ศึกษาความทนเค็ม ความทนแล้ง และความเป็นพิษของ ต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens* Linn.) ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera* Hubn.)

นางสาว รัชดาภรณ์ พิทักษ์ธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974 – 533 – 027 – 2

STUDIES OF SALT AND DROUGHT TOLERANCE OF CHAN (*Hyptis suaveolens* Linn.) AND ITS TOXICITY ON AMERICAN BOLLWORMS (*Heliothis armigera* Hubn.)

Miss Rachadaporn Pitaktham

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Biology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2001

ISBN 974 – 533 – 027 - 2

ศึกษาความทนเค็ม ความทนแล้ง และความเป็นพิษของต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens* Linn.) ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera* Hubn.)

สภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

(รศ.ดร.สมพงษ์ ธรรมถาวร)

ประธานกรรมการ

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.กรกช อินทราพิเชฐ)

.....

กรรมการ

(ดร.ณัฐวุฒิ ธานี)

.....

กรรมการ

(ผศ.ดร.เบญจมาศ จิตรสมบรูณ์)

.....

กรรมการ

(ศ.ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ)

.....

กรรมการ

(ผศ.ดร.อัศนี ปาจีนบูรวรรณ์)

.....	.....
(รศ.ดร.ทวิช จิตรสมบูรณ์)	(รศ.ดร.ประสาท สืบค้า)
รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ	คณบดี สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

รัชดาภรณ์ พิทักษ์ธรรม : ศึกษาความทนเค็ม ความทนแล้งและความเป็นพิษของต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens* Linn.) ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis amigera* Hubn.)
(STUDIES OF SALT AND DROUGHT TOLERANCE OF CHAN (*Hyptis suaveolens* Linn.) AND ITS TOXICITY ON AMERICAN BOLLWORMS (*Heliothis armigera* Hubn.)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.กรกช อินทราพิเชฐ, 142 หน้า
ISBN 974 – 533 – 027 - 2

แมงลักคาเป็นวัชพืชพบทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในความเค็มระหว่าง 25 – 35 ds/m และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 60 – 75 % RH ที่อุณหภูมิ 30 °C แต่ที่ความเค็มระหว่าง 40 – 45 ds/m แมงลักคาเจริญเติบโตน้อยกว่าในธรรมชาติ 2 – 5 เท่า และที่ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 40 - 50 % RH แมงลักคาเจริญเติบโตน้อยกว่าในธรรมชาติ 3 – 5 เท่า

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบแมงลักคาจากธรรมชาติ ทนเค็ม และทนแล้งมีพิษต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันมากกว่าสารสกัดจากเมล็ด สารสกัดเข้มข้นของใบจากทุกสภาวะให้พิษต่อหนอนวัย 2 ดีกว่าหนอนวัย 3 แอลกอฮอล์สกัดสารจากแมงลักคาได้ดีกว่าน้ำเล็กน้อย สารสกัดเข้มข้นของใบจากธรรมชาติด้วยแอลกอฮอล์ให้พิษมากที่สุดทำให้หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ตาย 98.80 % ในเวลา 13.70 ชั่วโมง และสกัดด้วยน้ำทำให้ตาย 94.44 % ในเวลา 15.70 ชั่วโมง การวิเคราะห์เปรียบเทียบ LD_{50} ของพิษสารสกัดเข้มข้นของใบด้วยแอลกอฮอล์จากธรรมชาติน้อยกว่าจาก สภาวะทนแล้ง และทนเค็มต่อหนอนวัย 2 ซึ่งเท่ากับ 17.852 mg/l, 27.185 mg/l และ 56.011 mg/l ตามลำดับ และต่อหนอนวัย 3 เท่ากับ 25.669 mg/l, 51.134 mg/l และ 55.906 mg/l ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดทำละลาย 50 % ให้พิษต่อหนอนได้ดีพอสมควรคือน้อยกว่าประมาณ 2 เท่าของสารสกัดเข้มข้น

สารสกัดใบและเมล็ดจากทุกสภาวะไม่แสดงพิษต่อหนูเม้าส์ และปลานิลแสดงว่าสารสกัดต้นแมงลักคาที่ใช้ควบคุมแมลงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันไม่มีผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร ของระบบนิเวศ และต่อสิ่งแวดล้อม

สาขาวิชา ชีววิทยา ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

RACHADAPORN PITAKTHAM : STUDIES OF SALT AND DROUGHT TOLERANCES OF CHAN (*Hyptis suaveolens* Linn.) AND ITS TOXICITY ON AMERICAN BOLLWORMS (*Heliothis armigera* Hubn.) THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF KORAKOD INDRAPICHATE, Ph.D. 142 PP.

ISBN 974 – 533 – 027 - 2

Chan, a weed widely found in the Northeast of Thailand, can grow well in salinity ranging from 25 to 35 ds/m and in humidity ranging from 60 – 75 % relative humidity (RH) at 30 °C. However, when grown at salinity ranging from 40 – 45 ds/m the growth is reduced 2 – 5 fold, and when grown at 40 – 45 % RH the growth is reduced 3 – 5 fold.

This research shows that leaf extracts of chan from natural, salt and humid conditions are more toxic to American bollworms than those from seeds of plants grown under the same conditions. All leaf extracts are also more toxic to the larva at the second instar than to the third instar. The alcohol extracts show slightly higher toxicity than the water extracts. Crude – alcohol extract of leaves from nature can kill the second instar larva 98.80 % in 13.70 hours, while the crude – water extract can kill the worms 94.44 % in 15.70 hours. Comparing toxicity by LD_{50} analysis shows that crude – alcohol leaf extracts from nature have a lower LD_{50} on the second instar larva than those from salty and humid conditions, 17.852 mg/l, 27.185 mg/l and 56.01 mg/l respectively. And the LD_{50} on the third instar larva are 25.669 mg/l, 51.134 mg/l and 55.906 mg/l respectively. Moreover, 50 % dilution of the crude extracts can kill the worms 2 fold, making it economical to use the extracts in controlling the worms.

The extraction of chan, both from leaves and seeds, does not show toxicity to mice and fish (tilapia) . Therefore, chan extract can be safely used in controlling American bollworms without affecting to food chain and environment.

School of Biology

Academic year 2001

Signature of Student……

Signature of Advisor……..

Signature of Co – advisor ……..

Signature of Co – advisor …….

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กรกช อินทราพิเชฐ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ณัฐวุฒิ ธานี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ จิตรสมบรูณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ จากสำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัศนี ปาจีนบูรวรรณ์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น กรุณาเป็นกรรมการสอบ ขอขอบคุณท่านอาจารย์หัวหน้าสาขาวิชาชีววิทยาในฐานะเป็นประธานกรรมการการสอบในครั้งนี้ และอาจารย์ อารักษ์ ธีระอำพล จากสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ให้คำแนะนำการปลูก Hydroponics, อาจารย์ กนก อุไรสกุล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตหันตรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ให้คำปรึกษาในการวิจัย

ขอขอบคุณ อาจารย์ อุทัย เกตุนุติ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร กรุณาให้ตัวอย่างพันธุ์หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันสำหรับเพาะเลี้ยง ศูนย์ควบคุมทางชีววิธีจังหวัดนครราชสีมา ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความสะดวกทางด้านอุปกรณ์และตัวอย่างในการทดลอง

ท้ายนี้กราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว รวมถึงเพื่อน ๆ อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความกรุณาให้กำลังใจในการศึกษามาตลอด

รัชดาภรณ์ พิทักษ์ธรรม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)…… ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)……ข
กิตติกรรมประกาศ……ค
สารบัญ……...ง
สารบัญตาราง…… ช
สารบัญภาพ……...ฎ
บทที่
1. บทนำ…….. ……. 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา……. 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย…….. 11
1.3 สมมติฐานการวิจัย…….. 11
1.4 ขอบเขตการวิจัย……12
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……12
2. ปริทัศน์วรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……13
2.1 การสกัดสารออกฤทธิ์……..13
2.2 สารฆ่าแมลงประเภทต่างๆ……14
2.3 วิถีนำเข้าสารฆ่าแมลงสู่ร่างกาย……..16
2.4 ฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง……17
2.5 การปรับตัวของแมลงให้ต้านทานต่อพืชกำจัด……18
2.6 การปรับตัวของพืชต่อแมลง…….. 19
2.7 สภาพดินในธรรมชาติ……21
2.8 การปรับตัวของพืชเมื่อขาดน้ำ……25
2.9 ความเป็นพิษของสาร……27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10 การทดสอบสารสกัดหรือสารที่ทำหน้าที่
เป็นสารฆ่าแมลงต่อแมลงเป้าหมาย……27
2.11 วิธีประเมินการทดสอบแมลงต่อสารฆ่าแมลง……...28
2.12 แมงลักคาและพิษของแมงลักคา……29
3. วิธีเนินงานวิจัย……32
3.1 สารเคมี……...32
1.2 อุปกรณ์……...33
1.3 วิธีการ…… 33
1.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ……43
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปราย…….. 44
4.1 วัฏจักรชีวิตของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน
(*Heliothis armigera*)…….. 44
4.2 ความเข้มข้นระดับต่างๆของสารสกัดใบ และ
เมล็ดต้นแมงลักคา (*Hyptis sauveolens*) โดยการทำละลาย……...45
4.3 ความเค็มของดินที่ต้นแมงลักคาเจริญใน 3 จังหวัด
ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ…… 46
4.4 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะธรรมชาติ
สภาวะทนเค็ม และ สภาวะทนแล้ง…… 48
1.5 ความเป็นพิษของสารสกัดจากใบและจากเมล็ดของต้น
แมงลักคาที่เจริญเติบโตสภาวะต่าง ๆ สกัดด้วยแอลกอฮอล์
และน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน……..52
1.6 ความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดของต้นแมงลักคา
เมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำที่มีผลต่อปลานิล
(*Oreochromis niloticus*) ……110

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

1.7 ความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดของต้นแมงลักคา
สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำที่มีผลต่อ หนูเม้าส์
(Bandicota savilei)..... 115
1.8 การแยกส่วนประกอบของสารสกัดใบแมงลักคาเมื่อสกัด
ด้วยแอลกอฮอล์ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดในสภาวะต่าง ๆ
โดยวิธี TLC.....118

5. บทสรุป..... 120
รายการอ้างอิง..... 124
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. แสดงตารางการเตรียมวิตามินรวม..... 135
ภาคผนวก ข. แสดงตารางการเตรียมสารละลายอาหารน้ำ hydroponics.....136
ภาคผนวก ค. แสดงภาพในการทดลองและความรู้ที่เกี่ยวข้อง.....139
ประวัติผู้เขียน

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 1.1 ปริมาณและมูลค่าสารกำจัดศัตรูพืชนำเข้า ปี 2538..... 2
ตารางที่ 1.2 แสดงแมลงศัตรูสำคัญโดยสังเขปของพืชทางการเกษตร ของประเทศไทย..... 5
ตารางที่ 4.1 แสดงช่วงวัฏจักร ชีวิตของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน(*Heliothis armigera* Hubn.) 44
ตารางที่ 4.2 ค่า absorbance ของสารสกัดจากใบและเมล็ดแมงลักคาอย่างละ 1 กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง ที่ความยาวคลื่นแสง 315.556 nm. 46
ตารางที่ 4.3 ความเค็มของดินที่ต้นแมงลักคาเจริญเติบโตในเขตพื้นที่ 3 อำเภอ ของ 3 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือแสดงค่าในรูปของการนำ กระแสไฟฟ้าและ pH 47
ตารางที่ 4.4 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะทนเค็ม โดยการวัด ความสูงต้นและความยาวรากในช่วง 3 เดือน 48
ตารางที่ 4.5 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะทนแล้ง โดยการวัด ความสูงของต้นและความยาวรากในช่วงเวลา 3 เดือน.....49
ตารางที่ 4.6 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะธรรมชาติ ทนเค็ม ทนแล้ง โดยการวัดความสูง ต้นและความยาวรากในช่วง 3 เดือน จากการเฉลี่ยทุกระดับในการทดลองทั้ง 3 เดือน..... 50
ตารางที่ 4.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการได้รับสารสกัดแมงลักคา ต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 โดยการให้กิน พ่น และกินและพ่น โดยไม่จำแนกสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจาก ธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์สารสกัดทำละลายเจือจาง 5 ระดับ และ ประสิทธิภาพของสารสกัดแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์จำนวนตายของหนอน.....57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 4.8 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการได้รับสารสกัดแมงลักคาต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 โดยการให้กิน พ่น และกินและพ่นด้วยสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารสกัดทำละลายเจือจาง 5 ระดับ และประสิทธิภาพของสารสกัดแสดงเป็นชั่วโมงตายของหนอน 58

ตารางที่ 4.9 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษโดยรวมของสารสกัดแมงลักคาจากใบและเมล็ดจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่มีต่อจำนวนตายหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 หนอนได้รับสารสกัดทำละลาย 5 ระดับ โดยไม่จำแนกวิธีการกิน การพ่น และการกินและพ่น..... 59

ตารางที่ 4.10 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษโดยรวมของสารสกัดแมงลักคาจากใบและเมล็ดจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่มีต่อเวลาตายหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 หนอนได้รับสารสกัดทำละลาย 5 ระดับ โดยการกิน การพ่น และการกินและพ่น..... 60

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ 3 วิธีการกิน การพ่น การกินและพ่นสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ได้รับที่ความเข้มข้นต่างกัน..... 62

ตารางที่ 4.12 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาระหว่างใบและเมล็ดที่มี ต่อจำนวนตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 จากการทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ โดยไม่จำแนกสารทำละลายที่ใช้ในการสกัด และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น 72

ตารางที่ 4.13 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาระหว่างใบ และเมล็ดจากธรรมชาติ ที่มีต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกสารทำละลายที่ใช้ในการสกัดทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดย

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

การกินและพ่นบันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง..... 73
ตารางที่ 4.14 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติที่ได้จากการสกัดด้วยสารทำละลายระหว่างแอลกอฮอล์กับน้ำ ที่มีต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกใบ และเมล็ดทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น 75
ตารางที่ 4.15 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติที่ได้จากการสกัดด้วยสารทำละลายระหว่างแอลกอฮอล์กับน้ำ ที่มีต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกใบ และเมล็ดทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น 76
ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น 87
ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง.... 88
ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อการตายของหนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น 89
ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบ และเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอน

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง..... 90

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อการตาย ของหนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ด ด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดังระบุหนอนได้รับ สารสกัดโดยการกินและพ่น 100

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบ และ เมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำทำละลายที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดัง ระบุหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผล ภายใน 96 ชั่วโมง 101

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อการตาย ของหนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบ และ เมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น 103

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบ และ เมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผล ภายใน 96 ชั่วโมง 104

ตารางที่ 4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การตาย และชั่วโมงการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ณ สภาวะต่างกัน..... 106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 4.25 ความเป็นพิษ ของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*) จากสภาวะธรรมชาติ ทนเค็ม และทนแล้ง สกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera*) วัย 2 และวัย 3 ที่ LD_{50} 109

ตารางที่ 4.26 ความเป็นพิษของสารสกัดใบแมงลักคาที่มีผลต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)โดยสังเกตพฤติกรรมของปลาภายใน 96 ชั่วโมง..... 112

ตารางที่ 4.27 ความเป็นพิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)โดยสังเกตพฤติกรรมของปลาภายใน 96 ชั่วโมง..... 114

ตารางที่ 4.28 ความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อหนูเม้าส์ (*Bandicota savilei*) โดยสังเกตพฤติกรรมหนูภายใน 96 ชั่วโมง..... 117

ตารางที่ 4.29 แสดงการแยกส่วนประกอบสารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ ระดับ Crude extract สภาวะต่าง ๆ โดยวิธี TLC..... 118

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 1.1	ต้นแมงลักคา *Hyptis suaveolens*, Linn.ที่ขึ้นทั่วไป ในสภาพแห้งแล้งของฤดูร้อน ภาพถ่ายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา……..	10
ภาพที่ 2.1	เครื่องมือสกัด Soxhlet extraction apparatus……..	15
ภาพที่ 2.2	ระบบประสาทของแมลง……	17
ภาพที่ 2.3	พื้นที่ดินเค็มในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ……..	22
ภาพที่ 2.4	ตำแหน่งหินเกลือในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ……	23
ภาพที่ 2.5	ปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2538……..	26
ภาพที่ 2.6	ส่วนประกอบต่าง ๆ ลำต้น ผล และ ดอก ของต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*)……..	29
ภาพที่ 3.1	แสดงการปลูกต้นแมงลักคาในสารละลาย Hydroponics……...	36
ภาพที่ 4.1	จำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดใบของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ……..	53
ภาพที่ 4.2	ระยะเวลาการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดใบของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ และสังเกตภายในระยะเวลา 96 ชั่วโมง……..	54
ภาพที่ 4.3	จำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดเมล็ดของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ……..	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 4.4 ระยะเวลาการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดเมล็ดของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ และสังเกตภายในระยะเวลา 96 ชั่วโมง..... 56
ภาพที่ 4.5 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 63
ภาพที่ 4.6 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของหนอนภายใน 96 ชั่วโมง(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว).....64
ภาพที่ 4.7 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว).....65
ภาพที่ 4.8 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของหนอนภายใน 96 ชั่วโมง(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 66
ภาพที่ 4.9 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น
(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)…….. 67

ภาพที่ 4.10 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของ
หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ด
ด้วยแอลกอฮอล์ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับ
สารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของ
หนอนภายใน 96 ชั่วโมง(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)…… 68

ภาพที่ 4.11 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอน
เจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ด
ด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอน
ได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)……. 69

ภาพที่ 4.12 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของ
หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ด
ด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับ
สารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของ
หนอนภายใน 96 ชั่วโมง (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)…….. 70

ภาพที่ 4.13 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของ
หนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบ
ด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอน
ได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)……78

ภาพที่ 4.14 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของ
หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบ
ด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และ
หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น
(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)…….. 79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 4.15 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 80
ภาพที่ 4.16 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 81
ภาพที่ 4.17 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ด ด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 82
ภาพที่ 4.18 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 83
ภาพที่ 4.19 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 84
ภาพที่ 4.20 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น
(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 85

ภาพที่ 4.21 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของ
หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัด
จากใบด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความชื้นสัมพัทธ์
ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น
(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 92

ภาพที่ 4.22 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย
ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3
สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่
ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด
โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 93

ภาพที่ 4.23 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของ
หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สาร
สกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความชื้นสัมพัทธ์
ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น
(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 94

ภาพที่ 4.24 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย
ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3
สารสกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่
ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด
โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 95

ภาพที่ 4.25 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของ
หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สาร
สกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่
ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 96
ภาพที่ 4.26 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 97
ภาพที่ 4.27 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความชื้นสัมพัทธ์ ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและ การพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 98
ภาพที่ 4.28 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)..... 99

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ความเจริญและการพัฒนาทางด้านการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงจากยุคก่อนมาก โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น การเพิ่มผลผลิตพืชอาหารด้วยการปฏิวัติเขียว (Green Revolution) การเพิ่มผลผลิตข้าวและข้าวสาลีจากผลการปรับปรุงพันธุ์และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารและความอดอยากของประชากร นอกจากนี้พื้นที่แห้งแล้งบางส่วนของแอฟริกาและหลายประเทศในอเมริกาใต้ ได้ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ประชากรหลายร้อยล้านคนประสบปัญหาความยากจนในขณะเดียวกัน การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรส่งผลกระทบต่อศัตรูพืช ทั้งโรค, แมลง และวัชพืช เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อน ที่ภูมิอากาศเหมาะสมให้ศัตรูพืชขยายปริมาณและเพิ่มความหนาแน่นของประชากรได้ตลอดปี ทำให้ผลผลิตแต่ละปีถูกทำลายจากศัตรูพืชทุกชนิดรวมกันแล้วเสียหายโดยเฉลี่ย 10 - 30 เปอร์เซ็นต์ (อวบ สารถ้อย, 2540)

การปรับปรุงพันธุ์พืชหรือพันธุ์สัตว์ดั้งเดิมให้กลายเป็นพืชหรือสัตว์พันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงโดยการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม การเพิ่มปัจจัยการผลิตอื่น ๆ เช่น การใส่ปุ๋ย การใช้สารฆ่าแมลง การกำจัดวัชพืช การเตรียมดิน และการชลประทาน (นันทวรรณ อุดมสุข, 2537) ความถี่ของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่กว้าง และการขาดความรู้ความเข้าใจ เป็นต้น ก่อให้เกิดปัญหาการดื้อต่อสารกำจัดทำให้ศัตรูพืชระบาดมากขึ้น และเป็นปัญหาพิษสารกำจัดตกค้างในอาหาร ในสิ่งแวดล้อมและพิษต่อผู้ใช้โดยตรง นอกจากนี้การนำเข้าสินค้าประเภทสารกำจัดศัตรูพืชจำนวนมากทำให้สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศอย่างมากดังรายงานของกรมวิชาการเกษตร (ตารางที่ 1) ซึ่งทำการสำรวจทุก 5 ปี และยังก่อให้เกิดปัญหาเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมตามมา

ปัญหาการใช้สารเคมีทางการเกษตรและการปนเปื้อนของสารเคมีในสภาวะแวดล้อม ส่งผลในระยะยาวกล่าวคือทำให้แมลงศัตรูพืชระบาดมากขึ้น (วราพร ศรีสุพรรณ, 2537) ซึ่งการระบาดของแมลงศัตรูพืชและสัตว์จะขึ้นกับปัจจัยสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามประมาณ 60 - 100 ปีที่ผ่านมาไม่มีปัญหาแมลงระบาดมากนัก ด้วยเกษตรกรไม่ได้ใช้สารเคมีสังเคราะห์มาก (ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และปริญญา ชินโนรส, 2535) เกษตรกรในอดีตเรียนรู้การใช้แมลงศัตรูพืชตามธรรมชาติให้ทำลายกันเอง เป็นการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี (Biological Control) ซึ่งหมายถึง การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วย

แมลงเบียน แมลงห้ำ หรือเชื้อโรคเพื่อทำให้ประชากรแมลงศัตรูพืชอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับเสียหายทางเศรษฐกิจ เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่ไม่มีแมลงเบียน แมลงห้ำ และเชื้อโรค (Bach, 1974)

ตารางที่ 1.1 ปริมาณและมูลค่าสารกำจัดศัตรูพืชนำเข้า ปี 2538

ชนิดสารกำจัดศัตรูพืช	จำนวนผลิตภัณฑ์ (ชนิด)	ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณสารออกฤทธิ์ (กิโลกรัม)	ประเภทสารกำจัดศัตรูพืช
สารกำจัดแมลง	85	10,559,540	1,644,159,884	6,572,927	Insecticide
สารกำจัดไร	8	519,760	91,657,394	221,393	Acaricide
สารรมควันพิษ	2	50,094	10,659,173	28,719	Fumigant
สารกำจัดหนู	3	86,440	5,283,057	29,602	Rodenticide
สารกำจัดโรคพืช	65	6,937,092	603,454,306	4,827,522	Fungicide
สารกำจัดวัชพืช	55	19,954,485	2,043,770,462	11,934,341	Herbicide
สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	13	610,798	100,649,987	442,774	Plant growth regulator
สารกำจัดหอยทาก	2	36,326	3,650,789	6,053	Mulluscicide
รวม	233		4,503,285,052		

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2539/40 สำนักเศรษฐกิจเกษตร

การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีได้รับความสนใจมากกว่า 100 ปี ไม่น้อยกว่า 60 ประเทศทั่วโลก แต่ผลงานด้านนี้ใช้เวลาดำเนินการนานกว่าจะประสบผลสำเร็จ (Bach, 1974) ทั้งนี้เพราะศัตรูธรรมชาติ เช่น แมลงเบียน แมลงห้ำ และเชื้อจุลินทรีย์มีขนาดเล็ก บางชนิดมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ส่วนมากความสำคัญของศัตรูพืชเหล่านี้จึงถูกมองข้ามไป จนปัจจุบันประสบปัญหาในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจากใช้สารเคมี สารฆ่าแมลง มากยิ่งขึ้น จึงได้มีการรณรงค์จากนักวิชาการและนักการเมืองหลายกลุ่มที่เข้าใจปัญหาผลกระทบหลาย ๆ ด้านที่เกิดขึ้น กระตุ้นให้เกษตรกรหันกลับมาใช้ระบบการผลิตแบบเกษตรยั่งยืน (Sustainable agriculture) ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างระบบการอนุรักษ์ธรรมชาติและระบบการผลิตที่พึ่งพาการใช้สารเคมีน้อยลงในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพื่อรักษาความสมดุลทางธรรมชาติ และรักษาความหลากหลายของชนิดของพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ ตลอดจนเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ (Anonymous, 1989) แมลงเป็นสัตว์ที่มีมากที่สุดในโลก คิดเป็นกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์บกและแมลงมี 1 - 1.5 ล้านชนิด (Borer et.al., 1989)

การระบาดของแมลงศัตรูพืชเกิดจากสาเหตุหลัก 4 ประการ คือ

1) แมลงอพยพมาจากแหล่งอื่น อันเป็นผลมาจากความเจริญด้านการคมนาคม เช่น ในประเทศไทยมีการระบาดของหนอนกออ้อย 3 ชนิด อย่างรุนแรงในปี พ.ศ.2525 โดยหนอนกออ้อย ชนิดที่1 หนอนกอลาย *Chilo infuscatellus,* Snellen และ *Chilo sacchariphagus,* Beyer ชนิดที่ 2 หนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens,* Walker ชนิดที่ 3 หนอนกอสีขาว *Scirpophaga inferens,* Walker จนถึงปี พ.ศ. 2528 ได้มีการนำศัตรูธรรมชาติ พวกแตนเบียนไข่ *Trichogrammar confusum,* Viggiani (*Hymenoptera* : *Trichogrammatidae*) เข้ามาจากประเทศจีน เพื่อควบคุมหนอนกอลาย พบว่า พันธุ์ดังกล่าว สามารถมีชีวิตรอดและขยายพันธุ์ได้ดีที่อุณหภูมิ 35 °C โดยใช้ไข่ผีเสื้อข้าวสาร และไข่หนอนเจาะสมอฝ้าย เป็นแมลงอาศัยในการทดลองแทนไข่ของหนอนกอลาย (รัตนา นชะพงษ์ และคณะ, 2530) การศึกษาผลของการปล่อยแตนเบียนไข่ในภาคสนาม พบว่าแปลงอ้อยที่มีหนอนกอลายเพียงชนิดเดียวได้ผลเมื่อปล่อยแตนเบียนร่วมกับการพ่นสารฆ่าแมลง Endosulfan 1 ครั้ง ส่วนในแปลงอ้อยที่มีการระบาดของหนอนกออ้อยมากกว่า 1 ชนิด จำเป็นต้องปล่อยแตนเบียนร่วมกับสารฆ่าแมลง Endosulfan ในการควบคุมมากกว่า 2 ครั้งจึงสามารถควบคุมการระบาดได้ดี ทั้งนี้โดยยึดระดับเศรษฐกิจของหนอนกอที่เข้าทำลายอ้อยเป็น 10 % ในระยะที่อ้อยอายุ 1 - 4 เดือน เป็นมาตรการในการตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลง (โอชา ประจวบเหมาะ, 2527)

2) การพัฒนาดัดแปลงวิธีเพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตร่วมกับความไม่หลากหลายของสายพันธุ์และชนิดพืช ทำให้เป็นการเอื้อให้แมลงมีแหล่งเพาะพันธุ์ที่เหมาะสมเพิ่มขึ้น เช่น การเปลี่ยนจากพื้นที่ป่าหลายสิบไร่มาทำเป็นไร่ข้าวโพดเพียงพืชเดียว

3) การป้องกันการกำจัดแมลงศัตรูพืชด้วยสารเคมีสังเคราะห์ ทำให้แมลงดื้อต่อสารเคมีและสารเคมียังให้ผลเป็นอันตรายโดยตรงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งสารเคมียังไปทำลายแมลงอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในธรรมชาติและต่อระบบนิเวศด้วย เช่น เมื่อเกิดการระบาดของเพลี้ยหอยนวมฝ้าย (Cotton – cushion scale, *Icerya purchasi*) ได้มีการใช้ดีดีที (DDT) ควบคุม ทำให้ผึ้งซึ่งช่วยผสมเกสรพืชตายไปด้วย (Bach, 1974)

4) ใช้ระบบการควบคุมแมลงผิดวิธี ทำให้แมลงที่ไม่เคยมีความสำคัญมาก่อนระบาดเพิ่มขึ้น เช่น การใช้ Methiocarb ควบคุมไรซึ่งใช้ได้ไม่นาน ไรศัตรูพืชดื้อต่อสารเคมีสังเคราะห์ชนิดต่างๆที่ใช้ฆ่าไรศัตรูพืช (Smitinand and Kai larsen, 1981) พบว่าในกลุ่ม Dinotriphenel, Organophoaphate, Carbamate ไม่สามารถใช้กำจัดไรได้อีกเพราะไรได้ดื้อต่อสารหลายชนิด นอกจากนี้การควบคุมไรทำให้เพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอยระบาดอย่างรวดเร็ว

การสูญเสียพืชอาหารจากการทำลายโดยศัตรูพืชทั้งหมดประมาณ 35 % (Cramer, 1967) สร้างความสูญเสียให้กับเกษตรกรที่ภาคพื้นใดๆในโลกเป็นมูลค่าสูงมาก สามารถแยกความเสียหายศัตรูพืชประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้ 1) ความเสียหายจากแมลงคิดเป็น 12 % 2) จากเชื้อโรคต่าง ๆ

12 % 3) จากวัชพืช 10 % และ 4) จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและนกคิดเป็น 1 % (Richard, 1991)

การระบาดของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญในประเทศไทยมีหลายชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1.2 แมลงศัตรูพืชเหล่านี้สามารถทนต่อสารฆ่าแมลง การต้านทานต่อสารฆ่าแมลงจัดว่าเป็นการคัดเลือกตามธรรมชาติ (Natural selection) อย่างหนึ่งและเป็นพันธุกรรมด้วย เนื่องจากพบว่าแมลงบางตัวที่มีชีวิตรอดมาจากการถูกสารฆ่าแมลงจะสามารถถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมการต้านทานสารฆ่าแมลงสู่รุ่นต่อไป (Metcalf, 1983)

หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน *Heliothis armigera* (American bollworm) อยู่ในวงศ์ Noctuidae เป็นแมลงกินพืชหลายชนิดเป็นอาหาร (polyphagous) และไม่เฉพาะเจาะจงต่อพืชใดพืชหนึ่งเป็นพิเศษ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันจึงเป็นแมลงศัตรูพืชที่ทำความเสียหายต่อพืชเศรษฐกิจได้อย่างกว้างขวางมาก ปัจจุบันพบว่าหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันเข้าทำลาย ฝ้าย, ข้าวโพด, ข้าวฟ่าง, ถั่วฝักยาว, มะเขือเทศ, พริก, กระเจี๊ยบเขียว, ถั่วเขียว, ถั่วเหลือง, ถั่วลิสง, ส้ม, มะนาว และกุหลาบ Georghiou (1983) พบว่าหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน สามารถต้านทานสารฆ่าแมลงได้หลายประเภท เช่น Chlorfluazoron, Difubenzuron, Flufenoxurun, Tebufenazide และอื่น ๆ แล้วแต่สภาพแวดล้อมที่ต่างกันไป ในประเทศไทยมีการใช้สารฆ่าแมลง เหล่านี้มากในแหล่งปลูกฝ้ายที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ (สุเทพ สหายา, 2540 ; กนกพร อุ่นใจชน และคณะ, 2532)

สารฆ่าแมลงพวก Fenvalerate (Fan et.al., 1996) ฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 3 ได้ 60 - 80 % จนถึง 21 รุ่น จากนั้นหนอนสามารถดื้อยาจากระดับเดิม และสามารถดื้อต่อสารเคมีพวก Pyrethroid และ Parathion – methy อีกด้วย (อมรา ไตรศิริ และสำรวย ปลูกงาม, 2533) การใช้สารฆ่าแมลง Thiofanox, Omethoate, Sulprofos, Endosulfan, Thiodicarb และ Cyhalothrin ให้ผลดีที่สุดกับต้นฝ้ายอายุ 7 - 14 สัปดาห์ (สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี และคณะ, 2537) นอกจากการใช้สารเคมีในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันแล้วยังมีการกำจัดทางชีวภาพอื่นๆ เช่น การใช้เชื้อไวรัส แบคทีเรีย และไส้เดือนฝอย (วัชรี สมสุข, 2530) ในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันที่ทำลายฝ้าย ให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด ขึ้นกับอายุของฝ้ายด้วย (Anonymous, 1989) พบว่าหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันได้สร้างความต้านทานสาร Pyrethroid ในปี 2527 จึงได้เลิกใช้สาร Pyrethroid และพบว่าเชื้อจุลินทรีย์สามารถชลอความต้านทานต่อสารกลุ่ม Organochlorine, Organophosphate, Carbamate ในหนอนเจาะสมอฝ้าย (สว่าง วังบุญคง และคณะ, 2533; กนกพร อุ่นใจชน และคณะ, 2532)

สิทธิวัฒน์ เลิศศิรวรเมธ และลือชัย ต่างจิตร (2538) ได้ทำการศึกษาปรับปรุงพันธุ์ฝ้ายรัชดา 1 สามารถต้านทานโรคและทนต่อแมลงบางชนิด เช่น เพลี้ยจั๊กจั่น และหนอนเจาะสมอฝ้าย

อเมริกัน ฝ้ายพันธุ์รัชดา 1 เป็นฝ้ายสายพันธุ์ที่ใบมีขนปกคลุม เพลี้ยจั๊กจั่นไม่ชอบอาศัยทำให้ลดการใช้สารฆ่าแมลงในช่วงต้นฝ้ายมีอายุหนึ่งเดือนซึ่งเป็นช่วงก่อนออกดอก

ตารางที่ 1.2 แสดงแมลงศัตรูสำคัญโดยสังเขปของพืชทางการเกษตรของประเทศไทย

ชนิดพืชเศรษฐกิจ	ชนิดแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจ	
ข้าว	1.หนอนกอข้าวสีครีม	*Tryporyza incertulas*
	2.หนอนกอแถบลายสีม่วง	*Chilo polychysus*
	3.เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	*Nilaparvata lugens*
	4.หนอนกระทู้ข้าวกล้า	*Spodoptera mauritia*
	5.ตั๊กแตนข้าว	*Hieglyphus banian*
ข้าวโพด	1.ตั๊กแตนปาทังก้า	*Patango succincta*
	2.หนอนเจาะฝัก	*Heliothis armigera*
อ้อย	1.หนอนเจาะลำต้น	*Proceras sacchariphagus*
	2.ไรอ้อย	*Schizotetranychus andropogonii*
ฝ้าย	1.หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน	*Heliothis armigera*
	2.หนอนกินใบ	*Cosmophila flara*
ถั่ว	1.เพลี้ยอ่อนถั่วลิสง	*Aphis craccivora*
	2.บุ้งกินใบ	*Orgyia turbata*

ดัดแปลงจาก สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2536.

ฝ้ายสามารถต้านทานต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนเจาะสมอฝ้ายลดความต้านทานต่อสารปฏิชีวนะในระยะยาว คือ ถ้าหนอนระบาดในแปลงฝ้ายจะทำให้จำนวนหนอนลดลงได้ หากใช้วิธีควบคุมผสมผสานไปกับฝ้ายพันธุ์ต้านทานก็จะลดการใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างมาก และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของฝ้ายสายพันธุ์รัชดา 1 กับฝ้ายพันธุ์ศรีสำโรง ซึ่งคือสายพันธุ์มาตรฐาน นับว่าให้ผลผลิตใกล้เคียงกันมาก อย่างไรก็ตามยังคงมีข้อบกพร่องในฝ้ายพันธุ์รัชดา 1 คือ ใบของสายพันธุ์นี้ มีขน เหมาะต่อการวางไข่ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน แม้ว่าการมีขนจะป้องกันไม่ให้

เพลี้ยจั๊กจั่นดูดใบเอาน้ำเลี้ยงได้เพราะไม่สามารถแทงผ่านขนใบเข้าไปได้ก็ตาม ปี พ.ศ. 2528 มีรายงานว่า หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ทำลายดอก, ใบ และผลส้มเขียวหวาน ที่อำเภอรังสิต จังหวัดปทุมธานี (กรมวิชาการเกษตร, 2528) และปี พ.ศ. 2531 หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ทำลายมะนาวที่อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี (กรมวิชาการเกษตร, 2539) และทำลายองุ่นในอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี (กรมวิชาการเกษตร, 2539) ในปี พ.ศ. 2533 เช่นกัน พบว่าหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันทำลายมะม่วงในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยหนอนกัดกินดอกย่อย จนเหลือแต่โคนก้านช่อดอกย่อย (พนมกร วีระวุฒิ, 2533) นอกจากนี้ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันยังสามารถทำลายพืชชนิดอื่น ๆ ได้มาก เช่น คะน้า, กะหล่ำดอก, กะหล่ำปลี, ดาวเรือง และแอ๊ปเปิ้ล (Larry, 1991)

การควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน มีความสำคัญที่นักวิชาการได้สนใจหาวิธีต่าง ๆ และรูปแบบต่าง ๆ ในการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยป้องกันหรือลดการทำลายพืชเศรษฐกิจหลายสิบชนิดของเกษตรกรได้ดังนี้

1. การใช้ Bacteria

Bacillus thuringiensis ทำให้หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 3 อายุ 7 วัน ที่ได้รับผลึก *Bacillus thuringiensis* ซึ่งโปรตีนที่เป็นสารพิษมากกว่า 50 % ขึ้นไป (สุดาวรรณ อยู่จินดา, 2527)

2. การใช้ Virus

Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) มีความจำเพาะในการทำลายหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันในธรรมชาติ (อุทัย เกตุนุติ และคณะ, 2534; อุทัย เกตุนุติ และคณะ, 2538) ศิวิลัย สิริมังคลารัตน์ และคณะ (2533) พบว่า เชื้อไวรัสให้หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันในปริมาณผลึกโปรตีน 5.187 ผลึกต่อหนอน 1 ตัว ทำให้การเข้าดักแด้และการฟักออกเป็นตัวของหนอนลดลง และเชื้อไวรัสชนิดนี้ยังสามารถถ่ายทอดไปสู่หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันรุ่นลูกได้ถึง 54.54 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับความเข้มข้นที่ทำให้หนอนตาย 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 50.187×10^{5} ผลึกโปรตีนต่อมิลลิลิตร

3. การใช้ Pheromone

Pheromone เป็นสารสังเคราะห์ของแมลงเพศเมียที่ใช้เป็นสัญญาณเรียกแมลงตัวผู้ให้มาผสมพันธุ์ การใช้ Pheromone ล่อจับ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันเต็มวัยตัวผู้ แล้วฆ่าทำลายแมลงทำให้ทั้งลดการผสมพันธุ์และกำจัดแมลงได้ด้วย (อินทวัฒน์ บุรีคำ และคณะ, 2534; เกศรา จีระจรรยา, 2536) แต่วิธีนี้ไม่นิยมเพราะยุ่งยาก ไม่มีกับดักเคลือบ pheromone หรือสาร pheromone ผลิตขายเป็นการค้าและยังต้องพิจารณาถึงสภาพลม ฟ้า อากาศ และฤดูกาลในการใช้อีกด้วย

ณัฐวุฒิ ธานี และปีเตอร์ จี ฟีนีมอร์ (2534) ได้ศึกษาใช้กับดัก Pheromone จับหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันในแปลงทดลองแบบ Latin Square โดยปลูกพืช 4 ชนิด มะเขือเทศ เอสเตอร์

ข้าวโพดหวาน และถั่วเซิร์น ในประเทศนิวซีแลนด์ พบว่า แมลงตัวเต็มวัยเริ่มติดกับดักในช่วงเดือนธันวาคม และจับแมลงตัวเต็มวัยได้มากที่สุดในเดือนมีนาคม และยังพบว่าปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงที่จับได้

อย่างไรก็ตามกับดัก pheromone มีข้อจำกัด คือ ธรรมชาติการผสมพันธุ์ของผีเสื้อของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันเพศผู้ตลอดชั่วอายุขัย สามารถผสมพันธุ์ได้มากที่สุด 3 ครั้ง ส่วนเพศเมียผสมพันธุ์ได้มากที่สุด 5 ครั้ง วางไข่ได้จำนวนมากถึง 200 ฟอง (เกศรา จีระจรรยา, 2536) ดังนั้นช่วงเวลาที่ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน เพศผู้จะถูกล่อจับด้วย pheromone จึงจำกัด ไม่สามารถใช้กับดัก pheromone ได้ตลอดช่วงที่มีการระบาดของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ประกอบกับระบบการเพาะปลูกในประเทศไทยเอื้อต่อการแพร่พันธุ์ของ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน คือ มีการปลูกพืชต่อเนื่องกันตลอดปี เช่น เกษตรกรปลูกฝ้ายแล้วปลูกข้าวโพด ข้าวฟ่าง หรือ ถั่วเหลืองจึงเป็นการให้โอกาสแก่แมลงขยายพันธุ์ อีกทั้ง pheromone สลายตัวค่อนข้างเร็วต้องเปลี่ยนกับดักบ่อย ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายไม่คุ้มค่ากับการลงทุน (Somnuk et. al., 1992)

4. ไส้เดือนฝอย

สุกัญญา รอดเจริญ และเกษม สร้อยทอง (2535) ได้แสดงให้เห็นว่า ไส้เดือนฝอย *Neoaplectana carpocapsae*, Weiser สามารถควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันได้ ขึ้นกับปริมาณ (ความเข้มข้น) ของไส้เดือนฝอย โดยไส้เดือนฝอยที่ระดับความเข้มข้น 544 ตัวต่อมิลลิลิตร ให้ผลทำลายหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน วัยที่ 4 หนอนตายเร็วที่สุดในเวลาเฉลี่ย 49.61 เทียบเท่าผลของการใช้ Endosulfan 0.1 มิลลิลิตร ชั่วโมง, Endosulfan ความเข้มข้น 0.1 มิลลิลิตร ฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ตายทั้งหมดในเวลาเฉลี่ย 45.75 ชั่วโมง ในขณะที่ไส้เดือนฝอย 170 ตัวต่อ มิลลิลิตร ทำลายหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ตายในเวลาเฉลี่ย 72.29 ชั่วโมง และไส้เดือนฝอย 68 ตัวต่อมิลลิลิตร หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ตายในเวลา 76.66 ชั่วโมง

อย่างไรก็ตามแนวทางในการควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ศัตรูตัวสำคัญของพืชเศรษฐกิจยังต้องมีการศึกษาหาวิธีการและเทคนิคอื่นๆที่ให้ผลที่ดีกว่าและปลอดภัยกว่าต่อชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

Ahmed (1984) ได้รวบรวมสรุปจำนวนพืชที่แสดงคุณสมบัติเป็นสารกำจัดศัตรูพืชดังนี้ สารฆ่าแมลง (insecticidal) 1,053 ชนิด สารฆ่าเชื้อรา (fungicidal) 100 ชนิด สารฆ่าไส้เดือนฝอย (nematocidal) 58 ชนิด สารฆ่าสัตว์จำพวกหนู (rodenticidal) 29 ชนิด สารฆ่าวัชพืช (herbicidal) 14 ชนิด สารฆ่าหอย (molluscididal) 6 ชนิด สารฆ่าแบคทีเรีย (bactericidal) 4 ชนิด สารฆ่าไร

(acaricidal) 2 ชนิด สารยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) 230 ชนิด สารไล่ (repellent) 225 ชนิด สารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) 32 ชนิด และสารดึงดูด (attractant) 26 ชนิด

สารสกัดโลติ๊น (*Derris elliptica*) มีพิษต่อแมลงแต่ไม่มีพิษต่อมนุษย์ น้ำแช่รากโลติ๊นที่ทุบแล้วมีสาร Rotenone สามารถทำให้แมลงกินผักตายได้ (เกรียงไกร จำเริญมา, 2543)

สะเดามีสารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงได้หลายชนิดที่สำคัญ คือ Azadirachtin, Triterpenoid และ Melantriol ที่สามารถควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันได้ แต่ให้ฤทธิ์ในระดับกลาง (อาณัติ ต๊ะปินตา, 2534)

การผสมสารสกัดจากพืชมากกว่า 1 ชนิด มีผลทำให้พืชเจริญเติบได้ดีกว่า นั่นคือสามารถทำลายศัตรูพืชได้ดีกว่า กนก อุไรสกุล (2538) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากสะเดา แมงลักคา และตะไคร้หอม ต่อการเจริญเติบโตของ คะน้า มะลิ และพริกใหญ่ พบว่า สารสกัดสะเดา แมงลักคา ตะไคร้หอม ผสมในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช คือ เพลี้ยอ่อน *Aphis gossypii* และเพลี้ยอ่อน *Aphis craccivora* ซึ่งทั้ง 2 ชนิด ทำลายพืชเศรษฐกิจคือ พริก และถั่วฝักยาว สารสกัดผสมจากแมงลักคา สะเดา และตะไคร้หอม ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 ทำให้เมล็ดพริกขี้หนูงอกร้อยละ 74 – 81 และเมื่อใช้สะเดาผสมกับแมงลักคาความเข้มขัน 500 ppm ทำให้ต้นมะละกอเจริญเติบโตดีที่สุด (กนก อุไรสกุล, 2539) และสารสกัดสูตรนี้ทำให้ไข่ไรแดงแอฟริกันไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ ร้อยละ 95 ภายในเวลา 10.39 ชั่วโมง ในขณะที่สารเคมีสังเคราะห์ทำให้ไข่ไรแดงแอฟริกันไม่สามารถฟักได้ร้อยละ 95 ภายในเวลา 21.30 ชั่วโมง (กนก อุไรสกุล, 2542)

แมงลักคาเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่นักวิจัยพบว่า มีฤทธิ์ทำลายแมลงศัตรูพืชบางชนิดได้ เช่น เพลี้ยอ่อนพริก (*Aphis gossypii*) และหนอนรังห่อใบมะม่วง (*Orthaga sp.*) สารสกัดแมงลักคาที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 150 ppm ฆ่าเพลี้ยอ่อนพริก ได้ 50 % ในเวลาน้อยกว่า 1 ชั่วโมง และที่ความเข้มข้น 12,286.94 ppm ฆ่าเพลี้ยอ่อนพริกได้ 95 % และฆ่าหนอนรังห่อใบมะม่วง วัยที่ 3 ได้ 50 % และพบว่าสารสกัดแมงลักคาครั้งที่สองที่ได้จากการสกัดครั้งแรกด้วยน้ำและสกัดซ้ำด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ ให้พิษมากกว่าสกัดด้วยไอน้ำอย่างเดียวเพียง 1.12 เท่า น้ำมันระเหยจากแมงลักคามีสาร methyluginol 1.2 % เมื่อสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ มีฤทธิ์ทำให้แมลงวันผลไม้ไม่วางไข่และกำจัดเพลี้ยอ่อนถั่วฝักยาว *Aphis craccivora* ได้ (กนก อุไรสกุลและพิเชษฐ์ เวชวิธาน, 2537; พงษ์สิทธิ์ กิตติบำรุงสุข, 2532) น้ำมันแมงลักคาประกอบด้วย Sabinene ถึง 41 % (Pant et. al., 1992) 1, 8 – cineole ประมาณ 35 % (Mallavarapu et.al., 1993) β - caryophyllene 20.78%, β - phelleandrene 18.56 % และสารอินทรีย์อื่นรวมกันถึง 55 ชนิด (Brophy et. al., 1996) พืชชนิดนี้จึงเป็นที่น่าสนใจศึกษาเป็นพิเศษที่จะสามารถนำสารอินทรีย์องค์ประกอบสำคัญเหล่านี้มาสังเคราะห์ดัดแปลง (derivatization) ให้มีฤทธิ์กำจัดแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่าและหลายชนิดกว่า

ต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens* Linn.) ชื่อสามัญ Chan หรือ mild sprike อยู่ในวงศ์ Lamiaceae (ชื่อเดิมคือ Labiatae) เป็นพืชล้มลุกอายุปีเดียว แต่ต้นที่มีชีวิตรอดข้ามปี สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ในปีถัดไป ลำต้นของแมงลักคาเป็นสี่เหลี่ยมตั้งตรง และมีขนเหนียวติดมือ ความสูง 50 - 150 เซนติเมตร ใบเดี่ยว เรียงตามลำดับ ผิวใบมีขนทั้ง 2 ด้าน ใบมีรูปร่าง 3 แบบ คือ ovate, acute และ serrate ดอกช่อออกที่ปลายกิ่งและซอกใบช่อละ 4 ดอกย่อย กลีบดอกสีม่วงอมชมพู ผลแห้ง ขณะผลไม่แตกรูปคล้ายระฆังคว่ำ แมงลักคามีกลิ่นหอมฉุนจัด แมงลักคาจัดเป็นวัชพืชที่มีกระจายอย่างแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย (ก่องกานดา ชยามฤต, 2538; Anonymous, 1986; จรูญ พรหมชุม, 2530)

ปัจจุบันประชาชนในชนบทใช้กิ่ง ใบ ต้นแมงลักคา ทุบวางในเล้าไก่ เพื่อไล่ไรไก่และแมลง (เกรียงไกร จำเริญมา, 2541) พืชชนิดนี้ยังน่าสนใจที่สามารถทนแล้ง (ภาพที่ 1.1) และทนเค็มได้ ดังพบแพร่กระจายในที่แห้งแล้งที่มีดินเค็มในหลายแห่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Kyparissis et. al. (1995) ได้ทดลองหาการรอดชีวิตของ *Phlomis fruticosa* ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Lamiaceae เช่นเดียวกับ *Hyptis suaveolens* (แมงลักคา) ในภาวะแล้งในแปลงทดลองในแถบเมดิเตอร์เรเนียน พบว่า ก่อนช่วงฤดูร้อน ใบ *Phlomis fruticosa* จะปรับตัวสร้างรงควัตถุ Chlorophyll และ Xanthophyll ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น แต่เมื่อมีฝน พืชปรับตัวลดการสร้างสารรงควัตถุต่าง ๆ ทันที จึงเป็นที่น่าสนใจว่าในภาวะแล้งแมงลักคาจะมีการสร้างสารต่าง ๆ ในใบเพิ่มขึ้นหรือไม่

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นภูมิภาคที่มีพื้นที่ดินเค็ม พบมีดินเค็มครอบคลุมพื้นที่ถึง 17.8 ล้านไร่ จำแนกเป็นดินเค็มจัด 1.5 ล้านไร่ ดินเค็มปานกลาง 3.5 ล้านไร่ และดินเค็มน้อย 12.8 ล้านไร่ และมีพื้นที่ที่มีโอกาสจะเกิดดินเค็มอีก 19.6 ล้านไร่ (เสรี ไชยพันธ์ และ รุ่งโรจน์ พึ่งพันธุ์, 2537; กรมพัฒนาที่ดิน, 2538) ปัจจุบันมีหน่วยงานน้อยมากที่ทำการปรับปรุงพันธุ์พืชทนเค็ม พบว่าพืชที่สามารถทนเค็มได้สูงส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พืชที่ไม่ใช่พืชเศรษฐกิจ (สุรศักดิ์ เสรีพงศ์, 2527) สำหรับพืชเศรษฐกิจที่ทนเค็มได้ในระดับความเค็มน้อย ได้แก่ ถั่วฝักยาว, ผักกาด และพริกไทย พืชที่สามารถเจริญได้ในดินเค็มปานกลาง ได้แก่ ข้าว, ข้าวโพด, ข้าวฟ่าง, สับปะรด, มันสำปะหลัง, พืชตระกูลกะหล่ำ และ มะเขือเทศ ส่วนพืชสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเค็มจัด ได้แก่ หน่อไม้ฝรั่ง, ผักบุ้งจีน, มันฝรั่ง, ยูคาลิปตัส และสะเดา พื้นที่ที่มีความเค็มจัดกว่านี้ คือ มีค่า Ec มากกว่า 16 ds/m

ภาพที่ 1.1 ต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens* Linn.)ที่ขึ้นทั่วไป ในสภาพแห้งแล้งของฤดูร้อน ภาพถ่ายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

มีเพียงวัชพืชที่เจริญได้ เช่น หนามแดง และโกงกาง (ชัยนาม ดิสถาพร และคณะ, 2538) พืชที่สามารถเจริญได้ในดินเค็มแสดงการปรับตัวต่างๆกัน เช่น ลดขนาดใบลง ใบกลายเป็นหนาม หรือใบมีสีเขียวเข้มกว่าปกติ ใบหนาอวบน้ำ (สมศรี อรุนินท์, 2540) ซึ่งลักษณะเหล่านี้พบในต้นแมงลักคาด้วย และต้นแมงลักคาพบแพร่กระจายทั่วไปในพื้นที่ดินเค็ม จึงเป็นที่น่าสนใจว่าต้นแมงลักคาจะสามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความเค็มใดและความเค็มจะมีผลต่อกายภาพของพืชและการสร้างสารในใบและเมล็ดของแมงลักคาหรือไม่ จากการตรวจเอกสารพบว่ายังไม่มีการศึกษาอิทธิพล, ฤทธิ์ และพิษของแมงลักคาในเชิงชีวควบคุม (Biocontrol) เพื่อใช้ควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ในประเทศอินเดีย บราซิล และสหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาคุณสมบัติบางประการของต้นแมงลักคา พบว่าในต้นแมงลักคา มีสาร Terpene ไว้สำหรับป้องกันการกินของแมลงศัตรูพืช (Queiroz et. al., 1995)

ในทางการแพทย์พบว่าต้นแมงลักคาสามารถรักษาโรค Gonorrhea (Jain and Singh, 1994) และรักษาโรคเยื่อบุนัยน์ตาและช่องปากอักเสบได้ (Sikawar, 1994) สารสกัดต้นแมงลักคาทั้งต้นด้วย Ethanol สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus*

epidermidis, *Staphylococcus albus* และ *Bacillus subtilis* (Gonzalez et. al., 1994) แต่พบว่าต้นแมงลักคาเป็นพาหะของเชื้อ *Pseudomonas salariacearum* ทำให้เกิดโรคในมะเขือเทศ และมันฝรั่ง (Soares et. al., 1994) นอกจากนี้ยังมีการผลิตน้ำมันหอมระเหยจากต้นแมงลักคาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยา เพราะน้ำมันหอมระเหยแมงลักคาสามารถละลายน้ำได้ (Tiny et. al., 1996) ให้ผลผลิตค่อนข้างสูงถึง 3,500 กิโลกรัมต่อเอเคอร์ เมล็ดมีน้ำมันและ Fatty acid ชนิด Linoleic acid เป็นองค์ประกอบจำนวนมาก ถึงประมาณ 76 เปอร์เซ็นต์ (Estilai et. al., 1996)

จากคุณสมบัติดีหลายอย่างของต้นแมงลักคา แมงลักคาน่าที่จะเป็นพืชที่มีสารที่สามารถฆ่าแมลง หรือ สามารถไล่แมลงศัตรูพืช และต้นแมงลักคาจึงน่าจะเป็นพืชที่มีศักยภาพที่ควรนำมาศึกษาเพื่อพัฒนาการกำจัดแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจโดยชีวควบคุมที่เหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศได้ดีกว่าการใช้สารเคมีกำจัด ทั้งยังเป็นการประยุกต์ใช้วัชพืชต้นแมงลักคาให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความทนเค็มของต้นแมงลักคาต่อการเจริญเติบโตพัฒนาการ และการสร้างสารพิษต่อแมลงของแมงลักคา

2. เพื่อศึกษาความทนแล้งของต้นแมงลักคาต่อการเจริญเติบโตพัฒนาการ และการสร้างสารพิษต่อแมลงของแมงลักคา

3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารสกัดแมงลักคาต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน โดยใช้สารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติและจากพืชที่ปลูกด้วยความเค็มและความแห้งแล้ง

4. ศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาที่สกัดด้วยน้ำ และแอลกอฮอล์ในการควบคุมกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

5. ศึกษาหาระดับความเข้มข้นของสารสกัดแมงลักคาที่เหมาะสม สำหรับใช้ควบคุมกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

6. ศึกษาอิทธิพลของสารสกัดแมงลักคาที่มีผลต่อสัตว์ชั้นสูง คือ หนูเม้าส์ และปลานิล

1.3 สมมติฐานการวิจัย

สารสกัดแมงลักคาจากใบและผลน่าจะสามารถกำจัดหรือยับยั้งการเจริญเติบโตและพัฒนาการของตัวอ่อนของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน วัย 2 และ 3 ซึ่งเป็นวัยที่มีความสามารถ

ทำลายพืชได้สูงและอาจนำสารสกัดแมงลักคาไปพัฒนาเป็นสารกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันในภาคสนามได้

ต้นแมงลักคาจะสามารถเจริญเติบโตในภาวะความเค็มและความแล้งในระดับที่อาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสังเคราะห์สารกำจัดแมลงในปริมาณความเข้มข้นต่างกัน

สารตัวทำสกัด (Solvent) ที่เป็นน้ำและแอลกอฮอล์น่าจะสกัดสารพิษจากแมงลักคาได้แตกต่างกัน

การตกค้างของสารพิษในสิ่งแวดล้อมของห่วงโซ่อาหารที่กำหนดให้แบบสั้น ๆ คือ หนู เมาส์ เป็นตัวแทนของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมรวมทั้งคน และปลาซึ่งนิยมเลี้ยงควบคู่ไปกับการเพาะปลูกพืชสวนในระบบผสมผสานและการเกษตรเพียงพอ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การทดลองนี้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการเป็นหลักเนื่องจากในสภาพพื้นที่ภาคสนามการควบคุมจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายในแต่ละแปลงทดลองยากมาก เพราะตามสภาพธรรมชาติของหนอนเจาะสมอฝ้าย ในระยะตัวหนอนและผีเสื้อมีการกระจายเคลื่อนย้ายตลอดเวลา อีกทั้งหนอนเจาะสมอฝ้ายสามารถกินอาหารได้หลายชนิด (polyphagous) กอร์ปด้วยขีดจำกัดทางด้านงบประมาณจึงเป็นความจำกัดที่จะทำการศึกษาในแปลงปลูกพืชภาคสนาม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบระดับความทนเค็มของต้นแมงลักคาต่อการเจริญเติบโตพัฒนาการ และการสร้างสารพิษต่อแมลงของแมงลักคา

2. ได้ทราบระดับความทนแล้งของต้นแมงลักคาต่อการเจริญเติบโตพัฒนาการและการสร้างสารพิษต่อแมลงของแมงลักคา

3. ได้ทราบถึงอิทธิพลของสารสกัดแมงลักคาต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันเพื่อพัฒนาใช้ในการควบคุมทางชีวภาพต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันและแมลงอื่น ๆ ต่อไป

4. ได้ทราบความสามารถของสารทำละลายที่ใช้ในการสกัดระหว่างน้ำหรือแอลกอฮอล์

5. ได้ทราบถึงระดับความเข้มข้นของสารสกัดแมงลักคาที่เหมาะสมสำหรับใช้ควบคุมกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

6. ได้ทราบถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารสกัดใบ และเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อสัตว์ชั้นสูง คือ หนูเม้าส์ และปลานิล

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัฐบาลไทยมีนโยบายลดการใช้สารเคมีในการเกษตรกรรม จึงได้มีความพยายามที่จะใช้เทคโนโลยีการเกษตรที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาลดการใช้สารฆ่าแมลงและเพิ่มผลผลิต โดยสนับสนุนให้นักวิจัยและเกษตรกรร่วมกันเลือกหาวิธีที่ดี ที่เหมาะสมและสะดวกในทางปฏิบัติ ต้องเลือกวิธีการที่เรียกว่า Good Agriculture Practice (GAP) คือ การผสมผสานเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น และคุณภาพได้มาตรฐาน ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจอย่างคุ้มค่า เพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ (อุดม ก๊กผล, 2543) นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากจึงหันมาศึกษาพืชสมุนไพรและพืชที่มีปริมาณมากที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่ามาศึกษาหาคุณสมบัติว่าสามารถเป็นสารฆ่าแมลง (insecticide), สารไล่ (repellent), สารดึงดูด (attractant), สารทำให้เป็นหมัน (sterilant), สารฟีโรโมน (pheromone) และสารยับยั้งการกิน (antifeedant) พืชที่ถูกคัดเลือกใช้เป็นสารควบคุมแมลงศัตรูพืช จะต้องมีคุณสมบัติมีกลิ่นสังเกตได้โดยนำส่วน ต่าง ๆ มาขยี้หรือบด และในธรรมชาติ จะถูกทำลายโดยแมลงศัตรูพืชน้อยมาก (เกรียงไกร จำเริญมา , 2536)

2.1 การสกัดสารออกฤทธิ์

วิธีที่นิยมสกัดเพื่อนำคุณสมบัติในพืชที่มีคุณสมบัติควบคุมแมลงมาใช้ นิยมวิธีสกัดโดยสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ได้ 3 วิธี (เกรียงไกร จำเริญมา, 2543)

2.1.1 การกลั่นและควบแน่น (โดยใช้ Soxhlet extraction apparatus)

การสกัดด้วยการกลั่นและควบแน่นเป็นการสกัดแบบต่อเนื่องเป็นวัฏจักรกลั่นด้วยความร้อนและควบแน่นด้วยความเย็น ใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ ความร้อนช่วยเร่งให้ตัวทำละลายสกัดแยกสารและระเหย แล้วกลั่นตัว ด้วยความเย็นในเครื่องควบแน่นเมื่อของเหลวที่สกัดได้ในห้องกลั่น (extracting chamber) สูงถึงระดับกาลักน้ำ สารสกัดจะไหลกลับลงไปในขวด (flask) และถูกกลั่นอีกครั้ง (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2534)

ภาพที่ 2.1 เครื่องมือสกัด Soxhlet extraction apparatus

2.1.2 การบดแยกสาร (Maceration)

เป็นขบวนการสกัดสารสำคัญจากพืชโดยวิธีหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายในภาชนะที่ปิด เช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปชมพู่ ทิ้งไว้ 7 วัน หมั่นเขย่าหรือคนบ่อย ๆ เมื่อครบ 7 วัน ค่อย ๆ รินเอาสารสกัดออก พยายามบีบสารละลายออกจากกากให้มากที่สุด สารสกัดที่ได้ นำไปกรอง ควรสกัดซ้ำ ๆ หลายครั้ง วิธีนี้สารจะไม่ถูกความร้อนแต่จะสิ้นเปลืองตัวทำละลายมาก

2.1.3 การคั้นสด (Crushing)

โดยนำพืชที่ต้องการสกัดมาปั่นหรือตำ โดยไม่เติมสารละลาย จากนั้นคั้นเอาน้ำนำไปปรับระดับความเข้มข้นตามต้องการ วิธีนี้จะสิ้นเปลืองสมุนไพรและได้ปริมาณน้ำคั้นน้อยมาก

2.2 สารฆ่าแมลงประเภทต่างๆ

สารเคมีในพืชชนิดเดียวกันเป็นอันตรายต่อแมลงกลุ่มหนึ่ง แต่กลับเป็นองค์ประกอบธาตุอาหารที่จำเป็น หรือเป็นสารกระตุ้นการกิน feeding stimulant กับแมลงอีกพวกหนึ่งเช่น gossypol พบว่าเป็นทั้งสารกระตุ้นการกินและสารยับยั้งการกิน (feeding deterrent) กับแมลงต่างชนิดกัน สารเคมีที่ให้ผลดังกล่าว เรียกว่า allelochemic หรือ secondary plant substance เป็นสารเคมีที่ไม่มีหน้าที่

ในกระบวนการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐานของการผลิตสิ่งมีชีวิต แต่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม (ประภารัจ หอมจันทร์, 2543)

สารเคมีประเภทสารฆ่าแมลงแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ สารอินทรีย์ และ สารอนินทรีย์เคมี

2.2.1 สารอินทรีย์ แบ่งออกเป็น 5 พวกใหญ่ ๆ คือ

2.2.1.1 Chlorinated hydrocarbons หรือ organochlorine ใช้กำจัดแมลง หรือ ไรแดง เช่น DDT, Chloden, มอด, มด และ ศัตรูเมล็ดพืช เช่น aldrin สารเคมีฆ่าแมลงประเภทกินแล้วตายและถูกตัวตาย มีความเป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลง โครงสร้างโมเลกุลของสารฆ่าแมลงจะไปอุดรูช่องว่างระหว่างโมเลกุลของ lipoprotein บนผิวรอบนอกของเส้นประสาท จะทำให้ศักย์ของประจุโซเดียม (Na^+) และประจุโปแตสเซียม (K^+) บนผิวประสาทเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ประจุลบรวมจะลดลงต่ำกว่าระดับปกติหลัง action potential เป็นผลให้ระบบไฟฟ้าของเส้นประสาทจะหยุดชะงัก (inhibitory stimulation) ทำให้เกิดการกระตุกของกล้ามเนื้อ หมดความรู้สึก ไม่ตอบสนองต่อคำสั่ง แมลงจะสลบและตายในที่สุด สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้สลายตัวยาก มีพิษต่อคนและสัตว์บ้าง แต่ฆ่าแมลงได้อย่างดี หลายประเทศประกาศเลิกใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้เช่น ดีดีที, ลินเดน และแอลดริน อย่างเด็ดขาด เช่นที่ประเทศอเมริกา และกลุ่มประเทศยุโรป

2.2.1.2 Organophosphates บางครั้งเรียกว่า organophosphorus insecticide สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าแมลงได้และพิษตกค้างน้อยมากในสิ่งแวดล้อม นิยมใช้กับผักผลไม้ ได้แก่ parathion, folidol และ malathion ทางพาณิชย์ผลิตหลากหลายชนิดและบางชนิดมีพิษรุนแรงสูงมาก เช่น malathion

2.2.1.3 Carbamate ฤทธิ์ของสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม และพืชผักในระยะสั้นมีอันตรายน้อยต่อสัตว์เลือดอุ่น เช่น carbaryl แต่มีข้อเสียเพราะมีพิษสูงต่อผึ้งและปลา

2.2.1.4 สารอินทรีย์

1) สารฆ่าแมลงประเภท formamidine มีคุณสมบัติทำลายตัวหนอน เช่น chlodimiform ทำลายโดยไปกีดกันการทำงานของเอนไซม์ซึ่งยังไม่ค่อยรู้จักดี กลไกการทำงานคล้ายกับการทำลายของสารประกอบ Organophosphates อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าเป็นห่วงเพราะพบว่าสาร formamidine เป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งในสัตว์ทดลอง

2) การใช้ฮอร์โมนและฟีโรโมน ขัดขวางการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช โดยการล่อให้แมลงเป้าหมายมารวมกลุ่มแล้วจึงจับกำจัดภายหลัง

2.2.1.5 สารจากพืช ส่วนใหญ่ได้จากภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยการนำ ใบ และส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าแมลงมาใช้ในการไล่หรือ กำจัด แมลงศัตรูพืช เช่น โลติ้น, หางไหล และสะเดา สารสกัดจากพืชเหล่านี้ไม่มีความเฉพาะเจาะจงต่อการทำลายแมลงใช้กำจัดแมลง

ได้หลายชนิดแต่สลายตัวเร็วเกินไปจนทำให้พิษที่ได้ต่ำมากและทำให้แมลงศัตรูพืชสามารถสร้างความต้านทานต่อสารกลุ่มนี้ได้ อย่างไรก็ตามการควบคุมด้วยพืชยังคงน่าสนใจมากเพราะพิษตกค้างน้อยมากในสิ่งแวดล้อม และเป็นการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งยังสามารถช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจได้เป็นอย่างดี ถ้าสามารถนำสารจากพืชมาสกัดเป็นสารฆ่าแมลงได้เช่น สารไพรีทรัม ซึ่งสกัดได้จากดอกเบญจมาศจนพัฒนาเป็นสินค้าแล้ว

2.2.2 สารอนินทรีย์

สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้จัดเป็นยาปราบศัตรูพืชที่เก่าแก่ที่สุด เช่น สารหนู, ตะกั่ว, โซเดียมฟลูออไรด์, ไครโอไลท์ และกำมะถัน ส่วนใหญ่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และไม่เหมาะกับการใช้แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมต่อแมลงศัตรูพืชได้สูง

แมลงบางชนิดสามารถสร้างความต้านทานในรุ่นลูกหลานได้ ซึ่งการปรับตัวดังกล่าวพบในพืชด้วย คือ ความต้านทานของพืชต่อแมลง ซึ่งในความหมายทางวิชากีฏวิทยา หมายถึง คุณสมบัติทางพันธุกรรมของพืชที่ถ่ายทอดต่อเนื่องกันมา ซึ่งจะไปลดโอกาสของแมลงที่จะใช้พืชนั้นเป็น host ได้สำเร็จ

2.3 วิถีนำเข้าสารฆ่าแมลงสู่ร่างกาย

การผ่านของสารพิษเข้าลำตัวแมลง และขั้นตอนการเกิดพิษ คือ

วิถีทางผ่านของสารพิษเข้าลำตัวแมลง มี 3 ทาง คือ

2.3.1 การแทรกซึมผ่านชั้น cuticle ที่ผนังลำตัว

Cuticle ประกอบด้วย 2 ชั้นหลัก ชั้นในเรียกว่า procuticle ประกอบด้วย glycoproteins และ chitin ชั้นนอกเรียกว่า epicuticle ประกอบด้วย lipid และ lipoprotien

epicuticle มีคุณสมบัติชอบน้ำมัน (lipophilic) ในชั้นนี้มี wax layer ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีต่างกันในแมลงแต่ละชนิด และมีผลต่อการสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารฆ่าแมลง

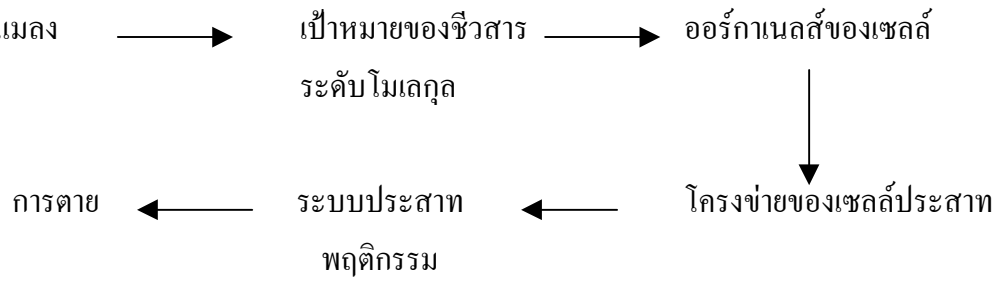
2.3.2 การผ่านเข้าทางรูหายใจ และเข้าสู่ระบบท่อหายใจ (tracheal system) เมื่อสารฆ่าแมลงซึมผ่าน cuticle หรือผ่านรูหายใจ เข้าไปในลำตัวแมลงแล้วเข้าสู่ haemolymph ซึ่งจะเป็นตัวกลางไปยังตำแหน่งเป้าหมายในการออกฤทธิ์ (target organ or target site)

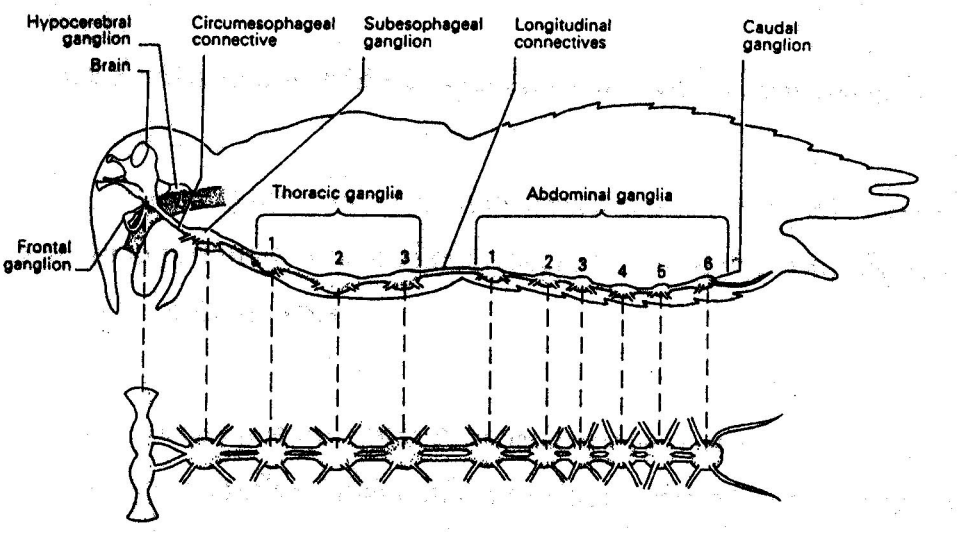
2.3.3 การผ่านทางปากเข้าสู่ลำไส้ แมลงได้รับสารโดยการกินพร้อมกับอาหารจึงแพร่ผ่านผนังลำไส้เข้าสู่ haemolymph ซึ่งจะเป็นตัวกลางแพร่กระจายทั่วร่างกายต่อไป (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2540)

2.4 ฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง

2.4.1 ฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อระบบประสาท

สารฆ่าแมลงบางชนิดออกฤทธิ์ทำลายระบบทางเดินอาหาร เช่น trypsin ย่อยโปรตีนในกระเพาะอาหารทำให้แมลงตาย สารบางชนิดออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท ทำให้แมลงตายดังแผนผังการเกิดพิษของสารฆ่าแมลงที่มีผลต่อระบบประสาท





ภาพที่ 2.2 ระบบประสาทของแมลง (Borror *et. Al* , 1989)

สารฆ่าแมลงส่วนใหญ่จะมีผลกับสารสื่อประสาท (neurotransamitter) โดยตรง สารสื่อประสาทที่สำคัญ มี acetylcholine (ACh), gamma aminobutyric acid (GABA) สำหรับ acetylcholine จะแพร่กระจายใน synapse และไปจับกับ acetylcholine receptor ที่เยื่อเซลล์ post-synapse เกิดสัญญาณไอออนขึ้น และต้องถูกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเพื่อให้เยื่อ post-synapse เข้าสู่สภาวะปกติโดยมี acetylcholinesterase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สารฆ่าแมลงยับยั้งการทำงานของ

acetylcholinesterase ทำให้ acetylcholine สะสมมาก ๆ เกิดการขัดขวางการทำงานของระบบประสาท อาการที่แมลงแสดงออก จะสั่นหรือชักเป็นอัมพาต และตายในที่สุด

2.4.2 ฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อพัฒนาการของแมลงและการเจริญเติบโต

สารฆ่าแมลงที่มีผลกับกลไกการออกฤทธิ์รบกวนระบบการเปลี่ยนวัย Metamorphosis หรือการเจริญเติบโตและพัฒนาการโดยปกติของแมลงเรียกรวม ๆ ว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต (insect growth regulators, TGRs) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.4.2.1 benzoeyl fenyluric มีผลขัดขวางการสร้าง cuticle ใหม่ของแมลง, การรวมตัวกับ metabolite ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเกิด polymerization ของ chitin หากแมลงได้รับสารกลุ่มนี้ แล้วยังไม่ตายทันที จนกว่าจะมีการลอกคราบ หรือแมลงจะสามารถดำเนินชีวิตต่อไปได้โดยไม่มีอาการผิดปกติ แต่ต่อมาแมลงจะไม่กินอาหาร และอดตายในที่สุด หรือแมลงพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ไม่สมบูรณ์ หรือเป็นหมัน

2.4.2.2 กลุ่มออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนและสารยับยั้งการสร้างฮอร์โมน ซึ่งการเจริญเติบโตแต่ละขั้นของแมลงจะถูกควบคุมโดยฮอร์โมนหลายชนิด ที่สำคัญมี 3 กลุ่ม คือ ฮอร์โมนจากสมอง (brain hormone), ฮอร์โมนสำหรับลอกคราบ เปลี่ยนคราบ (ecdysone hormone) และฮอร์โมนทำให้เจริญเต็มวัย (juvenile hormone, JH) หากแมลงขาดฮอร์โมนมีผลให้การเจริญเติบโตผิดปกติ ไม่ลอกคราบ อ่อนแอและตายในที่สุด

2.5 การปรับตัวของแมลงให้ต้านทานต่อพืชกำจัด

แมลงมีความสามารถในการปรับตัวต่อสารฆ่าศัตรูพืช ซึ่งกลไกแตกต่างกันตามชนิดของแมลง, ชนิดของสารสกัดฆ่าแมลงหรือสารสังเคราะห์ฆ่าแมลง กลไกความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

2.5.1 กลไกทางพฤติกรรม (Behavioral mechanism)

แมลงบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม เพื่อลดโอกาสที่แมลงจะได้สัมผัสสารพิษในปริมาณที่จะทำให้เกิดพิษได้ อาจเป็นไปได้ 2 ลักษณะ คือ แมลงต้องได้รับสิ่งเร้า (สารฆ่าแมลง) มากระตุ้นก่อนจึงเกิดการหลีกเลี่ยงขึ้น หรืออาจเกิดขึ้นโดยไม่ต้องรับสิ่งเร้า เช่น แมลงในกลุ่มแมลงวัน และยุงเมื่อได้รับสิ่งกระตุ้นเช่น DDT จะไม่ชอบเกาะพื้นผิวนั้น และยังเปลี่ยนพฤติกรรมบางอย่างเช่น จะไม่วางไข่ในบริเวณที่มีการใช้สารฆ่าแมลง

2.5.2 กลไกทางสรีรวิทยา (Physiological mechanism)

การสร้างความต้านทานอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทำให้เมตาบอไลต์ของแมลงเปลี่ยนไป เช่น มีการเปลี่ยนแปลงโครงร่างของดิจิตอล (digital structure)หรือสะสมสารบางอย่างของสารฆ่าแมลงในเนื้อเยื่อไขมันทำให้แมลงต้านทานได้

2.5.3 กลไกทางชีวเคมี

การสร้างความต้านทานที่เกิดขึ้น มักจะสร้างขึ้นโดยพืชอาศัย ซึ่งจะช่วยป้องกันตัวเองให้พ้นจากการเข้าทำลายของแมลงมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีกลไกเพื่อทำลายพิษโดยแมลงมีเอนไซม์อย่างน้อย 3 กลุ่ม ที่มีความสำคัญในเมตาบอลิซึม เพื่อทำลายพิษ (detoxication) ที่ได้รับ เช่น

1) Cytochrome P_{450} monooxygenase system หรือ Microsomal monooxygenase system เดิมเรียกว่า mixed function oxidase เป็นระบบเอนไซม์ที่เปลี่ยนรูปสารแปลกปลอมในสิ่งมีชีวิตโดยการสลายให้สารเหล่านั้นอยู่ในรูปของสารละลายที่ร่างกายสามารถขับออกได้ กลุ่มเอนไซม์นี้จะไม่มีความจำเพาะต่อ substrate หรือทำลายสารพิษได้หลายชนิด ระบบ Cytochrome P_{450} monooxygenase system พบในคนและสัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง Cytochrome P_{450} ของแมลงมีบทบาทหลายอย่าง นอกจากจะช่วยให้เกิดจากเปลี่ยนแปลงพิษโดยกระบวนการเมทาบอลิซึมของสารฆ่าแมลง ยังช่วยสังเคราะห์สารอื่น ๆ ที่มีผลทางสรีรวิทยา เช่น ecdysone hormone และ juvenile hormone ซึ่งฮอร์โมนกลุ่มนี้มีปริมาณสูงในทางเดินอาหารส่วนกลาง (malpighia tubules) และเนื้อเยื่อไขมัน (fat body)

2) Glutathione S - transferase เป็นเอนไซม์ที่สามารถสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่ม Organophosphorus เอนไซม์ชนิดนี้เร่งปฏิกิริยาการรวมตัว (Conjugation) ของglutathione (GSH) กับสารฆ่าแมลง ผลจากปฏิกิริยาจะได้สารไม่เป็นพิษและมีคุณสมบัติละลายน้ำที่สามารถถูกขับออกจากทางระบบขับถ่ายได้

3)ไฮโดรเลส (Hydrolase) เอนไซม์กลุ่มนี้มีความสำคัญต่อปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (Hydrolysis) เป็นการทำลายพิษของสารฆ่าแมลงที่มีสมบัติเป็นสาร ester เช่น สารฆ่าแมลง กลุ่ม Organophosphate, Carbamate และ Pyretoid

2.6 การปรับตัวของพืชต่อแมลง

กลไกการต่อต้านของพืชต่อแมลง (Mechanism of resistance) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม (Oho and Weber, 1992) คือ

2.6.1 การต่อต้านอย่างแท้ (True resistance) ความต้านทานที่มีผลต่อแมลง แบ่งย่อยเป็น

2.6.1.1 Antibiosis ความต้านทานของพืชที่ให้ผลลบกับ biology ของแมลง Allelochemic 3 กลุ่ม ที่สำคัญมีผล antibiosis ของแมลงคือ

1. Alkaloids มีแนวโน้มเป็น feeding deterrent พบมากในพืชชั้นสูง จัดเป็น major class ของสารเคมีในพืชที่เป็น toxin พบแอลคาลอยด์แล้วกว่า 5000 ชนิด ซึ่ง alkaloids คือกลุ่มสารที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่มีไนโตรเจน และสามารถแยกได้จากพืช หรือ สิ่งชีวิตอื่น ๆ แต่ในวงจรของพืช แอลคาลอยด์จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เมื่อถูกสังเคราะห์ขึ้นมาแล้วถูกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชตลอดระยะเวลาที่กำลังเจริญเติบโต ทำให้ปริมาณแอลคาลอยด์ในส่วนต่าง ๆ ของพืชไม่คงที่ แอลคาลอยด์จะถูกสร้างขึ้นในเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโต เช่น ระยะที่พืชออกดอก พบว่าแอลคาลอยด์จะถูกสะสมที่เปลือก, ผล และที่เมล็ด

คุณสมบัติของแอลคาลอยด์ มี 5 ประการ

1) มีรสขมเป็นส่วนใหญ่

2) ลักษณะเป็นผลึกไม่มีสี หรือมีสีเหลือง

3) สามารถรวมตัวกับกรดอินทรีย์ และกรดอนินทรีย์ให้อยู่ในรูปเกลือ

4)ในรูปอิสระไม่ละลายในน้ำ ละลายได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์

5) ทำปฏิกิริยากับสารที่มีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบ

แอลคาลอยด์ ช่วยป้องกันพืชจากสัตว์และแมลงต่าง ๆ นอกจากมีรสขมและยังมีฤทธิ์เป็นพิษด้วย แอลคาลอยด์ยังเป็นแหล่งสะสมไนโตรเจนในพืชเพื่อใช้สร้างโปรตีน ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหรือการงอกของเมล็ด

2. flavonoid เป็นพวก antibacteria, antimicrobial และ antivirus และ feeding deterrent, stimulant กับแมลงชนิดต่าง ๆ พบในดอกไม้ ผลไม้ และใบไม้

3. terpenoids เป็นกลุ่มสารประกอบใหญ่ที่แสดงผลทางชีววิทยา อย่างกว้างขวางสารกลุ่มนี้ ทำหน้าที่ เป็น antifeedant, growth inhibitor และ oviposition deterrent กับแมลงบางชนิด ในขณะเดียวกันก็เป็น feeding stimulant สารกลุ่มนี้อาจพบในลักษณะ monoterpenoids (C-10), sesquiterpenoids (C-15), diterpenoid (C-20), triterpenoid (C-30) กลุ่มนี้มีพิษสูง ออกฤทธิ์กระตุ้นประสาทส่วนปลายและส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการชาที่ปลายประสาทรับความรู้สึก และทำให้เกิดอัมพาตได้ กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงอาจเป็นผลรวมจากผลหลายประการ ในสารสกัดแมงลักคาพบสาร terpenoids หลายชนิด แล้วแต่วิธีสกัดและส่วนของพืชกล่าวคือ สกัดด้วยไอน้ำพบสารประกอบจำพวก mono, di, sesquiterpenes เช่น limonene, sabinene, terpinene – 4 - ol พบสาร menthol Ahmec (1994) สกัดใบแมงลักคาด้วยไอน้ำและแยกด้วย GC (gaschromatography)

พบ มี terpenoids ทั้งหมด 56 องค์ประกอบสามารถบ่งชี้ชนิดได้ 47 ชนิด โดยพบ monoterpene เป็นกลุ่มใหญ่สุด 1, 8 - cineole (38.7 %), sabinene (19.9 %), terpinolene (8.5 %), β - pinene, γ - terpinene (4.8 %), α - pinene (2.9 %), limnonene (2.6 %), myrcene (1.3 %) และ terpinen – 4 – ol (1.2 %) และ sesquiterpenes เด่นรองลงมามี β - corophyllene (2.5 %), germacrene - B (1.2 %) สารสกัดจากเมล็ดพบว่ามี linoleic acid 77 – 80 % (Ricardo and Wayne, 1996)

2.6.1.2 Antixenosis (Non - Preference) ความต้านทานไม่มีผลกับพฤติกรรมของแมลง ทำให้ต้องไปใช้ alternate host ในการวางไข่ หรือเป็นอาหาร หรือเป็นที่อยู่อาศัย หรือทั้ง 3 อย่างรวมกัน

2.6.2 Tolerance ความต้านทาน พืชที่ไม่มีผลต่อแมลง แต่ไปทำให้พืชที่เป็น host สามารถทนต่อการทำลายของแมลงหรือทำให้พืชฟื้นตัวได้

2.7 สภาพดินในธรรมชาติ

จากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าพื้นที่ดินเค็มจัดตามภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 ชุด (ภาพที่ 2.4และ 2.5) คือ 1) ดินชุดกุลาร้องไห้ เช่น อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีความเค็มดิน 200 ds/m ในช่วงฤดูฝนและมากกว่า 100 ds/m ในช่วงแล้ง 2) ดินชุดอุดม เช่น ในเขตอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ความเค็มในช่วงฤดูฝน 23 ds/m และความเค็มดินในช่วงฤดูแล้ง 42 ds/m และ 3) ดินชุดร้อยเอ็ด เช่น ในเขตอำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น มีความเค็มในช่วงฤดูฝน 15 ds/m และความเค็มดินในช่วงฤดูแล้ง 35 ds/m พื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือครอบคลุมพื้นที่ถึง 17.8 ล้านไร่

สภาพดินในธรรมชาติโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. บริเวณดินเค็มจัดเป็นบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มอย่างรุนแรงพื้นที่บริเวณนี้ เป็นที่ลุ่มต่ำส่วนใหญ่ และเป็นที่ว่างเปล่า พบปริมาณคราบเกลือมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ระดับน้ำใต้ดินตื้นมากและมีความเค็มจัด ในฤดูฝน ความเค็มของดินจะซึมขึ้นจากใต้ดิน เมื่อน้ำระเหยจะเหลือแต่เกลือสะสมให้เห็นอยู่ในดินชั้นบน

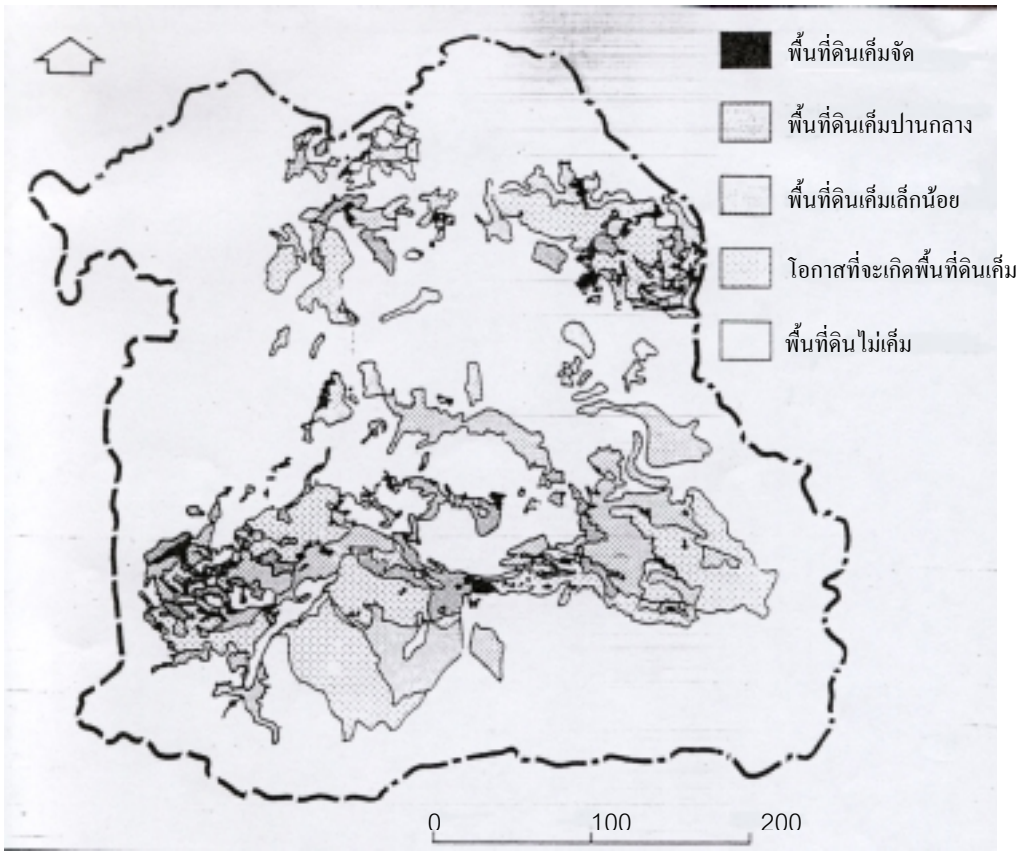
2. บริเวณดินเค็มปานกลางส่วนใหญ่เป็นที่ราบต่ำ พบคราบเกลือบนผิวดินประมาณ 10 - 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ มีระดับน้ำใต้ดินลึกประมาณ 2 เมตรในฤดูแล้ง ประมาณ 80 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร ในฤดูฝน คราบเกลือที่ขึ้นไม่รุนแรงเท่ากับในพื้นที่เค็มจัด ในพื้นที่นี้ยังพอทำนาปลูกข้าวได้ แต่ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ

3. บริเวณดินเค็มเล็กน้อย เป็นที่ราบลุ่ม พบคราบเกลือบนผิวดิน ประมาณ 1 - 10 % ของพื้นที่

