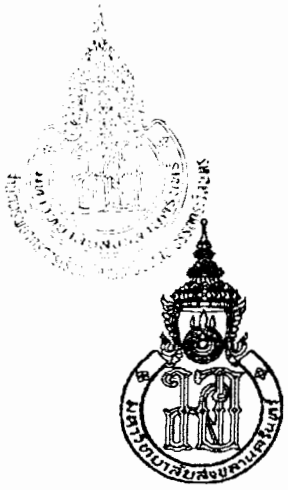


การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงในปลวก *Coptotermes curvignathus* (Holmgren)

Toxicity Tests of Plant Extracts and Insect Growth Regulators in Termite, *Coptotermes curvignathus* (Holmgren)

กนก มหารัตน์

Kanok Maharat

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Entomology
Prince of Songkla University
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

SB222 .A32 .M37
Bib key
/ /

ชื่อวิทยานิพนธ์ การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงในปลวก *Coptotermes curvignathus* (Holmgren)

ผู้เขียน นายกนก มหารัตน์

สาขาวิชา กีฏวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สิทธิฉายา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์)

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงในปลวก *Coptotermes curvignathus* (Holmgren)

ผู้เขียน นายกนก มหารัตน์

สาขาวิชา กีฏวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สิทธิฉายา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์)

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มค้ำ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....
(นายกนก มหารัตน์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....กนก มหารัตน์.....

(นายกนก มหารัตน์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงในปลวก *Coptotermes curvignathus* (Holmgren)
ผู้เขียน นายกนก มหารัตน์
สาขาวิชา กีฏวิทยา
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ปลวก *Coptotermes curvignathus* (Holmgren) เป็นปลวกสำคัญชนิดหนึ่งที่เข้าทำลายไม้สดของยางพาราและต้นไม้อื่นอีกหลายชนิด ดังนั้นจึงได้ศึกษาความเป็นพิษของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงและสารสกัดจากพืชบางชนิดต่อปลวกชนิดดังกล่าวในห้องปฏิบัติการ ทดสอบพิษแบบกินตายโดยให้ปลวกงานกินเหยื่อพิษของสารทดสอบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และพิษแบบสัมผัสตายโดยให้ปลวกงานสัมผัสกับกระดาษ Whatman ที่จุ่มสารทดสอบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ นับปลวกที่ตายและคำนวณค่า LC_{50} หลังจากทดสอบที่ 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

พบว่า สาร lufenuron ฆ่าปลวกได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 72 ชั่วโมงต่ำสุด 1,920.5 ppm รองลงมา ได้แก่ สาร flufenoxuron chlorfluazuron novaluron และ buprofezin โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2,447.5 8,053.1 16,522.4 และ 19,406.3 ppm ตามลำดับ ปลวกที่ได้รับสารกลุ่มดังกล่าวจะตายอย่างช้าๆ เช่น เมื่อได้รับสาร lufenuron ที่ระดับความเข้มข้น 3,000 ppm พบปลวกตาย 10.0% ที่ 24 ชั่วโมง และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 33% 57% 84% และ 97% ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากพืชออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายดีกว่าแบบกินตาย และการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน มีพิษสูงกว่าการสกัดด้วยเอทานอล สารสกัดผลดีปลีที่สกัดด้วย เฮกเซน ออกฤทธิ์สัมผัสตายดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 72 ชั่วโมง ต่ำสุด 269.2 ppm รองลงมาได้แก่สารสกัดเมล็ดพริกไทยและสารสกัดเมล็ดสะเดาช้าง ซึ่งมีค่าดังกล่าว เท่ากับ 455.5 และ 731.2 ppm ตามลำดับ

นอกจากนี้ได้ทดสอบการถ่ายทอดความเป็นพิษของปลวกงานที่ได้รับเหยื่อพิษของสารทดสอบไปยังปลวกงานปกติ โดยให้ปลวกงานกินเหยื่อพิษของสาร lufenuron flufenoxuron สารสกัดดีปลี พริกไทย และเมล็ดสะเดาช้าง เปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลง fipronil และน้ำเปล่า

