A. Patil and A.J. Vyas. 2009. In vitro anthelmintic activity of *Cassia tora*. **International Journal of ChemTech Research** 1(2): 177-179.
- Derbalah, A.S., A.M. Hamza and A.A. Gazzy. 2012. Efficacy and safety of some plant extracts as alternatives for *Sitophilus oryzae* control in rice grains. **Journal of Entomology** 9(2): 57-67.
- Dichter, D. 1967. The stealthy thief. **Ceres (FAO Review)** 9: 51-53.

- Donahaye, E.J., S. Navarro, M. Rindner and A. Azrieli. 1996. The combined influence of temperature and modified atmospheres on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Products Research** 32(3): 225-232.
- Duraipandiyan, V., M. Ayyanar and S. Ignacimuthu. 2006. Antimicrobial activity of some ethnomedicinal plants used by Paliyar tribe from Tamil Nadu, India. **BMC Complementary and Alternative Medicine** 6(35): 1-7.
- Estrella, M.D.L., F.J. cabezas, C. Aedo and M. Velayos. 2006. Checklist of the caesalpinioideae (Leguminosae) of Equatorial Guinea (annobón, bioko and río muni). **Botanical Journal of the Linnean Society** 151(4): 541-562.
- Fernandez-Salas, A., M.A. Alonso-Diaz, R. Acostra-Rodriguez, J.F.J. Torres-Acosta, C.A. Sandoval-Castro and R.I. Rodriguez-Vivas. 2011. In vitro acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology** 175(1-2): 113-118.
- Finney, D.J. 1971. **Probit Analysis**. Cambridge University Press, London.
- Giga, D.P., S. Mutumeerwa, G. Moya and D. Neeley. 1991. Assessment and control of losses caused by insect pests in small farmers, stores in Zimbabwe. **Crop Protection** 10(4): 287-292.
- Gilman, E.F. and D.G. Watson. 1993. **Fact Sheet ST-336**. A series of the Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Guedes, N.M.P., R.N.C. Guedes, J.F. Campbell and J.E. Throne. 2010. Contest behaviour of maize weevil larvae when competing within seeds. **Animal Behaviour** 79(2): 281-289.

- Hayouni, E.A., M. Abedrabba, M. Bouix and M. Hamdi. 2007. The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. **Food Chemistry** 105(3): 1126-1134.
- Hegarty, M.P., P.G. Schinckel and R.D. Court. 1964. Reaction of sheep to the consumption of *Leucaena glauca* Benth. and to its toxic principle mimosine. **Australian Journal of Agricultural Research** 15(1): 153-167.
- , R.D. Court and G.S. Christie. 1976. Mimosine in *Leucaena leucocephala* is metabolised to a goitrogen in ruminants. **Australian Veterinary Journal** 52(10): 490.
- Hidalgo, E., D. Moore and G.L. Patourel. 1998. The effect of different formulations of *Beauveria bassiana* on *Sitophilus zeamais* in stored maize. **Journal of Stored Products Research** 34(2/3): 171-179.
- Huang, Y., S.M. Lam and S.H. Ho. 2000. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research** 36(2): 107-117.
- Hughes, C.E. 1998. **Taxonomy of leucaena. ACIAR Proceedings No. 86.** Watson Ferguson & Co., Australia.
- Igwe, O.U. and L.M. Nwokocho. 2014. Isolation of gum from the seeds of *Delonix regia* and evaluation of its interactions with cassava and maize starches. **International Journal of Chemical and Biochemical Sciences** 5: 16-21.

- Inuma, M., H. Tosa, T. Tanaka, F. Asai, Y. Kobayoshi, R. Shimano and K. Miyauchi. 1996. Antibacterial activity of xanthenes from guttiferaceous plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Journal of Pharmacy and Pharmacology** 48(8): 861-865.
- Insa, S., V. Salvado and E. Antico. 2004. Development of solid-phase extraction and solid-phase microextraction methods for the determination of chlorophenols in cork macerate and wine samples. **Journal of Chromatography A** 1047(1): 15-20.
- Ishaaya, I., A. Hirashima, S. Yablonski, S. Tawaka and M. Eto. 1991. Mimosine, a nonprotein amino acid, inhibits growth and enzyme systems in *Tribolium castaneum*. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 39(1): 35-42.
- Isman, M.B., O. Koul, A. Luczynski and J. Kaminski. 1990. Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 38(6): 1406-1411.
- Jahan, I., M.S. Rahman, M.Z. Rahman, M.A. Kaiser, M.S. Islam, A. Wahab and M.A. Rashid. 2010. Chemical and biological investigations of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. **Acta Pharmaceutica** 60(2): 207-215.
- Jain, S and U.K. Patil. 2010. Phytochemical and pharmacological profile of *Cassia tora* Linn. an overview. **Indian Journal of Natural Products and Resources** 1(4): 430-437.
- Jayakumar, M. 2010. Oviposition deterrent and adult emergence activities of some plant aqueous extracts against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Biopesticides** 3(1): 325-329.