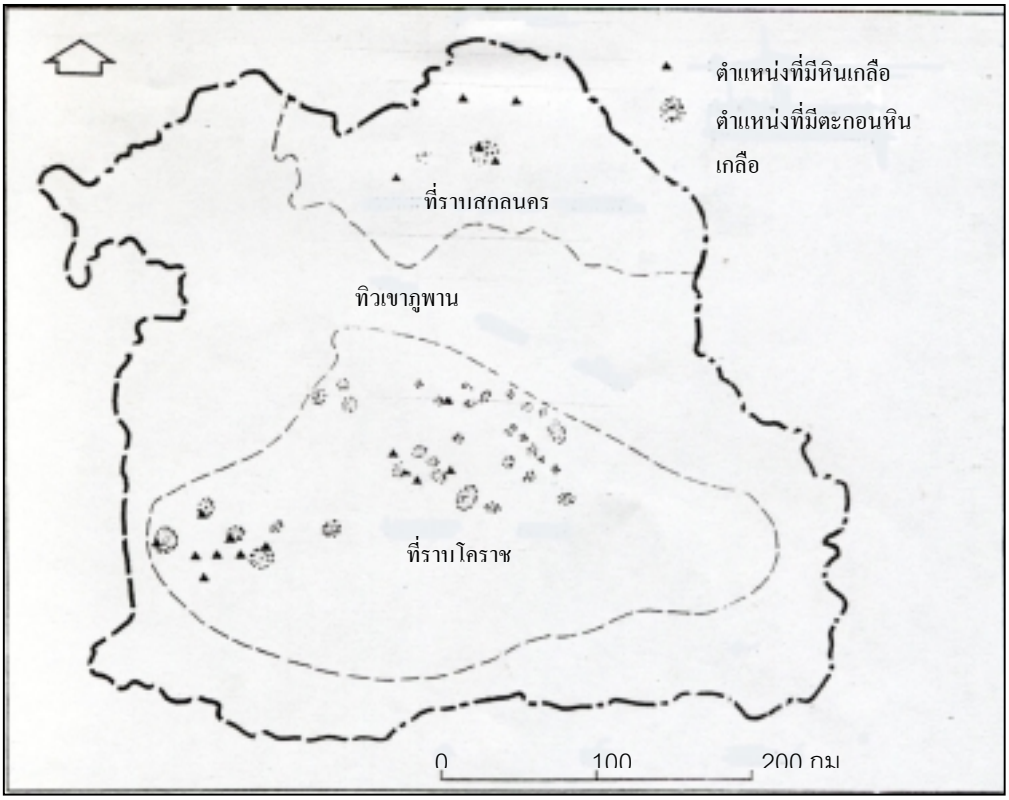
ส่วนใหญ่เป็นนาข้าว มีต้นไม้ dipterocarp เช่น ไม้เหียง ไม้สะแบง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร ตลอดพื้นที่

4. บริเวณที่อาจเกิดเป็นดินเค็มในอนาคตเป็นบริเวณที่ต่ำ ไม่พบคราบเกลือบนผิวดินหรืออาจมีน้อยกว่า 1 % ของพื้นที่ ดินบริเวณนี้ยังไม่เป็นดินเค็ม แต่น้ำใต้ดินเป็นน้ำกร่อย หรือ เป็นน้ำเค็ม แต่ระดับน้ำค่อนข้างลึกใต้พื้นดิน ลึกมากกว่า 2 เมตร ในช่วงฤดูแล้ง หากใช้ประโยชน์พื้นที่ไม่ถูกต้องจะเป็นสาเหตุเร่งให้บริเวณนี้เกิดดินเค็มได้

5. บริเวณดินไม่เค็ม บริเวณที่ไม่พบคราบเกลือเลย น้ำใต้ดินไม่เค็ม และไม่มีหินเกลือหรือหินที่มีเกลือปะปนอยู่ข้างล่าง บริเวณนี้อาจเป็นที่ลุ่มเกิดจากตะกอนลำน้ำขนาดใหญ่ เช่น ที่ราบลุ่มฝั่งลำมูลและลำน้ำชี



ภาพที่ 2.3 พื้นที่ดินเค็มในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2538)



ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งหินเกลือในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2538)

หากสามารถพัฒนาให้ใช้ประโยชน์พื้นที่ดินเค็มให้ได้มากที่สุด จะสามารถใช้ทรัพยากรพื้นที่ดินให้ได้มากอีกทั้งพัฒนาพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ ในพื้นที่ดินเค็มให้เกิดประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ยังจะช่วยพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจได้อีก แม้พืชที่ขึ้นได้ในดินเค็มไม่มีหลายชนิดนัก และพืชที่สามารถเจริญในพื้นที่ดินเค็มได้ต้องมีกลไกบางอย่างเพื่อบรรเทาความเป็นพิษของเกลือ กลไกการปรับตัวของพืชแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ 1) การที่พืชไม่ดูดเกลือเข้าไป หรือหลีกเลี่ยงความเค็มหรือการหนีเค็ม พืชจะพยายามปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพดินเค็ม เช่น การปรับระบบโครงสร้างของรากให้แผ่กระจายไปยังจุดที่เค็มน้อยกว่า หรือปรับตัวเองให้มีการออกดอกล่าหรือเร็วกว่าปกติ เพื่อหนีช่วงที่เค็มจัด หรืออาจจะมีการฟื้นตัวอย่างรวดเร็วในขณะที่ความเค็มลดลง 2) การที่พืชดูดเกลือเข้าไปแล้วสะสมเอาไว้ โดยจะสะสมเกลือไว้ในส่วนที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช เช่น สะสมใน vacuole หรือ เพิ่มความหนาของใบ มีกลไกอวบน้ำเพิ่มปริมาณน้ำในเซลล์เพื่อให้ความเข้มข้นของเกลือลดลง หรือเพิ่มความเครียดของปากใบเพื่อให้คายน้ำน้อยลง และยังมีการเลือกดูด

ธาตุโปแตสเซียมเข้าใบมากขึ้น หรือดูดธาตุโซเดียมน้อยลง มีการขนย้ายธาตุโซเดียมจากใบอ่อนไปใบแก่ หรือสามารถสะสมธาตุโซเดียมไว้ตามลำต้น และราก เป็นต้น 3) การคายเกลือของพืช โดยพืชบางชนิดมีต่อมเกลือ เพื่อคายเกลือออกมาได้ในลักษณะต่าง ๆ พืชแต่ละชนิดอาจมีการปรับตัวโดยมีลักษณะเดียวหรือหลายลักษณะรวมกันได้ เพื่อความอยู่รอด อาการที่พบส่วนใหญ่ของพืชเมื่ออยู่ในภาวะดินเค็ม คือ ต้นจะแคระแกรน การเจริญเติบโตของพืชไม่สม่ำเสมอ ใบจะมีขนาดลดลงและมีใบสีเขียวเข้มกว่าปกติ ใบหนาหรือมีอาการอวบน้ำใบกรอบ กระด้าง ใบไหม้จากปลายใบมายังโคนใบและใบแก่จะไหม้ก่อนใบอ่อน ความเค็มยังมีผลให้พืชเกิดอาการขาดน้ำ ถึงแม้จะมีน้ำแต่พืชจะดูดไปใช้ไม่ได้ เนื่องจากมีแรงดันออสโมติค ซึ่งแปรผันตามความเค็ม ถ้าความเค็มสูงขึ้นแรงดันออสโมติคก็สูงขึ้นด้วยพืชก็ดูดน้ำน้อยลง เพราะการเคลื่อนที่ของน้ำเกิดจากความต่างของศักย์น้ำ (water potential) โมเลกุลน้ำในสารละลายเกลือมีความอิสระในการเคลื่อนที่ต่ำ ศักย์ออสโมติค (osmotic potential) ของน้ำมีค่าต่ำกว่าศูนย์ เมื่อน้ำในรากพืชมีศักย์ออสโมติคสูงกว่าน้ำในรากจะแพร่ผ่านออกมานอกเซลล์รากหากความเค็มของดินสูงและเกิดความเป็นพิษของธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเกลือที่ละลายออกมา โดยเฉพาะโซเดียมและคลอไรด์ การทดลองปลูกพืชในพื้นที่ดินเค็ม มีข้อเสียคือ ไม่สามารถควบคุมความเค็มของดินได้ ดินในพื้นที่ที่ใช้ปลูกในการทดลองมีความเค็มไม่สม่ำเสมอทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้ (สุรินทร์ นิลสำราญจิต และพิทยา สรวมศิริ, 2542) จึงมีการเปลี่ยนแปลงมาทำการทดลองโดยใช้วิธีปลูกพืชไร้ดินหรือ Hydroponics plantation โดยใช้หลักการจัดการให้พืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตจากสารละลายธาตุอาหารพืชที่จัดเตรียมขึ้นให้พืชอย่างเพียงพอ (Douhlas, 1975)

นอกจากภาวะดินเค็มในพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว ยังมีภาวะแห้งแล้งอีกด้วย ปริมาณน้ำฝนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 1200 mm ดังภาพที่ 2.6

สภาพแห้งแล้งเป็นปัญหาสำคัญในการปลูกพืชอย่างหนึ่ง ความแปรปรวนของช่วงการตกของฝน กล่าวคือถ้าการตกของฝนไม่พอดีกับความต้องการของพืชที่ปลูก ทำให้ผลผลิตเสียหาย จึงเป็นที่น่าสนใจว่า ต้นแมงลักคาจะมีคุณสมบัติในการทนแล้งได้มากเพียงใด หากในอนาคตสามารถนำพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ได้ จะสามารถสนับสนุนให้เกษตรกรปลูกได้ในทั้งพื้นที่ที่มีดินเค็มและพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง ซึ่งเป็นลักษณะดินและภูมิอากาศทั่วไปของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาวะความแห้งแล้งก่อให้เกิดสภาวะขาดน้ำของพืช (water deficit) คือสภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากอัตราการคายน้ำของพืชมากกว่าอัตราการดูดน้ำของพืช จะพบได้ตั้งแต่สภาพที่มีความกดดันเล็กน้อย (mild stress) ในช่วงกลางวัน พืชจะมีการสูญเสียน้ำในสภาพที่พืชได้รับแสงโดยการคายน้ำ (transpiration) แต่สภาวะความกดดันนี้จะลดลงในช่วงตอนเย็น จากนั้นพืชจะกลับสู่สภาพปกติ เมื่อมีการดูดน้ำในช่วงกลางคืน (Schulze, 1987) ถ้าสภาวะความกดดันนี้เพิ่มขึ้นเนื่องจากขาด

น้ำรุนแรงขึ้น จะมีผลให้เกิดความตึงเครียดถาวรในต้นพืช ส่งผลให้พืชหยุดการเจริญเติบโต ความเสียหายจะแผ่ขยายออกไปและพืชพยายามดิ้นรนเพื่อความอยู่รอด จุดที่ความตึงเครียดสูงสุดทำให้พืชเหี่ยวถาวรและแห้งตาย (desiccation) ในที่สุด (ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์, 2539)

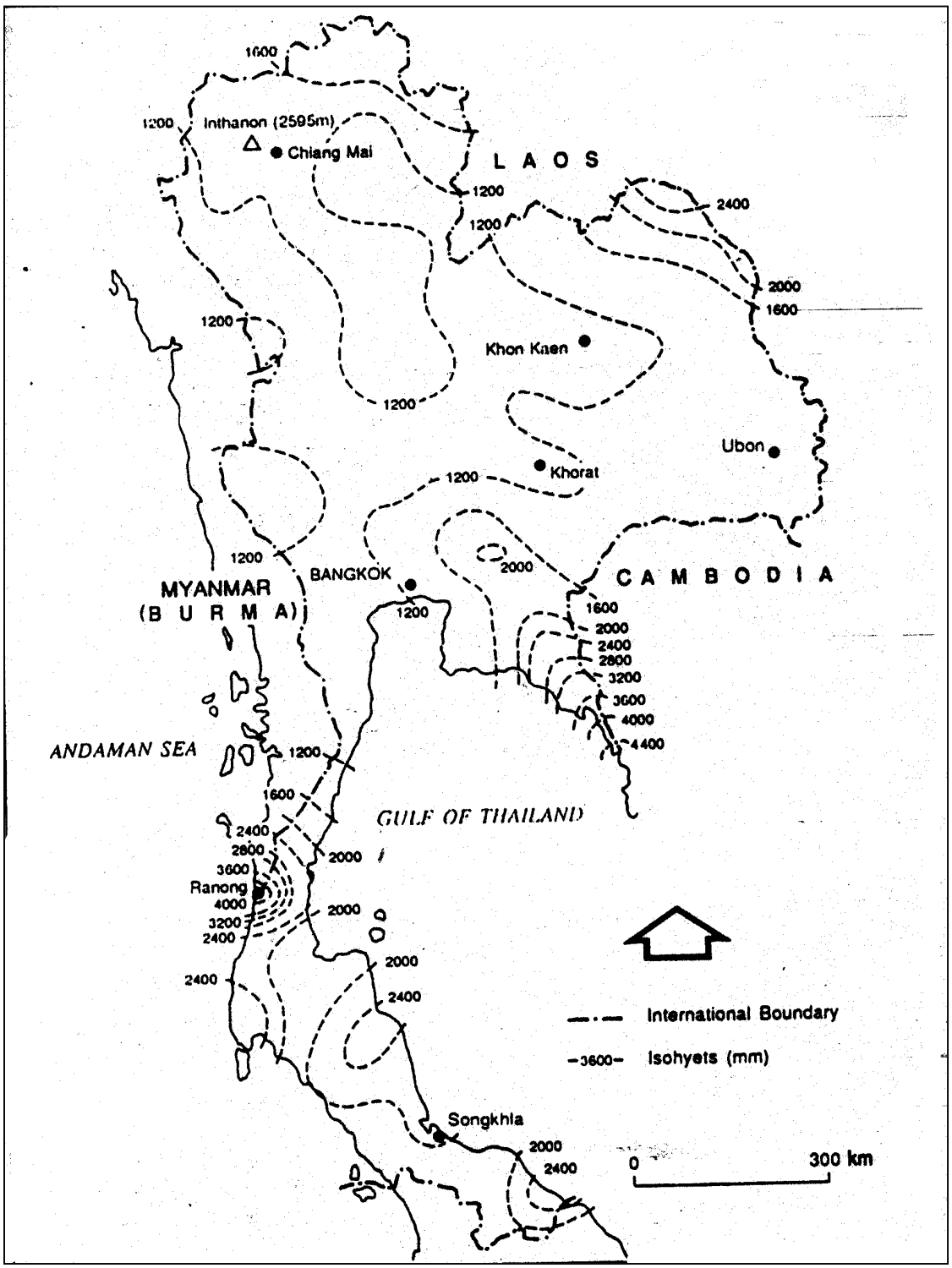
2.8 การปรับตัวของพืชเมื่อขาดน้ำ

พืชจะปรับตัวเพื่อให้มีชีวิตรอดจากการขาดน้ำโดย

1) การหนีแล้ง (drought escape) พืชจะปรับตัว โดยจะมีการพัฒนาการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วกว่าปกติพืชล้มลุกหรือพืชที่มีอายุสั้นสามารถหนีแล้งได้ดี (Turner, 1979) และพืชบางชนิดจะขยายระยะเวลาการออกดอก เมื่อได้รับน้ำหรือมีฝนตกภายหลังจากผ่านช่วงแล้ง พืชยังมีการยืดหยุ่นด้านพัฒนาการ (Development plasticity) คือ มีกลไกในการปรับตัวในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ซึ่งประกอบด้วย 3 ระบบ คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage) ระยะการเจริญเติบโตทางการออกดอกและแพร่พันธุ์ (flowering and reproductive stage) และระยะการพัฒนาการเมล็ด (grain filling stage) เมื่อพืชขาดน้ำพืชจะปรับระยะการเจริญเติบโต เพื่อให้พืชสามารถดำเนินชีวิตให้ครบวงจรก่อนที่จะประสบความแห้งแล้งอย่างรุนแรง เช่น ข้าวสาลีจะออกดอกเร็ว และมีการสุกแก่เร็วกว่าปกติ (Turner, 1979)

2) การทนแล้ง (drought tolerance) การลดการสูญเสียน้ำ เพื่อชะลอการเหี่ยวของพืช เช่น การปิดของปากใบ การม้วนของใบ การสะท้อนของใบ และการลดพื้นที่ใบ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชคือ เมื่อช่วงสภาวะขาดน้ำรุนแรง ในช่วงกลางวันปากใบปิด แต่เปิดปากใบช่วงเช้า และเย็นเมื่อความเข้มแสงลดลง พบว่ามีผลเสียของการปิดปากใบคือทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น และทำให้ใบเกิดอาการใบไหม้ได้ (Schulze et al., 1987) ส่วนรากจะมีการเพิ่มความหนาของรากและการหยั่งรากลงลึก (Increase rooting) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการหาน้ำจากดิน พืชบางชนิดจะมีการสร้างขนซึ่งช่วยในการปรับลดอุณหภูมิในต้นและใบ ช่วยลดการคายน้ำ ทั้งนี้เพราะขนของพืชให้ผลเพิ่มการสะท้อนแสงกลับอีกด้วย

จากภาวะต่าง ๆ หากสามารถปลูกต้นแมงลักคาได้และสามารถนำใบและเมล็ดของต้นแมงลักคาสกัดเพื่อใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงได้ จะเป็นการช่วยลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามต้องทำการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดต้นแมงลักคาก่อนว่าจะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ มีผลกับมนุษย์อย่างไร ขั้นแรกต้องตรวจสอบความเป็นพิษก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าสารสกัดแมงลักคาเป็นสารพิษหรือไม่



ภาพที่ 2.5 ปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2538 (Ghassemi, Jakemom and Nix, 1995)

2.9 ความเป็นพิษของสาร

การนำเข้าของสารพิษมี 4 ทางคือ ผิวหนัง, หายใจ , ปาก และโดยการฉีด ทำให้เกิดพิษ 2 ชนิดคือ

1. พิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) หมายถึง การเกิดพิษทันทีเมื่อได้รับสารพิษ เพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้ง แต่ในระยะเวลาสั้น ๆ อาการจะรุนแรงมากถึงตายได้โดยง่าย

2. พิษเรื้อรัง (Chronic toxicity) หมายถึง การเกิดพิษที่เกิดจากการค่อย ๆ ได้รับสารพิษนั้นทีละน้อย เป็นเวลานานเป็นปีหรือหลายปี จึงแสดงอาการพิษให้เห็น อาการจะไม่รุนแรงมาก จะค่อย ๆ มีอาการผิดปกติเพิ่มขึ้นตามลำดับ การรักษาทำได้ยากต้องใช้เวลา และส่วนมากรักษาให้เป็นปกติได้ (สุนทรี สิงหบุตรา, 2541)

การวัดความเป็นพิษที่ใช้ในทางพิษวิทยา

Lethal dose : LD_{50} (mean lethal dose) หมายถึง ปริมาณของสารพิษ หรือสารเคมีต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลองที่ได้รับเข้าไป ทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง (50 %) ของจำนวนสัตว์ทดลองที่ใช้ทั้งหมด

Lethal concentration : LC_{50} (mean lethal concentration) หมายถึงความเข้มข้นของสารพิษหรือสารเคมีในสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศและน้ำทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง (50 %) ของจำนวนสัตว์ทดลองที่ใช้ทั้งหมดโดยต้องระบุเวลาที่สัตว์หายใจเข้าไปหรือระยะเวลาที่สัตว์อยู่ในน้ำที่มีสารพิษหรือสารเคมีนั้นเจือปนอยู่

2.10 การทดสอบสารสกัดหรือสารที่ทำหน้าที่เป็นสารฆ่าแมลงต่อแมลงเป้าหมาย

การทดสอบสารสกัดหรือสารที่ทำหน้าที่เป็นสารฆ่าแมลงสามารถดำเนินการต่อแมลงเป้าหมายได้ 2 แบบ คือ

1. การทดสอบสารฆ่าแมลงกับแมลงแบบตัวต่อตัว
2. การทดสอบสารฆ่าแมลงกับแมลงทั้งกลุ่ม

การทดสอบสารฆ่าแมลงแบบตัวต่อตัวช่วยให้ทราบถึงระดับและปริมาณสารฆ่าแมลงที่แมลงแต่ละตัวได้รับค่อนข้างละเอียด และแน่นอน ใช้แมลงจำนวนน้อย และข้อเสียคือ เสียเวลาในการดำเนินการทดลองในแต่ละครั้ง ส่วนแบบเป็นกลุ่มทำได้รวดเร็วและเป็นการทดสอบคล้ายสภาพจริงเพราะ แมลงส่วนมากมักจะไม่อยู่เดี่ยว ๆ

2.11 วิธีประเมินการทดสอบสารฆ่าแมลงต่อแมลงเป้าหมาย

วิธีทดสอบสารฆ่าแมลง มี 8 วิธี คือ

1. Injection method โดยใช้ Microsyringe applicator ฉีดสารฆ่าแมลงเข้าไปในลำตัวแมลง ฉีดเข้าใน body cavity ของแมลง แมลงต้องมีขนาดโตพอสมควร ให้ผลแม่นยำ

2. Topical application วิธีการหยดสารฆ่าแมลงลงบนตัวแมลง วิธีนี้ใช้ Microsyringe applicator เช่นกัน แต่หยดสารฆ่าแมลงไปบนส่วนอกของแมลง

3. Feeding method ให้แมลงกินเข้าไป วิธีที่นิยมใช้มาก คือ Sandwich method โดยนำใบพืชขนาดเท่ากัน ใบหนึ่งหยดสารฆ่าแมลง อีกใบนำไปประกบ เสียบเข็มหมุด ปล่อยให้แมลงกิน ถ้าทดสอบกับแมลงปากดูดจะผสมสารฆ่าแมลงกับน้ำแล้ว ชุบแท่งสำลีให้แมลงดูดกิน

4. Dipping method โดยการคีบแมลงจุ่มในสารฆ่าแมลงตามเวลาที่กำหนดนำขึ้นมาดูผล

5. Leaf dipping method โดยจุ่มใบพืชอาหารของแมลงในสารฆ่าแมลงตามเวลาที่กำหนด ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วจึงให้แมลงกิน วิธีนี้นิยมใช้อย่างแพร่หลาย

6. Contact หรือ Residual exposure method ทดสอบสารฆ่าแมลงที่มีในทางสัมผัสโดยละลายสารฆ่าแมลงในตัวทำละลายที่ระเหยง่าย ใส่ในภาชนะที่ใช้ทดสอบ นำไประเหยให้แห้ง ปล่อยแมลงลงไป จากนั้นในเวลาที่กำหนดนำแมลงสู่สภาพเดิม

7. Direct spray ให้สารฆ่าที่พ่นตกบนอาหารและตัวแมลง ต้องควบคุมอัตราการ spray ให้เท่า ๆ กัน

8. Dusting โดยการพ่นผงสารฆ่าแมลง

สำหรับการศึกษาความเป็นพิษในแมลง ประเมินผลกำหนดอัตราตายของแมลงมีวิธีการประเมินดังนี้

1. ขาบิดหรือไม่ เช่น พวกไร เมื่อใกล้ลอกคราบจะเหยียดขา เกาะนิ่ง ๆ ต้องดูจากการบิดของขาเมื่อเทียบกับสภาพปกติ ของแมลงนั้น ๆ

2. เดินได้หรือไม่ ถ้าการทดสอบแมลงสามารถขยับตัวได้แต่เดินไม่ได้ ก็ถือว่าแมลงตายแล้วในการทดลอง

3. ความสามารถในการลากลำตัวเคลื่อนย้าย ในพวกหนอน หากลากลำตัวเคลื่อนย้ายไม่ได้ถือว่าตาย

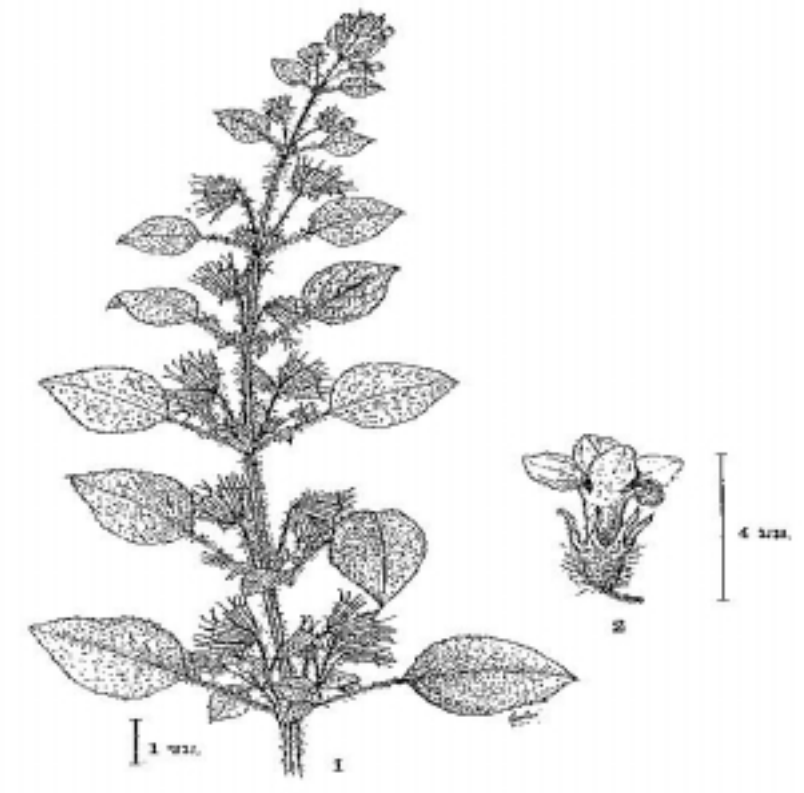
4. ความสามารถเคลื่อนย้ายหนีความร้อน หรือเคลื่อนเข้าหาแสง หากแมลงเป็นชนิดไม่เคลื่อนย้าย ใช้แสงและความร้อนเป็นตัวทดสอบ ว่ามีปฏิกิริยาตอบรับอย่างไร

5. ความสามารถในการกินและเกาะ เช่น ในแมลงหวี่ หากได้รับพิษเพียงบินขึ้นได้แต่ไม่สามารถเกาะได้ ถือว่าตายแล้ว

ทั้งนี้การประเมินผลการทดสอบสารฆ่าแมลง ปกติจะตรวจผลการทดสอบภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นดูค่าเป็น LC_{50}, LD_{90} และอื่น ๆ ตามเวลาที่กำหนด โดยมากสังเกตไม่เกิน 96 ชั่วโมง (Busrine, 1971)

2.12 แมงลักคาและพิษของแมงลักคา

ต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*) เป็นวัชพืชที่พบได้ทั่วไปโดยเฉพาะในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ที่เกิดจากการปรับเตรียมดินทำการเกษตรและในพื้นที่ ที่มีดินเค็ม เช่น ในพื้นที่หลายจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*) ชื่อสามัญ Chan หรือ mild sprike อยู่ในวงศ์ Lamiaceae (ชื่อเดิมคือ Labiatae) เป็นพืชล้มลุกอายุปีเดียว แต่ต้นที่มีชีวิตรอดข้ามปีสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ในปีถัดไป ลำต้นของแมงลักคาเป็นสี่เหลี่ยมตั้งตรง และมีขนเหนียวติดมือ ความสูง 50 – 150 เซนติเมตร ใบเดี่ยว เรียงตามลำดับ ผิวใบมีขนทั้ง 2 ด้าน ใบมีรูปร่าง 3 แบบ คือ ovate, acute และ serrate ดอกช่อออกที่ปลายกิ่งและซอกใบช่อละ 4 ดอกย่อย กลีบดอกสีม่วงอมชมพู ผลแห้ง ขณะผลไม่แตกรูปคล้ายระฆังคว่ำ



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ลำต้น ผล และ ดอก ของต้นแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*)

การศึกษาสัมฤทธิผลของสารสกัดแมงลักคาในประเทศไทยมีเพียงการศึกษาโดยการสังเกตการเจริญเติบโตของพืชที่ต้องการป้องกันเท่านั้น (กนก อุไรสกุลและคณะ, 2539, 2540, และ 2542; เกรียงไกร จำเริญมา, 2536 และ 2543) ยังไม่ปรากฏมีการศึกษาฤทธิ์และพิษของสารสกัดแมงลักคาต่อแมลงศัตรูพืชโดยตรง Sperber (1996) ศึกษาพบว่าเมื่อใช้ใบแมงลักคาเป็นอาหารตั๊กแตน (*Abracris dilecta*) ตั๊กแตนลดจำนวนลงถึง 50 % Pillay et. al. (1997) พบว่าโครเมียมและนิเคิล ให้ผลรบกวนเมตาบอลิซึมของแมงลักคาเป็นผลให้ลดการสร้างน้ำตาลและแป้ง รวมทั้งไนโตรเจนและโปรตีนลงด้วย

ต้นแมงลักคากระจายแพร่พันธุ์โดยอาศัยผึ้งและลมช่วยผสมเกสร ช่วงเวลาที่ดีสุดในการผสมพันธุ์ คือ 9 นาฬิกา ถึง 11 นาฬิกา (Aluri, 1990) ในประเทศออสเตรเลีย Cameron (1996) พบว่าต้นแมงลักคาสามารถเจริญได้เป็นอย่างดีในพื้นที่กึ่งแล้ง ปัจจุบันการใช้ยาฆ่าหญ้าทำให้เมล็ดแมงลักคาพักตัวและงอกหลังฤดูกาลทำไร่เสร็จสิ้นแล้ว

การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดแมงลักคาได้มีผู้สนใจทดสอบกับเชื้อราและแบคทีเรีย โดย IWU และคณะ (1990) แยกองค์ประกอบของสารสกัดแมงลักคาจากใบได้ 32 องค์ประกอบของ terpenoids และพบว่าให้ผลยับยั้งการเจริญของ bacteria ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ สารสกัดแมงลักคาแสดงความเป็นพิษต่อแมลงศัตรูพืชก่อนพืชออกดอก (Queiroz และคณะ, 1995) จากการศึกษาของ Pandey และ Duney (1997) พบว่าสารสกัดใบแมงลักคาสามารถยับยั้งการเจริญของ *Pythium aphaniderrmatum* และ *Pythium debaryanum* ได้และในพื้นดินที่มีใบแมงลักคาอยู่จะมีผลในการควบคุมโรคในมะเขือเทศได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ Singh และ Handique ได้ศึกษาในปี 1997 พบว่าสารสกัดใบต้นแมงลักคาเมื่อสกัดโดยไอน้ำ สามารถยับยั้ง *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* และ *Sclerotinia sclerotiorum* Amvam และคณะ (1998) ได้ศึกษาสกัดจากใบแมงลักคา, กระเพรา และพืชสมุนไพร 9 ชนิด โดยสกัดด้วยไอน้ำพบว่า สารสกัดแมงลักคามีปริมาณ hydrocarbon มากกว่า 58 % มีผลยับยั้งเชื้อ *Candida albicans*, *Cryptococcus neofoemans*, *Aspergillus flavus*, *Aureobasidium pullulans*, *Microsporum gypseum*, *Trichophyton rubrum* และ *Trichoderma vivide* สารสกัดน้ำมันหอมระเหยของแมงลักคามีผลต่อหนอนวัย 4 ของ *Aedes aegypti* (ยุง) ที่ LC_{50} เท่ากับ 393.59 ppm และ LC_{90} เท่ากับ 1145.92 ppm (Noegroho และคณะ, 1997) และมีผลต่อการวางไข่ของ *Callosobruchus maculatus* (Adedirs และ Lagide, 1999) Singh (1999) ได้ใช้สารสกัดใบและต้นแมงลักคา เช่นกัน พบว่าสามารถยับยั้ง *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *Penicillium citrinum*

และนอกจากนี้แมงลักคายังมีคุณสมบัติไล่ยุงได้ด้วย ในประเทศกินีได้นำต้นแมงลักคาเผาไล่ยุงได้ถึง 85.4 % เมื่อใช้ใบสด ต้นสด สามารถไล่ยุงได้ 73.2 % ในประเทศไทยยังไม่มีการ

ทดสอบฤทธิ์ของแมงลักคากับยุง กนก อุไรสกุล (2540) ได้ศึกษาสารสกัดแมงลักคาทั้งต้นกับหนอนรังห่อและเพลี้ยอ่อนใบมะม่วงวัย 3 พบว่าเมื่อสกัดด้วยไอน้ำได้ LC_{50} เท่ากับ 12,286.94 ppm ในช่วงเวลาน้อยกว่า 1 ชั่วโมง และเมื่อสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 17,821.1009 ppm ถ้าสกัดซ้ำด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์สารสกัดแมงลักคาให้พิษมากกว่าสกัดด้วยไอน้ำ 1.12 เท่า และสารสกัดแมงลักคาจะมีพิษต่อเพลี้ยอ่อนพริกมากกว่าหนอนรังห่อใบมะม่วง

ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่มีศักยภาพเป็นพืชกำจัดศัตรูพืชและพืชเหล่านั้นพบแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง ในธรรมชาติและถูกนำมาประยุกต์ใช้แล้วและปลอดภัย คือ สะเดา สารสกัดสะเดามี Azodiraction ออกฤทธิ์กำจัดแมลงเต่าทอง (*Crytolestes ferrugineus*) LC_{50} ที่ 48 % เท่ากับ 127.3 ppm Azodiraction ยังเป็นสารไล่ (repellent) ด้วย (Xianlin และคณะ, 1996) กระเทียมเป็นอีกพืชหนึ่งที่มีฤทธิ์ต่อแมลงใน order Coleoptera สารสกัดกระเทียมมี methylallyl disulfide และ diallyl trisulfide ทำให้ *Sitophilus. zeamais* และ *Tribolium castaneum* กินอาหารได้น้อยลง และการเจริญเติบโตในตัวเต็มวัยลดลง (Yan Huang, Shao Xing Chen and Shuit hung Ho, 2000) Upatham และคณะ (1998) ได้สกัดพืช 50 ชนิด จาก 22 สกุล เป็นพิษกับปลาหมึก (*Indoplanorbis exustus*)ในจำนวนนี้พบว่าสารสกัดเข้มข้นจากต้นผกากรอง (*Brassaia acthinophylla*) ให้ค่า LC_{50} เท่ากับ 23.73 mg/l และ LC_{90} เท่ากับ 32.11 mg/l ใน 24 ชั่วโมง และสารสกัดดังกล่าวทดสอบกับปลา 2 ชนิด คือ *Puntius gonionotus* และ *Poecilia reticulata* พบว่า LC_{50} ใน คือ *P. gonionotus* LC_{50} เท่ากับ 55 mg/l และ LC_{90} เท่ากับ 111 mg/l และทดสอบความเป็นพิษกับ Crustacea ด้วยพบว่าสารสกัดผกากรองมีผลต่อ *Moina macrocopa* LC_{50} เท่ากับ 258 mg/l และ LC_{90} เท่ากับ 141 mg/l และผลต่อ *Macrobrachium rosinberqii* LC_{50} เท่ากับ 861mg/l และ LC_{90} เท่ากับ 181 mg/l

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดสอบพิษเฉียบพลันของสารสกัดแมงลักคาต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน โดยสังเกตผลภายในระยะเวลา 96 ชั่วโมง และทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดแมงลักคาที่อาจตกค้างอยู่ในห่วงโซ่อาหาร โดยใช้หนูเมาส์และปลานิลเป็นสัตว์ต้นแบบทดลองเพื่อให้แน่ใจว่าจะสามารถใช้สารสกัดที่ได้จากใบและเมล็ดแมงลักคาได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งโดยตรงต่อสัตว์อีกหลายชนิดรวมทั้งมนุษย์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

แมงลักคา (*Hyptis suaveolens*) เจริญเติบโตแพร่กระจายทั่วไปในพื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่ไม่มีการเกษตรกรรมและในพื้นที่ดินเค็ม นอกจากเจริญเติบโตดีแม้ในฤดูร้อนแห้งแล้งแล้วยังพบว่าแมงลักคาไม่มีศัตรูทำลายอาจเป็นไปได้ว่าแมงลักคาผลิตสารบางอย่างที่ออกฤทธิ์ต่อแมลง แมงลักคาจึงน่าจะเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งนอกเหนือจากสะเดาที่มีศักยภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจได้ ในการศึกษานี้ได้วางแผนการทดลองไว้ดังนี้ 1) ศึกษาการเจริญเติบโตของแมงลักคาในสภาพธรรมชาติ 2) ศึกษาการเจริญเติบโตของแมงลักคาในสภาพทนเค็มโดยการเพาะปลูกในสารละลาย (Hydroponics) ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่ให้ค่า Electrical conductivity (Ec) เท่ากับ 45, 40, 35, 30 และ 25 ds/m 3) ศึกษาการเจริญเติบโตของแมงลักคาในสภาพทนแล้งโดยการปลูกในตู้เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 ˚C ปรับระดับความชื้นที่ 75 %, 70 %, 65 %, 50 % และ 40 % 4) ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดแมงลักคาจากใบและเมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสามสภาพข้างต้นที่มีต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera*) วัยที่ 2 และ วัยที่ 3 โดยการสกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ และ5)ศึกษาผลที่คาดว่าอาจจะตกค้างในห่วงโซ่อาหารของสารสกัดแมงลักคากับปลานิล (*Oreochromis nilotious*) และหนูเมาส์ (*Bandicota savilei*)

3.1 สารเคมี

สารเคมีสำหรับการเพาะปลูกต้นแมงลักคา ประกอบด้วยสาร (analytical grade) ดังนี้

3.1.1 การเพาะปลูกต้นแมงลักคาในสภาพทนเค็มโดยระบบ Hydroponics

Benlate, Potassium nitrate, Magnesium sulfate, Calcium nitrate, Ammonium phosphate, Potassium sulfate, EDTA, Potassium hydroxide, Maganese sulfate, Maganese chloride, Sodium chloride, Boric acid, Zinc sulfate, Copper sulfate, Ammonium molybdenum

3.1.2 สารเคมีสำหรับการสกัดใบและเมล็ดแมงลักคา

เอทิลแอลกอฮอล์ 95% (analytical grade)

3.1.3 สารเคมีสำหรับการเลี้ยงหนอนเจาะสมอฝ้าย ประกอบด้วยสาร (analytical grade) ดังนี้

Ascorbic acid, Methyl – p – hydroxybenzoate, Formaldehyde,agar, Cholesterol, Niacin, Inositol, Calcium panthothenate, Thaimine, Riboflavin, Pyrodoxin, Folic acid, Biotin, Vitamin B_{12} (cyanacobalamin) (สูตรวิตามินรวมดังตารางภาคผนวกที่ A)

3.1.4 สารเคมีสำหรับ Thin layer chromatography (TLC)

TLC aluminium sheet ขนาด 20 x 20 cm. Silica gel 60 F_{254}, Ethylacetate, Methanol

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์สำหรับการเพาะปลูกต้นแมงลักคา

3.2.1.1 การเพาะปลูกต้นแมงลักคาในสภาพธรรมชาติ

ตะแกรงเหล็กขนาด 2 มิลลิเมตร, ชุดกระถางปลูก

3.2.1.2 การเพาะปลูกต้นแมงลักคาในสภาพทนเค็ม

ตู้อบ, Conductivity meter, รางปลูกทำจากท่อ PVC สำหรับ hydroponics, ปั๊มน้ำ, ฟองน้ำ

3.2.1.3 การเพาะปลูกต้นแมงลักคาในสภาพทนแล้ง

ตู้เพาะเลี้ยง (growth chamber), Solomat 510 e Environment Manitor, ตู้อบ

3.2.2 อุปกรณ์สำหรับการสกัดใบและเมล็ดแมงลักคา

ตู้อบ, เครื่องบดแห้งไฟฟ้า, Soxhlet apparatus, Evaporator, กระดาษกรองเบอร์ 1

3.2.3 อุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

กล่องพลาสติกขนาดต่าง ๆ พู่กัน, มีด, เตาไฟฟ้า, หม้อต้ม, เครื่องชั่งไฟฟ้า, คีมหนีบ

3.2.4 อุปกรณ์สำหรับ Thin layer Chromatography (TLC)

TLC tank พร้อมฝาปิด, หลอด capillary, ดินสอ, ไม้บรรทัด

3.2.5 Spectrophotometer

3.3 วิธีการ

3.3.1. การเตรียมอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

อาหารเทียมสำหรับเลี้ยง หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน เตรียมจากถั่วเขียวและส่วนประกอบอื่นดังนี้ เตรียมได้ดังนี้ นำถั่วเขียวผ่าซีก 533.25 กรัม แช่น้ำ 20 นาที ปั่นให้ละเอียดในเครื่องปั่น เติมยีสต์แห้ง 80 กรัม, Ascorbic acid 5 กรัม, Methyl – p – hydroxybenzoate 2.5 กรัม, Formaldyhyde 5 มิลลิลิตร, Cholesterol 0.125 กรัม และวิตามินรวม 54.55 มิลลิลิตร วิตามินรวมประกอบด้วย 600 mg Niacin, 500 mg Inositol, 600 mg calcium panthothenate, 150 mg thiamine, 300 mg riboflavin, 150 mg pyndoxin, 150 mg folic acid, 12 mg Biotin และ 2 mg Vitamin B_{12}

(cyanocobalamin) สูตรวิตามินรวมดังในภาคผนวก ก) ทั้งนี้สูตรอาหารดังกล่าวเตรียมจากปริมาตรอาหารทั้งหมด 2,312 มิลลิลิตร Agar 31.5 กรัม เติมน้ำร้อนให้เป็น 1,600 มิลลิลิตร จึงนำอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นวุ้นเทใส่ถ้วยพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ทิ้งไว้ให้เย็นเพื่อนำไปเลี้ยงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ด้วยอาหารเทียมนี้ สามารถเก็บไว้ที่ 5 - 7 °C ได้นาน 3 - 5 วัน

3.3.2 การเลี้ยงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

ไข่หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera*) ได้รับความอนุเคราะห์จากกองปฏิบัติการงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร

ฟักไข่ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน เลี้ยงบนอาหารเทียม (ณัฐวุฒิ ธานี 2530 และ สุกัญญา รอดเจริญ และ เกษม สร้อยทอง 2535) ในห้องที่ปิดมิดชิดและควบคุมอุณหภูมิที่ 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 - 70 % ให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง เปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน ศึกษาวัฏจักรการเจริญเติบโตของ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ภายหลังออกจากไข่ (hatching) เป็นตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ตัวเต็มวัยจนออกไข่ จากนั้นผสมขยายพันธุ์ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ให้เพียงพอเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.3 การเก็บตัวอย่างใบและเมล็ดแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*)ในธรรมชาติ

ทำการเก็บตัวอย่างใบและเมล็ดแมงลักคาจากต้นที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อใช้ในการสกัดและเพาะปลูกต่อไป

3.3.4 การเพาะปลูกต้นแมงลักคาในสภาพธรรมชาติ

คัดเลือกเฉพาะเมล็ดแก่สำหรับเพาะเตรียมต้นกล้าดังนี้ แช่เมล็ดในน้ำประปา 1 - 2 วัน เพื่อให้เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกพองตัวเป็นเมือก กำจัดเมือกออกโดยกดเมล็ดผ่านรูตะแกรงเหล็กขนาดตาห่าง 2 มิลลิเมตร นำเมล็ดที่ปราศจากเมือกมาแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 10 - 20 นาที แล้วจึงนำเมล็ดไปเพาะในแปลงดินและกระบะที่เตรียมไว้ โดยฝังเมล็ดในดิน ไม่ลึกนัก รดน้ำวันละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้าเป็นเวลา 30 - 40 วัน จึงได้ต้นกล้าแมงลักคาที่สามารถนำไปใช้ในการทดลองต่อไปได้ ระหว่างการเพาะปลูกทำการวัดการเจริญเติบโตของต้นแมงลักคา โดยวัดความสูงของต้นและความยาวของราก และสังเกตช่วงการออกดอก ออกผล ในช่วงเวลาต่อมาอีก 3 เดือน และทำการเก็บตัวอย่างใบและเมล็ดจากการปลูกเพื่อนำไปสกัดใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.5 การศึกษาความทนเค็มของต้นแมงลักคา

การสำรวจปัจจัยความเค็มของดินที่ต้นแมงลักคาเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติ

เลือกพื้นที่ดินเค็มจากแผนที่กรมพัฒนาที่ดิน 3 อำเภอ ใน 3 จังหวัด คือ 1) อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา 2) อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม และ 3) อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น เพื่อทำการให้ลักษณะความเค็มของดินที่พบพืชชนิดนี้ขึ้น เพราะเป็นพื้นที่ที่มีรายงานพบดินเค็มมี

ค่าสูงผลผลิตการเกษตรต่ำมากและมีแมงลักคาเจริญแพร่กระจายอยู่ทั่วไป ก่อให้เกิดพื้นที่ว่างเปล่าจากการเกษตรกรรมทำการสุ่มตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ ๆ 3 ตัวอย่าง โดยขุดดินลึก จุดละ 6 - 10 นิ้ว เก็บตัวอย่างดิน นำกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตากตัวอย่างดินให้แห้งในร่ม (Shade drying) ประมาณ 1 สัปดาห์ และบดดินให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงเหล็กขนาด 2 มิลลิเมตร อบให้แห้งในตู้อบที่ 40 - 50°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ละลายเกลือในดินโดยนำดินอบแห้ง 50 กรัม ผสมในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร คนให้ทั่ววัดค่า pH , ค่าความเค็มโดยวัดจากค่า Ec (Electrical conductivity) ด้วยเครื่อง Conductivity meter เพื่อให้ทราบค่าความเค็มที่ต้นแมงลักคาเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติ สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปใช้ในการเพาะปลูกต้นแมงลักคาในสารละลาย (Hydroponics) ต่อไป