เป็นชุดควบคุม นำปลวกงานที่กินเหยื่อพิษ 1 ตัว ปล่อยรวมกันกับปลวกงานปกติจำ 10 ตัว นับจำนวนปลวกที่ตายและคำนวณเปอร์เซ็นต์การตายที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง พบว่าปลวกงานที่ได้รับเหยื่อพิษของสารทดสอบสามารถถ่ายทอดสารพิษไปยังปลวกงานปกติได้ ที่เวลา 120 ชั่วโมง ปลวกงานที่ได้รับเหยื่อพิษจากสารสกัดดีปลี สามารถถ่ายทอดความเป็นพิษไปสู่ปลวกงานปกติได้สูงสุด เนื่องจากพบปลวกงานตายสูงสุด 30% รองลงมา คือ เหยื่อพิษจากสาร fipronil สารสกัดสะเดาช้าง สารสกัดพริกไทย สาร lufenuron และสาร flufenoxuron ซึ่งพบปลวกงานตาย 26% 24% 22% 18% และ 14% ตามลำดับ

หากพิจารณาค่าความเป็นพิษและความสามารถในการถ่ายทอดสารพิษของปลวกงานที่ได้รับเหยื่อพิษไปสู่ปลวกงานปกติ สรุปได้ว่าสารสกัดจากดีปลีที่สกัดด้วยเฮกเซนออกฤทธิ์ได้ดีกว่าสารฆ่าแมลง fipronil และสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงในการฆ่าปลวก *C. curvignathus* ดังนั้น จึงควรศึกษาและพัฒนาสารสกัดของพืชชนิดดังกล่าวเพิ่มเติมในสภาพแปลงทดลองเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการควบคุมปลวกชนิดนี้ เพื่อลดการใช้สารเคมีในอนาคต

Thesis Title	Toxicity Tests of Plant Extracts and Insect Growth Regulators in Termite, *Coptotermes curvignathus* (Holmgren)
Author	Mr. Kanok Maharat
Major Program	Entomology
Academic Yea	2015

Abstract

Coptotermes curvignathus (Holmgren) is an economically important termite attacking fresh wood of rubber tree as well as other tree species. Therefore, toxicity tests of some insect growth regulators and some plant extracts were studied against this insect in laboratory. Stomach poison was done by feeding different concentrations of poison bait to *C. curvignathus* workers. Contact poison was performed by exposure of termite workers to Whatman filter paper dipping with different concentrations of tested solution. Termite mortality and toxicity value (LC_{50}) were calculated at 24, 48, 72, 96 and 120 h after treatment.

Lufenuron showed the most toxic effect to *C. curvignathus* with the lowest LC_{50} of 1,920 ppm at 72 h, followed by flufenoxuron, chlorfluazuron, novaluron and buprofezin with LC_{50} of 2,447.5, 8,053.1, 16,522.4 and 19,406.3 ppm, respectively. Termites gradually died after ingested tested substances. After ingestion of lufenuron at 3,000 ppm, termite mortality was 10.0% at 24 h and then reached 33%, 57%, 84% and 97% at 48, 72, 96 and 120 h, respectively. Toxicity of plant extract as contact was higher than that as stomach. Hexane extract showed more toxic than ethanolic extract. Hexane extract of long pepper fruit (*Piper retrofractum*) showed the most toxic to *C. curvignathus* with the lowest LC_{50} of 269.2 ppm at 72 h, followed by extracts from black pepper seed (*Piper nigrum*) and thiem seed (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs), with LC_{50} of 455.5 and 731.2 ppm, respectively.