- Kamada, Y., N. Oshiro, H. Oku, F. Hongo and I. Chinen. 1997. Mimosine toxicity in broiler chicks fed *Leucaena leucocephala* seed powder. **Animal Science Technology** 68(2): 121-130.
- Kefford, J.F and B.V. Chandler. 1970. **The Chemical Constituents of Citrus Fruits.** Academic Press, New York.
- Khanam, L.A.M., D. Talukder and A.R. Khan. 1990. Insecticidal property of some indigenous plants against *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera: Tenebrionidae). **Bangladesh Journal of Zoology** 18(2): 253-256.
- Kim, S.I., J.Y. Roh, D.H. Kim, H.S. Lee and Y.J. Ahn. 2003. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research** 39(3): 293-303.
- Kim, S.K. and D.K. Kossou. 2003. Responses and genetics of maize germplasm resistant to the maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky in West Africa. **Journal of Stored Products Research** 39(5): 489-505.
- Kim, Y.M., C.H. Lee, K.G. Kim and H.S. Lee. 2004. Anthraquinones isolated from *Cassia tora* (Leguminosae) seeds show an antifungal property against phytopathogenic fungi. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 52(20): 6096-6100.
- Kiritani, K., T. Muramatu and S. Yoshimura. 1963. Characteristics of mills in faunal composition of stored product pests; their role as a reservoir of new import pests. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology** 1(1): 49-58.

- Lawal, O., N.E. Uzokwe, A.B.I. Igboanugo, A.F. Adio, E.A. Awosan, J.O. Nwogwugwu, B. Faloye, B.P. Olatunji and A.A. Adesoga. 2010. Ethno medicinal information on collation and identification of some medicinal plants in research institutes of South-West Nigeria. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology** 4(1): 1-7.
- Lee, B.H., P.C. Annis, F. Tumaalii and W.S. Choi. 2004. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. **Journal of Stored Products Research** 40(5): 533-564.
- Lee, H.J., J.S. Choi, J.S. Jung and S.S. Kang. 1998. Alaternin glucoside isomer from *Cassia tora*. **Phytochemistry** 49 (5): 1403-1404.
- Lienard, V., D. Seck, G. Lognay, C. Gaspar and M. Severin. 1993. Biological activity of *Cassia occidentalis* L. against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research** 29(4): 311-318.
- Liu, Z.L., S.H. Goh and S.H. Ho. 2007. Screening of chinese medicinal herbs for bioactivity against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research** 43(3): 290-296.
- Lu, J.H. and Y.Q. He. 2010. Fumigant toxicity of *Ailanthus altissima* Swingle, *Atractylodes lancea* (Thunb.) DC. and *Elsholtzia stauntonii* Benth extracts on three major stored-grain insect. **Industrial Crops and Products** 32(10): 681-683.
- Lu, T., Y. Liang, J. Song, L. Xie, G.J. Wang and X.D. Liu. 2006. Simultaneous determination of berberine and palmatine in rat plasma by HPLC–ESI-MS after oral administration of traditional chinese medicinal preparation Huang-Lian-Jie-Du decoction and the pharmacokinetic application of the method. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis** 40(5): 1218-1224.