3.3.6 ปลูกต้นแมงลักคาในสารละลาย (Hydroponics)

นำต้นกล้าแมงลักคาอายุ 30 วัน ซึ่งมีความแข็งแรง มาทำความสะอาดโดยเฉพาะส่วนราก ด้วยการแช่น้ำยากันรา เบนเลท (15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) ประมาณ 10 นาที ทำการปลูกต้นกล้าในสารละลายแบบไหลบาง ๆ (Nutrient film technique, NFT) ในรางปลูกซึ่งทำจากท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และปั๊มสารละลายด้วยอัตราเร็ว 1.5 – 2 ลิตรต่อนาที (ภาพที่ 7) เพื่อหมุนเวียนสารละลายอาหารพื้นฐานซึ่งประกอบด้วย 1.5 M Potasium nitrate, 250 mM Magnesium sulfate, 0.5 M Calcium nitrate, 200 mM Ammonium phosphate, 25 mM EDTA, 6 mM Maganese sulfate, 8 mM Boric acid, 1.5 mM Zinc sulfate, 0.4 mM Copper sulfate และ 0.1 mM Ammonium molybdenum ปลูกแมงลักคาในสารละลายพื้นฐานเป็นเวลาประมาณ 7 - 10 วัน เพื่อให้ต้นแมงลักคาปรับตัวได้ในสารละลายอาหาร จากนั้นเปลี่ยนเพิ่ม NaCl ในสารละลายพื้นฐานให้มีระดับความเข้มข้นของเกลือเป็นค่า Ec เท่ากับ 25, 30, 35, 40 และ 45 ds/m ตามลำดับ เปลี่ยนสารละลายทุก 10 - 15 วัน ตรวจปริมาณสาหร่ายและตะไคร่น้ำที่มีปริมาณมากในสารละลายพื้นฐาน เพื่อเป็นการวัดความปนเปื้อนและความสกปรก วัดการเจริญเติบโตของต้นแมงลักคา โดยวัดความสูงของต้นและความยาวของราก แล้วแยกเก็บใบและเมล็ดที่ 4 °C

ภาพที่ 3.1 แสดงการปลูกต้นแมงลักคาในสารละลาย Hydroponics

3.3.7 การศึกษาความทนแล้งของต้นแมงลักคา

ปลูกต้นกล้าแมงลักคาอายุ 30 วัน ในกระถางดินในตู้เพาะเลี้ยง (growth chamber) โดยควบคุมปัจจัยการเจริญเติบโตที่ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ 5 ระดับ คือ 40 %, 50 %, 65 %, 70 % และ 75 % ที่ 30 ˚C ตรวจสอบทุกวันเพื่อหาการเฉาถาวร (wilting point) ของต้นแมงลักคา โดยนำต้นแมงลักคาที่ต้องการทดสอบย้ายใส่ตู้เพาะเลี้ยงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 % ที่ 30 ˚C เป็นเวลา 15 ชั่วโมงนำออกไปตั้งวางไว้ในสภาวะธรรมชาติ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526) หากต้นแมงลักคาไม่สามารถฟื้นสดชื่นอีกครั้งแสดงว่า ที่จุดความชื้นสัมพัทธ์นั้นเป็นค่าเฉาถาวรแล้วจึงนำดินที่เพาะปลูกในความชื้นสัมพัทธ์ 100 % ไปอบที่อุณหภูมิ 105 - 110 ˚C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักคำนวณหาความชื้นในดิน ตามสูตรดังนี้

$$\text{ความชื้นในดิน} = \frac{(\text{น้ำหนักสดเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักแห้งหลังสุด}) \times 100}{\text{น้ำหนักสด}}$$

ทำการวัดการเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาโดยวัดความสูงของต้นและความยาวของรากแล้วแยกเก็บใบและเมล็ดในที่ 4 ˚C เพื่อนำไปสกัดใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.8 การสกัดใบและเมล็ดต้นแมงลักคา

แยกสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาในซอกเลต (Soxhlet apparatus) โดยใช้แอลกอฮอล์และน้ำเป็นตัวทำละลาย

3.3.8.1 การสกัดแมงลักคาด้วยเอธานอลแอลกอฮอล์ 95%

1) อบใบและเมล็ดที่ 45°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปบดด้วยเครื่องบดแห้งไฟฟ้า

2) สกัดผงบดของใบและเมล็ดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ด้วยเอธานอลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 6 - 8 ชั่วโมง จนได้สารสกัดสีจางจนถึงไม่มีสี จากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ระเหยสารสกัดด้วย evaporator ให้เหลือเพียง 250 มิลลิลิตร กำหนดให้ crude extract นี้เป็น 100 % เก็บสารสกัดไว้ที่ 4 °C เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.8.2 การสกัดแมงลักคาด้วยน้ำกลั่น

สกัดผงบดของใบและเมล็ดแมงลักคาน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง จนได้สารสกัดสีจางจนถึงไม่มีสี กรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วระเหยสารสกัดด้วย evaporator ให้เหลือ 250 มิลลิลิตร กำหนดให้ crude extract นี้เป็น 100 % เก็บสารสกัดไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.9 การศึกษาส่วนประกอบในสารสกัดและการทำละลาย

3.3.9.1 การแยกส่วนประกอบด้วยโครมาโตรกราฟีผิวบาง (Thin layer chromatography, TLC)

เพื่อวิเคราะห์หาส่วนประกอบในสารสกัดใบและเมล็ดของต้นแมงลักคา เปรียบเทียบผลระหว่างการเพาะปลูกในสภาพธรรมชาติ, ความทนเค็ม, ความทนแล้ง การสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ และการสกัดด้วยน้ำ ด้วย TLC โดยใช้ 25 TLC aluminium sheets ขนาด 20 x 20 เซนติเมตร silica gel 60 F_{254} ใช้หลอด capillary จุ่มสารละลายสกัด crude extract จุดเหนือปลายด้านล่างของแผ่น TLC ประมาณ 1 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของจุดประมาณ 2 มิลลิเมตร เป่าลมให้แห้งแล้ว จุดอีก 2 ครั้ง นำแผ่น TLC ที่จุดสารสกัดแล้ววางในถังที่มีสารละลาย อัตราส่วน ethylacetate : methanol : distilled water เท่ากับ 100 : 13.5 : 10 วางแผ่น TLC ในลักษณะที่สอดคล้องกับการไหลของตัวทำละลาย ซึ่งตัวทำละลายอาจเคลื่อนที่ขึ้นไปตามแนวแผ่น TLC (ascending) ปิดถัง TLC ด้วยแผ่นแก้ว เมื่อการแยกเสร็จแล้วทำเครื่องหมายบนแผ่น TLC หรือขีดเส้นไว้ เพื่อวัดระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ไปแล้วนำไปส่องด้วยแสง UV ที่ 365 nm คำนวณค่า R_F ของแต่ละสภาวะของสารสกัด ดังนี้

$$R_F = \frac{\text{ระยะทางที่สารประกอบเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่สารมาตรฐานเคลื่อนที่}}$$

3.3.9.2 เปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของสารสกัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ด้วยต้องการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาที่มีต่อ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันในระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 15 %, 25 %, 50 %, 75 % และ 100 % (cruce extract) จึงได้ทำการยืนยันความถูกต้องของการทำละลายของสารสกัดโดยนำสารสกัดที่ทำละลายแล้วดังกล่าวมาเทียบหาความเข้มข้นโดยวัดการดูดแสง (optical density) ความยาวคลื่นที่ 315.556 nm ด้วย Spectrophotometer

3.3.10 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาฤทธิ์ความเป็นพิษของแมงลักคาต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

ในการทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน โดยใช้สารสกัดจากแมงลักคา

3.3.10.1 ศึกษาเปรียบเทียบ วิธีให้หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันได้รับ (vehicles) สารสกัด

การศึกษา การควบคุม ชีวภาพของแมงลักคา ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันได้เลือกหนอนวัย 2 เป็นต้นแบบการทดลอง โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีได้รับสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 3 ทาง เพื่อนำวิธีที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดไปใช้ในการทดลองต่อ ๆ ไป โดยวางแผนการทดลองแบบ split split plot ให้ส่วนต่าง ๆ ที่ใช้สกัดเป็น main plot (M) ตัวทำละลายที่ใช้สกัดเป็น subplot (s)และ ระดับความเข้มข้นเป็น subsubplot (ss) ดังภาพที่ 3.2

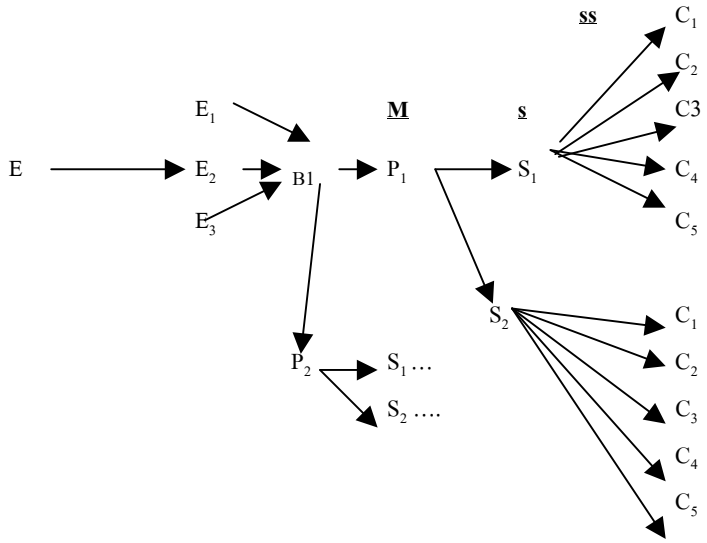
โดยกำหนดให้ E : วิธีการได้รับสารสกัด 1. การกิน (E_1) 2. การพ่น (E_2) 3. การกินและการพ่น (E_3)

B : วัตถุดิบจากแหล่งต่าง ๆ 1. ธรรมชาติ (B_1)

P : ส่วนต่าง ๆ ที่ใช้สกัด 1. ใบ (P_1) 2. เมล็ด (P_2)

S : ตัวทำละลายที่ใช้สกัด 1. แอลกอฮอล์ (S_1) 2. น้ำ (S_2)

C : ระดับความเข้มข้น (ธรรมชาติ) 1) C_1 = 100 %, C_2 = 75 %, C_3 = 50 %, C_4 = 25 % และ C_5 = 15 %



ภาพที่ 3.2 แสดงแผนผังการทดสอบหาประสิทธิภาพการได้รับสารสกัดของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

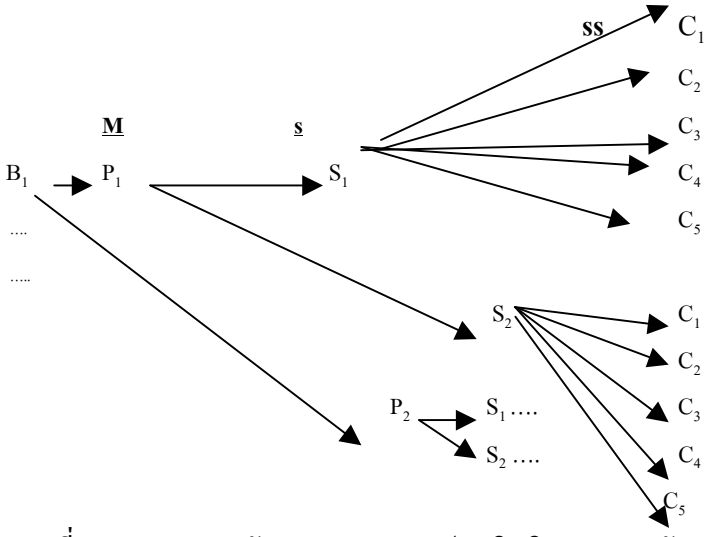
3.3.10.2 ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติ สภาวะทนเค็ม และ สภาวะทนแล้งสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำที่มีต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2และวัย 3ในธรรมชาติ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน สามารถทำลายพืชได้รุนแรงมากในระยะหนอนวัย 2 อายุประมาณ 4 - 7 วัน และวัย 3 อายุประมาณ 7 - 14 วัน จึงได้เลือกหนอน 2 วัยนี้

(1) โดยกำหนดให้ B : วัตถุดิบจากแหล่งต่าง ๆ 1. ธรรมชาติ (B_1)

P : ส่วนต่าง ๆ ที่ใช้สกัด 1. ใบ (P_1) 2. เมล็ด (P_2)

S : ตัวทำละลายที่ใช้สกัด 1. แอลกอฮอล์ (S_1) 2. น้ำ (S_2)

C : ระดับความเข้มข้น (ธรรมชาติ) 1) C_1 = 100 %, C_2 = 75 %, C_3 = 50 %, C_4 = 25 % และ C_5 = 15 %



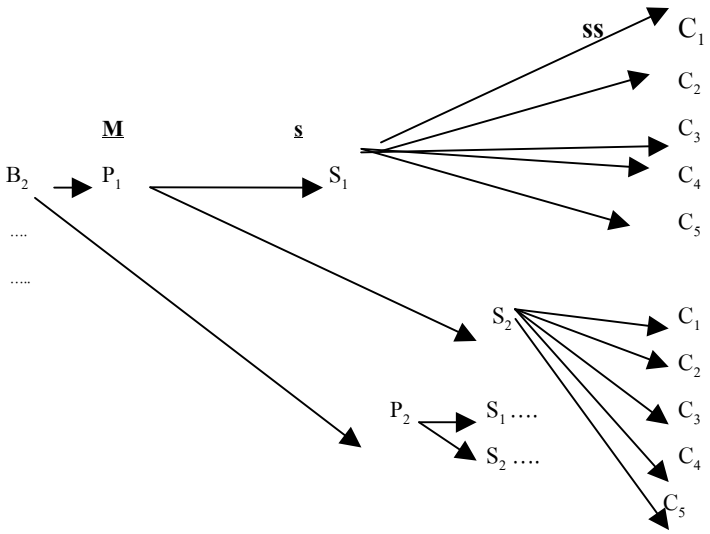
ภาพที่ 3.3 แสดงแผนผังการทดสอบหาประสิทธิภาพสารสกัดแมงลักคาในสภาวะธรรมชาติ

(2) โดยกำหนดให้ B : วัตถุดิบจากแหล่งต่าง ๆ 2. ทนเค็ม (B_2)

P : ส่วนต่าง ๆ ที่ใช้สกัด 1. ใบ (P_1) 2. เมล็ด (P_2)

S : ตัวทำละลายที่ใช้สกัด 1. แอลกอฮอล์ (S_1) 2. น้ำ (S_2)

C : ระดับความนำไฟฟ้า (ทนเค็ม) 2) $C_1 = 45$, $C_2 = 40$, $C_3 = 35$, $C_4 = 30$ และ $C_5 = 25$ ds/m



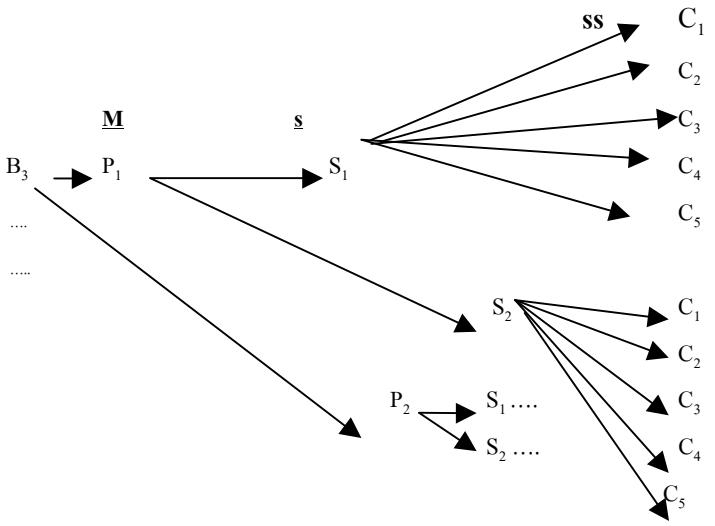
ภาพที่ 3.4 แสดงแผนผังการทดสอบหาประสิทธิภาพสารสกัดแมงลักคาในสภาวะทนเค็ม

(3) โดยกำหนดให้ B : วัตถุดิบจากแหล่งต่าง ๆ 3. ทนแล้ง (B_3)

P : ส่วนต่าง ๆ ที่ใช้สกัด 1. ใบ (P_1) 2. เมล็ด (P_2)

S : ตัวทำละลายที่ใช้สกัด 1. แอลกอฮอล์ (S_1) 2. น้ำ (S_2)

C : ระดับความชื้นสัมพัทธ์ (ทนแล้ง) 3) C_1 = 75, C_2 = 70, C_3 = 65, C_4 = 50 และ C_5 = 40 % RH



ภาพที่ 3.5 แสดงแผนผังการทดสอบหาประสิทธิภาพสารสกัดแมงลักคาในสภาวะทนแล้ง

(1) เทคนิคในการปฏิบัติการทดสอบโดยการกิน

หนอนวัย 2 กลุ่มละ 30 ตัว ถูกแยกเลี้ยงในกล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร บรรจุอาหารเทียมที่ใส่สารสกัดดังรายการข้างล่าง โดยใส่สารสกัดใบและเมล็ดสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 10 มิลลิลิตร ใส่ตามระดับความเข้มข้น 15 %, 25 %, 50 %, 75 % และ 100 % ตัดอาหารเป็นท่อนขนาด 2 x 3 x 1 เซนติเมตร เปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน สังเกตผลภายหลังให้กินอาหารผสมสารสกัดแล้วภายใน 96 ชั่วโมง นับจำนวนหนอนที่รอดชีวิต, ตาย และระยะเวลาตาย

(2) เทคนิคในการปฏิบัติการทดสอบโดยการฉีดพ่น

หนอนวัย 2 กลุ่มละ 30 ตัว ถูกแยกเลี้ยงในกล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร บรรจุอาหารเทียมปลอดเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 วัน แล้วพ่นสาร

สกัดความเข้มข้นดังรายการข้างต้นโดยใช้ ฉีดพ่นสารสกัดใบและเมล็ดสกัดด้วยแอลกอฮอล์ระยะห่างจากหนอน 12 เซนติเมตร ฉีดพ่น 3 ครั้ง ให้หนอนได้รับสารสกัดที่ฉีดพ่นเท่ากัน สังเกตภายหลังการพ่นสารสกัดแล้วภายในเวลา 96 ชั่วโมง นับจำนวนหนอนที่รอดชีวิต, ตาย และ ระยะเวลาตายตั้งแต่เริ่มการฉีดพ่น

(3) เทคนิคในการปฏิบัติการทดสอบโดยการกินและการฉีดพ่น

หนอนวัย 2 กลุ่มละ 30 ตัว ถูกแยกเลี้ยงในกล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร บรรจุอาหารเทียมที่ใส่สารสกัดความเข้มข้นดังรายการข้างต้น โดยใส่สารสกัดใบและเมล็ดสกัดด้วยแอลกอออล์ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 10 มิลลิลิตร ตัดอาหาร ขนาด 2 x 3 x 1 เซนติเมตร เลี้ยงหนอนด้วยอาหารเหล่านี้พร้อมฉีดพ่นหนอนด้วยสารสกัดความเข้มข้นเท่ากันกับในอาหารโดยฉีดพ่นห่างจากหนอน 12 เซนติเมตร 3 ครั้ง ให้หนอนได้รับสารสกัดที่ฉีดพ่นเท่ากัน เปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน พร้อมฉีดพ่นใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยนอาหาร สังเกตผลภายหลังการฉีดพ่นสารสกัดและให้กินอาหารผสมสารสกัดแล้วภายใน 96 ชั่วโมง นับจำนวนหนอนที่รอดชีวิต, ตายและระยะเวลาตาย

3.3.11 ผลของความเป็นพิษของสารสกัดแมงลักคาต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

เพื่อศึกษาผลตกค้างซึ่งคาดว่าจะเกิดจากการใช้สารสกัดแมงลักคาในการควบคุมชีวภาพต่อแมลงศัตรูพืช ถ้ามีการปฏิบัติจริงภาคสนาม เช่น ในแปลงปลูกพืชสวน สารสกัดที่ตกค้างอาจถูกชะลงสู่แหล่งน้ำและส่งผลกระทบต่อนิเวศวิทยาของสัตว์น้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลา การวิจัยนี้จึงได้ใช้ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เป็นสัตว์น้ำต้นแบบ ด้วยปลานิลเป็นที่นิยมเลี้ยงควบคู่ไปกับการเพาะปลูกพืชสวนทั่วไป ปลานิลอายุ 10 - 14 วัน และอายุ 30 - 40 วัน เลี้ยงในตู้กระจกขนาด 38 x 60 x 30 เซนติเมตร ในสภาวะที่มี oxygen demand 7.4 – 8.02 ppm, pH 7.2 - 7.6, อุณหภูมิ 25 °C เลี้ยงปลาก่อนการทดสอบ 3 – 5 วัน เพื่อให้ปลาคุ้นเคยกับสภาพการเลี้ยง จากนั้นใส่สารสกัดแมงลักคา ที่ความเข้มข้น 0.2 ppm, 0.4 ppm, 0.6 ppm, 0.8 ppm, 1 ppm และ 2 ppm ใช้แอลกอฮอล์และไม่ใช้แอลกอฮอล์ 95 % ในตู้ควบคุม แล้วแต่กรณี นับจำนวนปลาที่รอดชีวิต, ตาย และเวลาที่ปลาตายภายใน 96 ชั่วโมง

3.3.12 ผลของความเป็นพิษของสารสกัดแมงลักคาต่อหนูเม้าส์ (*Bandicota savilei*)

เพื่อศึกษาผลการตกค้างของสารสกัดแมงลักคาที่อาจเกิดขึ้นได้กับสัตว์บกและเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งพบทั่วไปในแปลงพืช จึงเลือกทดลองกับหนูเม้าส์ แม้ว่าหนูเม้าส์อาจจะไม่ปรากฏมีแพร่หลายในแปลงพืชเหมือนหนูแรท (rat) แต่หนูทั้งสองชนิดมีลักษณะทางสรีรวิทยาคล้ายกันและหนูเม้าส์มีขนาดตัวเล็กกว่าคาดว่าอาจแสดงผลความทนทานต่อพิษสารสกัดแมงลักคาได้ชัดเจนกว่า และสะดวกในการเลี้ยงและการทดลอง หนูเม้าส์ (*Mus musculus*) อายุ 2.5 สัปดาห์ และ 5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดแมงลักคาตามรายการในข้อ 3.5 ทางปากในช่วงเวลา 8.30 น. ตัวละ

1 มิลลิลิตร วันละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 4 วัน ใช้น้ำกลั่นและ Ethanol 95 % เป็นตัวควบคุมแล้วแต่กรณี สังเกตผลการทดลอง พฤติกรรมของหนูเม้าส์ตั้งแต่เริ่มให้สารสกัดจนถึง 96 ชั่วโมง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำปัจจัย และวิธีการในขั้นตอนต่าง ๆ มาดำเนินการทดลอง โดยใช้แผนการทดลองทางสถิติแบบ split – split plot ดังแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยดังภาพที่ 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5 (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2540) บันทึกข้อมูลตามลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสูงของต้น ความยาวของราก ข้อมูลหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันบันทึก จำนวนตาย และระยะเวลาตาย วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม IRRI STAT version 3/93, วิเคราะห์ข้อมูลหาระดับความเป็นพิษ LD_{50} โดยใช้การวิเคราะห์จากโปรแกรม SAS โดย James J. Ashton, et al., 1995 , SAS Institute Inc, version 6, Cory NC, USA.

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปราย

4.1 วัฏจักรชีวิตของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera* Hubn.)

ผลการศึกษาวัฏจักรชีวิตของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันจำนวน 5 วัฏจักรแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 พบว่าเวลาในการพัฒนาการของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันในระยะต่างๆดังนี้ ระยะไข่ 8.3 (± 1.22) วัน ระยะหนอน 21.6 (± 1.32) วัน ระยะดักแด้ 14.2 (± 1.48) วัน และระยะตัวเต็มวัย 13.1 (± 1.45) วัน และวงจรชีวิตโดยเฉลี่ย 54.5 (± 1.16) วัน

ตารางที่ 4.1 แสดงช่วงวัฏจักร ชีวิตของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera* Hubn) จากการทดลอง 5 ครั้ง

ระยะ (วัย)	ช่วงเวลา (วัน)	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ไข่ (Egg)	8.3	1.22
หนอน (Larvae)	21.6	1.32
หนอนระยะที่ 1 (วัย 1)	2.6	1.14
หนอนระยะที่ 2 (วัย 2)	5.2	0.84
หนอนระยะที่ 3 (วัย 3)	3.6	0.55
หนอนระยะที่ 4 (วัย 4)	4.8	0.45
หนอนระยะที่ 5 (วัย 5)	5.4	0.55
ดักแด้ (Pupa)	14.2	1.48
ตัวเต็มวัย (Adult)	13.1	1.45
วงชีวิตเฉลี่ย	54.5	1.16

จะเห็นได้ว่าระยะไข่ใช้เวลาโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด 8.3 วัน ระยะหนอนของแมลงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันนานมากที่สุด คือ 21.6 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของสุกัญญา รอดเจริญ และเกษม สร้อยทอง (2535) ซึ่งเสนอไว้ว่า ระยะไข่ 5 วัน ระยะหนอน 22 วัน ระยะดักแด้ 11 วัน ระยะตัวเต็มวัย 14.5 วัน และระยะเวลาทั้งวงชีวิต 52.5 วัน การศึกษาทั้งสองนี้สอดคล้องกัน แม้จะ

แตกต่างกันบ้างเล็กน้อยในบางระยะของหนอน อาจขึ้นอยู่กับฤดูกาล, อุณหภูมิ, ความชื้นเป็นสำคัญ จากการศึกษาชี้ให้เห็นชัดเจนว่าแมลงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันมีระยะเวลาที่เป็นหนอนนานที่สุดในวัฏจักร หนอนของแมลงนี้จึงเป็นระยะสำคัญที่สามารถเข้าทำลายกินพืชผลทางเศรษฐกิจได้อย่างมากที่สุดการกำจัดจึงต้องมุ่งกำจัดที่ระยะหนอน ซึ่งส่งผลต่อวัฏจักรของแมลงไม่ให้เจริญเติบโตถึงระยะไข่ไม่สามารถขยายพันธุ์ไปได้ การกำจัดในระยะหนอนเป็นช่วงที่เหมาะสมในทางเทคนิคเพราะหนอนจะมีการเคลื่อนไหวช้ากว่าระยะอื่นๆ สำหรับระยะไข่นั้นกำจัดได้ยากเพราะขนาดเล็กไม่สะดวกในการค้นหาและมีระยะเวลาในวงจรชีวิตที่สั้น ส่วนระยะดักแด้การค้นหาไม่สามารถเห็นได้ชัดเนื่องจากมีสีคล้ายกับสิ่งแวดล้อมที่อาศัย เช่น มีสีน้ำตาลเหมือนดิน และระยะตัวเต็มวัยหรือผีเสื้อกำจัดได้ยากเพราะเคลื่อนที่ (บิน)ได้อย่างรวดเร็ว

4.2 ความเข้มข้นระดับต่างๆของสารสกัดจากใบและจากเมล็ดของต้นแมงลักคา (*Hyptis sauveolens* Linn.) โดยการทำละลาย

กำหนดให้สารสกัด Crude extract เป็น 100 % แล้วทำละลายเจือจางลง เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของการทำละลายในการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดแมงลักคาที่ความเข้มข้นหลายระดับจึงได้วัดความเข้มข้นของสารละลายด้วยการวัดการดูดแสง โดยสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 315.55 nm. ทั้งนี้ได้สุ่มวัดสารละลายเจือจางของสารสกัดจากใบ และเมล็ดจากสภาวะธรรมชาติเท่านั้น

ในสภาวะธรรมชาติ สารสกัดจากใบและเมล็ดแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำมีค่าการดูดแสงของโมเลกุลต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นที่ 100 % และ 75 % ของสารสกัดใบและเมล็ดสกัดด้วยแอลกอฮอล์จะมีค่าเท่ากันคือสารสกัดใบให้ค่าการดูดแสง 9.9900 nm และ สารสกัดจากเมล็ดมีค่าการดูดแสง 2.9076 nm ที่ระดับความเข้มข้นลดต่ำลงมามีค่าการดูดแสงลดลง สกัดด้วยน้ำสารสกัดใบที่ความเข้มข้น Crude extract ให้ค่าการดูดแสง 3.5605 nm และ ที่ความเข้มข้น 75% ให้ค่าการดูดแสง 3..0877 nm สารสกัดเมล็ดที่ความเข้มข้น Crude extract ให้ค่าการดูดแสง 2.7434 nm ที่ความเข้มข้น 75 % ให้ค่าการดูดแสง 2.1374 nm ดังนั้นความเข้มข้นลดต่ำลงค่าการดูดแสงลดลง

ในสภาวะทนเค็ม ที่ Crude extract ของสารสกัดจากใบสกัดด้วยแอลกอฮอล์มีค่าการดูดแสง 9.9600 nm สารสกัดเมล็ดสกัดด้วยแอลกอฮอล์มีค่าการดูดแสง 2.9612 nm สารสกัดใบสกัดด้วยน้ำมีค่าการดูดแสง 3.5304 nm สารสกัดเมล็ดสกัดด้วยน้ำมีค่าการดูดแสง 2.7031 nm

ตารางที่ 4.2 ค่า absorbance ของสารสกัดจากใบและเมล็ดแมงลักคาอย่างละ 1 กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง ที่ความยาวคลื่นแสง 315.556 nm. (การทดลอง 3 ซ้ำ)

สภาวะ	ความเข้มข้น	การดูดแสงที่ 315.556 nm			
		แอลกอฮอล์		น้ำ	
		ใบ	เมล็ด	ใบ	เมล็ด
ธรรมชาติ	100 %	9.9900	2.9076	3.5605	2.7434
	75 %	9.9900	2.9076	3.0877	2.1374
	50 %	3.3852	2.5778	3.0830	2.1320
	25 %	3.3222	1.4428	2.8056	1.6160
	15 %	3.1745	0.9209	2.1422	0.6374
ทนแล้ง	Crude extract	9.9600	2.9612	3.5304	2.7031
ทนเค็ม	Crude extract	9.9600	2.9612	3.5304	2.7031

ในสภาวะทนแล้ง ที่ Crude extract ของสารสกัดจากใบสกัดด้วยแอลกอฮอล์มีค่าการดูดแสง 9.9600 nm สารสกัดเมล็ดสกัดด้วยแอลกอฮอล์มีค่าการดูดแสง 2.9612 nm สารสกัดใบสกัดด้วยน้ำมีค่าการดูดแสง 3.5304 nm สารสกัดเมล็ดสกัดด้วยน้ำมีค่าการดูดแสง 2.7031 nm

สารสกัดทั้ง 3 สภาวะจาก ธรรมชาติ ทนเค็มและทนแล้งมีค่าการดูดแสงใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบ Crude extract สารสกัดจากสภาวะธรรมชาติที่ทำละลายเจือจางที่ความเข้มข้นต่างกันให้ค่าการดูดแสงลดลงเป็นสัดส่วน

จากการวัดการดูดแสงของสารสกัดด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ชี้ให้เห็นว่าสารทำละลาย (solvent) ที่ใช้ในการสกัดทั้งสองชนิดคือ แอลกอฮอล์และน้ำสามารถสกัดสารจากใบและเมล็ดของแมงลักคาได้แตกต่างกันโดยเปรียบเทียบจาก Crude extract ต่อใบหรือเมล็ด 1 กิโลกรัมเท่ากัน น้ำสกัดสารจากใบและเมล็ดจากทุกสภาวะได้ใกล้เคียงกัน (ใบ: 3.53 - 3.56 nm และ เมล็ด: 2.70 - 2.74 nm) แอลกอฮอล์สกัดสารจากใบได้มากกว่าเมล็ดมาก (ใบ: 9.96 - 9.99 nm และ เมล็ด: 2.90 - 2.96 nm) และค่าการดูดแสงของสารสกัดยังแสดงให้เห็นว่าใบให้สารสกัดได้มากกว่าเมล็ดไม่ว่าสกัดด้วยแอลกอฮอล์หรือน้ำ

4.3 ความเค็มของดิน ที่ต้นแมงลักคาเจริญใน 3 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการสำรวจเพื่อหาค่าความเค็มในพื้นที่ 3 แหล่ง จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน คือ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอพระยืน จังหวัด

ขอนแก่น (ภาพที่ 1.1) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในเทอมของการนำไฟฟ้า (Electricity conductivity) ความเค็ม (Salinity) และ pH ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความเค็มของดินที่ต้นแมงลักคาเจริญเติบโตในเขตพื้นที่ 3 อำเภอของ 3 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือแสดงค่าในรูปของการนำกระแสไฟฟ้าและpH(การทดลอง 3 ซ้ำ)

จังหวัด	จุดเก็บ	Ec (ds/m)	Salinity (mV)	pH
นครราชสีมา (อ.พิมาย)	P_1	85.5	86.4	6
	P_2	84.5	85.6	6
	P_3	98	115	6
มหาสารคาม (อ.บรบือ)	M_1	64.5	67.7	6
	M_2	322	300	6
	M_3	153.7	162.4	7
ขอนแก่น (อ.พระยืน)	K_1	150	152	6
	K_2	84	83.2	6
	K_3	79	80	6

Ec = การนำไฟฟ้า (Electricity conductivity) หน่วย ds/m = Decisiemen per meter

Salinity (mV) = ความเค็มมีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์

P_1, P_2, P_3 คือจุดเก็บตัวอย่างดินลำดับต่าง ๆ

M_1, M_2, M_3 คือจุดเก็บตัวอย่างดินลำดับต่าง ๆ

K_1, K_2, K_3 คือจุดเก็บตัวอย่างดินลำดับต่าง ๆ

ดินจากแหล่งที่มีค่าความเค็มสูง จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูง ส่วนค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 6 - 7 ดินในพื้นที่อำเภอบรบือ มีความเค็มมากที่สุด รองลงมาคือดินในพื้นที่อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น และดินในพื้นที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีความเค็มน้อยที่สุด ต้นแมงลักคาเป็นพืชที่สามารถเจริญในสภาวะความเค็มได้ดีชนิดหนึ่ง

4.4 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะธรรมชาติ สภาวะทนเค็มและสภาวะทนแล้ง

ศึกษาการเจริญเติบโตของแมงลักคาในสภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 3 เดือน โดยวัดความสูงของลำต้นและความยาวราก วัดจากยอดสูงสุดของต้นมาถึงลำต้นที่พ้นจากพื้นดินและความยาวปลายรากจนถึงขั้วรากแก้ว

ตารางที่ 4.4 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะทนเค็ม โดยการวัดความสูงต้นและความยาวรากในช่วง 3 เดือน (การทดลอง 3 ซ้ำ)

ระยะเวลา	ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m)	ความสูงลำต้น (ซ.ม.)	ความยาวราก (ซ.ม.)
เดือนที่1	45	10.50 c ± 2.80	3.95 c ± 0.67
	40	14.24 b ± 4.56	4.67 c ± 0.88
	35	15.06 ab ± 4.40	6.25 b ± 1.47
	30	18.01 a ± 1.64	6.10 b ± 1.56
	25	35.40 d ± 2.09	8.60 a ± 1.86
เดือนที่ 2	45	25.50 c ± 3.63	12.37 d ± 3.01
	40	26.82 c ± 3.76	16.17 c ± 2.93
	35	27.70 c ± 3.25	36.45 b ± 3.37
	30	33.32 b ± 5.41	47.22 a ± 3.19
	25	56.39 a ± 2.65	44.76 a ± 5.49
เดือนที่ 3	45	32.30 e ± 1.64	21.54 e ± 0.86
	40	42.11 d ± 5.57	24.56 d ± 1.76
	35	49.29 c ± 5.57	42.08 c ± 2.73
	30	56.53 b ± 8.78	77.16 b ± 2.80
	25	113.52 a ± 6.88	81.38 a ± 0.73

ในแต่ละเดือนค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

ตารางที่ 4.5 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะทนแล้ง โดยการวัดความสูงของต้นและความยาวรากในช่วงเวลา 3 เดือน(การทดลอง 3 ซ้ำ)

ช่วงเวลา	ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)	ความสูงลำต้น (ซ.ม.)	ความยาวราก (ซ.ม.)
เดือนที่ 1	75	24.50 a ± 1.60	13.60 a ± 2.72
	70	17.20 b ± 4.54	11.90 a ± 1.91
	65	15.00 b ± 3.37	12.50 a ± 2.55
	50	11.50 c ± 2.27	10.00 b ± 1.15
	40	8.40 c ± 1.43	7.00 c ± 1.33
เดือนที่ 2	75	55.30 a ± 3.86	46.00 a ± 3.01
	70	51.70 b ± 2.31	41.60 b ± 4.78
	65	49.40 b ± 4.19	26.80 c ± 1.93
	50	35.70 c ± 3.19	22.90 d ± 1.85
	40	17.80 d ± 1.39	17.78 e ± 1.72
เดือนที่ 3	75	106.40 a ± 1.13	60.80 a ± 3.01
	70	92.90 b ± 3.87	52.80 b ± 4.96
	65	74.70 c ± 4.37	44.60 c ± 3.92
	50	62.60 d ± 2.12	35.20 d ± 3.61
	40	33.90 e ± 4.43	24.70 e ± 2.62

ในแต่ละเดือนค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.6 การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะธรรมชาติ ทนเค็ม ทนแล้ง โดยการวัดความสูง ต้นและความยาวรากในช่วง 3 เดือน จากการเฉลี่ยทุกระดับในการทดลองทั้ง 3 เดือน

สภาวะพืช	เวลา	ความสูงลำต้น (ซ.ม.)	ความยาวราก (ซ.ม.)
ธรรมชาติ	เดือนที่ 1	51.57 b ± 3.52	45.33 b ± 2.85
	เดือนที่ 2	63.90 b ± 3.51	57.13 ab ± 2.68
	เดือนที่ 3	85.40 a ± 4.05	65.90 a ± 2.42
ทนเค็ม	เดือนที่ 1	16.27 c ± 0.54	5.91 c ± 0.20
	เดือนที่ 2	33.95 b ± 1.22	31.39 b ± 1.50
	เดือนที่ 3	58.75 a ± 2.94	49.34 a ± 2.57
ทนแล้ง	เดือนที่ 1	15.32 c ± 0.64	11.00 c ± 0.30
	เดือนที่ 2	41.98 b ± 1.42	31.29 b ± 1.13
	เดือนที่ 3	74.10 a ± 2.60	43.62 a ± 1.33

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

4.4.1 สภาวะธรรมชาติ ในช่วงเดือนแรก ต้นแมงลักคาเจริญอย่างรวดเร็ว ลำต้นสูง 51.57 ± 3.52 เซนติเมตร ความยาวราก 45.3 ± 2.85 เซนติเมตร ในเดือนที่ 2 ต้นแมงลักคาเจริญไม่แตกต่างจากเดือนแรกมาก ลำตันสูง 63.9 ± 3.51 เซนติเมตร ความยาวราก 57.13 ± 2.68 เซนติเมตร ในเดือนสุดท้ายต้นแมงลักคาเติบโตด้านความสูงแตกต่างจากเดือนที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเดือนที่ 2 ลำต้นสูง 85.4 ± 4.05 เซนติเมตร ความยาวราก 65.90 ± 2.42 เซนติเมตร ดังตารางที่ 4.6

4.4.2 สภาวะทนเค็ม ต้นแมงลักคาซึ่งปลูกด้วยวิธี Hydroponics ในสารละลายเกลือ (Sodium chloride) การเจริญเติบโตของลำต้นและใบ ความยาวรากของทุกค่าการนำไฟฟ้าและนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเมื่อนำมาวิเคราะห์ประมวลผลโดยรวมได้ดังนี้ในสารละลายที่มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 25 – 45 ds/m เดือนที่ 1 ลำต้นสูง ระหว่าง 35.4 ± 2.09 และ 10.50 ± 2.80 เซนติเมตร ความยาวราก ระหว่าง 8.60 ± 1.86 และ 3.95 ± 0.69 เซนติเมตร เดือนที่ 2 ลำต้นสูง ระหว่าง 56.39 ± 2.65 และ 25.50 ± 3.63 เซนติเมตร ความยาวรากระหว่าง 44.76 ± 5.49 และ 12.37 ± 3.01 เซนติเมตร และเดือนที่ 3 ลำต้นสูง ระหว่าง 113.52 ± 6.88 และ 32.30 ± 1.64 เซนติเมตร ความยาวราก ระหว่าง 81.38 ± 0.73 และ 21.54 ± 0.86 เซนติเมตร รายละเอียดดังตารางที่ 4.4

4.4.3 สภาวะทนแล้ง ต้นแมงลักคาซึ่งปลูกในตู้ Growth Chamber ที่ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ระหว่าง 40 % - 75 % บันทึกการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ ความยาวราก ของทุกความชื้นสัมพัทธ์และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ประมวลผลได้ดังนี้ ในความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 40 % - 75 % เดือนแรกลำต้นสูง ระหว่าง 8.40 ± 1.43 และ 24.50 ± 1.60 เซนติเมตร รากยาว ระหว่าง 7.00 ± 1.33 และ 13.60 ± 2.72 เซนติเมตร เดือนที่ 2 ลำต้นสูง ระหว่าง 17.80 ± 1.39 และ 55.30 ± 3.86 เซนติเมตร รากยาว ระหว่าง 17.78 ± 1.72 และ 46.00 ± 3.01 เซนติเมตร และเดือนที่ 3 ลำต้นสูง ระหว่าง 33.90 ± 4.43 และ 106.40 ± 1.13 เซนติเมตร รากยาว ระหว่าง 24.70 ± 2.62 และ 60.80 ± 3.01 เซนติเมตร รายละเอียดดังในตารางที่ 4.5

การเจริญเติบโตของต้นแมงลักคาในสภาวะธรรมชาติ ทนแล้ง ทนเค็ม เมื่อวัดความสูงลำต้นและความยาวรากเปรียบเทียบทั้ง 3 สภาวะพบว่า ในธรรมชาติต้นแมงลักคาเจริญได้ดีที่สุด ในสภาวะทนเค็มเจริญได้น้อยที่สุด ในสภาวะทนแล้งเจริญได้ดีรองจากสภาวะธรรมชาติ ในสภาวะทนเค็มต้นแมงลักคาสามารถทนเค็มได้ดี ที่ความเค็ม 40 ds/m และ 45 ds/m ต้นแมงลักคาสามารถเจริญได้แต่ไม่สามารถให้ผลผลิตเพราะในสภาวะความเค็มพืชดูดน้ำขึ้นไปใช้ได้ยากขึ้น ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ลดลงด้วย (สุรศักดิ์ เสรีพงศ์, 2527) ความเค็มมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากความเป็นพิษของไอออนต่าง ๆ จำนวนมากที่มีอยู่ในสารละลายอาหาร แต่ในสภาพความเป็นจริงพบว่าในพื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็มมักจะมีปัญหาความแล้งรวมอยู่ด้วยพืชเมื่อเจริญในสภาวะทนแล้งจะมีการลดการสูญเสียน้ำเพื่อชะลอการเหี่ยวโดย การปิดปากใบ การลดพื้นที่ใบ ในเวลากลางวันปากใบจะปิดแต่จะเปิดในช่วงเช้าหรือช่วงเย็นที่ความเข้มแสงลดลง (Schulze et. al., 1987) พืชยังมีการปรับตัวโดยการสร้างขนเพิ่มขึ้นช่วยปรับลดอุณหภูมิในต้นและใบมีผลลดการคายน้ำเพราะขนเพิ่มการสะท้อนแสงกลับและรากมีการเจริญเติบโตเร็วเพิ่มระบบรากฝอยเพื่อให้มีพื้นที่ดูดรับน้ำได้มากขึ้น (Turner, 1981) ซึ่งมีลักษณะตรงกันกับต้นแมงลักคาเมื่ออยู่ในสภาวะทนแล้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40 %, 50 % และ 60 % ต้นแมงลักคาจะปรับตัวมีการสร้างขนมากขึ้นบริเวณใบและระบบรากฝอยเพิ่มขึ้น และไม่ผลิตเมล็ดที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40 % มีการทดลองในประเทศออสเตรเลียโดย Cameron (1996) พบว่าต้นแมงลักคาสามารถเจริญได้เป็นอย่างดีในพื้นที่กึ่งแล้ง ซึ่งในดินมีความเค็มที่ Ec 25 ds/m และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 70 % และ 75 %

เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะใกล้เคียงกัน ต้นแมงลักคาในธรรมชาติในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี วัดความนำไฟฟ้าได้ Ec 18 – 25 ds/m ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 65 % - 75 % การทดลองสภาวะธรรมชาติ เดือนที่ 3 สามารถเจริญได้ดีที่สุดมีลำต้นโตแข็งแรง 85.40 ± 4.05 เซนติเมตร ส่วนสภาวะทนเค็มในเดือนที่ 3 ลำต้นผอมสูงอาจเป็นการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด

(113.52 ± 6.88) เซนติเมตร และสภาวะทนแล้งมีการปรับตัวในแนวทางเดียวกับสภาวะทนเค็มแต่สูงน้อยกว่า (106.40 ± 1.13) เซนติเมตร ลักษณะของใบสภาวะทนเค็มที่ระดับความนำไฟฟ้าสูงใบไหม้ดำ สภาวะทนแล้งใบขนาดเล็กลงที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและมีสีเขียวอมเหลือง

4.5 ความเป็นพิษของสารสกัดจากใบและจากเมล็ดของต้นแมงลักคาที่เจริญเติบโตในสภาวะต่าง ๆ สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ที่มีต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

4.5.1 ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการได้รับ (vehicles) สารสกัดแมงลักคาต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการให้สารสกัดแก่หนอนโดยเลือกให้หนอนวัย 2 เป็นต้นแบบทดลอง หนอนได้รับสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติและสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 3 ทาง คือ 1) การกิน 2) การพ่นและ 3) การกินและการพ่น

4.5.1.1 เปรียบเทียบพิษของสารสกัดจากใบที่หนอนได้รับจากทั้ง 3 วิธีการสารสกัดความเข้มข้นระหว่าง 15 % - 100 % ปรากฏผลดังนี้ (ภาพที่ 4.1 และ 4.2 ; หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย 2 ได้รับสารสกัดใบ โดยวิธีการกิน หนอนตาย 17.77 % - 100 %
ในเวลา 26 ชั่วโมง – 73 ชั่วโมง

โดยวิธีการพ่น หนอนตาย 26.67 % - 100 %
ในเวลา 42 ชั่วโมง – 76 ชั่วโมง

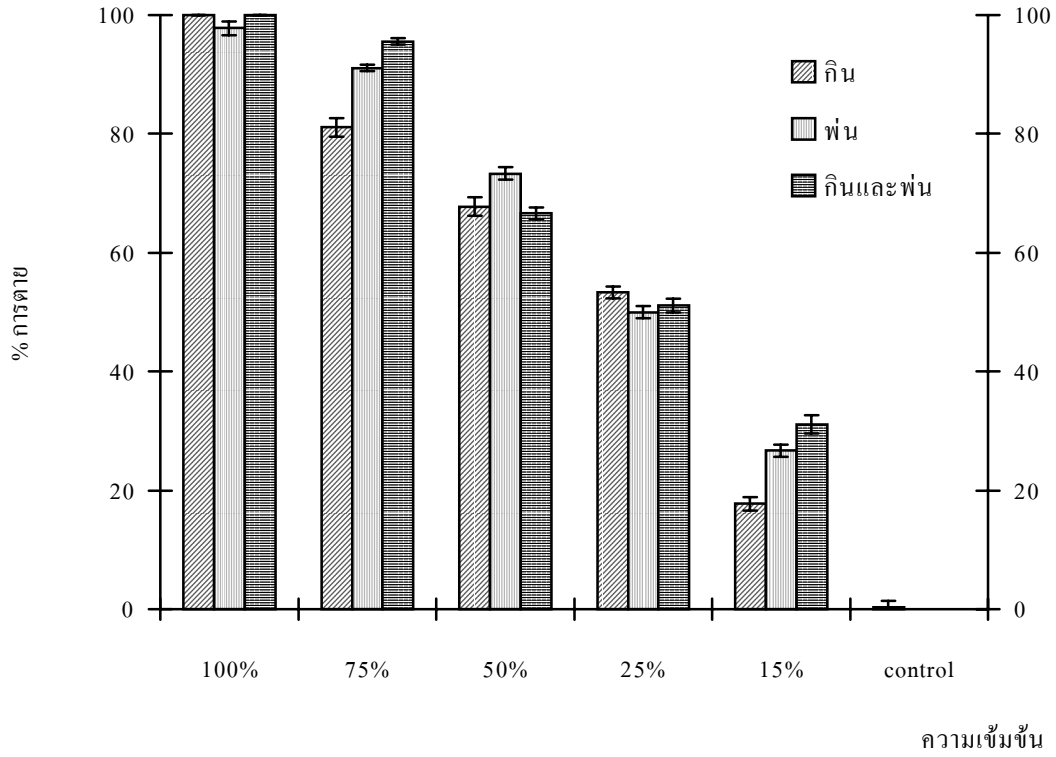
โดยวิธีการกินและพ่น หนอนตาย 31.10 % - 100 %
ในเวลา 14 ชั่วโมง – 25 ชั่วโมง

4.5.1.2 เปรียบเทียบพิษของสารสกัดจากเมล็ดที่หนอนได้รับจากทั้ง 3 วิธีการสารสกัดความเข้มข้นระหว่าง 15 % - 100 % ปรากฏผลดังนี้ (ภาพที่ 4.3 และ 4.4 ; หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

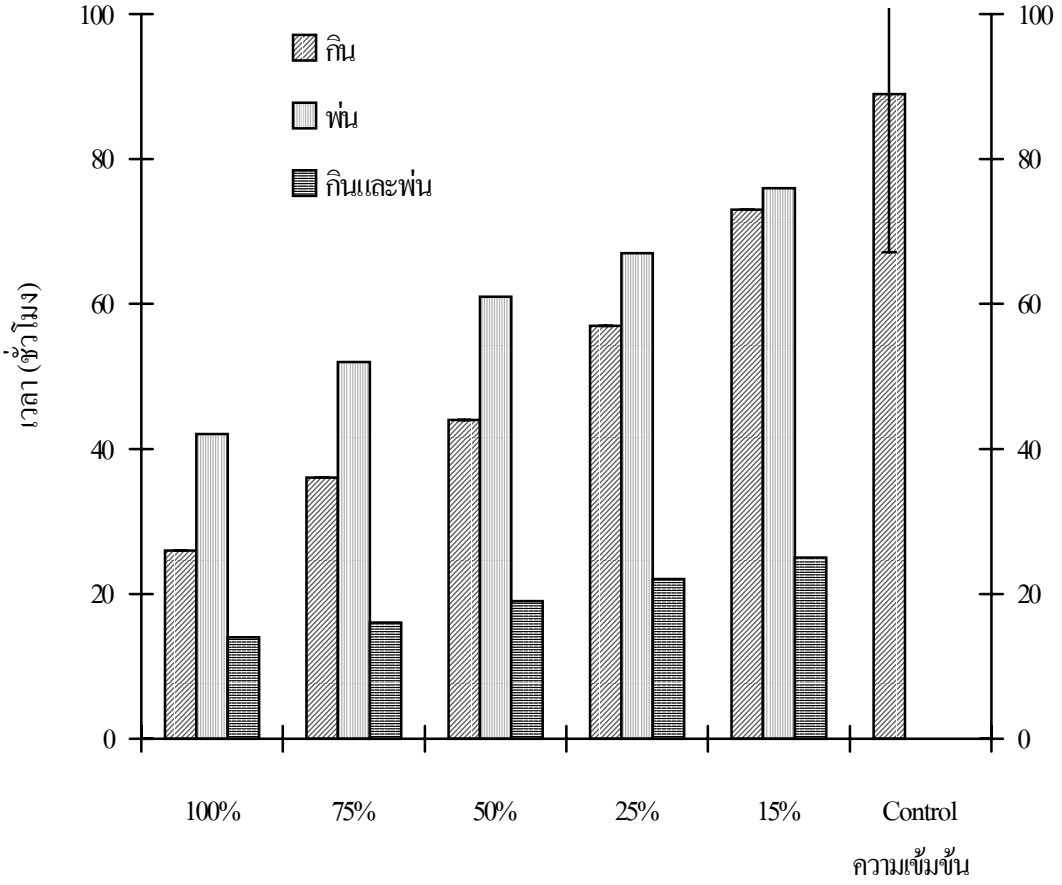
หนอนวัย 2 ได้รับสารสกัดเมล็ด โดยวิธีการกิน หนอนตาย 25.57 % - 97.77 %
ในเวลา 37 ชั่วโมง – 76 ชั่วโมง

โดยวิธีการพ่น หนอนตาย 4.43 % - 98.90 %
ในเวลา 49 ชั่วโมง – 96 ชั่วโมง

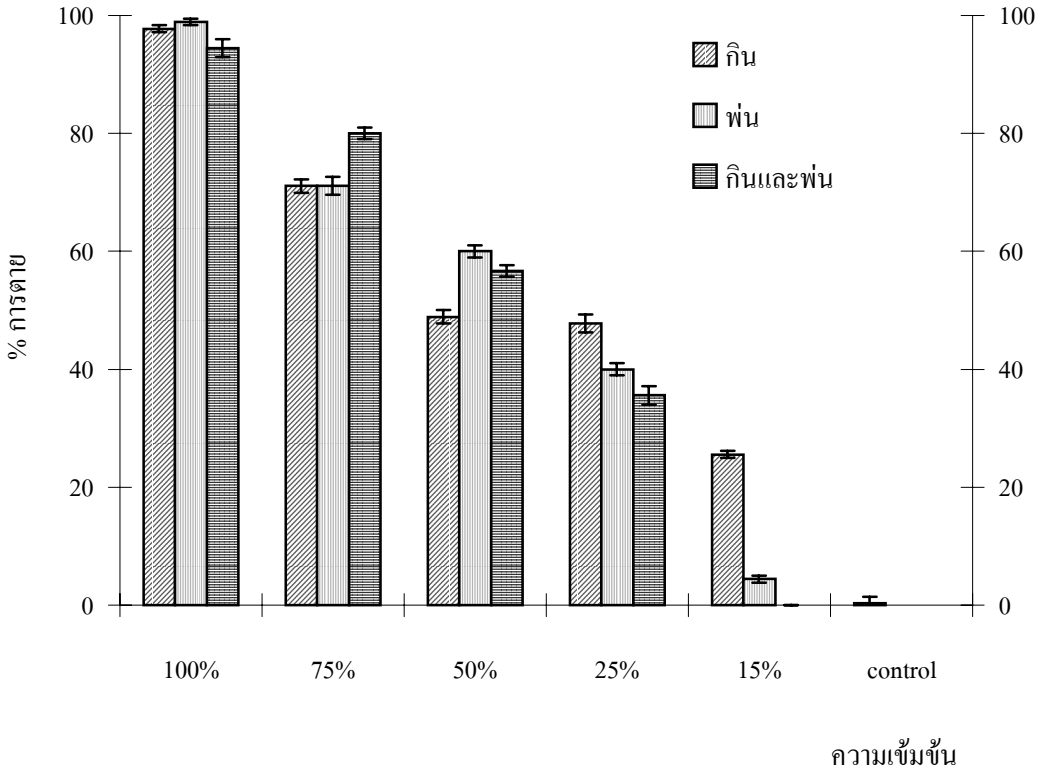
โดยวิธีการกินและพ่น หนอนตาย 0 % - 94.43 %
ในเวลา 17 ชั่วโมง – 32 ชั่วโมง



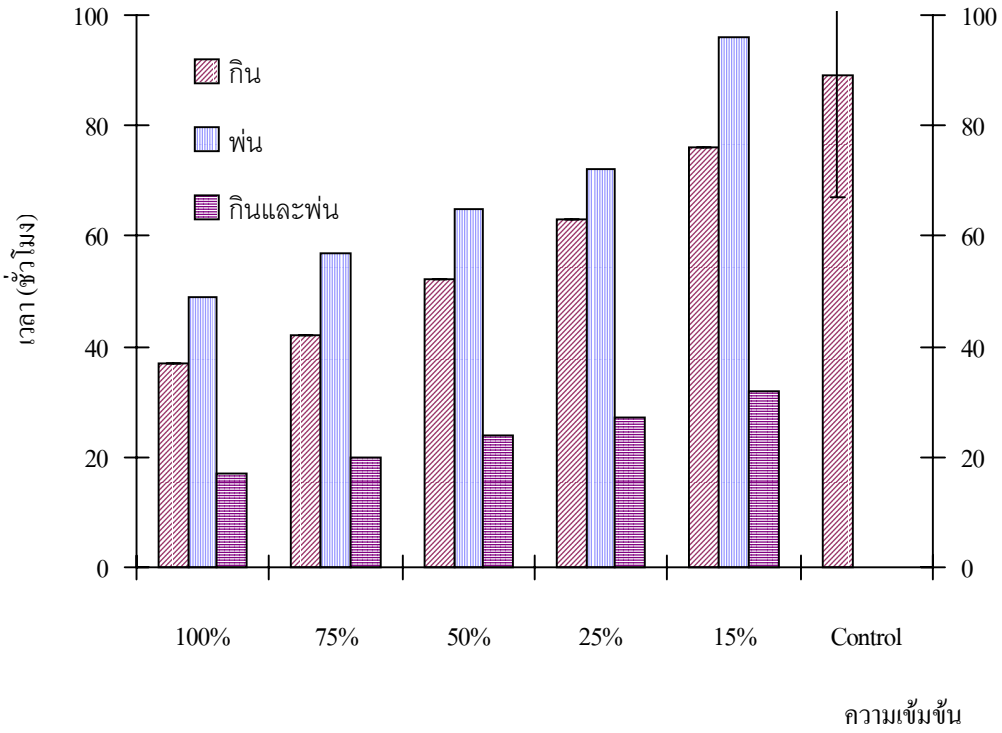
ภาพที่ 4.1 จำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดใบของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ



ภาพที่ 4.2 ระยะเวลาการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดใบของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ และสังเกตภายในระยะเวลา 96 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.3 จำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดเมล็ดของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ



ภาพที่ 4.4 ระยะเวลาการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ที่ได้รับสารสกัดเมล็ดของแมงลักคาโดยการกิน การพ่น และการกินและการพ่นจากสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น (%) ต่าง ๆ และสังเกตภายใน ระยะเวลา 96 ชั่วโมง

4.5.1.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษโดยรวมของสารสกัดใบและเมล็ด ต่อจำนวนตาย และเวลาตาย (ตารางที่ 4.7 และ 4.8) พบว่าจำนวนตายของหนอนจากการจำแนกวิธีได้รับทั้ง 3 วิธีไม่แตกต่างกันในทุกระดับความเข้มข้น (ตารางที่ 4.7) crude extract ทำให้หนอนตายจากการกิน การพ่น การกินและพ่น 99.44 %, 96.11 % และ 98.89 % ตามลำดับ แต่การกินและพ่นรวมกันทำให้หนอนตายภายในเวลาสั้นกว่า การกิน และการพ่น โดยวิธีเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.8) crude extract ทำให้หนอนตายจากการกินและพ่น การกิน และการพ่น ในเวลา 15.20 ชั่วโมง, 31.30 ชั่วโมง และ 45.50 ชั่วโมง ตามลำดับ

4.5.1.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษโดยรวมที่ได้รับสารสกัดโดยวิธีการกิน การพ่น และการกินและพ่น เมื่อจำแนกระหว่างสารสกัดใบและเมล็ดที่มีต่อจำนวนตายและเวลาตาย (ตารางที่ 4.9 และ 4.10) พบว่าสารสกัดใบที่หนอนได้รับทั้ง 3 วิธีรวมกัน ทำให้หนอนตายจำนวนมากกว่าเมล็ดเล็กน้อย crude extract หนอนตายจากการสกัดใบ 99.25 % และตายจากสารสกัดเมล็ด 97.03 % (ตารางที่ 4.9) ในทำนองเดียวกับสารสกัดใบทำให้หนอนตายภายในเวลาน้อยกว่าสารสกัดเมล็ด crude extract สารสกัดใบหนอนตายในเวลา 27.30 ชั่วโมง และสารสกัดเมล็ดทำให้หนอนตายในเวลา 34 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการได้รับสารสกัดแมงลักคาต่อจำนวนตายของหนอนวัย 2เมื่อได้รับสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ทำละลายเจือจาง 5 ระดับ และประสิทธิภาพของสารสกัดแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์จำนวนตายของหนอน (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

ความเข้มข้น (%)	% การตายของหนอนวัย 2			
	วิธีได้รับสารสกัด (E) จาก			เฉลี่ย
	กิน	พ่น	กินและพ่น	(C)
ควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
100	99.44 a	96.11 a	98.89 a	98.15
75	76.11 a	85.55 a	83.32 a	81.66
50	63.89 a	64.99 a	57.77 a	62.22
25	46.66 a	43.78 a	49.44 a	46.29
15	11.11 a	13.33 a	28.32 b	17.59
เฉลี่ย (E)	49.54	50.63	52.96	50.99

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.8 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการได้รับสารสกัดแมงลักคาต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 โดยการให้กิน พ่น และกินและพ่นด้วยสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารสกัดทำละลายเจือจาง 5 ระดับและประสิทธิภาพของสารสกัดแสดงเป็นชั่วโมงตายของหนอน (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

ความเข้มข้น (%)	ระยะเวลาหนอนตายภายหลังได้รับสารสกัด (ชั่วโมง)			
	วิธีได้รับสารสกัด (E) จาก			เฉลี่ย
	กิน	พ่น	กินและพ่น	(C)
ควบคุม	95.80	95.70	95.80	95.80
100	31.30 a	45.50 b	15.20 c	30.70
75	38.80 a	54.20 b	18.00 c	37.00
50	47.70 a	63.00 b	21.30 c	44.00
25	59.70 a	69.20 b	24.30 c	51.10
15	74.20 a	85.80 b	28.20 c	62.70
เฉลี่ย (E)	57.90	68.90	33.80	53.50

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.9 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษโดยรวมของสารสกัดแมงลักคาจากใบและเมล็ดจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่มีต่อจำนวนตายหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 หนอนได้รับสารสกัดทำละลาย 5 ระดับ โดยไม่จำแนกวิธีการกินการพ่น และการกินและพ่น

ความเข้มข้น (%)	% การตายของหนอนวัย 2		
	สารสกัดแมงลักคา (P) จาก		เฉลี่ย (C)
	ใบ	เมล็ด	
ควบคุม	0.00	0.00	0.00
100	99.25 a	97.03 b	98.15
75	89.25 a	74.07 b	81.66
50	69.25 a	55.18 b	62.22
25	51.47 a	41.11 b	46.29
15	25.18 a	9.99 b	17.59
เฉลี่ย (P)	55.73	46.23	50.99

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.10 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษโดยรวมของสารสกัดแมงลักคาจากใบและเมล็ดจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่มีต่อเวลาตายหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 หนอนได้รับสารสกัดทำละลาย 5 ระดับ โดยการกิน การพ่น และการกินและพ่น

ความเข้มข้น (%)	ระยะเวลาหนอนตายภายหลังได้รับสารสกัด (ชั่วโมง)		
	ส่วนต่าง ๆ ของต้นแมงลักคา (P) จาก		เฉลี่ย
	ใบ	เมล็ด	(C)
ควบคุม	95.80	95.80	95.80
100	27.30 a	34.00 b	30.70
75	34.40 a	39.60 b	37.00
50	41.00 a	47.00 b	44.00
25	48.30 a	53.80 b	51.10
15	57.70 a	67.80 b	62.70
เฉลี่ย (P)	50.80	56.30	53.50

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

สรุปได้ว่าหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันที่ได้รับสารสกัดแมงลักคา Crude extract จากใบและเมล็ดทั้ง 3 วิธีการได้รับสารสกัดแสดงฤทธิ์ต่อจำนวนตายของหนอนใกล้เคียงกันมากสารสกัดใบและเมล็ดที่ความเข้มข้น 50 % - 70 % ทำให้หนอนตายโดยการพ่น .> การกินและพ่น > การกิน แต่ที่ความเข้มข้นเจือจาง 15 % - 25 % สารสกัดจากใบและเมล็ดให้ผลแตกต่างกัน นั่นคือ สารสกัดใบทำให้หนอนตายโดยการกินและพ่น > การพ่น > การกิน ในทางกลับกัน สารสกัดเมล็ดทำให้หนอนตายจากการกิน > การพ่น > การกินและพ่น อาจเป็นไปได้ว่าการทำเจือจางสารสกัดทำให้ความเข้มข้นของตัวสารเคมี ชนิดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของพิษในสารสกัดเหมาะสมแสดงฤทธิ์สูงสุดแตกต่างกัน

วิเคราะห์โดยรวมแล้ว การได้รับสารสกัดทั้ง 3 วิธีและทุกความเข้มข้นทำให้หนอนตายไม่แตกต่างกัน ความเข้มข้นสูงทำให้หนอนตายมากกว่า และภายในเวลาน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) หนอนได้รับสารสกัดโดยการกิน พิษของแมงลักคาอาจทำลายระบบทางเดินอาหารของหนอนทำให้หนอนตายและพิษอาจถูกดูดซึมไปยังระบบอื่นๆเป็นผลให้หนอนตายเช่นเดียวกัน ส่วนการพ่นสารสกัดจะเข้าร่างกายหนอนทางรูหายใจ (spiracles) พิษจึงเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายและทำให้หนอนตายในที่สุด

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติในแปลงเพาะปลูกเกษตรกรนิยมใช้สารฆ่าแมลงโดยการพ่นหรือฉีดเพราะสะดวกและแมลงได้รับสารทั้งโดยการกินและ การพ่น ไปพร้อมกันแมลงได้รับทางการพ่นโดยตรงนั่นคือแมลงกินสารตกค้างตามใบพืชอีกทางหนึ่งด้วย การพ่นอย่างเดียวอาจมีข้อเสียคือ สารสกัดจะตกตามพื้นดินหรือพืชอื่นที่ไม่ใช่อาหารของหนอน หนอนจึงไม่ได้รับสารสกัดได้ทั้งหมดที่พ่น ดังนั้นจึงได้เลือกใช้วิธีการกินและพ่นให้แก่หนอนในการทดลองต่อ ๆ มา

วิเคราะห์เปรียบเทียบ สารสกัดจากใบและเมล็ดที่ให้หนอนรวมกันทั้ง 3 วิธี ปรากฏว่าสารสกัดจากใบแสดงความเป็นพิษมากกว่าสารสกัดจากเมล็ดเล็กน้อย ($P< 0.01$) คือ ทำให้หนอนตายมากกว่า (ประมาณ 2 %)และในระยะเวลาน้อยกว่า (ประมาณ 5 - 10 ชั่วโมง) ดังนั้นการเลือกใช้สารสกัดจากใบหรือจากเมล็ดของแมงลักคาจึงไม่แตกต่างกัน แต่การใช้ใบจะสะดวกกว่ามากเพราะสามารถเก็บเกี่ยวใบได้ตลอดปี การเก็บเกี่ยวก็ง่ายและได้ปริมาณมาก ในขณะที่การเก็บเกี่ยวเมล็ดสามารถกระทำได้ปีละ 1 ครั้งและได้ปริมาณน้อย และ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพกำจัดหนอนได้สูงสุดควรเลือกใช้สารสกัด Crude extract ฉีดพ่นแมลงตั้งแต่ระยะที่เป็นตัวหนอน

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 4.11) พบว่า 1) สารสกัดจากใบ และเมล็ด (P) 2) วิธีให้สารสกัดแก่หนอน (E) 3) ความเข้มข้นของสารสกัด (C) 4) ปัจจัยผสมระหว่างวิธีการให้สารสกัดแก่หนอนกับความเข้มข้นของสารสกัด (E – C) 5) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดจากใบและเมล็ดกับความเข้มข้นของสารสกัด (P – C) 6) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดใบ และเมล็ดกับวิธีให้สารสกัดแก่หนอน (P – E) 7) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดจากใบ และเมล็ดกับความเข้มข้นของสารสกัดและวิธีให้สารสกัดแก่หนอน (P – C – E) แสดงผลต่อจำนวนตาย และระยะเวลาตายมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) สำหรับปัจจัยผสมระหว่างวิธีให้สารสกัดแก่หนอนกับสารสกัดจากใบและเมล็ด (P - E) ทำให้การตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่เวลาในการตายต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) จากตารางนี้เป็นการยืนยันว่าใบหรือเมล็ดแมงลักคามีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนจะสมอฝ้ายอเมริกันไม่แตกต่างกันแม้ให้หนอนได้รับสารโดยการกิน การพ่น หรือการกินและการพ่นส่วนปัจจัยอื่นมีผลต่อจำนวนหนอนตายและระยะเวลาตาย

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ 3 วิธีการกิน การพ่น การกิน และพ่น สารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 ได้รับที่ความเข้มข้นต่างกัน

Sources	df	Ms(n)	Ms (t)
R	2	35.29	2.39
P	1	2440.17**	833.33**
Error (a)	4	9.97	0.08
E	2	112.99**	11595.45**
P – E	2	46.99ns	15.36**
Error (b)	4	16.61	0.53
C	4	25301.83**	9944.24**
P – C	8	206.56**	47.93**
E – C	4	147.37**	670.97**
P - E – C	8	64.78**	27.19**
Error (c)	50	8.87	0.17
Total	89	28391.43	23137.64

P : สารสกัดเมล็ด และใบ

E : วิธีได้รับสารสกัด 3 วิธี คือ 1) กิน 2) พ่น 3) กินและพ่น

C : ความเข้มข้น

R : จำนวนซ้ำของการทดลอง

df : degree of freedom

* * : แตกต่างกันทางสถิติในระดับ 0.01

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Ms(n) : ค่าเฉลี่ยกำลังสองของ % การตาย

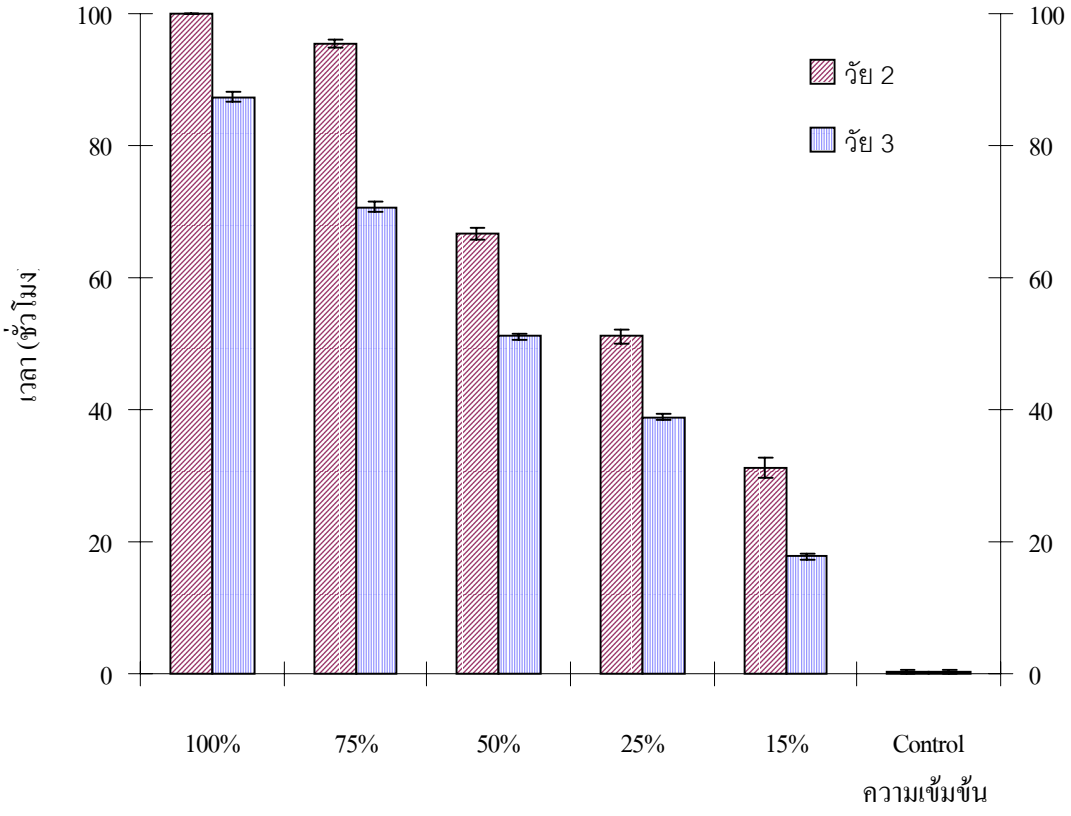
Ms(t) : ค่าเฉลี่ยกำลังสองของเวลาการตาย

4.5.2 ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากใบ และจากเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำ ต่อหนอนวัย 2 และวัย 3 ได้รับสารสกัดโดยวิธีการกิน และการพ่น

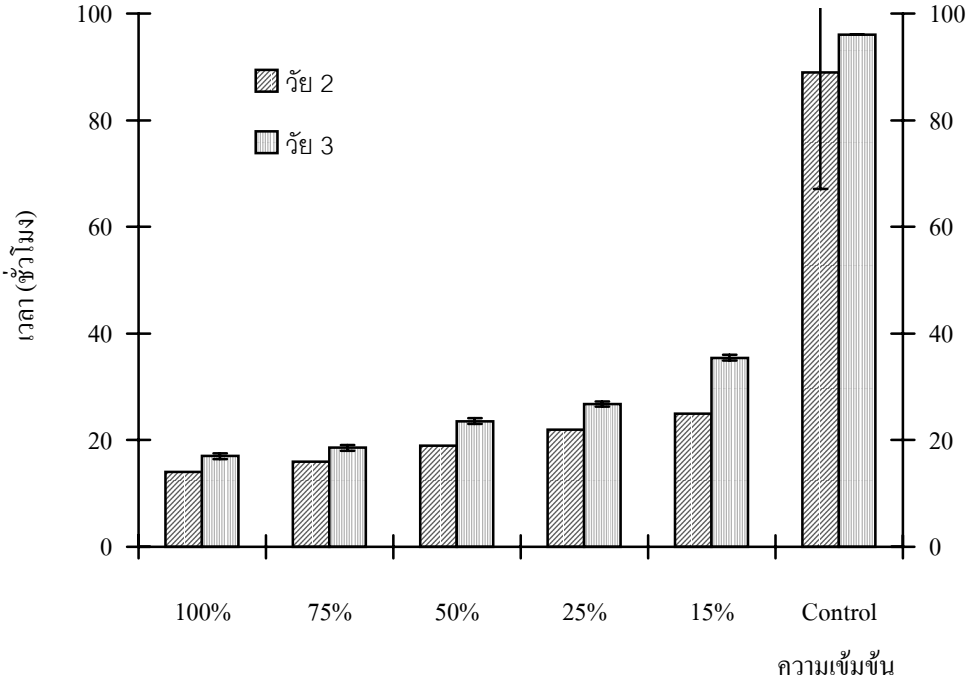
เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเป็นพิษของใบ และเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติสกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำ ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 ต่อจำนวนการตายและเวลาตายของหนอนจาก ปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1) พิษของสารสกัดใบแมงลักคา สกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.5 และ 4.6)

สารสกัด crude extract และทำละลายเจือจางลงถึง 15 % ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 100 % ลดลงถึง 17.40 % ภายในเวลา 14 ชั่วโมง ถึง 25 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 87 % ลดลงถึง 18 % ภายในเวลา 17 ชั่วโมง ถึง 36 ชั่วโมง



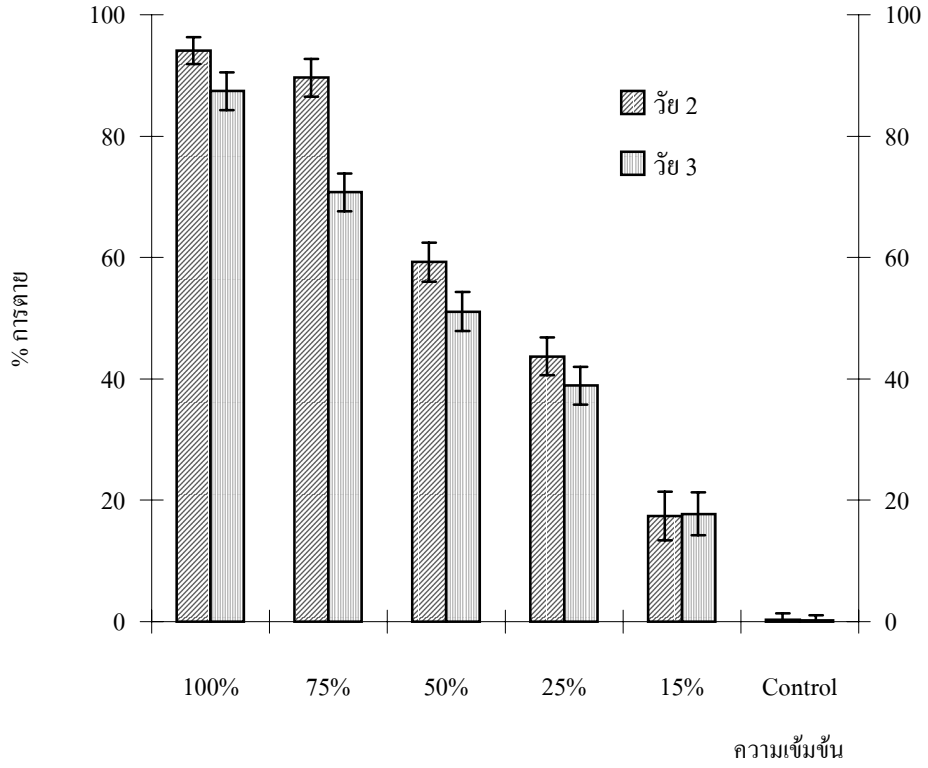
ภาพที่ 4.5 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



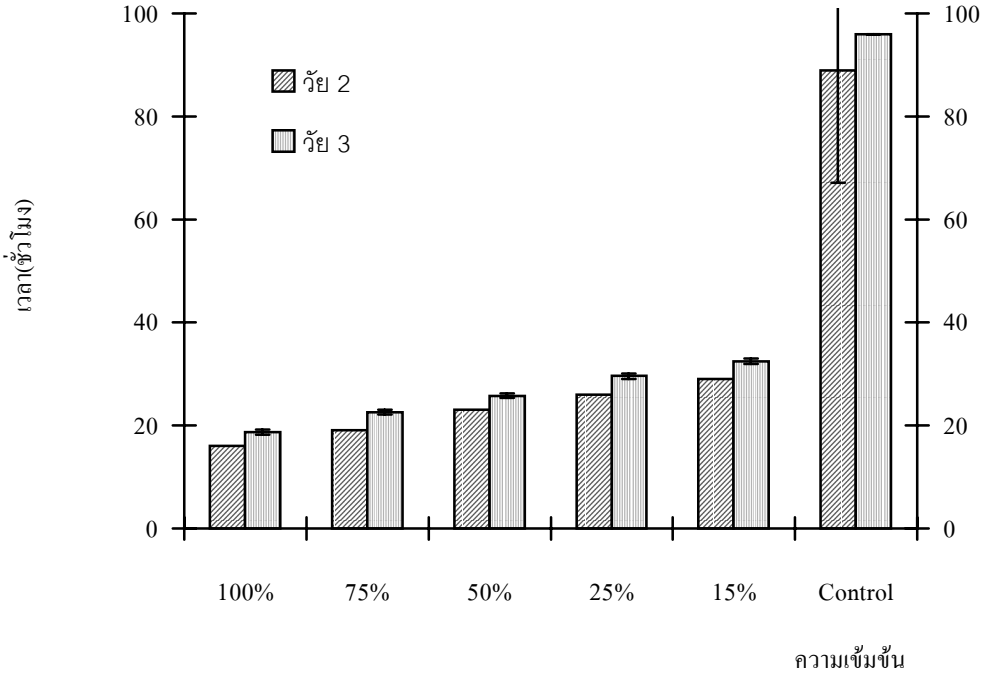
ภาพที่ 4.6 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของหนอนภายใน 96 ชั่วโมง(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

2) พิษของสารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.7 และ 4.8)

สารสกัด crude extract และทำละลายเจือจางลงถึง 15 % ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 94.07 % ลดลงถึง 31.10 % ภายในเวลา 16 ชั่วโมง ถึง 29 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 86.30 % ลดลงถึง 20.37 % ภายในเวลา 18.67 ชั่วโมง ถึง 32.44 ชั่วโมง



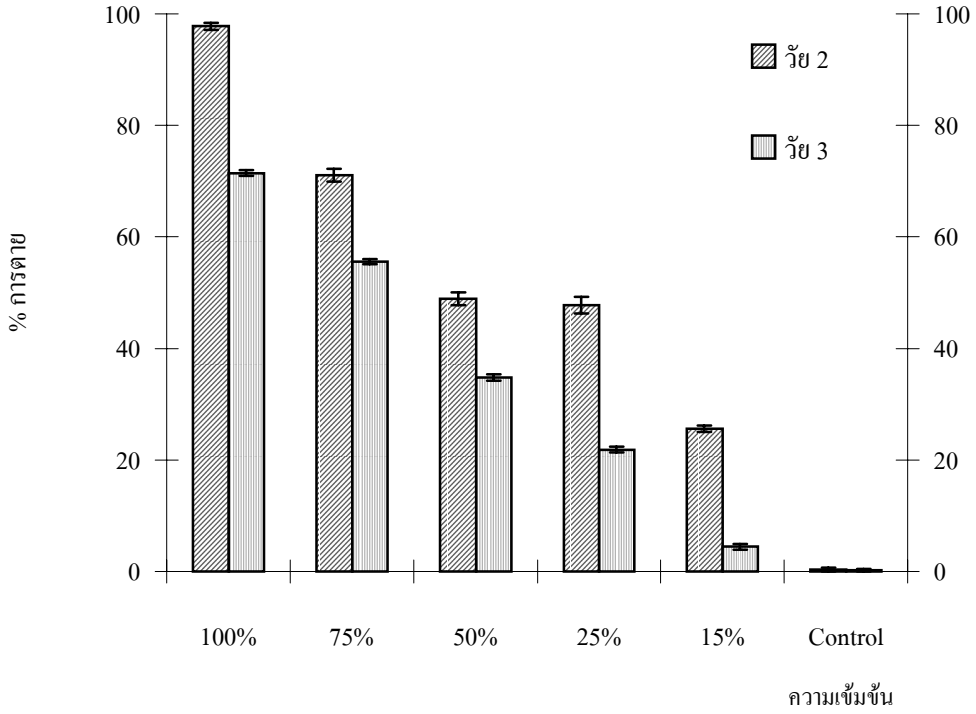
ภาพที่ 4.7 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้น ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



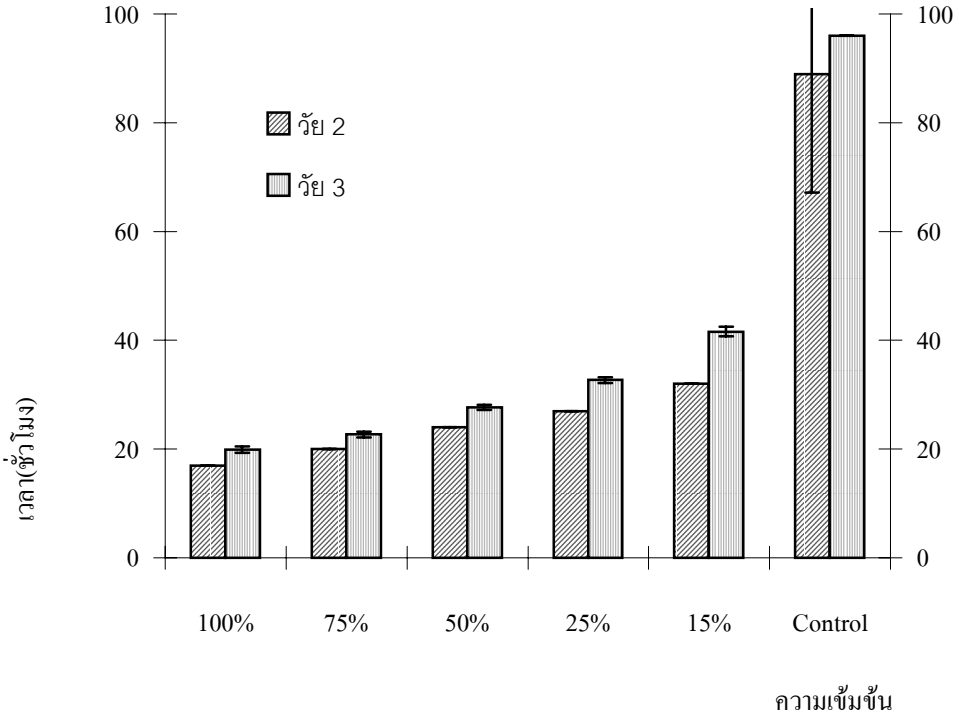
ภาพที่ 4.8 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของหนอนภายใน 96 ชั่วโมง(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

3) พิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคา สกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย อเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.9 และ 4.10)

สารสกัด crude extract และทำละลายเจือจางลงถึง 15 % ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 97.77 % ลดลงถึง 25.57 % ภายในเวลา 17 ชั่วโมง ถึง 32 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 71.47 % ลดลงถึง 4.43 % ภายในเวลา 19.89 ชั่วโมง ถึง 41.56 ชั่วโมง



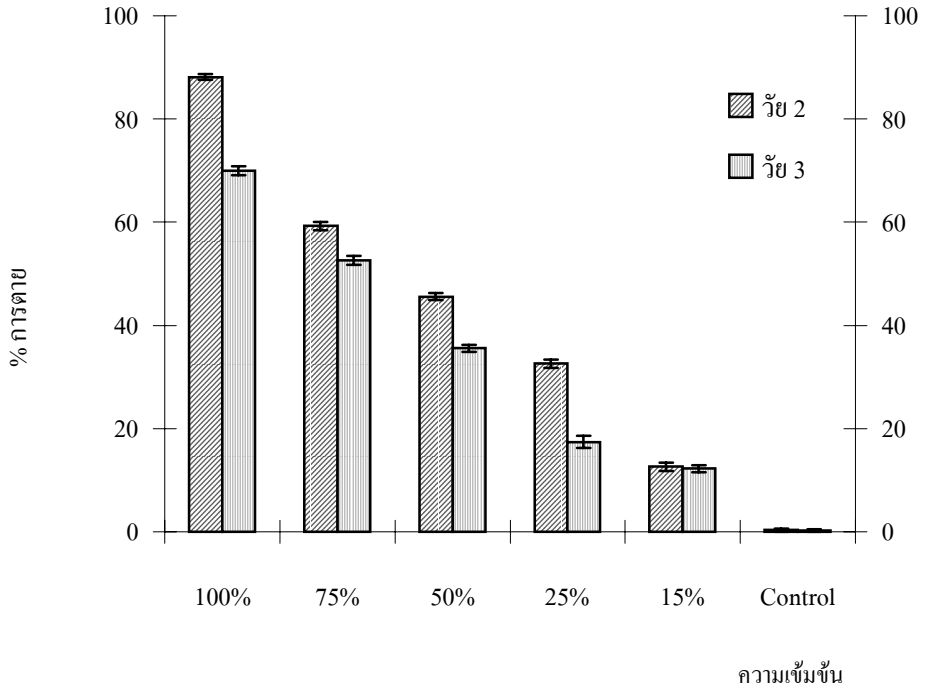
ภาพที่ 4.9 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



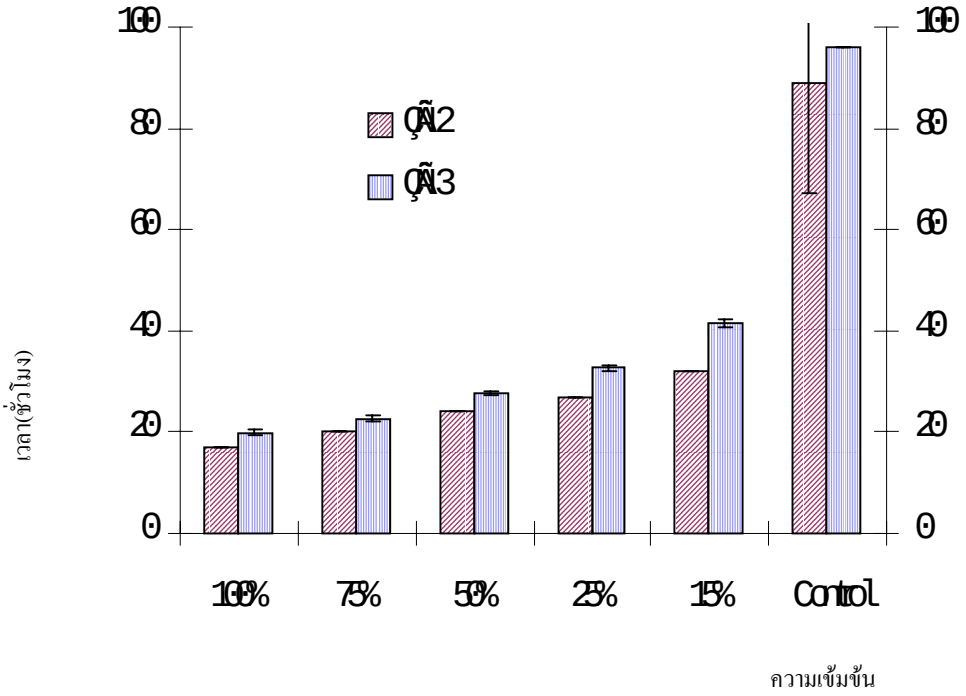
ภาพที่ 4.10 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของหนอนภายใน 96 ชั่วโมง(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

4) พิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสกัดด้วยน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.11 และ 4.12)

สารสกัด crude extract และทำละลายเจือจางลงถึง 15 % ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 88.13 % ลดลงถึง 12.60 % ภายในเวลา 19 ชั่วโมง ถึง 36 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 70.00 % ลดลงถึง 12.23 % ภายในเวลา 21.67 ชั่วโมง ถึง 39.67 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.11 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