Toxic transmission was done by feeding termite workers with poison baits of lufenuron, flufenoxuron, and extracts from *P. retrofractum, P. nigrum*and *A. excelsa* as compared to fipronil and water prior to place it living together with other 10 normal termite workers. Termite mortality was calculated at 24, 48, 72, 96 and 120 h. Treated termite workers could transmit poison baits to normal workers. After 120 h of treatment, workers fed with *P. retrofractum* exhibited the highest mortality of 30 %, followed by those fed with fipronil, *A. excelsa, P. nigrum* extracts, lufenuron and flufenoxuron with mortality of 26, 24, 22, 18 and 14%, respectively.

In terms of toxicity and toxic transmission to normal termite workers, hexane extract from *P. retrofractum* has a high potential to kill *C. curvignathus* in a comparison with fipronil and insect growth regulators. Further study of this plant extract should be done under field condition to reduce chemical application in the future.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ งามผ่องใส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.สุรไกร เพิ่มคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สิทธิฉายา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสุระพงศ์ สายบุญ สำหรับคำปรึกษาที่ดีในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณ คุณปัทมพร อินสุวรรโณ คุณสิริพร ศรีเจริญ คุณยุพิน ศรีเจริญ และคุณบุญเชิญ แสงเทียน ที่อำนวยความสะดวกงานด้านธุรการคุณสุพจน์ แก้วประสิทธิ์ และคุณมงคล รัตนโสภา สำหรับการช่วยเหลืองานทุกอย่างในด้านการทดลองที่เรือนปฏิบัติการพิษวิทยาของแมลง และขอขอบคุณ ภาควิชา การจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับอำนวยความสะดวกในสถานที่ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีงบประมาน 2554-2555

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอน้อมระลึกถึงพระคุณ คุณพ่ออนันต์ มหารัตน์ คุณแม่วาสนา รัตนช่วง และญาติพี่น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา ขอขอบคุณคุณวัชระ ลุ้งใส้ คุณสุฮัยญา แวยูโซะ คุณมัสรินทร์ วิวัฒน์ คุณเอื้อมพร อุยยะพัฒน์ คุณฟิตรีนา ดาราแม คุณหงส์ฟ้า แซ่เตี้ยง และพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคน รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเสร็จลุล่วง จึงใคร่ขอขอบพระคุณด้วยใจจริงเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

กนก มหารัตน์

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการตารางผนวก	(12)
รายการภาพ	(20)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	
ตรวจเอกสาร	
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	21
3. ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง	32
4. สรุป และข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	59
ประวัติผู้เขียน	109

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ชนิดของสารฆ่าแมลงที่ใช้ทดสอบ	24
2 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 72 ชั่วโมง	35
3 ปริมาณสารสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร 10 ชนิด ที่สกัดโดยวิธีการแช่ยุ่ย (maceration)	37
4 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ของการทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัสของน้ำมันชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ	42
5 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ของการทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัสของสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ	44
6 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ของการทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายของน้ำมันชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ	47
7 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ของการทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายของสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ	49
8 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ	51

รายการตารางผนวก

ตารางที่	หน้า
1 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ	60
2 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 ชั่วโมง	62
3 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 48 ชั่วโมง	63
4 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 72 ชั่วโมง	63
5 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 96 ชั่วโมง	63
6 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 120 ชั่วโมง	64
7 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง	64
8 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง	64
9 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง	65
10 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง	65
11 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง	65
12 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตาย ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมงในห้องปฏิบัติการ	66

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

13 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันสะเดาช้าง ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 71

14 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันไพล ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 71

15 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกระทือ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 71

16 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกระชาย ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 72

17 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันขิง ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 72

18 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันข่า ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 72

19 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันพริกไทย ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 73

20 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันดีปลี ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 73

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

21 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกระวาน ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 73

22 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกานพลู ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 74

23 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง 74

24 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง 74

25 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง 75

26 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง 75

27 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง 75

28 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสกัดหยาบ ชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ 76

29 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบ สะเดาช้างต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 81