- Maniruzzaman, F.M. 1993. **A Compendium of Plants in Bangladesh**. Bangla Academy, Dhaka.
- Mason, L.J. and J. Obermeyer. 2010. **Stored Grain Insect Pest Management**. Stored Product Pests. Department of Entomology, Purdue University.
- Meher, L.C., V.S.S. Dharmagadda and S.N. Naik. 2006. Optimization of alkali-catalyzed transesterification of *Pongamia pinnata* oil for production of biodiesel. **Bioresource Technology** 97(12): 1392-1397.
- Milder, I.E.J., I.C.W. Arts, B. Putte, D.P. Venema and P.C.H. Hollman. 2005. Lignan content of dutch plant foods: a database including lariciresinol, pinoresinol, secoisolariciresinol and matairesinol. **British Journal of Nutrition** 93(3): 393-402.
- Mills, J.T. and N.D.G. White. 1993. Seasonal occurrence of insect and mites in a Manitoba feed mill, pp. 1-15. *In Proceedings the Entomological Social Manitoba*.
- Mirunalini, S and M. krishnaveni. 2011. Coumarin: A plant derived polyphenol with wide biomedical applications. **International Journal of Pharm Tech Research** 3(3): 1693-1696.
- Murshid, G.M.M., M. Moniruzzaman, A.A. Rahman, M. Saifuzzaman and S.N. Uddin. 2007. Phytochemical and pharmacological screening of *Senna tora* Roxb. **Journal of Pharmacology and Toxicity** 2(4): 386-390.
- Murthy, J.M. and P.U. Rani. 2009. Biological activity of certain botanical extracts as larvicides against the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti* L. **Journal of Biopesticides** 2(1):72-76.

- Nakakita, H. and H. Ikenaka. 1997. Action of low temperature on physiology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in rice storage. **Journal of Stored Products Research** 33(1): 31-38.
- Nerio, L.S., J.O. Verbal and E.E. Stashenko. 2009. Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). **Journal of Stored Products Research** 45(3): 212-214.
- Niyomdham, C. 1978. A revision of the genus *Crotalaria* Linn. (Papilionaceae) in Thailand. **Thai Forest Bulletin (Botany)** 11: 105-181.
- Nwokocha, L.M and P.A. Williams. 2012. Rheological characterization of the galactomannan from *Leucaena leucocephala* seed. **Carbohydrate Polymers** 90(2): 833-838.
- Nyambo, B.T. 1993. Postharvest maize and sorghum grain losses in traditional and improved stores in South Nyanza District, Kenya. **International Journal of Pest Management** 39(2): 181-187.
- Oduor, G.I., S.M. Smith, E.A. Chandi, L.W. Karanja, J.O. Agano and D. Moore. 2000. Occurrence of *Beauveria bassiana* on insect pests of stored maize in Kenya. **Journal of Stored Products Research** 36(2): 177-185.
- Omogbe, R.E., O.M. Ikuebe and I.G. Ihimire. 1996. Antimicrobial activity of some medicinal plants extracts on *Escherichia coli*, *Salmonella paratyphi* and *Shigella dysenteriae*. **African Journal of Medicine and Medical Sciences** 25(4): 373-375.
- Parekh, J and S.V. Chanda. 2007. *In vitro* activity and phytochemical analysis of some Indian medicinal plants. **Turkish Journal of Biology** 31: 53-58.

- Patel, D., J. Vaghasiya, S.S. Pancholi and A. Paul. 2012. Therapeutic potential of secoisolariciresinol diglucoside: A plant lignan. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research** 4(1): 15-18.
- Pimentel, M.A.G., L.R.D'A. Faroni, R.N.C. Guedes, A.H. Sousa and M.R. Totola. 2009. Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research** 45(1): 71-74.
- Raessler, M. 2011. Sample preparation and current applications of liquid chromatography for the determination of non-structural carbohydrates in plants. **Trends in Analytical Chemistry** 30(11): 1833-1843.
- Rajashekar, Y., N. Gunasekaran and T. Shivanandappa. 2010. Insecticidal activity of the root extract of *Decalepis hamiltonii* against stored-product insect pests and its application in grain protection. **Journal of Food Science and Technology** 43(3): 310-314.
- Rajendran, S. and V. Sriranjini. 2008. Plant product as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research** 44(2): 126-135.
- Rao, S and C. Suresh. 2012. Phytochemical analysis and in vitro efficacy of two edible cassia species on selected human pathogens. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research** 3(12): 4982-4988.
- Reddy, R. 2013. **Storage pests of sweet sorghum: flour beetle (*Tribolium castaneum*)**. Available Source: <http://agropedia.iitk.ac.in/content/storage-pests-sweet-sorghum-flour-beetle-tribolium-castaneum>, June 23, 2013.
- Rilett, R.O. and R.D. Weigel. 1956. A winter survey of coleoptera in feed and flour mills. **Journal of Economic Entomology** 49: 154-156.