ภาพที่ 4.12 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำ ทำละลายสารสกัดที่ความเข้มข้นดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น บันทึกระยะเวลาการตายของหนอนภายใน 96 ชั่วโมง(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

5) ผลการศึกษาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายและเวลาการตายของหนอนจากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (ตารางที่ 4.12, 4.13, 4.15 และ 4.15)

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษระหว่างสารสกัดใบกับสารสกัดเมล็ดต่อจำนวนหนอนวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกถึงเงื่อนไขสารทำละลาย พบว่า ในกลุ่มหนอนวัยเดียวกัน สารสกัดใบและสารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตายจำนวนมากกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดใบทำให้จำนวนหนอนตายมากกว่าสารสกัดเมล็ด crude extract สารสกัดใบทำให้หนอนวัย 2 ตาย 96.66 % วัย 3 ตาย 86.11 % สารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตาย 92.77 % หนอนวัย 3 ตาย 71.67 % (ตารางที่ 4.12) แต่ถ้าเปรียบเทียบเวลาตายของหนอน พบว่าทั้งสารสกัดใบและสารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา สั้นกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดใบให้พิษเร็วกว่าสารสกัดเมล็ด สารสกัดใบทำให้หนอนวัย 2 ตาย ในเวลา 14.70 ชั่วโมง หนอนวัย 3 ภายในเวลา 17.80 ชั่วโมง สารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา 18 ชั่วโมง และหนอนวัย 3 ตายในเวลา 20.70 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.12 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาระหว่างใบ และเมล็ด ที่มีต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 จากการทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ โดยไม่จำแนกสารทำละลายที่ใช้ในการสกัด และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น (กลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความเข้มข้น (%)	% จำนวนตายของหนอน		
		สารสกัดแมงลักคา (P) จาก		เฉลี่ย
		ใบ	เมล็ด	(C)
2	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	100	96.66 a	92.77 b	94.72
	75	91.11 a	62.77 b	76.94
	50	62.22 a	47.77 b	54.99
	25	48.33 a	38.89 b	43.61
	15	22.22 a	18.33 b	20.27
3	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	100	86.11 a	71.67 b	78.89
	75	72.78 a	53.89 b	63.33
	50	52.22 a	34.99 b	43.61
	25	35.55 a	20.55 b	28.05
	15	20.55 a	8.89 b	14.72
	เฉลี่ย (P)	48.98	37.54	43.26

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.13 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาระหว่างใบ และเมล็ดจากธรรมชาติที่มีต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกสารทำละลายที่ใช้ในการสกัดทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความเข้มข้น (%)	ระยะเวลาตายของหนอน (ชั่วโมง)		
		สารสกัดแมงลักคา (P) จาก		เฉลี่ย
		ใบ	เมล็ด	(C)
	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
2	100	14.70 a	18.00 b	16.30
	75	17.20 a	21.80 b	19.30
	50	21.00 a	25.00 b	23.00
	25	23.70 a	29.50 b	26.60
	15	26.80 a	34.00 b	23.00
3	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	100	17.80 a	20.70 b	19.30
	75	20.50 a	23.30 b	21.90
	50	24.70 a	28.70 b	26.70
	25	28.00 a	33.20 b	30.60
	15	33.80 a	40.80 b	37.30
	เฉลี่ย (P)	35.00	38.90	37.00

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษระหว่างสารทำละลายแอลกอฮอล์กับน้ำ ต่อจำนวนหนอนวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกถึงเงื่อนไขสารสกัดใบและเมล็ด พบว่า ในกลุ่มหนอนวัยเดียวกัน สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายจำนวนมากกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำให้จำนวนหนอนตายมากกว่าสารสกัดด้วยน้ำ crude extract สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 98.33 % วัย 3 ตาย 78.33 % สารสกัดด้วยน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตาย 91.11 % หนอนวัย 3 ตาย 79.44 % (ตารางที่ 4.14) แต่ถ้าเปรียบเทียบเวลาตายของหนอน พบว่าทั้งสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารสกัดด้วยน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา สั้นกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดแอลกอฮอล์ให้พิษเร็วกว่าสารสกัดน้ำ สารสกัดแอลกอฮอล์ทำให้หนอนวัย 2 ตาย ในเวลา 15.20 ชั่วโมง หนอนวัย 3 ภายในเวลา 18.50 ชั่วโมง สารสกัดน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา 17.50 ชั่วโมง หนอนวัย 3 ตายในเวลา 20 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.14 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติที่ได้จากการสกัดด้วยสารทำละลายระหว่างแอลกอฮอล์กับน้ำ ที่มีต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกใบ และเมล็ดทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความเข้มข้น (%)	% จำนวนตายของหนอน		
		สารทำละลาย (S)		เฉลี่ย (C)
		แอลกอฮอล์	น้ำ	
2	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	100	98.33 a	91.11 b	94.72
	75	81.11 a	72.77 b	76.94
	50	58.33 a	51.66 b	54.99
	25	48.89 a	38.33 b	43.61
	15	27.22 a	13.33 b	20.27
3	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	100	78.33 a	79.44 a	78.89
	75	62.78 a	63.89 a	63.33
	50	42.78 a	44.44 a	43.61
	25	30.55 a	25.55 b	28.05
	15	11.11 a	18.33 b	14.72
	เฉลี่ย (S)	44.95	41.57	43.26

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.15 วิเคราะห์เปรียบเทียบพิษของสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติที่ได้จากการสกัดด้วยสารทำละลายระหว่างแอลกอฮอล์กับน้ำ ที่มีต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกใบ และเมล็ดทำละลายที่ความเข้มข้นดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความเข้มข้น (%)	ระยะเวลาตายของหนอน (ชั่วโมง)		
		สารทำละลาย (S)		เฉลี่ย
		แอลกอฮอล์	น้ำ	(C)
2	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	100	15.20 a	17.50 a	16.30
	75	18.00 a	21.00 a	19.50
	50	21.00 a	25.00 a	23.00
	25	24.50 a	28.70 a	26.60
	15	28.20 a	32.70 a	30.40
3	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	100	18.50 a	20.00 a	19.30
	75	20.50 a	23.30 a	21.90
	50	25.70 a	27.70 a	26.70
	25	29.70 a	31.50 a	30.60
	15	38.80 a	35.80 a	37.30
	เฉลี่ย (S)	36.00	37.90	37.00

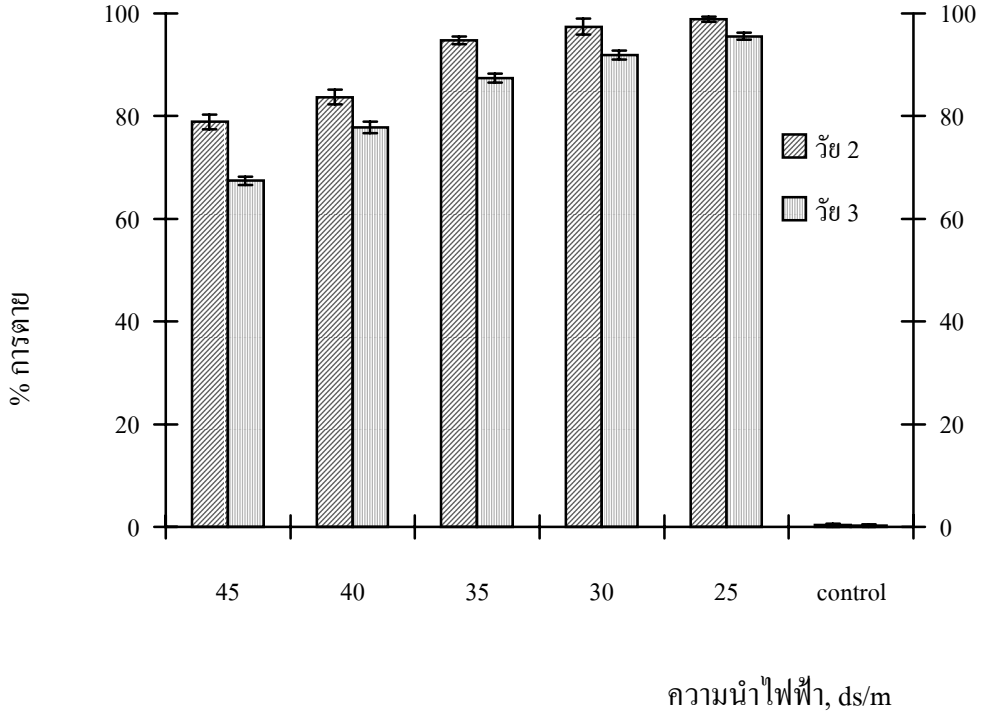
ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

โดยสรุปใบแมงลักคาทำให้จำนวนหนอนตายไม่แตกต่างจากเมล็ดแต่ระยะเวลาตายแตกต่างกันโดยสารสกัดจากใบใช้เวลาของหนอนตาย น้อยกว่า สารสกัดจากเมล็ด จำนวนหนอนตายและระยะเวลาตายของหนอนเมื่อได้รับสารสกัดแมงลักคา สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำทุกระดับความเข้มข้นของความเค็มในวัย 2 มากกว่า วัย 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม สารสกัดแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ให้ฤทธิ์มากกว่าสกัดด้วยน้ำ ทำให้หนอนตายได้มากกว่า และ ปัจจุบันประชาชนในชนบทใช้กิ่ง ใบ ต้นแมงลักคาทุบวางในเล้าไก่เพื่อไล่ไรไก่และแมลง (เกรียงไกร จำเริญมา, 2541) และ Sperber (1996) ศึกษาพบว่า เมื่อใช้ใบแมงลักคาเป็นอาหารตั๊กแตน (*Abracris dilecta*) ตั๊กแตนลดจำนวนลงถึง 50 % นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Sangkyun et. al. (1999) พบว่าสารสกัดพืชอื่นๆที่มี monoterpenoids ซึ่งเป็นสารที่พบเช่นเดียวกับสารสกัดแมงลักคาจะเป็นตัวขัดขวางการเจริญของหนอนข้าวโพด (*Ostrinia nubilalis* Hubner) หลังจากได้รับสารสกัดจากพืชที่มี monoterpenoids ในช่วงเวลา 3 – 6 วัน ทำให้หนอนตายโดยมีลักษณะตัวหนอนมีสีดำ ลำตัวเหลวเละและในระยะดักแด้ เปอร์เซ็นต์การเข้าของดักแด้ลดลง ซึ่งพบได้ในการทดลองนี้เช่นนี้ กล่าวคือหนอนเจาะสมอฝ้ายได้รับสารสกัดแมงลักคาทำให้หนอนตายโดยมีลักษณะตัวหนอนมีสีดำ ลำตัวเหลวเละ และในระยะดักแด้ เปอร์เซ็นต์การเข้าของดักแด้ลดลง (ภาพในภาคผนวก ค.ลักษณะหนอนตาย)

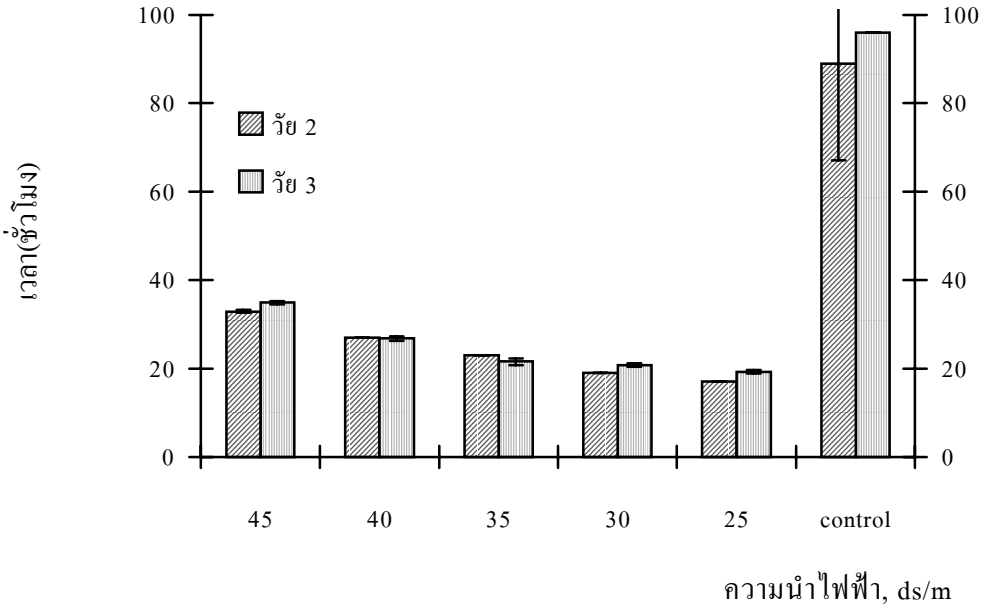
4.5.3 ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากใบและจากเมล็ดแมงลักคาสภาวะทนเค็มสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ต่อหนอนวัย 2 และ วัย 3 ได้รับสารสกัดโดยวิธีการกินและการพ่น

1) พิษของสารสกัดใบแมงลักคา สกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย อเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.13 และ 4.14)

สารสกัด crude extract ที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับ Ec 45 ถึง 25 ds/m ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 98.90 % ลดลงถึง 78.90 % ภายในเวลา 17 ชั่วโมง ถึง 32.89 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 95.57 % ลดลงถึง 67.40 % ภายในเวลา 19.22 ชั่วโมง ถึง 34.89 ชั่วโมง



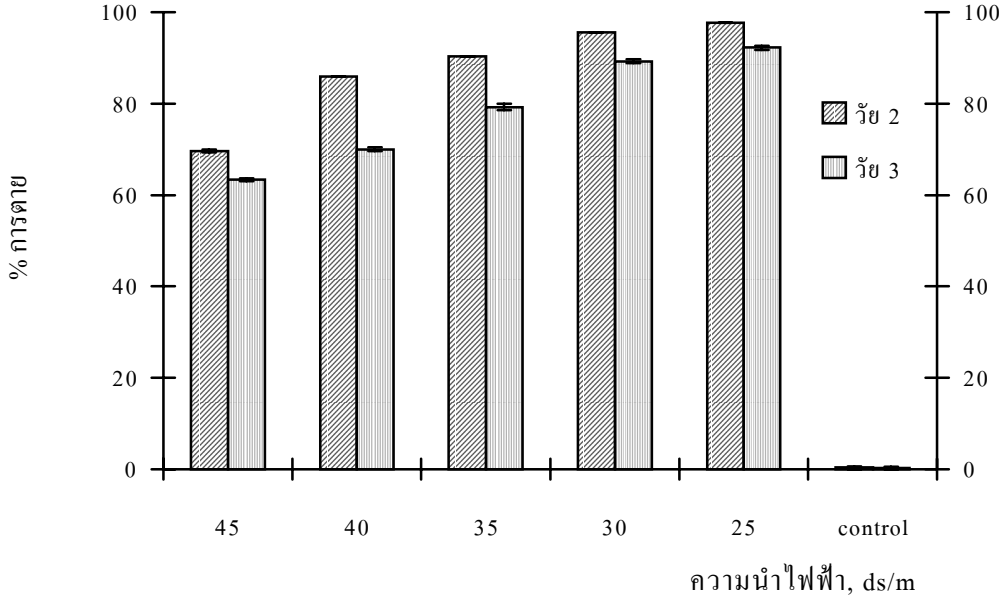
ภาพที่ 4.13 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



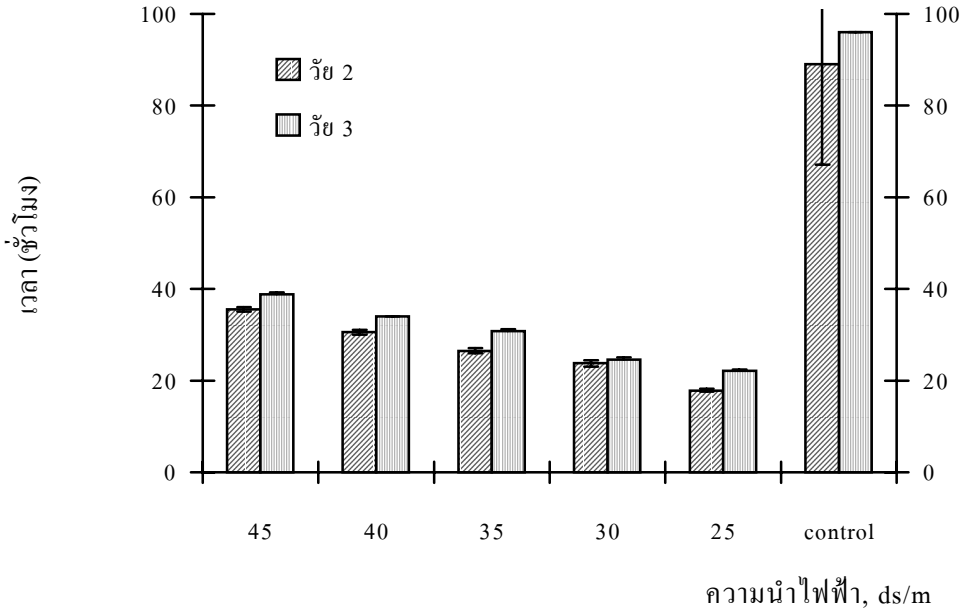
ภาพที่ 4.14 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น
(หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

2) พิษของสารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.15 และ 4.16)

สารสกัด crude extract ที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับ Ec 45 ถึง 25 ds/m ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 97.77 % ลดลงถึง 69.63 % ภายในเวลา 17.89 ชั่วโมง ถึง 35.56 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 63.33 % ลดลงถึง 92.23 % ภายในเวลา 22.11 ชั่วโมง ถึง 38.89 ชั่วโมง



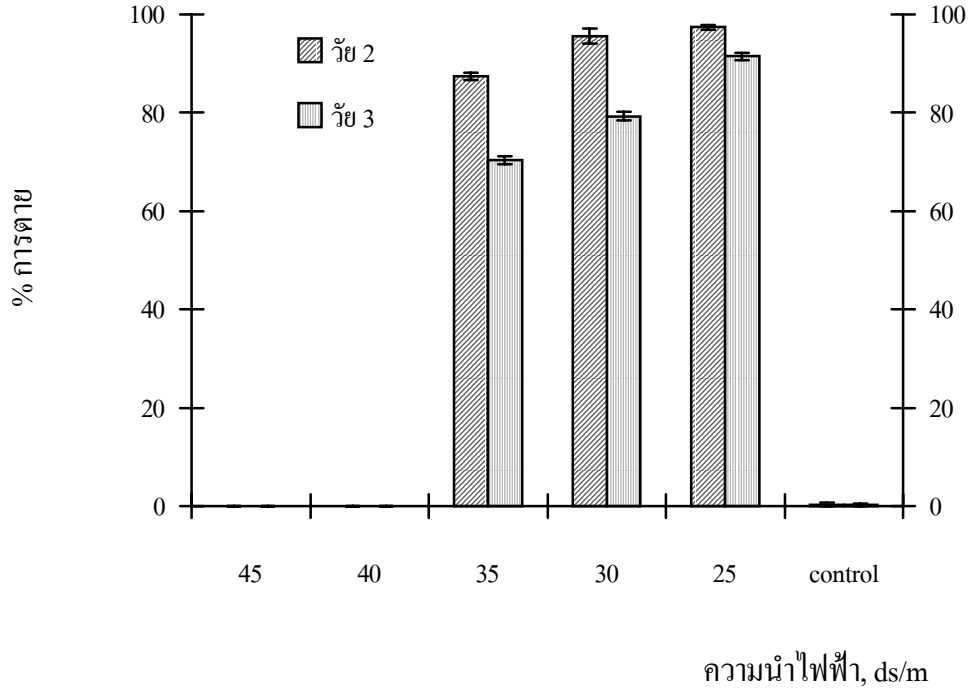
ภาพที่ 4.15 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



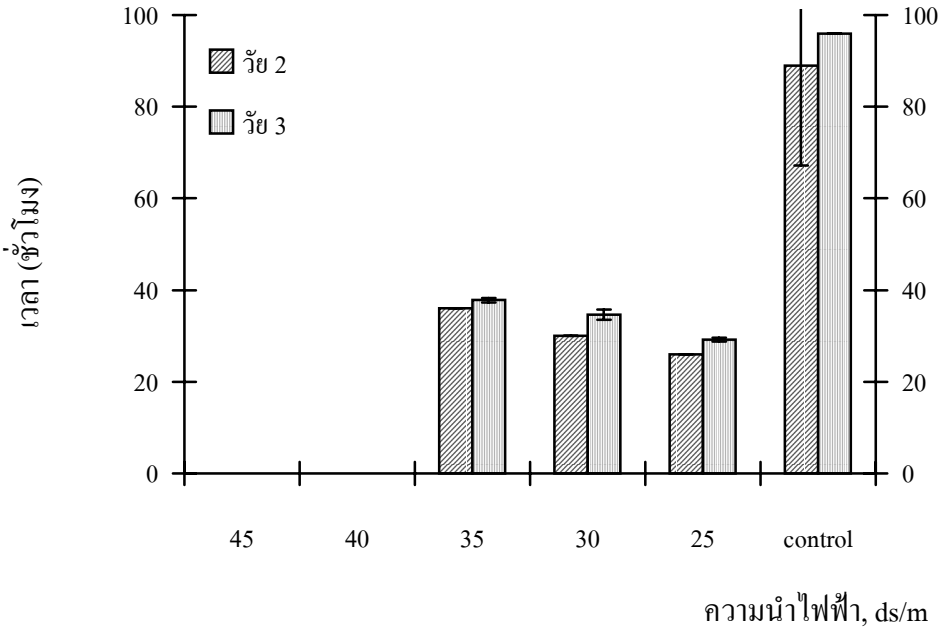
ภาพที่ 4.16 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

3) พิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคา สกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย อเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.17 และ 4.18)

สารสกัด crude extract ที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับ Ec 45 ถึง 25 ds/m ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 97.40 % ลดลงถึง 87.40 % ภายในเวลา 26 ชั่วโมง ถึง 36 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 91.47 % ลดลงถึง 70.37 % ภายในเวลา 29.22 ชั่วโมง ถึง 37.78 ชั่วโมง



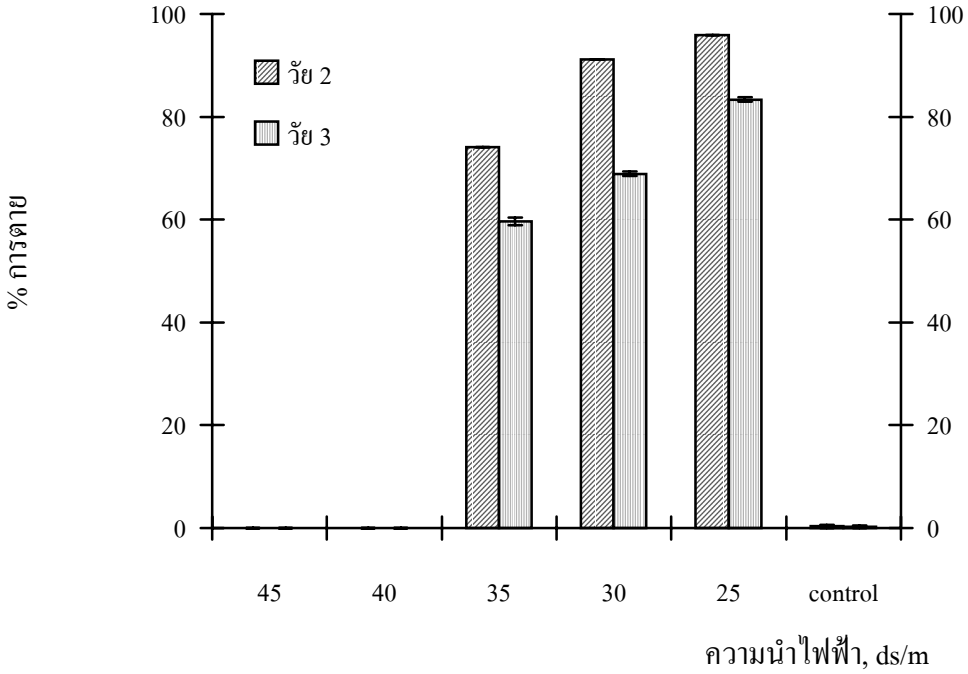
ภาพที่ 4.17 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ด ด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



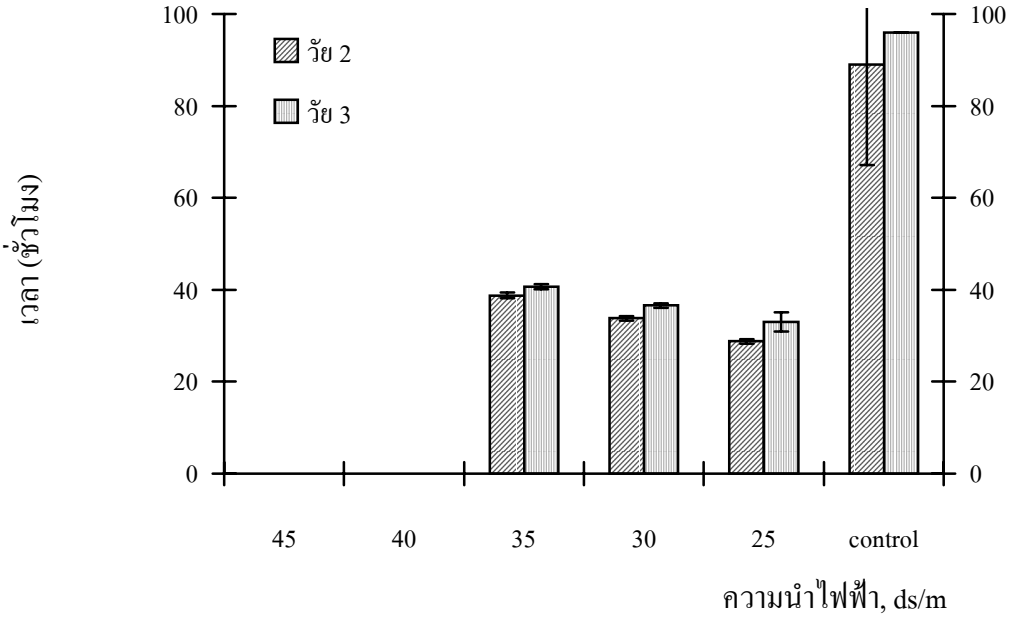
ภาพที่ 4.18 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

4) พิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสกัดด้วยน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.19 และ 4.20)

สารสกัด crude extract ที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับ Ec 45 ถึง 25 ds/m ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 95.93 % ลดลงถึง 74.07 % ภายในเวลา 28.78 ชั่วโมง ถึง 38.78 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 83.33 % ลดลงถึง 59.63 % ภายในเวลา 33 ชั่วโมง ถึง 40.67 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.19 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



ภาพที่ 4.20 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนเค็มต่อระยะเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความนำไฟฟ้าดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

5) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายและเวลาการตายของหนอนจากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (ตารางที่ 4.16, 4.17, 4.18, และ 4.19)

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษระหว่างสารสกัดใบกับสารสกัดเมล็ดในสภาวะทนเค็มต่อจำนวนหนอนวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกถึงเงื่อนไขสารทำละลาย พบว่า ในกลุ่มหนอนวัยเดียวกัน สารสกัดใบและสารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตายจำนวนมากกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดใบทำให้จำนวนหนอนตายมากกว่าสารสกัดเมล็ด ที่ความนำไฟฟ้า 25 ds/m สารสกัดใบทำให้หนอนวัย 2 ตาย 98.33 % วัย 3 ตาย 93.89 % สารสกัดเมล็ด ที่ความนำไฟฟ้า 25 ds/m ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 96.11 % หนอนวัย 3 ตาย 88.33 % (ตารางที่ 4.16) แต่ถ้าเปรียบเทียบเวลาตายของหนอน พบว่าทั้งสารสกัดใบและสารสกัดเมล็ด ที่ความนำไฟฟ้า 25 ds/m ทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา สั้นกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดใบให้พิษเร็วกว่าสารสกัดเมล็ด สารสกัดใบทำให้หนอนวัย 2 ตาย ในเวลา 17.50 ชั่วโมง หนอนวัย 3 ภายในเวลา 20.80 ชั่วโมง สารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา 27.20 ชั่วโมง และหนอนวัย 3 ตายในเวลา 31 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น (หนอนกลุ่มละ 30ตัว)

หนอนวัย	ความนำไฟฟ้า (Ec) (ds/m)	% จำนวนตายของหนอน		
		สารสกัดแมงลักคา (P) จาก		เฉลี่ย
		ใบ	เมล็ด[1)]	(C)
2	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	45	74.44	X	37.22
	40	84.99	X	42.49
	35	93.33 a	79.99 b	86.66
	30	96.11 a	93.89 a	94.99
	25	98.33 a	96.11 a	97.22
3	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	45	66.66	X	33.33
	40	72.77	X	36.39
	35	81.66 a	66.11 b	73.89
	30	91.11 a	75.55 b	83.32
	25	93.89 a	88.33 b	91.11
	เฉลี่ย (P)	71.10	41.66	56.38

1) ค่า X ในตารางแสดงค่าไม่มีผลการทดลอง เนื่องจากต้นแมงลักคาไม่ให้เมล็ด

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่นบันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความนำไฟฟ้า (Ec) (ds/m)	ระยะเวลาตายของหนอน (ชั่วโมง)		
		สารสกัดแมงลักคา (P) จาก		เฉลี่ย
		ใบ	เมล็ด[1)]	(C)
2	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	45	34.20	X	96.00
	40	29.00	X	62.50
	35	25.00 a	37.20 b	31.10
	30	21.00 a	31.70 b	26.30
	25	17.50 a	27.20 b	22.30
3	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	45	36.70	X	66.30
	40	30.20	X	63.10
	35	26.00 a	39.00 b	32.50
	30	22.50 a	35.80 b	29.20
	25	20.80 a	31.00 b	25.90
	เฉลี่ย (P)	37.90	64.80	51.40

1) ค่า X ในตารางแสดงค่าไม่มีผลการทดลอง เนื่องจากต้นแมงลักคาไม่ให้เมล็ด
ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษระหว่างสารทำละลายแอลกอฮอล์กับน้ำ ต่อจำนวนหนอนวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกถึงเงื่อนไขสารสกัดใบและเมล็ดจากสภาวะทนเค็ม พบว่า ในกลุ่มหนอนวัยเดียวกัน สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายจำนวนมากกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำให้จำนวนหนอนตายมากกว่าสารสกัดด้วยน้ำ ที่ความนำไฟฟ้า 25 ds/m สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 97.77 % วัย 3 ตาย 93.89 % สารสกัดด้วยน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตาย 96.66 % หนอนวัย 3 ตาย 88.33 % (ตารางที่ 4.18) แต่ถ้าเปรียบเทียบเวลาตาย

ของหนอน พบว่าทั้งสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารสกัดด้วยน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลาสั้นกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดแอลกอฮอล์ให้พิษเร็วกว่าสารสกัดน้ำ สารสกัดแอลกอฮอล์ทำให้หนอนวัย 2 ตาย ในเวลา 21.50 ชั่วโมง หนอนวัย 3 ภายในเวลา 24.30 ชั่วโมง สารสกัดน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา 23.20 ชั่วโมง และหนอนวัย 3 ตายในเวลา 27.50 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อการตายของหนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความนำไฟฟ้า (Ec) (ds/m)	%จำนวนตายของหนอน		
		สารทำละลาย (S)		เฉลี่ย
		แอลกอฮอล์	น้ำ	(C)
2	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	45	39.44 a	34.99 a	37.22
	40	41.11 a	43.89 a	42.49
	35	91.11 a	82.22 b	86.66
	30	96.66 a	93.33 a	94.99
	25	97.77 a	96.66 a	97.22
3	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	45	33.88 a	32.77 a	33.33
	40	37.77 a	34.99 b	36.39
	35	76.11 a	71.66 b	73.89
	30	84.44 a	82.22 a	83.32
	25	93.89 a	88.33 b	91.11
	เฉลี่ย (S)	57.68	55.09	56.38

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนเค็มต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความนำไฟฟ้าต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความนำไฟฟ้า (Ec) (ds/m)	ระยะเวลาตายของหนอน (ชั่วโมง)		
		ตัวทำละลาย (S)		เฉลี่ย (C)
		แอลกอฮอล์	น้ำ	
2	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	45	64.30 a	65.80 a	65.10
	40	61.70 a	63.30 a	62.50
	35	29.50 a	32.70 a	31.10
	30	24.20 a	28.50 a	26.30
	25	21.50 a	23.20 a	22.30
3	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	45	65.30 a	67.30 a	66.30
	40	61.30 a	64.80 a	63.10
	35	29.50 a	35.50 b	32.50
	30	24.20 a	28.50 b	26.30
	25	24.30 a	27.50 b	25.90
	เฉลี่ย (S)	50.10	52.60	51.40

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

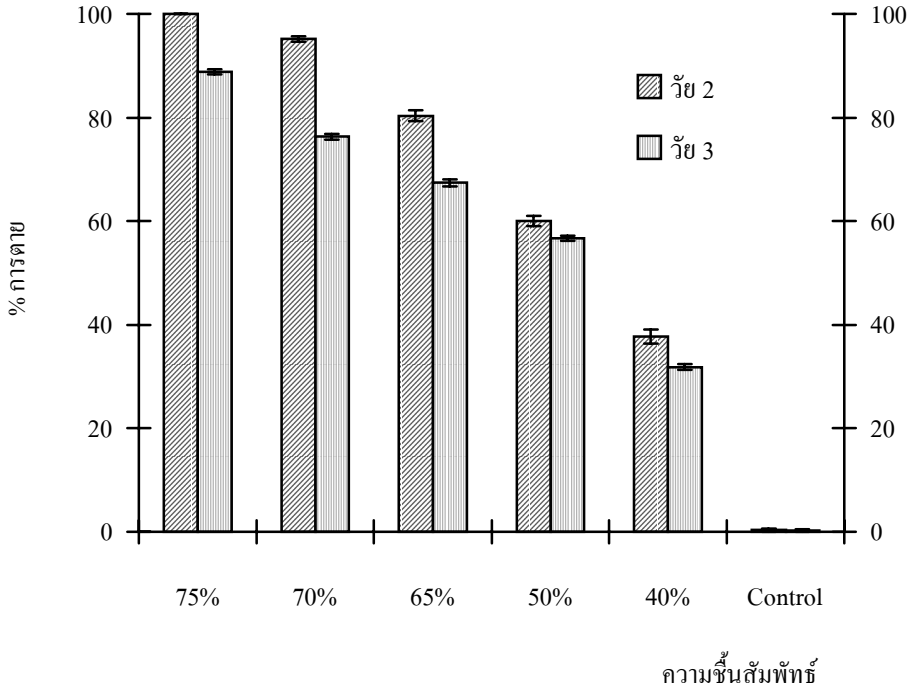
สรุปได้ว่าสารสกัดจากใบและเมล็ดให้ผลจำนวนการตายของหนอนทั้ง 2 วัยไม่ต่างกันมาก สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำที่ทุกระดับความเข้มข้นต่อหนอนวัย 2 ให้ผลมากกว่าหนอนวัย 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบตัวควบคุม สารสกัดแมงลักคาเมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ประสิทธิภาพมากกว่าสกัดด้วยน้ำ ทำให้หนอนตายได้มากกว่า จำนวนหนอนตายและระยะเวลาตายของหนอนเมื่อได้รับสารสกัดแมงลักคา ในสภาวะทนเค็มแมงลักคาสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งให้ผลผลิตได้ในช่วงความนำไฟฟ้าของสารละลายอาหาร ที่น้อยกว่า 40 ds/m มากกว่า

40 ds/m ต้นแมงลักคาสามารถดำรงชีวิตได้ แต่ไม่สามารถผลิตเมล็ดได้ ขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทะเลมีค่า 50 – 60 ds/m (กรมพัฒนาที่ดิน, 2538) ในสภาวะทนเค็ม มากลักษณะใบส่วนใหญ่ไม่สมบรูณ์ ใบไหม้ดำ ขนาดเล็ก แต่สามารถให้สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนได้ดีเช่นเดียวกัน จากสภาวะกดดันในการใช้ธาตุอาหารของพืชที่มีความเค็มสูง อาจมีผลต่อการเก็บสะสมหรือการทำงานของสารเคมีชนิดต่างๆในใบแมงลักคา สภาวะแวดล้อมของพื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีดินที่มีแนวโน้มที่จะเป็นดินเค็มส่วนใหญ่ ผลสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2538 พบว่าพื้นที่ดินเค็มจัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ > 100 ds/m ที่จังหวัดนครราชสีมาในฤดูแล้ง มากกว่า 42 ds/m ที่จังหวัดมหาสารคาม มากกว่า 35 ds/m ที่จังหวัดขอนแก่น ในการสำรวจครั้งนี้ของผู้วิจัยกลับให้ผลตรงข้ามกล่าวคือ ความเค็มดิน 15.37 x 10^4 ds/m ที่จังหวัดมหาสารคาม มากกว่า 150 ds/m ที่ขอนแก่น มากกว่า 98 ds/m ที่จังหวัดนครราชสีมาในระยะเวลา 5 ปี กรมพัฒนาที่ดินมีหลายโครงการในการบำบัดและสนับสนุนให้เกษตรกรได้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มอย่างคุ้มค่าทำให้ค่าความนำไฟฟ้าของดินเปลี่ยนแปลง ที่จังหวัดนครราชสีมามีโรงงานเกลือผลิตส่งออกทั้งในและต่างประเทศ การสร้างฝายน้ำล้นหลายแห่งช่วยบรรเทาปัญหาดินเค็มได้อย่างดีในทางกลับกันการใช้ประโยชน์ดินเค็มที่จังหวัดมหาสารคามและขอนแก่นยังไม่ถูกต้องทำความเสียหายและกระจายความเค็มกว้างขึ้น การต้มเกลือของชาวบ้านเพื่อขายอย่างขาดหลักการจัดการ ทำให้ชั้นของดินทรุด เกลือชั้นใต้ดินกระจายไปทั่วความเค็มพื้นที่ต่างๆที่เพิ่มขึ้น ในสถาณการณ์เช่นนี้จึงควรสนับสนุนให้เกษตรกรปลูกแมงลักคาเพิ่มเติมที่มีอยู่โดยธรรมชาติ เพื่อสกัดสารจากใบหรือเมล็ดเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน และหรือส่งเสริมการผลิตน้ำมันหอมระเหยแมงลักคาใช้ในอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังช่วยบำบัดดินเค็มได้อีกทางหนึ่ง

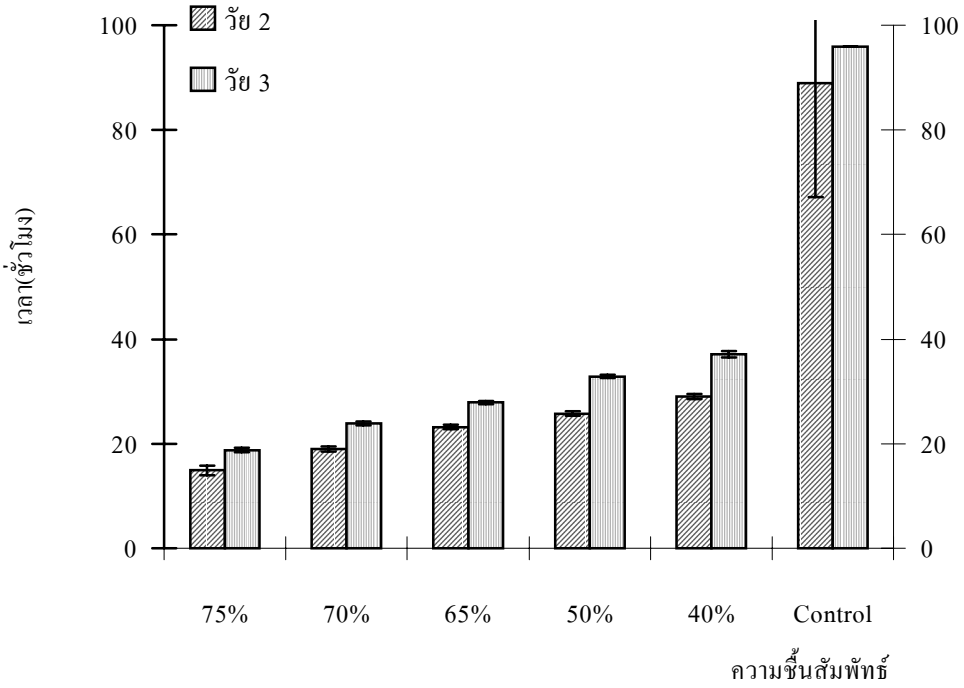
4.5.4 ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากใบและจากเมล็ดแมงลักคาสภาวะทนแล้งสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ต่อหนอนวัย 2 และ วัย 3ได้รับสารสกัดโดยวิธีการกินและการพ่น

1) พิษของสารสกัดใบแมงลักคา สกัดด้วย แอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.21 และ 4.22)

สารสกัด crude extract ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับ 75 ถึง 40 % Rh ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 100 % ลดลงถึง 37.77 % ภายในเวลา 14.89 ชั่วโมง ถึง 29 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 88.90 % ลดลงถึง 31.87 % ภายในเวลา 18.78 ชั่วโมง ถึง 37.11 ชั่วโมง



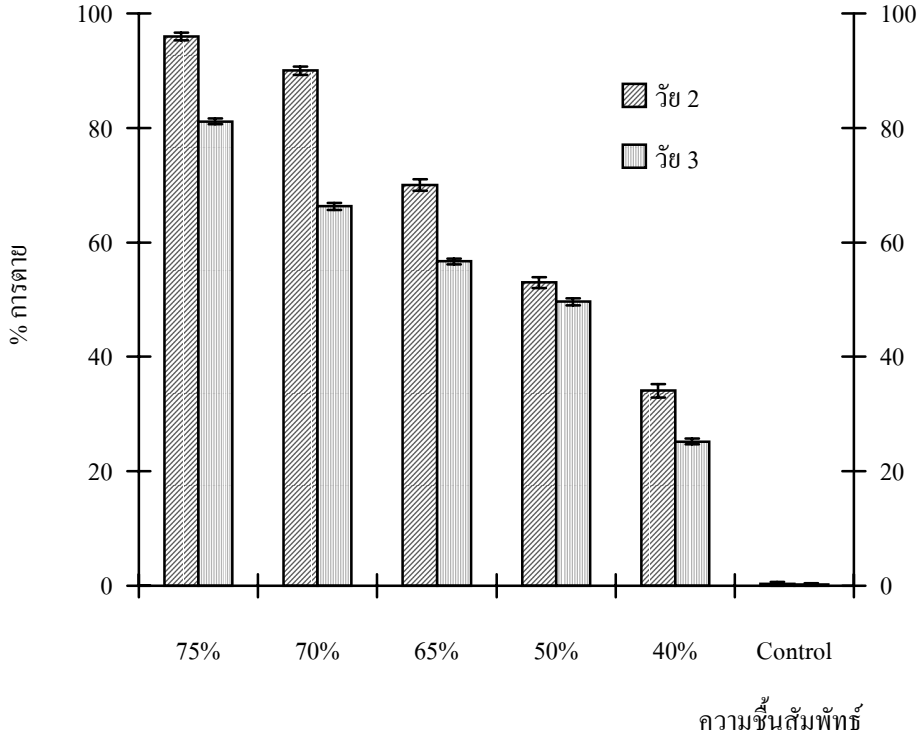
ภาพที่ 4.21 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



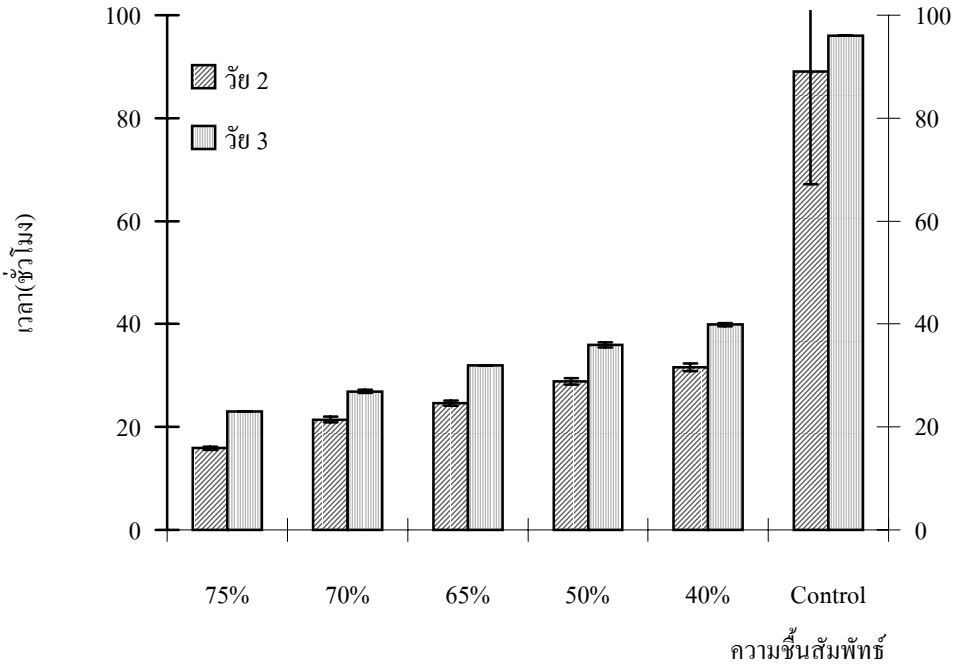
ภาพที่ 4.22 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

2) พิษของสารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.23 และ 4.24)

สารสกัด crude extract ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับ 75 ถึง 40 % Rh ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 95.93 % ลดลงถึง 34.07 % ภายในเวลา 15.89 ชั่วโมง ถึง 31.56 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 81.10 % ลดลงถึง 25.20 % ภายในเวลา 23 ชั่วโมง ถึง 39.89 ชั่วโมง



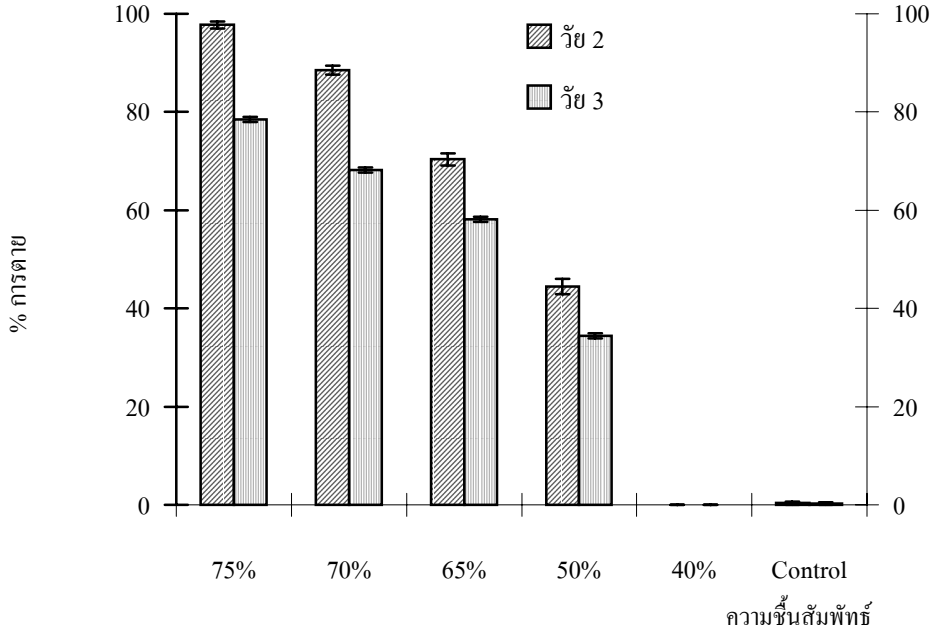
ภาพที่ 4.23 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



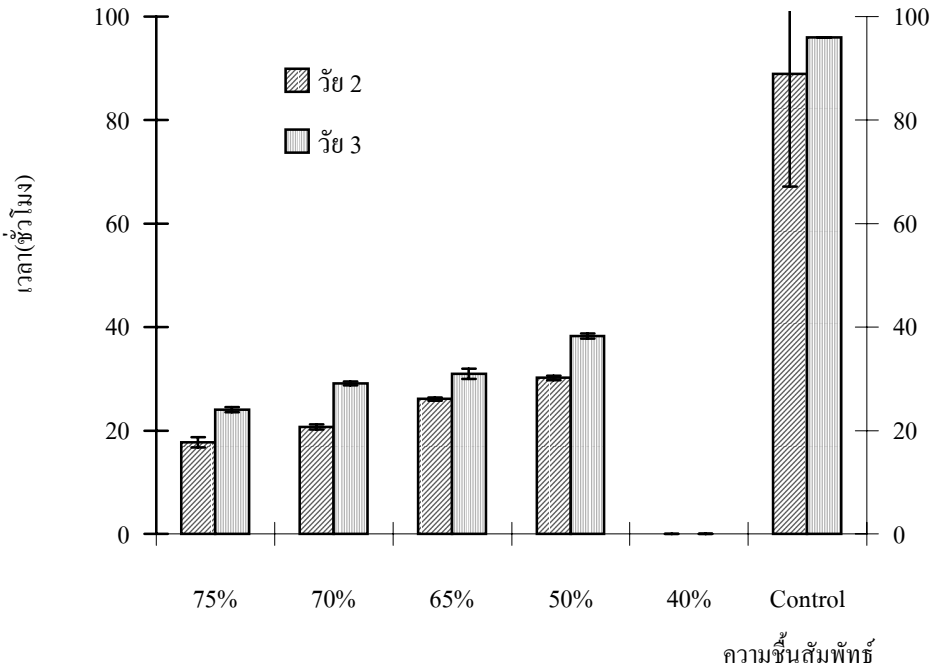
ภาพที่ 4.24 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากใบด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

3) พิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคา สกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.25 และ 4.26)

สารสกัด crude extract ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับ 75 ถึง 40 % Rh ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 97.77 % ลดลงถึง 44.43 % ภายในเวลา 17.67 ชั่วโมง ถึง 30.22 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 78.53 % ลดลงถึง 34.43 % ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ถึง 38.33 ชั่วโมง



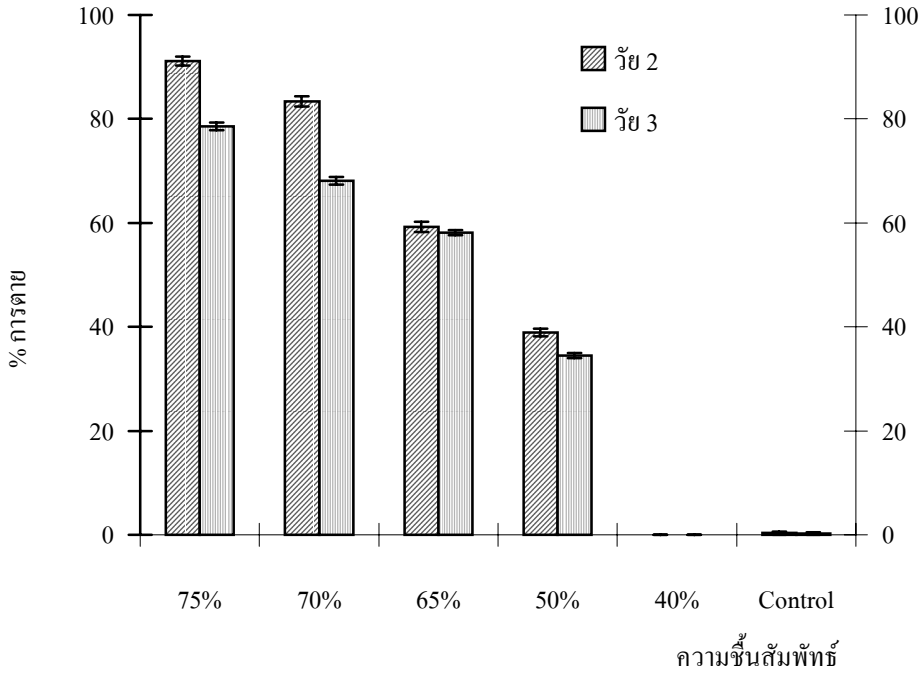
ภาพที่ 4.25 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัดที่ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



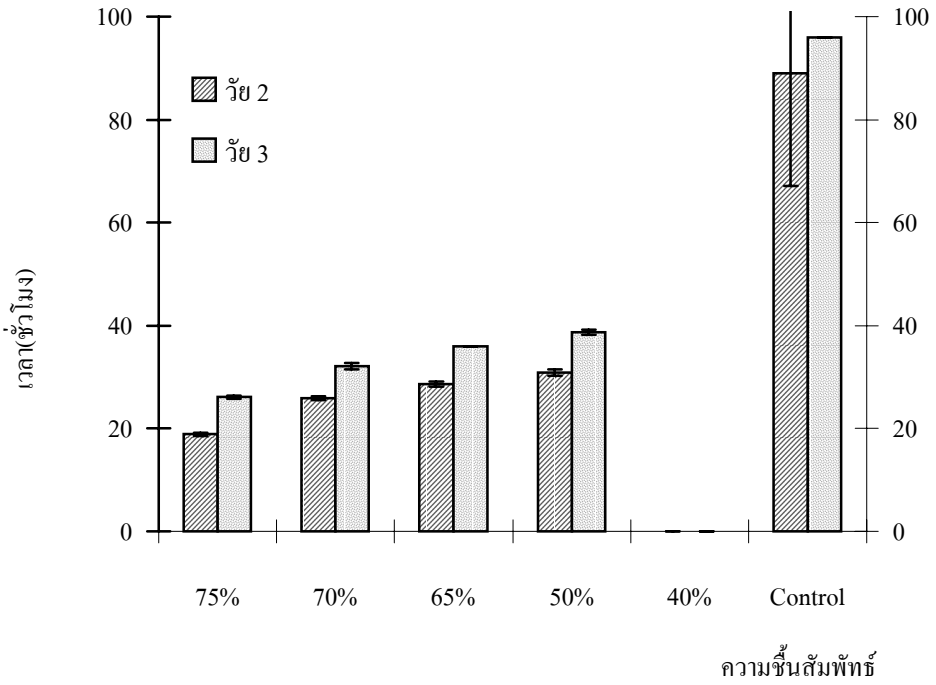
ภาพที่ 4.26 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ทำละลายสารสกัด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

4) พิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสกัดด้วยน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.27 และ 4.28)

สารสกัด crude extract ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับ 75 ถึง 40 % Rh ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 91.10 % ลดลงถึง 38.90 % ภายในเวลา 18.89 ชั่วโมง ถึง 30.89 ชั่วโมง ตามลำดับ และหนอนวัย 3 ตาย 71.47 % ลดลงถึง 35.57 % ภายในเวลา 26.11 ชั่วโมง ถึง 38.67 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.27 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)



ภาพที่ 4.28 ฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาจากทนแล้งต่อระยะเวลาตาย ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 และวัยที่ 3 สารสกัดจากเมล็ดด้วยน้ำทำละลายสารสกัดที่ ความชื้นสัมพัทธ์ดังระบุ และหนอนได้รับสารสกัด โดยการกินและการพ่น (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

5) ผลการศึกษาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตาย และเวลาการตายของหนอนจากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (ตารางที่ 4.20, 4.21, 4.22 และ 4.23)

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษระหว่างสารสกัดใบกับสารสกัดเมล็ดในสภาวะทนแล้งต่อจำนวนหนอนวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกถึงเงื่อนไขสารทำละลาย พบว่า ในกลุ่มหนอนวัยเดียวกัน สารสกัดใบและสารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตายจำนวนมากกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดใบทำให้จำนวนหนอนตายมากกว่าสารสกัดเมล็ด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % สารสกัดใบทำให้หนอนวัย 2 ตาย 98.89 % วัย 3 ตาย 84.99 % สารสกัดเมล็ด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 95.55 % หนอนวัย 3 ตาย 74.99 % (ตารางที่ 4.20) แต่ถ้าเปรียบเทียบเวลาตายของหนอน

พบว่าทั้งสารสกัดใบและสารสกัดเมล็ด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา สั้นกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดใบให้พิษเร็วกว่าสารสกัดเมล็ด สารสกัดใบทำให้หนอนวัย 2 ตาย ในเวลา 15.17 ชั่วโมง หนอนวัย 3 ภายในเวลา 20.83 ชั่วโมง สารสกัดเมล็ดทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา 18.33 ชั่วโมง และหนอนวัย 3 ตายในเวลา 25.33 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อการตายของหนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดังระบุหนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น (หนอนกลุ่มละ 30ตัว)

หนอนวัย	ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) (% RH)	% จำนวนตาย		
		สารสกัดแมงลักคา (P)		เฉลี่ย (C)
		ใบ	เมล็ด[1)]	
2	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	75	98.89 a	95.55 a	97.22
	70	92.77 a	86.66 b	89.72
	65	77.22 a	66.11 b	71.66
	50	58.88 a	41.11 b	49.99
	40	36.11	X	18.05
3	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	75	84.99 a	74.99 b	79.99
	70	70.55 a	62.22 b	66.39
	65	63.89 a	50.55 b	57.22
	50	53.33 a	34.99 b	44.16
	40	28.33	X	14.16
	เฉลี่ย (P)	55.41	42.68	49.05

1) ค่า X ในตารางแสดงค่าไม่มีผลการทดลอง เนื่องจากต้นแมงลักคาไม่ให้เมล็ด

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำทำละลายที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) (% RH)	ระยะเวลาตายของหนอน (ชั่วโมง)		
		สารสกัดแมงลักคา (P)		เฉลี่ย
		ใบ	เมล็ด[1)]	(C)
2	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	75	15.17 a	18.33 a	16.75
	70	20.00 a	23.17 a	21.58
	65	23.83 a	27.17 a	25.50
	50	27.17 a	30.67 a	28.92
	40	30.50	X	63.25
3	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	75	20.83 a	25.33 b	23.08
	70	25.17 a	30.67 b	27.92
	65	30.00 a	33.67 b	31.83
	50	34.67 a	38.50 b	36.58
	40	38.50	X	67.25
	เฉลี่ย (P)	38.15	50.96	44.56

1) ค่า X ในตารางแสดงค่าไม่มีผลการทดลอง เนื่องจากต้นแมงลักคาไม่ให้เมล็ด

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบพิษระหว่างสารทำละลายแอลกอฮอล์กับน้ำ ต่อจำนวนหนอนวัย 2 และวัย 3 โดยไม่จำแนกถึงเงื่อนไขสารสกัดใบและเมล็ดจากสภาวะทนแล้ง พบว่า ในกลุ่มหนอนวัยเดียวกัน สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายจำนวนมากกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำให้จำนวนหนอนตายมากกว่าสารสกัดด้วยน้ำ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 98.33 % วัย 3 ตาย 83.33 % สารสกัดด้วยน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตาย 96.11 % หนอนวัย 3 ตาย 76.11 % (ตารางที่ 4.22) แต่ถ้าเปรียบเทียบเวลาตายของหนอน พบว่าทั้งสารสกัดใบและเมล็ดที่สภาวะทนแล้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % สกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารสกัดด้วยน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา สั้นกว่าหนอนวัย 3 และสารสกัดแอลกอฮอล์ให้พิษเร็วกว่าสารสกัดน้ำ สารสกัดแอลกอฮอล์ทำให้หนอนวัย 2 ตาย ในเวลา 16.33 ชั่วโมง หนอนวัย 3 ภายในเวลา 21.50 ชั่วโมง สารสกัดน้ำทำให้หนอนวัย 2 ตายในเวลา 17.17 ชั่วโมง และหนอนวัย 3 ตายในเวลา 24.67 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.23)

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อการตายของหนอนเจาะสมอ ฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น (หนอนกลุ่มละ 30ตัว)

หนอนวัย	ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) (% RH)	% จำนวนตายของหนอน		
		สารทำละลาย (S)		เฉลี่ย (C)
		แอลกอฮอล์	น้ำ	
2	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	75	98.33 a	96.11 a	97.22
	70	91.66 a	87.77 a	89.72
	65	77.22 a	66.11 b	71.66
	50	52.78 a	47.22 b	49.99
	40	17.77 a	18.33 a	18.05
3	ควบคุม	0.00	0.00	0.00
	75	83.33 a	76.66 b	79.99
	70	71.66 a	61.11 b	66.39
	65	63.33 a	51.11 b	57.22
	50	45.55 a	42.77 b	44.16
	40	16.11 a	12.22 b	14.16
	เฉลี่ย (S)	51.48	46.62	49.05

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์พิษของสารสกัดแมงลักคาจากสภาวะทนแล้งต่อเวลาตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 สารสกัดจากใบและเมล็ดด้วยแอลกอออล์และน้ำที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างระดับดังระบุ หนอนได้รับสารสกัดโดยการกินและพ่น บันทึกผลภายใน 96 ชั่วโมง (หนอนกลุ่มละ 30 ตัว)

หนอนวัย	ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) (%RH)	ระยะเวลาตายของหนอน (ชั่วโมง)		
		สารทำละลาย (S)		เฉลี่ย
		แอลกอฮอล์	น้ำ	(C)
2	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	75	16.33 a	17.17 a	16.75
	70	19.83 a	23.33 a	21.58
	65	24.50 a	26.50 a	25.50
	50	28.00 a	29.83 a	28.92
	40	35.67 a	37.50 a	36.58
3	ควบคุม	96.00	96.00	96.00
	75	21.50 a	24.67 b	23.08
	70	26.50 a	29.33 b	27.92
	65	29.67 a	34.00 b	31.83
	50	35.67 a	37.50 a	36.58
	40	66.50 a	68.00 a	67.25
	เฉลี่ย (S)	43.59	45.51	44.56

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

สรุปการทดลองนี้ พบว่าจำนวนหนอนตายและระยะเวลาตายของหนอนเมื่อได้รับสารสกัดจากแมงลักคาสภาวะทนแล้ง สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 75 % ทุกระดับความชื้นสัมพัทธ์ในหนอนวัย 2 ให้ผลตายมากกว่าหนอนวัย 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม สารสกัดแมงลักคาเมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์ให้พิษมากกว่าสกัดด้วยน้ำ ทำให้หนอนตายได้มากกว่า สารสกัดจากใบและเมล็ดให้ผลจำนวนการตายของหนอนวัย 3 ไม่ต่างกันมากแต่แตกต่างกันในหนอนวัย 2 จึงควรใช้สารสกัดแมงลักคาสกัดด้วยน้ำกำจัดหนอนวัย 2 ดีกว่าหนอนวัย 3 สารสกัดเมล็ดสภาวะทนแล้งให้ประสิทธิภาพหนอนวัย 2 ตายได้มากกว่าวัย 3 อย่างเห็นได้ชัด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % หนอนวัย 2 มีจำนวนการตาย 97.77 % ส่วนหนอนวัย 3 มีจำนวนการตาย 78.53 % ในสภาวะทนแล้งแมงลักคาสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งผลิตเมล็ดได้ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ถึง 75 % แต่ไม่สามารถให้ผลผลิตได้ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40 % ใบมีลักษณะเล็ก ย่น สีเหลืองอมเขียว เป็นอาการแสดงออกเพื่อชะลอการเหี่ยว เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช โดยปากใบปิดกลางวันและเปิดปากใบกลางคืน ในสภาวะกดดันความแล้ง ผลของการปิดปากใบทำให้อุณหภูมิของใบสูง ใบไหม้ดำ (Schulze et. al., 1987) ควรเลือกใช้สารสกัดเมล็ดกำจัดหนอนวัย 2 เพื่อความคุ้มค่าและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ที่มีสภาวะทนแล้ง โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประสบปัญหาความแล้ง และ มีต้นแมงลักคาเจริญเติบโตกระจายโดยทั่วไป จากการทดลองสภาวะทนแล้งที่พบได้ต่ำสุดมีความชื้นสัมพัทธ์ 40% ในสภาวะจริงยังไม่มีการรายงานเกิดสถาณการณ์แห้งแล้งเช่นนี้ขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จะมีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 55 – 80 % สภาวะอากาศในธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย 65 – 75 % เท่านั้น การทดลองสนับสนุนให้ทราบว่าแมงลักคาเป็นพืชทนแล้งได้ดีอีกชนิดหนึ่ง

6) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพิษสารสกัดแมงลักคาจากปัจจัยและเงื่อนไขของสารสกัดใบ สารสกัดเมล็ด จากธรรมชาติ สภาวะทนเค็ม และสภาวะทนแล้งที่มีต่อจำนวนหนอนตาย และเวลา สกัดด้วยแอลกอฮอล์หรือน้ำ

ตารางที่ 4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การตายและชั่วโมงการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ณ สภาวะต่างกัน

Sources	df	ทนเค็ม		ธรรมชาติ		ทนแล้ง	
		Ms (n)	Ms (t)	Ms (n)	Ms (t)	Ms (n)	Ms (t)
R	2	7.18	0.26	21.04	2.38	1.46	0.67
P	1	4707.79**	26082.25**	31209.64**	548.34**	5835.18**	5903.36**
Error (a)	2	2.86	0.17	18.28	0.15	2.39	0.05
S	1	241.98**	215.11**	850.69**	132.25**	411.28**	134.17**
P – S	1	6.24 ns	0.84 ns	19.75 ns	5.44**	22.31 ns	38.03**
Error (b)	4	11.94	0.38	5.63	0.24	9.18	0.22
C	1	11901.14**	9527.81**	15450.48**	8765.63**	13990.78**	9850.32**
P – C	11	214.06**	2257.67**	3492.43**	16.16**	363.47**	1568.39**
S – C	11	27.99**	13.63**	113.38**	5.46**	59.77**	8.89**
P - S - C	11	8.77ns	0.48ns	23.29**	6.39**	13.54**	2.54**
Error (c)	88	5.04	0.37	7.52	0.31	5.98	0.21
Total	14	17134.99	38098.97	51212.13	9491.75	20715.34	17506.85
CV(%)	3	5.2	1.6	4.9	1.1	5	1

Ms (n) : ค่าเฉลี่ยกำลังสองของเปอร์เซ็นต์การตาย R : จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

Ms (t) : ค่าเฉลี่ยกำลังสองของชั่วโมงการตาย CV : สัมประสิทธ์ความแปรปรวน

P : สารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคา ** : แตกต่างกันทางสถิติในระดับ 0.01

S : ตัวทำละลาย คือ แอลกอฮอล์และน้ำ ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

C : ความเข้มข้น

ตารางที่ 4.24 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าปัจจัยและเงื่อนไขต่อไปนี้ 1) สารสกัดจากใบและเมล็ด (P) 2) ตัวทำละลายคือ แอลกอฮอล์และน้ำ (S) 3) ความเข้มข้นของสารสกัด (C) 4) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัจากใบและเมล็ดกับตัวทำละลาย แอลกอฮอล์, น้ำ (P – S) 5) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดจากใบและเมล็ดกับความเข้มข้นของสารสกัด (P – C) 6) ปัจจัยผสมระหว่างตัวทำละลายกับความเข้มข้น (S – C) 7) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดจากใบและเมล็ดกับตัวทำละลายแอลกอฮอล์, น้ำและความเข้มข้นของสารสกัด (P – S – C) แสดงผลต่อจำนวนตายและระยะเวลาตายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) สำหรับปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดจากใบและเมล็ดกับตัวทำละลายแอลกอฮอล์, น้ำ ในทุกสภาวะ (P – S) ทำให้การตายไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ในสภาวะธรรมชาติใช้เวลาในการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนในสภาวะทนเค็มและทนแล้งใช้เวลาในการตายแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคากับความเข้มข้นทุกสภาวะ (P – C) จำนวนการตายและเวลาการตายแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เช่นเดียวกับในปัจจัยผสมระหว่างตัวทำละลายแอลกอฮอล์และน้ำกับความเข้มข้นของสารสกัด (S - C) ปัจจัยผสมระหว่างสารสกัดจากใบและเมล็ดกับตัวทำละลายแอลกอฮอล์, น้ำและความเข้มข้นของสารสกัด (P – S – C) ในสภาวะธรรมชาติ จำนวนการตายและระยะเวลาการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในสภาวะทนเค็มและทนแล้งจำนวนการตายและระยะเวลาการตายของทั้งสองสภาวะแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$)

สรุปได้ว่า ในสภาวะธรรมชาติ ต้นแมงลักคาให้สารสกัดจากใบและเมล็ดทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนและระยะเวลาการตายมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในสภาวะทนแล้งต้นแมงลักคาให้สารสกัดจากใบและเมล็ดทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนและระยะเวลาการตายมีประสิทธิภาพรองลงมา และ ในสภาวะทนเค็มต้นแมงลักคาให้สารสกัดจากใบและเมล็ดทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนและระยะเวลาการตายมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

4.5.5 การวิเคราะห์ค่า LD_{50} ของสารสกัดจากสภาวะและปัจจัยต่างๆที่กำหนดต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3

ข้อมูลจำนวนการตายและเวลาการตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ทั้ง 2 วัยได้นำมาคำนวณจากโปรแกรม SAS v6. , Cary N.C. U. S. A. 1995 เพื่อทราบความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาที่ทำให้หนอนทดลองตายไป 50 % ถ้าค่า LD_{50} น้อยแสดงถึงประสิทธิภาพสูงในการกำจัดหนอน ใช้สารสกัดในปริมาณน้อยกว่าที่จะทำให้หนอนตาย 50 ตัว จาก 100 ตัว ถ้า LD_{50} มากแสดงถึงประสิทธิภาพต่ำ (ตารางที่ 4.25)

LD_{50} หนอนวัย 2 ได้รับสารสกัดใบสกัดด้วยแอลกอฮอล์ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 17.85 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 27.18 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 56.01 mg/l

LD_{50} หนอนวัย 2 ได้รับสารสกัดใบสกัดด้วยน้ำ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 23.360 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 28.676 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 60.711 mg/l

LD_{50} หนอนวัย 2 ได้รับสารสกัดเมล็ดสกัดด้วยแอลกอฮอล์ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 21.275 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 56.011 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 65.518 mg/l

LD_{50} หนอนวัย 2 ได้รับสารสกัดเมล็ดสกัดด้วยน้ำ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 31.904 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 60.711 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 67.020 mg/l

LD_{50} หนอนวัย 3 ได้รับสารสกัดใบสกัดด้วยแอลกอฮอล์ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 25.669 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 51.134 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 55.906 mg/l

LD_{50} หนอนวัย 3 ได้รับสารสกัดใบสกัดด้วยน้ำ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 27.581 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 53.531 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 57.269 mg/l

LD_{50} หนอนวัย 3 ได้รับสารสกัดเมล็ดสกัดด้วยแอลกอฮอล์ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 46.282 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 42.898 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 68.627 mg/l พิษของสารสกัด**ใบ**แมงลักคาสกัดด้วย แอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 และวัย 3 (ภาพที่ 4.21 และ 4.22)

ตารางที่ 4.25 ความเป็นพิษ ของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*) จากสภาวะธรรมชาติ ทนเค็ม และทนแล้ง สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera*) วัย 2 และวัย 3 ที่ LD_{50}

วัย	สภาวะพืช	ส่วนของพืช	สารทำละลาย	LD_{50} (mg/l)
วัย 2	ธรรมชาติ	ใบ	แอลกอฮอล์	17.852
			น้ำ	23.360
		เมล็ด	แอลกอออล์	21.275
			น้ำ	31.904
	ทนเค็ม	ใบ	แอลกอฮอล์	56.011
			น้ำ	60.711
		เมล็ด	แอลกอฮอล์	65.518
			น้ำ	67.020
	ทนแล้ง	ใบ	แอลกอฮอล์	27.185
			น้ำ	28.676
		เมล็ด	แอลกอฮอล์	56.011
			น้ำ	60.711
วัย 3	ธรรมชาติ	ใบ	แอลกอฮอล์	25.669
			น้ำ	27.581
		เมล็ด	แอลกอฮอล์	42.898
			น้ำ	43.169
	ทนเค็ม	ใบ	แอลกอฮอล์	55.906
			น้ำ	57.269
		เมล็ด	แอลกอฮอล์	68.627
			น้ำ	73.749
	ทนแล้ง	ใบ	แอลกอฮอล์	51.134
			น้ำ	53.531
		เมล็ด	แอลกอฮอล์	46.282
			น้ำ	53.247

LD_{50} หนอนวัย 3 ได้รับสารสกัดเมล็ดสกัดด้วยน้ำ จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 43.169 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 53.247 mg/l และ สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 73.749 mg/l

สารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์แสดงพิษในหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยที่ 2 ในรูปของ LD_{50} ดังนี้ แมงลักคาสภาวะธรรมชาติ LD_{50} < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม (17.852 mg/l, 27.185 mg/l และ 56.011 mg/l) นั่นคือประสิทธิภาพของสารสกัดจากธรรมชาติต่อการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันสูงที่สุด กนก อุไรสกุลและธรรมศักดิ์ พุทธกาล (2538) ศึกษาสารสกัดแมงลักคาซึ่งสกัดจากทั้งต้น ใบ เมล็ด และรากใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนพริกและหนอนรังห่อใบมะม่วง พบว่าเวลาที่ทำให้เพลี้ยอ่อนตาย 50 % น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 150 ppm. และสารสกัดแมงลักคาที่ 12,286.94 ppm. ทำให้เพลี้ยอ่อนตาย 95 % การศึกษาดังกล่าวเป็นไปในทางเดียวกันกับการทดลองนี้แม้ว่าสารสกัดแมงลักคาที่ใช้ส่วนประกอบของพืชต่างกันแต่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้เหมือนกันแต่ใช้ปริมาณต่างกันและเวลาต่างกันเนื่องจากเป็นแมลงศัตรูพืชคนละชนิด

4.6 ความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดของต้นแมงลักคา เมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำ ที่มีผลต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)

ความเป็นพิษของสารสกัดใบ (ตารางที่4.26) และเมล็ด (ตารางที่ 4.27) แมงลักคาจากธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ทำละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อพฤติกรรมของปลานิล 2 ขนาด คือ ปลานิลอายุ 10 - 14 วัน ขนาดลำตัวยาว 2 - 5 เซนติเมตร และ ปลานิลอายุ 30 - 40 วัน ขนาดลำตัวยาว

6 - 10 เซนติเมตร บันทึกระยะเวลาภายใน 96 ชั่วโมง

ปลานิลอายุ 10 - 14 วัน ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 2 ppm. แสดงอาการว่ายวนผิดปกติ 5 นาที 1 ppm. ว่ายวนผิดปกติ 2 นาที อาการลดลงตามความเข้มข้นที่ลดลงด้วย

ปลานิลอายุ 10 - 14 วัน ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ ความเข้มข้น 2 ppm. แสดงอาการว่ายวนผิดปกติ 2 นาที 1 ppm. ว่ายวนผิดปกติเกือบนาที อาการลดลงตามความเข้มข้นที่ลดลงด้วย

ปลานิลอายุ 10 - 14 วัน ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 2 ppm. แสดงอาการว่ายวนผิดปกติ 3 นาที 1 ppm. ว่ายวนผิดปกตินาทีเศษ อาการลดลงตามความเข้มข้นที่ลดลงด้วย

ปลานิลอายุ 10 - 14 วัน ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ ความเข้มข้น 2 ppm. แสดงอาการว่ายวนผิดปกติ 1 นาที 1 ppm. ว่ายวนผิดปกติเล็กน้อย อาการลดลงตามความเข้มข้นที่ลดลงด้วย

ปลานิลอายุ 30 - 40 วัน ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 2 ppm. แสดงอาการว่ายวนผิดปกติ 2 นาที 1 ppm. ว่ายวนผิดปกติเกือบนาที อาการลดลงตามความเข้มข้นที่ลดลงด้วย

ปลานิลอายุ 30 - 40 วัน ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ ทุกความเข้มข้นปกติ

ปลานิลอายุ 30 - 40 วัน ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 2 ppm. แสดงอาการว่ายวนผิดปกติ 1 นาที 1 ppm. ว่ายวนเล็กน้อย

ปลานิลอายุ 30 - 40 วัน ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ ทุกความเข้มข้น ปกติ

สารสกัดใบดี > สารสกัดเมล็ด ปลานิลว่ายวนผิดปกติได้รับสารสกัดแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ > สกัดด้วยน้ำ แอลกอฮอล์มีผลต่ออาการว่ายวน และสารสกัดแมงลักคาอาจมีสารคล้าย neurotransmitters หรือ hormone เสริมฤทธิ์ทำให้ปลาเกิดการตื่นตัวมากขึ้น

ตารางที่ 4.26 ความเป็นพิษของสารสกัดใบแมงลักคาที่มีผลต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) โดยสังเกตพฤติกรรมของปลาภายใน 96 ชั่วโมง

อายุปลานิล (วัน)	ความเข้มข้น (ppm)	สารสกัด	ลักษณะอาการ
	ตัวควบคุม	น้ำกลั่น	ปกติ
	ตัวควบคุม	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเล็กน้อย แล้วปกติ
10 - 14	2	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วกว่าปกติประมาณ 5 นาที
30 - 40		แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วกว่าปกติประมาณ2 นาที
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	1	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วกว่าปกติประมาณ 2 นาที
30 - 40		แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วกว่าปกติเกือบนาที
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.8	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วกว่าปกติประมาณเกือบนาที
30 - 40		แอลกอฮอล์	ว่ายวนเล็กน้อยแล้วปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.6	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเล็กน้อย
30 - 40		แอลกอฮอล์	ปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.4	แอลกอฮอล์	ปกติ

ตารางที่ 4.26 ความเป็นพิษของสารสกัดใบแมงลักคาที่มีผลต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) โดยสังเกตพฤติกรรมของปลาภายใน 96 ชั่วโมง (ต่อ)

อายุปลานิล (วัน)	ความเข้มข้น (ppm)	สารสกัด	ลักษณะอาการ
30 - 40	0.4	แอลกอฮอล์	ปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.2	แอลกอฮอล์	ปกติ
30 - 40		แอลกอฮอล์	ปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ

ตารางที่ 4.27 ความเป็นพิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)โดยสังเกตพฤติกรรมของปลาภายใน 96 ชั่วโมง

อายุปลานิล (วัน)	ความเข้มข้น (ppm)	สารสกัด	ลักษณะอาการ
	ตัวควบคุม	น้ำกลั่น	ปกติ
	ตัวควบคุม	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเล็กน้อย แล้วปกติ
10 - 14	2	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วกว่าปกติประมาณ 3 นาที
30 - 40		แอลกอฮอล์	ว่านวนเร็วกว่าปกติประมาณ1 นาที
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	1	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วกว่าปกติประมาณนาทีเศษ
30 - 40		แอลกอฮอล์	ว่านวนเล็กน้อย
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.8	แอลกอฮอล์	ว่ายวนเร็วปกติเล็กน้อย
30 - 40		แอลกอฮอล์	ปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.6	แอลกอฮอล์	ปกติ
30 - 40		แอลกอฮอล์	ปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.4	แอลกอฮอล์	ปกติ
30 - 40		แอลกอฮอล์	ปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ

ตารางที่ 4.27 ความเป็นพิษของสารสกัดเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)โดยสังเกตพฤติกรรมของปลาภายใน 96 ชั่วโมง (ต่อ)

อายุปลานิล (วัน)	ความเข้มข้น (ppm)	สารสกัด	ลักษณะอาการ
30 - 40	0.4	น้ำ	ปกติ
10 - 14	0.2	แอลกอฮอล์	ปกติ
30 - 40		แอลกอออล์	ปกติ
10 - 14		น้ำ	ปกติ
30 - 40		น้ำ	ปกติ

4.7 ความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคา สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ที่มีผลต่อหนูเม้าส์(*Bandicota savilei*) บันทึกการเปลี่ยนแปลงภายใน 96 ชั่วโมง

ความเป็นพิษของสารสกัดใบ และเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ (ตารางที่ 4.28) สกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ทำละลายที่ความเข้มข้น 1 ml./ตัว/วัน ผลต่อพฤติกรรมของหนูเม้าส์ 2 ขนาด คือ หนูเม้าส์ อายุ 2.5 สัปดาห์ ในระยะดูดนมแม่ และหนูเม้าส์หย่านม อายุ 5 สัปดาห์ บันทึกระยะเวลาภายใน 96 ชั่วโมง

หนูเม้าส์ อายุ 2.5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนูมีอาการหายใจหอบถี่แรง วิ่งวน 15 - 20 นาที แล้วปกติ

หนูเม้าส์ อายุ 2.5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ หนูมีอาการหายใจหอบถี่แรง วิ่งวน 10 - 15 นาที แล้วปกติ

หนูเม้าส์ อายุ 2.5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์หนูมีอาการ ขนฟูหมอบนิ่ง 10 นาที บางตัววิ่งไปมา แล้วปกติ

หนูเม้าส์ อายุ 2.5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ หนูมีอาการ วิ่งวน 10 นาที แล้วปกติ

หนูเม้าส์ อายุ 5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนูมีอาการหายใจหอบถี่แรง วิ่งวน 10 นาที แล้วปกติ

หนูเม้าส์ อายุ 5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดใบแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ หนูมีอาการหมอบนิ่งขนฟู 3 - 5 นาที แล้วปกติ

หนูเม้าส์ อายุ 5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนูมีอาการหมอบนิ่ง 8 นาที แล้วปกติ

หนูเม้าส์ อายุ 5 สัปดาห์ ได้รับสารสกัดเมล็ดแมงลักคาสภาวะธรรมชาติ สกัดด้วยน้ำ หนูมีอาการวิ่งวน 3 นาที แล้วปกติ

สารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติ มีผลต่อพฤติกรรมต่อหนูเม้าส์ อายุ 2.5 สัปดาห์ > 5 สัปดาห์ สารสกัดจากใบดี > สารสกัดเมล็ด ปัจจุบันยังไม่มีรายงานผลการศึกษาการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาต่อหนูเม้าส์ แต่มีรายงานการใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของต้นแมงลักคา เช่น ใช้ต้นแมงลักคาสกัดรักษาโรค Gonorrhea (Jain and Singh, 1994) นอกจากนั้นยังรักษาโรคเยื่อบุนัยน์ตาและช่องปาก (Sikawar, 1994) แสดงถึงความไม่เป็นพิษต่อสัตว์ชั้นสูงโดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ตารางที่ 4.28 ความเป็นพิษของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อหนูเม้าส์ (*Mus musculus*) โดยสังเกตพฤติกรรมหนูภายใน 96 ชั่วโมง

หนูเม้าส์ อายุ (สัปดาห์)	ส่วนของพืช	ความเข้มข้น (1 ml/ตัว/ วัน)	อาการ
2.5	ตัวควบคุม	น้ำกลั่น	กินอาหารและน้ำ ได้ตามปกติ
5		น้ำกลั่น	กินอาหารและน้ำ ได้ตามปกติ
2.5		แอลกอฮอล์	วิ่งวน ประมาณ 10 - 12 นาที แล้วเป็นปกติ
5		แอลกอฮอล์	วิ่งวน ประมาณ 5 นาที แล้วเป็นปกติ
2.5	ใบ	น้ำกลั่น	หายใจหอบถี่แรง ขนพองฟูประมาณ 10 - 15 นาที จึงกินอาหารได้และเป็นปกติ
5		น้ำกลั่น	หลังกินสาร หมอบนิ่งขนตัวฟู ประมาณ 3 - 5 นาที แล้วเป็นปกติ
2.5		แอลกอฮล์	หายใจหอบถี่แรงมากประมาณ 15 – 20 นาที แล้วกินอาหารได้และเป็นปกติ
5		แอลกอฮอล์	หายใจหอบถี่แรงมากประมาณ 10 นาที บางตัววิ่งวนไปมา
2.5	เมล็ด	น้ำกลั่น	หลังกินสารวิ่งวนไปมาประมาณ 10 นาที แล้วเป็นปกติ
5		น้ำกลั่น	หลังกินสารวิ่งวนไปมาประมาณ 3 นาที แล้วเป็นปกติ
2.5		แอลกอฮอล์	
5		แอลกอฮอล์	หลังกินสาร หนูขนฟูหมอบนิ่ง ประมาณ 10 นาที แล้วเป็นปกติ มีบางตัววิ่งไปมา
			หลังกินสาร จะหมอบนิ่ง ประมาณ 8 นาที แล้วกินอาหารได้และเป็นปกติ

4.8 การแยกส่วนประกอบของสารสกัดใบแมงลักคาเมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดในสภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Thin layer chromatography (TLC)

แยกสารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ Crude extract ทุกสภาวะเปรียบเทียบอัตราเคลื่อนที่ในแผ่น TLC หรือ Rf โดยวัดระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่หารด้วยระยะทางที่ สารเคลื่อนที่ได้

ตารางที่ 4.29 แสดงการแยกส่วนประกอบสารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ ระดับ crude extract สภาวะต่างๆ โดยวิธี TLC

ตัวอย่าง	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (ซม.)					
	สภาวะธรรมชาติ		สภาวะทนแล้ง		สภาวะทนเค็ม	
	a	b	a	b	a	b
ตัวอย่างที่ 1	4.6	3.3	4.6	3.2	4.5	3.3
ตัวอย่างที่ 2	4.6	3.2	4.5	3.0	4.6	3.0
ตัวอย่างที่ 3	4.5	3.2	4.5	3.3	4.5	3.1
ค่าเฉลี่ย	4.567	3.233	4.533	3.167	4.533	3.133
ค่าเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ย	0.058	0.058	0.058	0.153	0.058	0.153
Rf	0.571	0.404	0.567	0.396	0.567	0.392

a = สาร Unknown ที่ปรากฏบนแผ่น TLC

b = สาร Unknown ที่ปรากฏบนแผ่น TLC

Rf จากสารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์

สภาวะธรรมชาติแยกสารโดยวิธี TLC ได้สาร 2 ชนิด กำหนดให้ชื่อว่าสาร a และ b Rf ของสาร a 0.371, Rf ของสาร b 0.404

สภาวะทนแล้งแยกสารโดยวิธี TLC ได้สาร 2 ชนิด กำหนดให้ชื่อว่าสาร a และ b Rf ของสาร a 0.567, Rf ของสาร b 0.396

สภาวะทนเค็มแยกสารโดยวิธี TLC ได้สาร 2 ชนิด กำหนดให้ชื่อว่าสาร a และ b Rf ของสาร a 0.567, Rf ของสาร b 0.392

ค่า Rf ของสารสกัดทั้ง 3 สภาวะ ไม่มีความแตกต่างกัน แม้น อมรสิทธิ์และอมร เพชรสม (2535) กล่าวว่า ค่า Rf ที่เหมาะสมสำหรับการแยกที่ดีจะมีค่าประมาณ 0.4 ถึง 0.8 การทดลองนี้ได้ค่า Rf ในช่วงเดียวกันเป็นการสนับสนุนความน่าเชื่อถือผลการทดลองที่ได้และจากการแยกสารโดยวิธี TLC สามารถระบุได้ว่า สภาวะธรรมชาติ, สภาวะทนแล้ง และสภาวะทนเค็ม มีสารประเภทเดียวกันแต่ไม่สามารถระบุได้ว่าสารแต่ละตัวมีปริมาณความเข้มข้นเท่าใด

บทที่ 5
บทสรุป

การทดลองนี้ศึกษาวัฏจักรชีวิตของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน เพื่อทราบช่วงวัยที่เหมาะสม ที่จะกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัยหนอนใช้เวลา 19.7 วัน โดยเฉพาะวัย 2 และวัย 3 เป็นระยะสำคัญที่สามารถเข้าทำลายกินพืชผลทางเศรษฐกิจได้อย่างมากที่สุด การสกัดสารจากใบและเมล็ดของต้นแมงลักคาใน 3 สภาวะคือ สภาวะธรรมชาติ สภาวะทนเค็ม และสภาวะทนแล้ง โดยใช้น้ำและแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย ทดสอบอิทธิพลต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน การให้หนอนได้รับสารสกัดด้วยการกินและพ่นจะให้ผลดีที่สุด ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ของสารสกัดจากใบ และจากเมล็ดของต้นแมงลักคา โดยทำละลาย วัดการดูดแสงของสารสกัดด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สกัดสารจากใบและเมล็ดจากทุกสภาวะได้ใกล้เคียงกัน (ใบ : 3.53 – 3.56 nm และ เมล็ด : 2.70 – 2.74 nm) แอลกอฮอล์สกัดสารจากใบได้มากกว่าเมล็ดมาก (ใบ : 9.96 – 9.99 nm และ เมล็ด : 2.90 – 2.96 nm) ใบให้สารสกัดได้มากกว่าเมล็ดไม่ว่าสกัดด้วยแอลกอฮอล์หรือน้ำ

การศึกษาผลของต้นแมงลักคาในสภาวะทนเค็ม, สภาวะทนแล้ง และสภาวะธรรมชาติต่อการเจริญพัฒนาของต้นและการสร้างสารพิษต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันของต้นแมงลักคา พบว่า ต้นแมงลักคาในสภาวะธรรมชาติมีการเจริญพัฒนาดีกว่า สภาวะทนเค็มและสภาวะทนแล้ง เมื่อเปรียบเทียบความสูงของต้นและความยาวของรากโดยเฉลี่ยสังเกตในระยะเวลา 3 เดือน และต้นแมงลักคาในสภาวะทนเค็มในเดือนแรกมีการเจริญพัฒนาดีกว่าสภาวะทนแล้งเล็กน้อยแต่ในเดือนที่ 2 และ 3 ต้นแมงลักคาในสภาวะทนเค็มลำต้นสูงน้อยกว่าในสภาวะทนแล้งแต่ขนาดลำต้นใหญ่มีการแตกกิ่งก้านมากกว่าต้นแมงลักคาที่ปลูกในสภาวะทนแล้งเมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาเดียวกัน การเจริญพัฒนาของต้นแมงลักคาในสภาวะทนแล้งมีการปรับตัวของลำต้นสูงขึ้นแต่ลำต้นมีขนาดเล็กการแตกกิ่งและใบมีจำนวนน้อยกว่าต้นแมงลักคาในสภาวะทนเค็ม จากการทดลองพบว่าต้นแมงลักคาสามารถทนแล้งได้ 52.75 วัน ที่ความชื้นของดิน 14.25 % อุณหภูมิ 30 ˚C เป็นต้นไม้ที่สามารถทนแล้งได้ดีมากชนิดหนึ่ง และสามารถอยู่ในสภาวะทนเค็มได้ Ec > 16 ds/m จัดเป็นพื้นที่เค็มจัด ซึ่งในการทดลองพบว่าต้นแมงลักคาสามารถให้ใบและเมล็ดที่ Ec = 25, 30 และ 35 ds/m สามารถเจริญเติบโตได้ดี ที่ Ec = 40