30 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบ ไพลต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 81

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

31 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกระทือต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 81

32 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกระชายต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 82

33 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบขิงต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 82

34 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบข่าต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 82

35 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบพริกไทยต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 83

36 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบดีปลีต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 83

37 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกระวานต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 83

38 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกานพลูต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 84

39 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง 84

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
40 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง	84
41 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง	85
42 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง	85
43 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง	85
44 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมงในห้องปฏิบัติการ	86
45 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันสะเดาช้างต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	91
46 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันไพลต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	91
47 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกระทือต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	91
48 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกระชายต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	92
49 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันขิงต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	92

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

50 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันข่า ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 92

51 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันพริกไทย ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 93

52 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันดีปลี ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 93

53 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกระวาน ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 93

54 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกานพลู ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง 94

55 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง 94

56 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง 94

57 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง 95

58 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง 95

59 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง 95

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
60 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C.* curvignathus หลังได้รับสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ	96
61 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบสะเดาช้างต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	101
62 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบไพลต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	101
63 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกระทือต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	101
64 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกระชายต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	102
65 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบขิงต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	102
66 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบข่าต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	102
67 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบพริกไทยต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	103

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
68 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบดีปลีต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	103
69 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกระวานต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	103
70 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกานพลูต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	104
71 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง	104
72 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง	104
73 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง	105
74 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง	105
75 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง	105
76 ผลการตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	106
77 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง	107
78 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 24 ชั่วโมง	107

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
79 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 48 ชั่วโมง	107
80 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 72 ชั่วโมง	108
81 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 96 ชั่วโมง	108
82 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 120 ชั่วโมง	108

รายการภาพ

ภาพที่	หน้า
1 วงจรชีวิตและวรรณะต่างๆ ของปลวก	8
2 ลักษณะของปลวก *C. curvignathus*	12
3 การเก็บตัวอย่างปลวก	23
4 ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกปลวก	23
5 วิธีการทดสอบความเป็นพิษ	25
6 ขวดแช่สารสกัด (ขวดแก้วใสขนาด 20 ลิตร)	27
7 เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator)	27
8 ขั้นตอนการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร	28
9 การทดสอบแบบการสัมผัส (contact poison)	29
10 การทดสอบแบบการกิน (stomach poison)	30
11 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ทั้ง 5 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ	34
12 ลักษณะของพืชสมุนไพรที่ใช้สารสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบ	38
13 ลักษณะของสารสกัดน้ำมัน	39
14 ลักษณะของสารสกัดหยาบ	39
15 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ	41
16 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ	43
17 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ	46

รายการภาพ

ภาพที่ **หน้า**

18 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ 48

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยถึงแม้ประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ปลูกมากกว่าประเทศไทย แต่เนื่องด้วยประเทศไทยมีความเหมาะสมด้านภูมิประเทศจึงทำให้ผลผลิตของประเทศไทยสูงกว่าของอินโดนีเซีย โดยในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตประมาณ 3.53 ล้านตัน รองลงมาได้แก่ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ประมาณ 3.09 และ 1.00 ล้านตัน ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่แล้ว ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ผลิตประมาณ 21.53 ล้านไร่ รองลงมา คือ ประเทศไทย มาเลเซีย และจีน ประมาณ 18.23 6.38 และ 6.28 ล้านไร่ ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยได้เริ่มปลูกยางพาราที่ภาคใต้ และได้ขยายพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยในปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารา รวมประมาณ 12.95 ล้านไร่ และต่อมาได้มีโครงการปลูกยางพาราเพื่อยกระดับรายได้ และความมั่นคง ให้แก่เกษตรกรในแหล่งปลูกยางใหม่ของรัฐบาล ยิ่งส่งผลให้พื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 18.76 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2554 (สถาบันวิจัยยาง, 2555)

ยางพาราเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ปลวกเข้าทำลาย ปลวกเป็นศัตรูที่สำคัญของยางพาราและเป็นแมลงศัตรูป่าไม้ที่สำคัญ (Hickin,1971) ปัจจุบันพบว่า ปลวกชนิด *Coptotermes curvignathus* (Holmgren) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่เข้าทำลายไม้ยางพาราสด โดยปลวกงานกัดกินส่วนรากของต้นยางที่มีชีวิตอยู่ โดยเฉพาะบริเวณโคนต้นใต้ผิวดินและกัดกินต่อไปภายในลำต้นจนเป็นโพรง ต่อมาเมื่อระบบรากถูกทำลาย ต้นยางจะตายในที่สุด และจะลุกลามออกไปยังต้นข้างเคียงค่อนข้างรวดเร็ว ทำให้ต้นยางตายเป็นบริเวณกว้างในระยะเวลาอันสั้น (นิรนาม, มมป ก) ในการกำจัดปลวกชนิดนี้ของเกษตรกรบางรายใช้เกลือแกงโรยบริเวณโคนต้นที่มีปลวก ปลวกจะหายไปแต่จะไปอยู่ที่ต้นถัดไป ต้นที่โรยเกลือนี้จะแสดงอาการเปลือกแห้ง เกษตรกรบางรายใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่น แต่ควบคุมได้ระยะหนึ่งเท่านั้น อาจเนื่องจากเป็นสารฆ่าแมลงถูกตัวตาย จึงไม่สามารถกำจัดปลวกให้ตายทั้งรังได้ ผลจากการทดลองของศูนย์วิจัยยางสงขลา แนะนำวิธีการควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวโดยใช้สารฆ่าแมลงคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) 20% EC อัตรา 40-80 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสารฟิโปรนิล (fipronil) 5% SC อัตรา 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ราดรอบ ๆ โคนต้นยางพาราที่ถูกปลวกทำลาย และต้นข้างเคียง ต้นละ 1-2 ลิตร (สถาบันวิจัยยาง, 2549)

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยถึงแม้ประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ปลูกมากกว่าประเทศไทย แต่เนื่องด้วยประเทศไทยมีความเหมาะสมด้านภูมิประเทศจึงทำให้ผลผลิตของประเทศไทยสูงกว่าของอินโดนีเซีย โดยในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตประมาณ 3.53 ล้านตัน รองลงมาได้แก่ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ประมาณ 3.09 และ 1.00 ล้านตัน ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่แล้ว ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ผลิตประมาณ 21.53 ล้านไร่ รองลงมา คือ ประเทศไทย มาเลเซีย และจีน ประมาณ 18.23 6.38 และ 6.28 ล้านไร่ ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยได้เริ่มปลูกยางพาราที่ภาคใต้ และได้ขยายพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยในปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารา รวมประมาณ 12.95 ล้านไร่ และต่อมาได้มีโครงการปลูกยางพาราเพื่อยกระดับรายได้ และความมั่นคง ให้แก่เกษตรกรในแหล่งปลูกยางใหม่ของรัฐบาล ยิ่งส่งผลให้พื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 18.76 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2554 (สถาบันวิจัยยาง, 2555)

ยางพาราเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ปลวกเข้าทำลาย ปลวกเป็นศัตรูที่สำคัญของยางพาราและเป็นแมลงศัตรูป่าไม้ที่สำคัญ (Hickin,1971) ปัจจุบันพบว่า ปลวกชนิด *Coptotermes curvignathus* (Holmgren) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่เข้าทำลายไม้ยางพาราสด โดยปลวกงานกัดกินส่วนรากของต้นยางที่มีชีวิตอยู่ โดยเฉพาะบริเวณโคนต้นใต้ผิวดินและกัดกินต่อไปภายในลำต้นจนเป็นโพรง ต่อมาเมื่อระบบรากถูกทำลาย ต้นยางจะตายในที่สุด และจะลุกลามออกไปยังต้นข้างเคียงค่อนข้างรวดเร็ว ทำให้ต้นยางตายเป็นบริเวณกว้างในระยะเวลาอันสั้น (นิรนาม, มมป ก) ในการกำจัดปลวกชนิดนี้ของเกษตรกรบางรายใช้เกลือแกงโรยบริเวณโคนต้นที่มีปลวก ปลวกจะหายไปแต่จะไปอยู่ที่ต้นถัดไป ต้นที่โรยเกลือนี้จะแสดงอาการเปลือกแห้ง เกษตรกรบางรายใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่น แต่ควบคุมได้ระยะหนึ่งเท่านั้น อาจเนื่องจากเป็นสารฆ่าแมลงถูกตัวตาย จึงไม่สามารถกำจัดปลวกให้ตายทั้งรังได้ ผลจากการทดลองของศูนย์วิจัยยางสงขลา แนะนำวิธีการควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวโดยใช้สารฆ่าแมลงคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) 20% EC อัตรา 40-80 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสารฟิโปรนิล (fipronil) 5% SC อัตรา 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ราดรอบ ๆ โคนต้นยางพาราที่ถูกปลวกทำลาย และต้นข้างเคียง ต้นละ 1-2 ลิตร (สถาบันวิจัยยาง, 2549)

การกำจัดปลวกชนิดนี้ให้หมดสิ้นโดยการใช้สารฆ่าแมลงที่แนะนำดังกล่าวจึงเป็นไปได้ยาก จึงนำสารฆ่าแมลงกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโต (insect growth regulator, IGRs) มาพัฒนาเป็นเหยื่อล่อควบคุมปลวกในสวนยาง โดยอาศัยหลักการออกฤทธิ์ของสารกลุ่มดังกล่าวที่ไปยับยั้งการสร้างสารไคตินทำให้ปลวกไม่สามารถลอกคราบได้และตายในที่สุด สารในกลุ่มดังกล่าวมีความจำเพาะเจาะจง (specificity) จะออกฤทธิ์เฉพาะแมลงบางกลุ่มและตัวอ่อนของแมลงที่มีการลอกคราบเท่านั้น ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยต่อแมลงชนิดอื่นที่อาศัยอยู่ในสวนยางเมื่อเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงในกลุ่มอื่นๆ วิธีการควบคุมโดยใช้เหยื่อล่อกับสารกลุ่ม IGRs ดังกล่าวเป็นการควบคุมแบบค่อยเป็นค่อยไป และต้องใช้ระยะเวลาในการกำจัดปลวกให้หมดไป ซึ่งวิธีการนี้ได้มีการประยุกต์ใช้กับการควบคุมปลวกในบ้านเรือนในปัจจุบัน

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชมาใช้ในการควบคุมปลวก ซึ่งมีรายงานการพบพืชมากกว่า 2,000 ชนิด ที่สามารถนำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ตัวอย่างการใช้พืชสมุนไพร โดยนำส่วนต่างๆ ของสะเดา คือ ใบ เปลือก ราก และเมล็ดบดชนิดละ 5 กรัม ผสมน้ำ 20 มิลลิลิตร กรองและนำไปพ่นปลวก พบว่า สารละลายจากเมล็ดสะเดากำจัดปลวกได้ดีที่สุด โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเมล็ดสะเดาบดกับน้ำ 1:4 มีผลต่อการกำจัดปลวก คือ ปลวกตายมากที่สุด เมล็ดสะเดาที่หมักระยะเวลา 3 วัน มีผลต่อการกำจัดปลวกดีที่สุด คือ ทำให้ปลวกตายในปริมาณมากที่สุด โดยปลวกจะตายภายในระยะเวลา 5-10 นาที (สุรพล, 2548) นอกจากนี้ นันทวัน และคณะ (2546) ได้พัฒนาสารกำจัดปลวกจากวัสดุเหลือใช้พริกไทยเบา (*Piper nigrum* Linnaeus) พบว่า essential oil จากเปลือกพริกไทยมีพิษต่อปลวก โดยมีทั้งฤทธิ์ขับไล่ พิษจากการสัมผัส และพิษจากการระเหย โดยองค์ประกอบหลักที่พบ คือ caryophyllene, limonene และ β-pinene

แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังคงมีการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดปลวก แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในดินและแหล่งน้ำในสวนยางพารา รวมทั้งเป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ใช้สารเคมีดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโต และสารสกัดจากพืชที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงบางชนิดมาใช้ควบคุมปลวกเพื่อลดการใช้สารเคมีดังกล่าวข้างต้น และลดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยต่อผู้ใช้แล้ว จะช่วยลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศ และส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

การวิจัยครั้งนี้จึงได้พัฒนาวิธีการควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยใช้เหยื่อร่วมกับสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs บางชนิดและทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดเพื่อควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวในห้องปฏิบัติการ

การตรวจเอกสาร

1. ยางพารา

ยางพารา (Family: *Euphorbiaceae* Genus: *Hevea* Species: *brasiliensis* Common names: rubber tree) เป็นไม้ยืนต้น มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน ฝนตกชุก บริเวณเส้นศูนย์สูตร แถบลุ่มน้ำอเมซอนประเทศบราซิลและเปรู ทวีปอเมริกาใต้ (เสาวนีย์, 2545) ค้นพบโดยนายคริสโตเฟอร์ โคลัมบัส (Christopher Columbus) เนื่องจากโคลัมบัสวิ่งเรือไปทางตะวันตกเพื่อจะไปหาหมู่เกาะเครื่องเทศ แต่ไปพบอินเดียนแดง กำลังเล่นลูกยางพาราที่หมู่เกาะอินดีสตะวันออก ต่อมาชาวยุโรปเข้าไปสำรวจ ศึกษาวิธีการผลิตและวิเคราะห์คุณสมบัติ ประโยชน์ของยาง ซึ่งเป็นเพียงวัตถุก้อนแข็งๆนุ่มๆ ใช้ลบดินสอได้จึงเรียกว่า รับเบอร์ (rubber) สำหรับการที่มีชื่อว่า "พารา" ถูกตั้งขึ้นโดยนายเพรสลี่ย์ นักเคมีชาวอังกฤษ เข้าใจว่า ในปี ค.ศ. 1795 รัฐบาลเมืองพาราเป็นเมืองท่าแห่งหนึ่งในแหล่งลุ่มแม่น้ำอเมซอนได้ส่งยางไปถวายพระเจ้าแผ่นดินโปรตุเกส ทำให้เป็นที่สนใจของชาวยุโรป (สุเมธ, 2549)

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมประชากรมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมแตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาคการทำสวนยางพาราถือเป็นอาชีพหลักของประชากรในภาคใต้และบางพื้นที่ของภาคตะวันออกซึ่งจากการสำรวจในปี พ.ศ. 2546 พบว่ามีพื้นที่ปลูก 10.95 ล้านไร่ มากที่สุดในประเทศ (สถาบันวิจัยยาง, 2549) ยางพารามีบทบาทสูงต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยปัจจุบันพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกเป็นอันดับ 2 ของโลก ประมาณ 12.56 ล้านไร่ โดยประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด ประมาณ 20.56 ล้านไร่ และประเทศมาเลเซียมีพื้นที่ปลูกประมาณ 8.21 ล้านไร่ รวมเนื้อที่ปลูกยางทั้ง 3 ประเทศ คิดเป็นร้อยละ 70 ของพื้นที่ปลูกยางทั่วโลกที่เหลือเป็นพื้นที่ปลูกยางของประเทศอื่นๆ อีก 21 ประเทศ ส่วนในแง่การส่งออกประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกยางมากเป็นอันดับหนึ่งและมีสัดส่วนการส่งออกประมาณร้อยละ 40 ของการส่งออกยางทั้งหมดของโลก ซึ่งส่วนใหญ่ส่งออกไปยังประเทศจีน ญี่ปุ่น มาเลเซีย สหรัฐ-อเมริกา และเกาหลีใต้ (สุภาพร และคณะ, 2549)