- Rouhi, R.M. and C.E.N. Washington. 2000. Lignan and lignin biosynthesis. **Science and Technology** 78(46): 29-32.
- Roy, B., R. Amin, M.N. Uddin, A.T.M.S. Islam, M.J. Islam and B.C. Halder. 2005. Leaf extracts of shiyalmutra (*Blumea lacera* Dc.) as botanical insecticides against lesser grain borer and rice weevil. **Journal of Biological Sciences** 5(2): 201-204.
- Sakulpanich, A. and W. Gritsanapan. 2008. Extraction method for high content of anthraquinones from *cassia fistula* pods. **Journal of Health Research** 22(4): 167-172.
- Salem, M.Z.M. 2013. Evaluation of the antibacterial and antioxidant activities of stem bark extracts of *Delonix Regia* and *Erythrina Humeana* Grown in Egypt. **Journal of Forest Products and Industries** 2(2): 48-52.
- Shaghghi, M., J.L. Manzoori and A. Jouyban. 2008. Determination of total phenols in tea infusions, tomato and apple juice by terbium sensitized fluorescence method as an alternative approach to the Folin–Ciocalteu spectrophotometric method. **Food Chemistry** 108(2): 695-701.
- Sharaby, A. 1988. Anti-insect properties of the essential oil of lemon grass, *Cymbopogon citratus* against the lesser cotton leafworm *Spodoptera exigue* (Hbn.). **Insect Science and Application** 9(1): 77-80.
- Shifavanmathi, J., C. Padmalatha, A.J.A. Ranjit Singh and S. Suthakar Isaac. 2010. Efficacy of selected plant extracts on the oviposition deterrent and adult emergence activity of *Callosobruchus Maculatus* F. (Bruchidae; Coleoptera). **Global Journal of Science Frontier Research** 10(8): 1-7.

- Shiramane, R.S., K.V. Biradar, B.V. Chivde, H.M. Shambhulingayya and V. Goud. 2011. In-vivo antidiarrhoeal activity of ethanolic extract of *Delonix regia* flowers in experimental induced diarrhoea in wistar albino rats. **International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry** 1(3): 442-447.
- Simpanya, M.F., J. Allotey and S. Mpuchane. 2001. Insect and mycoflora interactions in maize flour. **African Journal of Food and Nutritional Sciences** 1(1): 3-8.
- Snelson, J.T. 1987. **Grain Protectants**. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.
- Soderstrom, E.L., D.G. Brandl and B. Mackey. 1992. High temperature combined with carbon dioxide enriched or reduced oxygen atmospheres for control of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Products Research** 28(4): 235-238.
- Suthisut, D. 2011. **Insecticidal Activities of Essential Oils from Three Thai Plants (Zingiberaceae) and Their Major Compound against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Tribolium castaneum* (Herbst) and Two Parasitoids**. Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- Suzuki, Y., T. Fujimori, K. Kanno, A. Sasaki, Y. Ohashi and A. Makino. 2012. Metabolome analysis of photosynthesis and the related primary metabolites in the leaves of transgenic rice plants with increased or decreased rubisco content. **Plant, Cell and Environment** 35(8): 1369-1379.
- Talukder, F.A. 2006. Plant products as potential stored product insect management agents-A mini review. **Emirates Journal of Agricultural Science** 18(1): 17-32.