และ 45 ds/m สามารถเจริญได้ในระดับหนึ่ง แต่ไม่สามารถผลิตเมล็ดได้ เปรียบเทียบความนำไฟฟ้าของน้ำทะเลมีค่า 50 – 60 ds/m ต้นแมงลักคาจึงเป็นพืชที่สามารถทนเค็มได้ในระดับที่สูงมากชนิดหนึ่ง

ความเป็นพิษของสารสกัดจากใบ และจากเมล็ดของต้นแมงลักคาที่เจริญเติบโตในสภาวะต่าง ๆ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำ ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการได้รับสารสกัดแมงลักคา ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 เพื่อเป็นต้นแบบในการทดลอง หนอนได้รับสารสกัดใบ และเมล็ดแมงลักคาจากธรรมชาติ และสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 3 ทาง คือ 1) การกิน 2) การพ่น และ 3) การกินและการพ่น ที่ระดับ Crude extract เปอร์เซ็นต์จำนวนตายให้ผลสูงไม่แตกต่างกันโดย การกินจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน 99.44 % ใช้ระยะเวลา 31.30 ชั่วโมง การพ่นจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน 96.11 % ใช้ระยะเวลา 45.50 ชั่วโมง และการกินและการพ่นจำนวนตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน 98.89 % ใช้ระยะเวลา 15.20 ชั่วโมง จึงเลือกวิธีการกินและการพ่น ใน การทดลองต่อ ๆ มาสารสกัดใบเมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์จากสภาวะธรรมชาติทำให้หนอนตายได้มากกว่าเมื่อใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย และในหนอนวัย 2 เปอร์เซ็นต์การตายมากกว่าหนอนวัย 3 ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันคือ สารสกัดใบ Crude extract และความเข้มข้น 75% สารสกัด Crude extract และทำละลายเจือจางลงถึง 15 % ใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนอนวัย 2 ตาย ระหว่าง 100 % ถึง 31.10 % ภายในเวลา 14 ชั่วโมง ถึง 25 ชั่วโมง สารสกัด Crude extract และทำละลายเจือจางลงถึง 15 % ใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนอนวัย 3 ตาย ระหว่าง 87.40 % ถึง 17.77 % ภายในเวลา 17 ชั่วโมง ถึง 35.44 ชั่วโมง

ในสภาวะทนเค็มสารสกัดเมล็ดเมื่อสกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ทำให้หนอนตายได้ใกล้เคียงกัน และในสภาวะทนเค็มควรเลือกเมล็ดแมงลักคาที่ปลูกในความเค็มที่ Ec = 30 ds/m สารสกัด Crude extract ที่ความนำไฟฟ้าระดับต่าง ๆ 45 ถึง 25 ds/m ของใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนอนวัย 2 ตาย ระหว่าง 98.90 % ถึง 78.90 % ภายในเวลา 17 ชั่วโมง ถึง 32.89 ชั่วโมง สารสกัด Crude extract ที่ความนำไฟฟ้าระดับต่าง ๆ 45 ถึง 25 ds/m ของใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนอนวัย 2 ตาย ระหว่าง 98.90 % ถึง 78.90 % ภายในเวลา 17 ชั่วโมง ถึง 32.89 ชั่วโมง สารสกัด Crude extract ที่ความนำไฟฟ้าระดับต่าง ๆ 45 ถึง 25 ds/m ของใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนอนวัย 3 ตาย ระหว่าง 95.57 % ถึง 67.40 % ภายในเวลา 19.22 ชั่วโมง ถึง 34.89 ชั่วโมง

ในสภาวะทนแล้งเป็นแนวทางเดียวกับสภาวะธรรมชาติโดยสารสกัดจากใบให้ผลดีกว่าเมล็ด และเมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์ดีกว่าน้ำระดับความชื้นที่เหมาะสมที่จะเลือกเมื่ออยู่สภาวะทนแล้งคือที่

ระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65 % RH ทำให้หนอนวัย 2 ตาย 83.33 % สารสกัด Crude extract ที่ความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่าง ๆ 40 ถึง 75 % RH ของใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนอนวัย 2 ตาย ระหว่าง 100 % ถึง 37.77 % ภายในเวลา 14.89 ชั่วโมง ถึง 29 ชั่วโมง สารสกัด Crude extract ที่ความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่าง ๆ 40 ถึง 75 % RH ของใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ หนอนวัย 3 ตาย ระหว่าง 88.90 % ถึง 31.87 % ภายในเวลา 18.78 ชั่วโมง ถึง 37.11 ชั่วโมง สารประกอบในใบและเมล็ดแมงลักคามีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าแมลงได้ดีในห้องปฏิบัติการ จึงควรสนับสนุนให้เกษตรกรได้สกัดใบแมงลักคาด้วยน้ำเพื่อเป็นการประหยัด และให้ประโยชน์สูงสุดเมื่อเทียบกับเมล็ดเป็นการเก็บสะสมที่ยากลำบาก ให้ผลผลิตน้อย มีให้ใช้เป็นช่วงเวลาจำกัดเท่านั้น สารประกอบที่เป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่มนี้คาดว่าเป็นกลุ่มของ Terpene หากนำไปใช้ในทางการค้าควรใส่สารเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อให้พิษของสารแรงขึ้นและตกค้างได้นานขึ้น

การวิเคราะห์ค่า LD_{50} ของสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคา Crude extract จากสภาวะธรรมชาติ < สภาวะทนแล้ง < สภาวะทนเค็ม นั่นคือ สารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ต่อหนอนเจาะหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 จาก สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 17.85 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 27.185 mg/l สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 56.011 mg/l สารสกัดใบแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 3 จาก สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 25.669 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 51.134 mg/l สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 55.906 mg/l สารสกัดเมล็ดแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 2 จาก สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 21.275 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 56.423 mg/l สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 65.518 mg/l สารสกัดเมล็ดแมงลักคาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ต่อหนอนเจาะหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันวัย 3 จาก สภาวะธรรมชาติ LD_{50} เท่ากับ 42.898 mg/l สภาวะทนแล้ง LD_{50} เท่ากับ 46.282 mg/l สภาวะทนเค็ม LD_{50} เท่ากับ 68.627 mg/l

ทดสอบความเป็นพิษสารสกัดใบ และเมล็ดแมงลักคา เมื่อสกัดด้วยแอลกอฮอล์ และน้ำ ที่มีผลต่อปลานิล พบว่าไม่มีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมทางน้ำเมื่อใช้ปลานิลเป็นตัวทดสอบปลานิลไม่ตายในการทดสอบพิษเฉียบพลันช่วงเวลา 96 ชม. แต่มีผลต่อพฤติกรรมการว่ายวนผิดปกติในปลานิลอายุ 10 - 14 วัน เมื่อได้รับสารสกัดใบจากการสกัดด้วยแอลกอฮอล์จะมีผลเล็กน้อยกับปลานิลขนาดใหญ่อายุ 30 - 40 วัน และไม่เป็นพิษต่อสัตว์ชั้นสูงรวมถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเมื่อทดสอบกับหนูเมาส์ส่งผลต่อระบบประสาทเมื่อรับสารสกัดเข้าไปหนูเม้าส์วัยกินนมและหย่านมจะมีอาการขนพองฟูไม่เกิน 20 นาที หนูเมาส์ก็สามารถปรับตัวสู่สภาวะปกติได้ ทั้งนี้เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันในความเหมาะสมและปลอดภัย

สำหรับการใช้สารสกัดจากแมงลักคาใช้เป็นสารฆ่าแมลง คุณสมบัติของสารสกัดแมงลักคาทั้ง 3 สภาวะให้ปริมาณสารที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนต่างกันแม้จะมีองค์ประกอบเหมือนกันเมื่อวิเคราะห์ด้วย TLC จากค่า Rf ทั้ง 3 สภาวะใกล้เคียงกัน Rf สาร unknown a สภาวะธรรมชาติ 0.571 Rf สาร unknown a สภาวะทนเค็ม 0.567 Rf สาร unknown a สภาวะทนแล้ง 0.567 พบว่าสารสกัดแมงลักคาจากธรรมชาติสกัดได้สูงสุดรองลงมาคือแมงลักกคาในสภาวะทนแล้งและในสภาวะทนเค็มสกัดได้ต่ำสุดเมื่อประมวลในภาพรวม

เพื่อนำผลิตภัณฑ์แมงลักคามาใช้ประโยชน์ในการฆ่าแมลงและประโยชน์ด้านอื่นๆอย่างจริงจังเป็นการช่วยเหลือให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นยังได้ใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้ได้ประโยชน์สูงสุด.

ข้อจำกัดของการทดลองเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการทำการทดสอบพิษแบบตัวต่อตัวกับสัตว์ทดลองซึ่งในธรรมชาติสัตว์ทดลองมักจะรวมกันเป็นกลุ่ม การกินอาหารหลากหลายชนิดและปัจจัยทางกายภาพเช่น ลม, อุณหภูมิ จึงไม่สามารถคาดคะเนได้ว่าผลการทดลองได้ถูกต้องอีกทั้งสภาวะธรรมชาติยังมีแมลงชนิดอื่นๆ จำนวนมากทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษกับมนุษย์และทางด้านการเกษตร การใช้สารสกัดจากแมงลักคานอกห้องปฏิบัติการจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นทั้งขนาดเล็กและใหญ่หรือในระบบนิเวศต่างๆเป็นอย่างไรจึงเป็นข้อที่ควรสนใจนำผลการวิจัยนี้ขยายการวิจัยต่อไป ในภาคสนามหรือแปลงเพาะปลูกพืช ก่อนที่จะเผยแพร่แนะนำสารสกัดแมงลักคานี้ให้เกษตรกรใช้ต่อไป

รายการอ้างอิง

กนก อุไรสกุล. (2539). การศึกษาส่วนผสมของสารสกัดของพืชสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตพริกขี้หนู. ใน **เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลครั้งที่ 13** : 12.

กนก อุไรสกุล. (2542). ผลของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่อการเจริญเติบโตของต้นมะละกอและยับยั้งการเจริญเติบโตของไรแดงแอฟริกัน. ใน **เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 16** : 10.

กนก อุไรสกุล และธรรมศักดิ์ พุทธกาล. (2538). การทดสอบสารสกัดจากสะเดาผสมแมงลักคาต่อปริมาณหนองรังห่อใบมะม่วง และการแตกใบอ่อนของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. ใน **เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลครั้งที่ 12** : 10.

กนก อุไรสกุล และพิเชษฐ์ เวชวิฐาน. (2537). การเสริมฤทธิ์ของสารสกัดแมงลักคาให้สะเดาเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนสองชนิด. ใน **เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลครั้งที่ 12** : 13.

กนกพร อุ่นใจชน, พรทิพย์ เทพกิดากร, เกศรา จีระจรรยา และสว่าง วังบุญคง. (2532). ระดับการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนเจาะสมอฝ้าย. **วารสารวิชาการเกษตร** 7: 59 - 64.

กรมพัฒนาที่ดิน (2538). **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม** พิมพ์ครั้งที่ 6. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2539). **เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน** .พิมพ์ครั้งที่ 1.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ **สถิติการเกษตรของประเทศไทย.** ศูนย์สารสนเทศการเกษตร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร .กรุงเทพมหานคร.

ก่องกานดา ชยามฤต. (2538). **สมุนไพรไทย** ตอนที่ 6 ไดมอนด์ พริ้นต์ .

เกรียงไกร จำเริญมา. (2536). พืชบางชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**. 15 (3) : 167-171.

เกรียงไกร จำเริญมา. (2541). สารฆ่าแมลงจากต้นแมงลักคา. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**. 20 (2) : 137 - 139 อ้างถึงใน **มติชนบท เทคโนโลยีชาวบ้าน** 10 (185) : 15 - 18.

เกรียงไกร จำเริญมา. (2543). การทดสอบสารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงจากพืช. ใน **เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ เรื่อง การวิจัยหาสารควบคุมศัตรูพืชจากธรรมชาติ ตุลาคม 2543** คณะวิทยาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

เกศรา จีระจรรยา. (2536). ข้อคิดเห็นบางประการในการใช้สารเพศล่อผีเสื้อหนอนเจาะสมอฝ้ายในการป้องกันกำจัด. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**. 15 (3) : 160 - 162.

เกศรา จีระจรรยา , กนกพร อุ่นใจชน, มานพ นชะพงษ์ และพรทิพย์ เทพกิดาการ. (2535) **แมลงศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ครบรอบ 20 ปี.** พิมพ์ครั้งที่ 1.กรมวิชาการเกษตร :กรุงเทพมหานคร.

จรูญ พรหมชุม. (2530). วัชพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **แก่นเกษตร** 15 (5) : 201 - 204

ชัยนาม ดิสถาพร ,ปราโมทย์ แย้มคลี และไพรัช พงษ์วิเชียร. (2538). พืชทนเค็มและแนวทางการพัฒนาการใช้ประโยชน์ในอนาคต. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 28 (4 – 6) : 74 - 80.

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์ (2539). **อุตุนิยมวิทยาเกษตร**. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฟิสิกข์เซนเตอร์ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลบางพระ.

นันทวรรณ อุดมสุข. (2537). **ความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยา เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ประภารัจ หอมจันทร์. (2543). การวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อใช้ในการเกษตร. ใน **เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ เรื่อง การวิจัยหาสารควบคุมศัตรูพืชธรรมชาติ ตุลาคม 2543** คณะวิทยาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

พงษ์สิทธิ์ กิตติบำรุงสุข. (2532 **).** การศึกษาน้ำมันระเหยจากพืชบางชนิดที่มีต่อแมลงวันผลไม้ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .

พนมกร วีรวุฒิ. (2533). ปัญหาหนอนเจาะสมอฝ้ายในสวนผลไม้. **วารสารกีฏและสัตววิทยา** 12 (2) : 101 - 104.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2540). **เอกสารประกอบการสอน สถิติเพื่อการวิจัยและวางแผนการทดลอง**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2543). **เอกสารประกอบการฝึกอบรม การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Hydroponics) การปลูกพืชสำหรับ สหัสวรรษใหม่**. ฟาร์มมหาวิทยาลัยร่วมกับสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร.

รัตนา นชะพงษ์, สถิต ปฐมรัตน์ และพิมลพร นันทะ. (2530). **รายงานผลงานวิจัยประจำปีกองกีฏและสัตววิทยาเรื่องการศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ของหนอนกออ้อย** : 64 - 67.

วราพร ศรีสุพรรณ. (2537). **ความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยา** เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช .

วัชรี สมสุข. (2530). ไส้เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืช การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. ใน **เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี วันที่ 24 - 27 สิงหาคม 2530**. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ศิวิลัย สิริมังครารัตน์, วีรศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, มโนชัย กีรติกสิกร และสราวุฒิ บุศรากุล. (2533). การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อโรคบางชนิดและสารสกัดจากพืชในการควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis armigera* (Hubner) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **วารสารข่าวเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** 19 (2) : 42 - 48.

สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี, มานพ นชะพงษ์, กิตติ อ้อไธสง และเกศรา จีระจรรยา. (2537). รูปแบบการใช้สารฆ่าแมลงป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis armigera* (Hubner) และผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ. **วารสารกีฏและสัตววิทยา** 16 (1) : 10 - 18.

สมศรี อรุณินท์. (2540). พืชทนเค็ม. **วารสารเมืองเกษตร**. (9 มิถุนายน 2540) : 92 - 96.

สว่าง วังบุญคง ,สุพจน์ กิตติบุญมา และมานพ นชะพงษ์. (2533). การทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการพ่นสารฆ่าแมลงป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย. **วารสารกีฏและสัตววิทยา** 12 (4) : 242 - 248.

สิทธิวัฒน์ เลิศศิรวรเมธ และลือชัย ต่างจิตร. (2538). รัชดา 1 พันธุ์ฝ้ายป้องกันหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันความหวังใหม่ของชาวไร่. **วารสารเคหการเกษตร** 19 (1) : 67 - 78.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. (2536). **แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ : 407.

สุกัญญา รอดเจริญ และเกษม สร้อยทอง. (2535). การใช้ไส้เดือนฝอย *Neoaplectana carpocapsae* Weiser ควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis armigera* Hubner **วารสารศูนย์บางพระ** 29 (3) : 33 - 38.

สุดาวรรณ อยู่จินดา. (2527). ผลในการทำให้เกิดโรคจากส่วนประกอบของเชื้อ *Bacillus thuringiensis* var thuringiensis ต่อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Helicoverpa armigera* Hubner). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเทพ สหายา. (2540). แนวโน้มการต้านทานต่อสารยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนเจาะสมอฝ้าย. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**. 19 (1) : 38 - 41.

สุภาณี พิมพ์สมาน. (2540). **สารฆ่าแมลง**. พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุภาพร สุกสีเหลือง. (2541). **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ. พิมพ์ดี . กรุงเทพ.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. (2527). **ปฐพีศาสตร์เบื้องต้น**. ภาคปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรินทร์ นิลสำราญจิต และพิทยา สรวมศิริ. (2542). **การพัฒนาระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินของสตรอเบอรี่.** สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

เสรี ไชยพัฒน์ และรุ่งโรจน์ พึ่งพันธุ์. (2537). พืชทางเลือกใหม่ของเกษตรกรในพื้นที่ดินเค็ม. **วารสารพัฒนาที่ดิน** 31 (345) กุมภาพันธ์ : 21 - 24.

อมรา ไตรศิริ และสำรวย ปลูกงาม. (2533). การใช้สารเคมีกำจัดหนอนเจ้าสมอฝ้าย *Helicoverpa armigera* Hubner ในระยะสำคัญของช่วงอายุฝ้าย. **วารสารกีฏและสัตววิทยา** 12 (2) : 77 - 86.

อวบ สารถ้อย. (2540). **เทคโนโลยีการใช้สารกำจัดศัตรูพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1 ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ.

อาณัติ ต๊ะปินตา. (2534). การใช้สารสะเดาในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช. **ข่าวสารพิษและสารอันตราย** 2 (1) : 60 - 62.

อินทวัฒน์ บุรีคำ ,พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี และชูแสง แพงวังทอง. (2534). ความสัมพันธ์ของจำนวนผีเสื้อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (Lepidoptera : Noctuidae) ที่ดักได้จากกับดักฟีโรโมนกันปริมาณไข่แมลงที่นับได้บนพืช และสภาพลม ฟ้า อากาศ. **วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์** 25 (4) : 414 - 420.

อุดม ก๊กผล. (2543). การวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อใช้ในการเกษตร. ใน **เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ เรื่อง การวิจัยหาสารควบคุมศัตรูพืชธรรมชาติ ตุลาคม 2543** คณะวิทยาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อุทัย เกตุนุติ. (2538). การใช้ไวรัส เอ็น พี วี ควบคุมหนอนผีเสื้อศัตรูกุหลาบ. **วารสารเคหการเกษตร** 19 (1) : 119 - 123.

อุทัย เกตุนุติ, อัจฉรา ตันติโชดก และพิมลพร นันทะ. (2534). การศึกษาอัตราความเข้มข้นของไวรัส NPV เพื่อควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายบนส้มเขียวหวาน. **วารสารกีฏและสัตววิทยา** 13(1) : 26 - 31.

โอชา ประจวบเหมาะ. (2527). **รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ปี 2527เรื่องการศึกษาระดับเศรษฐกิจของหนอนกอลาย หนอนกอสีขาว และหนอนกอสีชมพู.** กองกีฏและสัตววิทยา : 83 - 37.

Adedire CO and Lajide L. (1999). Toxicity and oviposition deterrency of some plant extracts on cowpea storage bruchid, Callosobruchus maculatus Fabricius. **Zeitschrift for Pflanzenkrankheiten and Pflanzenschutz.** (106) 6 : 647 - 653 .

Ahmed M, Scora R.W. and Jing IP. (1994). Composition of leaf oil of *Hyptis suaveolens* (L .) Poit. **Journal of Essential oil Research**. (6) : 571 - 575.

Ahmed S., Grainge M., Hylin J.W., Mitchel W.C. and. Litsinger J.A. (1984). Some promising plant species for use as pest control agents under traditional farming systems. Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. In **Proceeding of the second Internation Neem Conference. Rauischholzhausen** 1983 (pp 380 – 565) Federal Republic of Germany.

Aluri RJS. (1990). The explosive pollination mechanism and mating system of the weedy *Hypthis suaveolens* (Lamiaceae). **Plants Species Biology.** 5 (2) : 235 - 241.

Amvam zollo, Biyiti L. Tchoumbougnang F, Menut C, Lamaty G and Bouchet P. (1998). Aromatic plants of tropical centrol Africa. Part XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. **Flavour and Fragrance Journal**. 13 (2) : 107 - 114 .

Anonymous.(1989). **The use of natural enemies to control agricultural pests** : Newsletter No. 86 Food and Fertilizer Technology Center. Taipe. Taiwan.

Anonymus. 1986. **Majar weed in Thailand**. *Hypthis suaveolens* (L.) Poit.

Asekun OT, Ekundayo O and Adeniyi BA. (1999). Antimicrobial activity of the essential oil of *Hypthis suaveolens* leaves. **Fitoterapia**. (70) 4 : 440 - 442 .

Babu, J.R.. (1988). **Biological and Pesticidal Activities** In Biologically Active Natural Products : Potential use in Agriculture H.G. Cutler (ed).(pp 91 – 108). Washington.

Bach, P. (1974). **Biological Control by Natural Enemies**. Combridge University Press, London.

Bayardo PR, Lemus JS, and Vergara SMI, Pedroza MA and Gomez GE. (1996). Evaluation of three varieties of fat Chia (*Hyptis suaveolens* (L.) : fertilizer rale and population densitiy. **Advances on Investigacion Agropecuaria** (5) 1 : 22 - 31.

Borer,D.J. ; Triplehorn C.A. and Johnson N.F. (1989). **An Introduction to the Study of Insects**. 6 th Ed. Sauders College Pub., Philadelphia.

Bowers, W.S. (1983). Endocrine stratigies for insect control. **Pesticide Chemistry : Human Welfare and the Environment.** V (2), Natural Products, Pergamon Press, New York .

Brophy, J.J., Punruakvong A, Uraisakul, K. soonthorn thanasart T. and Janthorn S. (1996) **Chemical Compesition of the Essential Oil of *Hyptis suaveolens* (L .) Poit. From Thailand**. Dept of Org. Chem, Univ of New South Wales Kensington : Australia.

Busvine, J.R. (1971). **A Critical Review of the techniques for testing insecticide**. Commonweath agriculture Boreoux.

Cameron AG. (1996). Evaluation of tropical species as leys in the semi – arid tropics of northern Australia. Workshop on conservation farming for the semi – arid tropics **Australia Journal of Experimental Agriculture.** 36 (8) : 929 - 935.

Cowie ID and Werner P.A. (1993). Alien plant species invasive in Kakadu National Eng : Elsenvier **. Applied Science**. 63 (2) : 127 - 135.

Cramer, H. H. (1967). Plant protection and world crop production. **Pflanzenschutz – Nachrichten "Bayer"** 20 (1) :1 - 524.

David carter. (1982). **Butterflies & Britain and Europe**. The British Museum. Toppan Printing . Hungkung. : 192.

David, Hoffman, Barnett A. , Rottner G. , Allen Burton Jr and John Cairns Jr. (1995). **Handbook of Ecotoxicology**. CRC Press.

Douglas , J.S. (1975 **). Hydroponic**. Oxford University Press. Delhi.: 185.

Estilai A., Baameur A., Hill A.B., Mccroham P.R., Princen L.H. and Rossi C. (1996). Developing chain and other salvia species as sources of industrail and cooking oils**.** In **Proceeding of the Ninth international conference on jojoba and its uses and of the Third international conference on new industrial crops and products**.(pp 365 – 367).

Fensham – R.J. and Cowie I.D. (1998). Alien plant invasions on the Tiwi Island. Extent, implications and priorities for control. **Biological Conservation** 83 (1) : 55 - 68.

Georghiou, G.P. (1983). **Management of resistance in arthropods in Pest Resistance to Pesticides**. Plenum Press. New York and London.

Ghassemi F, Jakemom A.J. and NIX H.A. (1995). **Salinisation of land and water resources Human Courses, Extent Management & case studied**. CAB international. The Australian National University Canberra. Australia.

Gonzalez A.G., L. Maijar, Z.L. BAZZOCCHI, M.D. Correa and Gupta M.P. (1994). Screening of antimicrobial and Cytotoxic activities of Panamanian plants**.Phytomedicine** (1) : 149 - 153 .

Hare P.D., Du Plessis S., Cress W.A. and Van Staden J. (1996). Stress induced change in plant gene expression. Prospects for enhancing agricultural productivity in South Africa. S. AFR **Journal science**. 92 (2) : 431 - 439.

Holling worth R.M. and Lund A.E. (1982). **Biological and neurotoxic effects of amidine pesticides** In J.R. Coats (ed). **Insecticide Mode of Action**. (pp 189 – 226) Academic Press. New York.

Ingle S.S, Shah M.P., Vaidya A., Chhatpar H.S. and Roa K.K. (1997). Effect of delta- endotoxin of *Bacillus thuringiensis* var kurstaki on midgut of *Helicoverpa* (Heliothis) *armigera*. **Indian Journal of Experimental Biology**. 35 (1) : 83 - 85.

Iwu M.M., EZEUGWU CO., and OKUNJI C.O. (1990). Antimicrobial Activity and Terpenoids of the Essential Oil of the *Hyptis suaveolens* . **International Journal of Crude Drug Research .** 28 (1) : 3 - 76.

Iwu MM, Ezeugwu Co, Okunji Co, Sanson DR and Tempesta MS. (1990). Antimicrobial activity and terpenoid of the essential oil of *Hyptis suaveolens* . **International Journal Crude Drug Research** 28 (Feb) : 73 - 76.

Jain S.P. and Singh SC. (1994). Ethno medico botanical survey of Ambikapur district , M.P. Ethnobiology in human welfare. **abstracts of the fourth internation congress of ethnobiology 17 - 21 November 1994**.(pp 293) Lucknow . Ultar Pradesh : India.

Kyparissis A , Petropoulou Y and Manetas Y. (1995). Summer survival of leave in a shot – learn shrub (*Phlomis fruticosa* L., Labiatae) under Mediterranean field conditions : avoidance of photoinhibitory damage though decrease chlorophyll contents. **Journal of Experimental Botony**. 46 (293) : 1825 - 1831.

Larry P. Pedigo. (1991). **Entomology and pest Management**. Iowa State University Maxwell Macillan international edition.

Lincoln Taiz and Eduardo zeiger. (1991). **Plant Physiology**. The Benjamin cumming Publishing Company Inc.

Mallovarapu G.R., Ramesh S, Kaul P.N., Bhattacharya AK and B.R. Rajeswara Rao. (1993). The essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Journal of Essential oil Research.** (5) 3 : 321 - 323.

Metcalf, R.L.(1983). **Implication and prognosis of resistance to insecticide in Pest Resistance to Pesticide**. Plenum Press, New York and London.

Michael Roe, James D. Burton and Ronald J. Kuhr. (1997) . **Herbicide Activity : Toxicology. Biochemistry and Molecular Biology**, USA.

Ngassoum MB, Jirovetz L and Buchbaver G. (1999). Essential oil and headspace from *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. Leaves and flowers from Cameroon**. Journal of Essential oil Research**. (1 1) 3 : 283 - 288.

Oho D. and Weber B. (1992). **Insecticide** : Mechanism of Action and Resistance Intercept. England.

Pandey VN and Dubey NK. (1997). Antifungal potentiality of some higher plants against Pythiun species causing damping off in tomato**. National Academy Science Letters**. 20 (56) : 68 - 70.

Pant, A.K., Singh A.K., Mathela C.S., Parihar R., Dev. V., Nerio A.T and Bottini A.T. (1992) Essential Oil From *Hyptis suaveolens* (L.) Poit Research Report. **Journal of Essential oil Research**. 4 (Jan / Feb) : 9 – 19.

Pillay SV. (1997). Biochemical changein *Hyptis sauveolens* (L .) Poit and *Helianthus annuus* L.Indian **Journal of Plant Physiology**. 1 (3) : 153 - 156.

Queiroz voltan RB , Stubblebine WH and Shepherd G. (1995). The role of terpene variation in *Hyptis suaveolens* in the defense against herbivores. **Bragantia**. 54 (2) : 217 - 235.

Raju AJS. (1997). Green spider, Pencetia viridans preying on the foraging bees of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae). **Insect Environment**. 3 (3) : 65.

Ricardo Ayerza and Wayne Coates. (1996). **New Industial Crops : Northwestern Argentina RegionalProject.** [On – line]. Available : http://www. Hort. Produe.edu/newcrop/proceedings 1996 / V3 - 045.html.

Richard Garham J. (1991). **Ecology and management of food industry pests**. Food and Dung Administation Public Health service. USA.

Sangkhun lee ; Rong Tsao and Joel R. Coats. (1999). Influence of Dietary Applied Monoterpenoids and Derivaties on Survival and Growth of the European Carn Borer (Lepidoptera : Pyralidae). **Entomological Society of America.** 92 (1) : 56 - 67.

Schulze , E.D. ; Robinchaux, R.H; Grace, J ; Rundee , P.W. and Ehleringer, J.R. (1987). Plant water balance. **Bioscience.** 37 (1) : 30 - 37.

Sikawar RLS. (1994). Ethanveterinary plant medicines in Morena district of M.P. , India. Ethnobiology in human welfare. **abstracts of the fourth internation congress of ethnobiology 17 - 21 November 1994.** (pp 289). **Lucknow . Ultar Pradesh : India**.

Singh AK. (1999). Efficacy of some plant leaf extracts against weed fungi coming up during cultivation of oyster mushroom on sugarcane bagasse. **Indian Phytopathology.** (52) 2 : 179 - 181.

Singh HB and Handique AK. (1997). Antifungal activity of the essential oil *of Hyptis suaveolens* and its efficacy in biocontrol measures in combination with *Trichoderma harzianum.* **Journal of Essential oil Research**. 9 (6) : 683 - 687.

Smitinand, Tem and Kai Larsen. (1970 – 1981). **Flora of Thailand.** Vol.2. Chutima Press, Thailand.

Soares AMQ and Lopes CA. (1994). Bacterial with *(Pseudomonas solanacearum*) on two weed species of the family Labiatae. **Fitopatologia Brasioleria**. 19 (4) : 581 - 584.

Somnuk Wongtong, Boonsong kangkatip, Ngarmpong kangkatip, Ngarmpong kangkatip and Pitakpong pompranee. (1992). Sex Pheromone of Cotton Bollworm *Heliothis armigera* (Hubner). **Kasetsart Journal** (Not. Sci. Sppl.) V (26) : 30 - 33.

Sperber CF. (1996). Field diet of the grasshopper *Abracris dilecta* Walker (Orthoptera , Acrididae). **Revista Brasileira de zoologia** 13 (1) : 127 - 135.

Thanee, N. (1988). **Oviposition preference, Larval feeding preference and larval food quality of *Heliothis armigera* on different food plants**. Ph.D. Thesis. Faculty of Agricultural anf Horticulture Science. Massey University, New Zealand. : 222 .

Thanee, N. and Fenemore P.G. (1991). Pheromone Trapping of *Heliothis armigera* at Palmerston North NewZealand. **Journal of Science Khon Kaen University**. 19 (4) : 208 - 214.

Thanson. R.H.. (1993). **The chemistry of Natural Products**. Second edition. Blackie academic and professional : 453 .

Tiny IP , Mukhtar Ahmed , Scora RW , Brown JH , Arquette JD , Princen LH (ed.) and Rossi C (1996). Terpene composition of Chia and Cham leaf tissue. In **Proceedings of the Ninth international conference on jojoba and its uses and of the Third international conference on new industrial crops and products 25 - 30 September 1994.** (pp 368 – 373). **Catamarca : Argentina**.

Turner, N.C.(1979). **Drought residtance and adaptation to water deficits in crop plant**. In : H. Mussel and R.C. Staples (edc.) Stress Physiology in crop Plants. Wiley . New York.

Upatham E.S., Wangsomnuk P., Kruatraachue M., Chitramvong Y.P. and Rentrakul V. (1998). Acute toxicity of a plant molluscicide, *Brassaia actinophylla* on *Indoplanorbis exustus* and non – target organism. **Molluscan Research** 19 (2) : 1 - 14.

Uraisakul K and Oates CG. (1999). Effectiveness of some botanical extracts on vegetative growth of papaya and egg hatching inhibition of African red spider mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)). In **The 37 th Kasetsart University Annual Conference. 3 - 5 February**. (pp 11 – 18).

Uraisakul K. (1997). Insecticidal Activities Study of the Extract of Muang Lak Khae (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit) On *Aphis gossypii* Glov. And Orthaga sp. In **Proceeding of academic International Research** (pp 16).

Uriasakul K. (1996). A Study of Some Herb Extracts Effects on Chilli Seed Germination . In **Proceeding in academic 13 of Instructor Rajamangara Institude of Technology Ayutthaya Huntra Campus.** (pp 12).

Wayne G. Landis and Ming Ho yo. (1995). **Introduction to Environmental Toxicology Impacts of Chemicals upon Ecological System**s. Lewis publisLerisan imprint of CRC Press.

Wilson CG. (1997). Phytophagous insect fauna of two weeds, *Hypthis suaveolens* (L.) Poit and *Jatropha gossypifolia* L., in Australia' s Northern Territory. **Australia Entomologist**. 24 (2) : 55 - 60.

Xie Y.S., Fields P.G. and Isman M.B. (1995). Repellency and Toxicity of Azadirachtin and Neem Concentrates to Three Stored – Product Beetles.**Economic Entomology**.88(4) : 1024 – 1031.

Yan huang, Shao xing chen and Shuit hung ho. (2000). Bioactivities of Methyl Allyl Disulfide and Diallyl Trisulfide from Essential Oil of Garlic to Two Species of Stored – Product Pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenbrionidae)**. Economic Entomology.**93(2) : 537 – 543**.**

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตาราง แสดงส่วนประกอบของสารต่างๆในวิตามินรวมสำหรับเลี้ยงหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน

ชื่อสาร	ปริมาณ (mg)
Niacin	600
Inositol	500
Calcium panthathenate	600
Thiamine	150
Riboflarin	300
Pyridoxin	150
Folic acid	150
Biotin	12
Vitamin B_{12}	2

หมายเหตุ ส่วนผสมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

(สุกัญญา รอดเจริญและเกษม สร้อยทอง 2535)

* เมื่อเตรียมวิตามินในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังตาราง ต้องเก็บวิตามินไว้ในตู้เย็นไม่ให้คุณภาพวิตามินสลายตัว

ภาคผนวก ข.

แสดงตารางการเตรียมสารละลายอาหารน้ำ hydroponics

ขั้นตอนการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น (CONCENTRATION NS TANK : C-TANK) เช่นถ้าต้องการสารละลายธาตุอาหาร (WORKING NS) 10,000ลิตร ให้เตรียมสารในถังสารละลาย
ธาตุอาหารเข้มข้น โดยปฏิบัติดังต่อไปนี้

ถัง A (ขนาด 50 ลิตร)[1/] สำหรับเตรียม STOCK A
1.ใส่น้ำ 20 ลิตร
2.ใส่ HNO_3 = 1,147 ml ในถัง A
3.ใส่ $(NH_4)_2 HPO_4$ = 1.45 kg. ละลายน้ำก่อนน้ำ 10 ลิตร และเทลงถัง A
4.ใส่ $MgSo_4$ = 1.5 kg. ละลายน้ำก่อนน้ำ 1 ลิตร และเทลงถัง A
5.ใส่ KNO_3 = 7.514 kg. ละลายน้ำก่อนน้ำ 1 ลิตร (ในน้ำอุ่น จะทำให้สารละลายเร็วขึ้น) และเทลงถัง A
6.เติมจุลธาตุ

6.1. $(NH_4)_2 MoO_4$ = 1 g. ละลายน้ำก่อนน้ำ 1 ลิตร และเทลงถัง A
6.2.H_3BO_4 = 30 g. ละลายน้ำก่อนน้ำ 1 ลิตร และเทลงถัง A
6.3. $MnSo_4 . 4H_2O$ = 68 g. ละลายน้ำก่อนน้ำ 1 ลิตร และเทลงถัง A
6.4.$ZnSo_4 . 4H_2O$ = 20 g. ละลายน้ำก่อนน้ำ 1 ลิตร และเทลงถัง A
6.5.$CuSo_4 . 4H_2O$ = 5 g. ละลายน้ำก่อนน้ำ 1 ลิตร และเทลงถัง A

7.ปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ได้ 50 ลิตร คนให้เข้ากัน
pH ที่ได้ควรจะน้อยกว่า 2 pHที่วัดได้จริงเท่ากับ

ถัง B (ขนาด 50 ลิตร)[1/] สำหรับเตรียม STOCK B[2/]
1.ใส่น้ำ 20 ลิตร
2.ใส่ HNO_3 = 15.25 ml ในถัง B
3.ใส่ $Ca(No_3)_2 4H_2O$ = 6.7 kg. ละลายน้ำก่อนน้ำ 12 ลิตร และเทลงถัง B
4.ใส่ Fe-EDTA = 400g.

5.ปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ได้ 50 ลิตร คนสารละลายให้เข้ากัน

pH ที่ได้ควรจะน้อยกว่า 2 pHที่วัดได้จริงเท่ากับ

pH ที่ควรจะได้ = 4-6 pHที่วัดได้จริงเท่ากับ

MELON และผักกินผลอื่นๆ	ผักกินใบ
อัตราการใช้ Stock A : B : น้ำ = 1 : 1 : 200 (ปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ได้ 200 ลิตร) หรือ 5L : 5L : 1,000L	อัตราการใช้ Stock A : B : น้ำ = 1 : 1 : 400 (ปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ได้ 200 ลิตร) หรือ 2.5L : 2.5L : 1,000L

หมายเหตุ [1/] ถังที่ใช้ควรทึบแสงและทนต่อสภาพกรดได้ดี

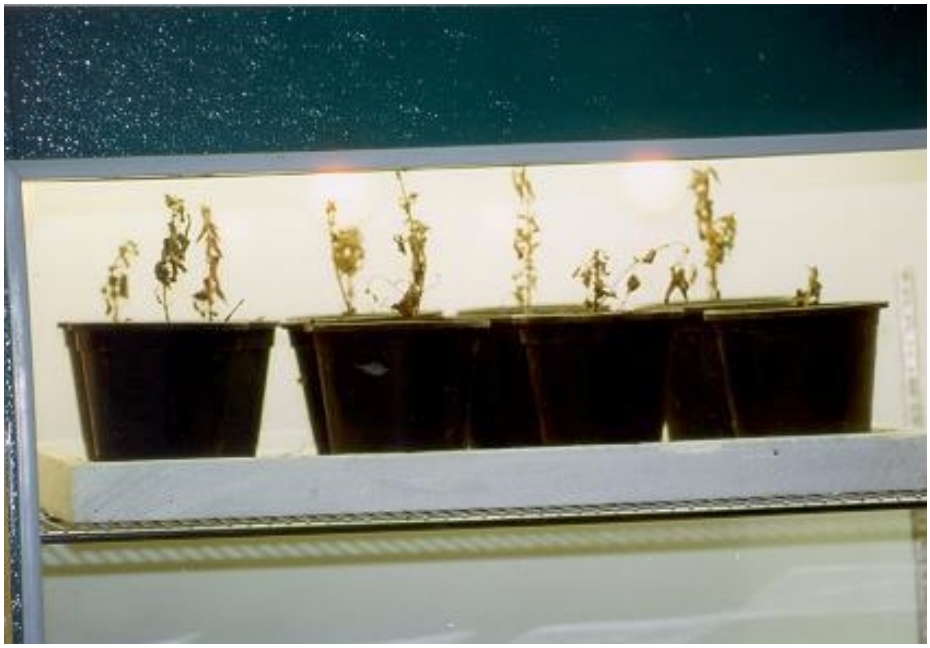
[2/] Stock B ไม่ควรให้ถูกแสงแดดเพราะใน Stock นี้มีธาตุเหล็ก (Fe) ซึ่งธาตุเหล็กจะเสื่อมสลายไปเมื่อถูกแสง

ดัดแปลงมาจาก Hoagland (1938) & Aran และ Hewitt (1983)

ภาคผนวก ค

ภาพที่ 1 ต้นแมงลักคาในสภาวะพื้นที่ดินเค็ม

ภาพที่ 2 การแตกกิ่งก้านของต้นแมงลักคา



ภาพที่ 3 การทดสอบหาค่า permanent wilting

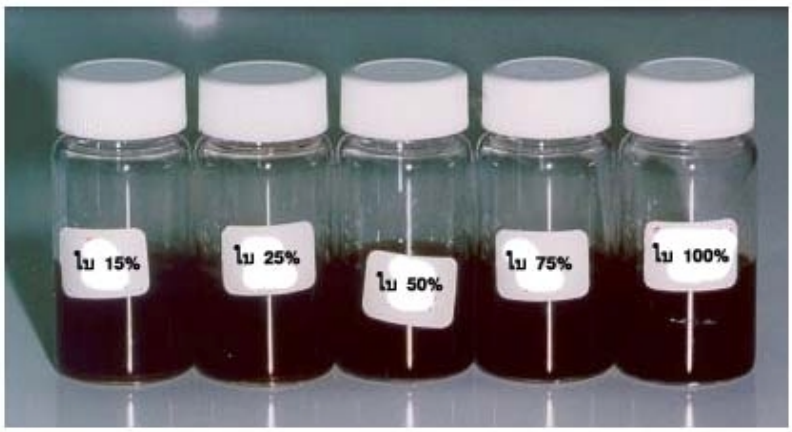
ภาพที่ 4 ต้นแมงลักคาในสภาวะทนแล้งที่ผลิใบใหม่ได้

ภาพที่ 5 ลักษณะใบไหม้ของต้นแมงลักคาในสภาวะทนเค็ม

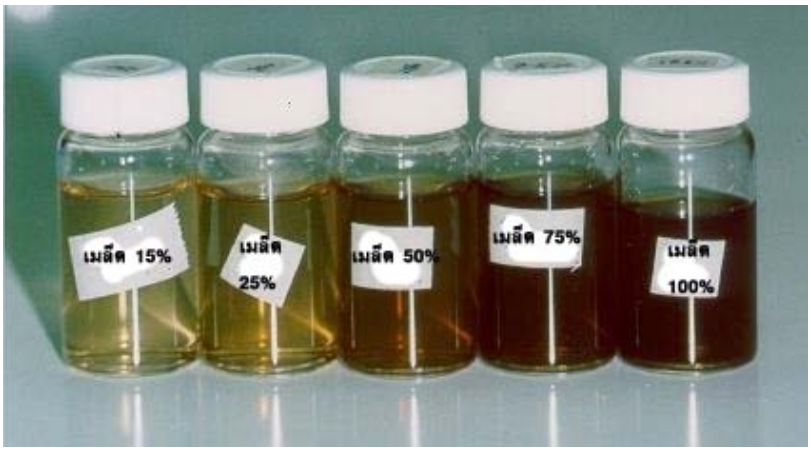
ภาพที่ 6 การตายของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน เมื่อได้รับสารสกัดแมงลักคา

ภาพที่ 7 ทดสอบความเป็นพิษสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อปลานิล

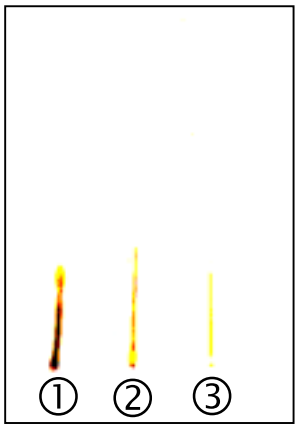
ภาพที่ 8 ทดสอบความเป็นพิษสารสกัดใบและเมล็ดแมงลักคาที่มีผลต่อหนูเม้าส์



ภาพที่ 9 สารสกัดใบแมงลักคา



ภาพที่ 10 สารสกัดเมล็ดแมงลักคา



ภาพที่ 11 การแยกส่วนประกอบของสารสกัดใบแมงลักคา โดยวิธี TLC

1. ธรรมชาติ
2. ทนแล้ง
3. ทนเค็ม

ประวัติผู้เขียน

นางสาวรัชดาภรณ์ พิทักษ์ธรรม เกิดเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2511 เริ่มเข้าศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2533 ได้ทำงานเป็นผู้ประกาศข่าวสถานีโทรทัศน์ ช่อง 11 กรมประชาสัมพันธ์ และผู้ประกาศข่าวสถานีวิทยุองค์การสื่อสารมวลชนแห่งประเทศไทย FM 100.5 เมกกะเฮิรต์ จังหวัดมหาสารคาม เป็นงานนอกเวลาและเป็นนักวิชาการดูแลการผลิตแหอวน ที่โรงงานเดชาแหอวน จังหวัดขอนแก่น แล้วจึงศึกษาต่อระดับปริญญาโท ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2536 ขณะเรียนได้เข้าทำงานเป็นผู้สื่อข่าวและผู้ประกาศข่าวสถานีโทรทัศน์สีกองทัพบก ช่อง 7 จึงศึกษาต่อระดับปริญญาเอก สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2540

ปัจจุบันรับทุนการศึกษาโครงการพ.ว.ส. สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี จะได้รายงานตัวเป็นอาจารย์ ที่สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี หลังจากจบหลักสูตรแล้ว