- and P.E. Howse. 1995. Evaluation of *Aphanamixis polystachya* as a source of repellents, antifeedants, toxicants and protectants in storage against *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research** 31(1):55-61.
- Tamaki, Y, T. Teruya and M. Tako. 2010. The chemical structure of galactomannan isolated from seeds of *Delonix regia*. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry** 75(5): 1110-1112.
- Tapondjou, A.L., C. Adler, D.A. Fontem, H. Bouda and C. Reichmuth. 2005. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research** 41(1): 91-102.
- The Technology and Economic Assessment Panel [TEAP]. 2000. Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. **Report, UNEP Technology and Economic Assessment Panel**. April 2000, United Nations.
- Tigar, B.J., P.E. Osborne, G.E. Key, M.E. Flores-S and M. Vazquez-A. 1994. Insect pests associated with rural maize stored in Mexico with particular reference to *Prostephanus truncates* (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Stored Products Research** 30(4): 267-281.
- TNAU Agritech Portal. 2013. **Storage insects and their management**. Available Source: [http://agritech.tnau.ac.in/crop\\_protection/crop\\_prot\\_crop\\_sto\\_insect.html](http://agritech.tnau.ac.in/crop_protection/crop_prot_crop_sto_insect.html), June 23, 2013.
- Triplehorn, C.A. 1965. Insect found in Ohio grain elevators and feed mills. **Journal of Economic Entomology** 58(3): 578-579.

- Trusheva, B., D. Trunkova and V. Bankova. 2007. Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. **Chemistry Central Journal** 1(13): 1-4.
- Turkmen, N., F. Sari and Y. Sedat Velioglu. 2006. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and folin–ciocalteu methods. **Food Chemistry** 99(4): 835-841.
- Udo, I.O. 2011. Potentials of *Zanthoxylum xanthoxyloides* (LAM.) for the control of stored product insect pests. **Journal of Stored Products and Postharvest Research** 2(3): 40-44.
- Ukeh, D.A., S.B.A. Umoetok, A.S. Bowman and A.J. Mordue (Luntz). 2012. Alligator pepper, *Aframomum melegueta*, and ginger, *Zingiber officinale*, reduce stored maize infestation by the maize weevil, *Sitophilus zeamais* in traditional African granaries. **Crop Protection** 32: 99-103.
- Unrau, A.M. 1961. The constitution of a galactomannan from the seeds *Leucaena glauca*. **Journal of Organic Chemistry** 26(9): 3097-3101.
- Upadhyay, R.K. and N. Yadav. 2012. Insecticidal potential of aqueous and solvent extracts of *Cassia fistula*, *Cleome viscosa* and *Capparis decidua* against *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). **International Journal of Chemical and Biochemical Sciences** 1: 91-98.
- Veerachari, U. and A.K. Bopaiah. 2012. Phytochemical investigation of the ethanol, methanol and ethyl acetate leaf extracts of six cassia species. **International Journal of Pharma and Bio Sciences** 3(2): 260-270.

- Vozzo, J.A. (n.d.). *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. Woody Plant Seed Manual. Southern Research Station, USDA Forest Service.
- Wannamolee, W. 2008. Development of Good Agricultural Practices (GAP) for Fruit and Vegetables in Thailand. *In Training of Trainers in Good Agricultural Practices (GAP) and Benchmarking: GLOBALGAP for Fruit and Vegetables*. 14-23 July 2008, Sheraton Subang Hotel & Towers. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Xia, T., S. Shi and X. Wan. 2006. Impact of ultrasonic-assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion. **Journal of Food Engineering** 74(4): 557-560.
- Yagi, S., S.E. Tigani, M. Ali, I. Elkhidir and A.M.A. Mohammed. 2013. Chemical constituents and insecticidal activity of *Senna italica* Mill. from the Sudan. **International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy** 9(2): 146-151.
- Yankanchi, S.R. and A.H. Gadache. 2010. Grain protectant efficacy of certain plant extracts against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Biopesticides** 3(2): 511-513.
- Zettler, J.L. and G.W. Cuperus. 1990. Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in wheat. **Journal of Economic Entomology** 83(5): 1677-1681.
- Zhao, B.X. 2010. Generation of phosphine gas for the control of grain storage pests, pp. 469-475. *In 10<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection*. 27 June-2 July 2010. Estoril, Portugal. Julius Kühn-Institut, Berlin, Germany.

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| ชื่อ-นามสกุล                   | นางสาวเจนจิรา ยองรัมย์  |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด           | 19 มีนาคม 2531  |
| สถานที่เกิด                    | อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์  |
| ประวัติการศึกษา                | วท.บ. (การจัดการศัตรูพืช) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  |
| ตำแหน่งหน้าที่การทำงานปัจจุบัน | นักวิชาการเกษตร   |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | กรมวิชาการเกษตร   |
| ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ | -   |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ           | ทุนมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวและสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี ประจำปี พ.ศ. 2556 |