1.1 ลักษณะทั่วไปของยางพารา

ยางพาราเป็นไม้ผลัดใบในฤดูแล้ง โดยยางพาราที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทยจะผลัดใบในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ชอบขึ้นบริเวณเขตร้อนชื้น และขึ้นได้ดีบริเวณที่มีปริมาณฝนตกชุกมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร ขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันประมาณ 7 องศาเซลเซียส จำนวนฝนตก 100-150 วัน และมีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989) ยางพาราเป็นพืชที่มีระบบรากแก้วและระบบรากแขนงแพร่กระจายบริเวณรอบๆ ทรงพุ่ม ใบเป็นแบบใบประกอบ มี 3 ใบย่อย ดอกของยางพาราเกิดจากตาบริเวณซอกใบเป็นช่อสั้นๆ ในช่อดอกประกอบด้วย ดอกตัวผู้มีขนาดใหญ่อยู่ส่วนปลายสุด และดอกตัวเมียมีขนาดเล็กอยู่ในตำแหน่งต่ำกว่าดอกตัวผู้ ผลภายในมีเมล็ด 2-3 เมล็ด เมื่อสุกผลจะแตกออก ไม้ยางพาราจัดอยู่ในประเภทไม้เนื้ออ่อน สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2548) รายงานว่าเปลือกยาง แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ตามลักษณะของเนื้อเยื่อ และการเกิดของ stone cell ในเปลือกยาง

1.2 พันธุ์ยางพารา

พันธุ์ยางพาราที่สถาบันวิจัยยางกรมวิชาการเกษตรแนะนำและส่งเสริมให้ปลูกในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 ชั้นความเหมาะสมเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรและกำหนดพื้นที่ปลูกเพื่อลดความเสี่ยง ดังนี้

- พันธุ์ยางชั้น 1 แนะนำให้ปลูกได้ไม่จำกัดพื้นที่ปลูก ได้แก่พันธุ์ RRIT 251, สงขลา 36, BPM 24, PB255, PB 260, PR 255, RRIC 110 และ RRIM 600

- พันธุ์ยางชั้น 2 แนะนำให้ปลูกได้ไม่เกินร้อยละ 30 ของเนื้อที่ถือครอง ได้แก่พันธุ์ PB 235, RRIC 100, RRIC101, RRIT 250 และ RRIT 251

- พันธุ์ยางชั้น 3 แนะนำให้ปลูกได้ไม่เกินร้อยละ 20 ของเนื้อที่ถือครอง ได้แก่พันธุ์ PR 302, PR 305, RRIC121, RRIT 163, RRIT 209, RRIT 255 และ RRIT 226

1.3 การเตรียมพื้นที่

ในพื้นที่ที่เคยปลูกยางพารามาก่อนป่าหรือมีไม้ยืนต้นอื่นรวมทั้งวัชพืชต้องทำลายโดยการโค่นขุดรากหรือโค่นเหลือตอแล้วทำลายตอไม้ให้ผุสลายด้วยสารเคมีไทรโคลเปอร์หรือการ์ลอน 4 ในอัตรา 5 ซีซี ผสมน้ำ 95 ซีซี ก่อนหรือหลังตัดต้นไม้และรวบรวมเศษไม้รวมเป็นกองๆ หลังจากเผาแล้วเก็บปรนที่เหลือเผาอีกครั้งจากนั้นทำการไถพลิกและพรวนดินอย่างน้อย 1 ครั้ง กรณีเป็นพื้นที่ลาดชันมากต้องทำขั้นบันไดหรือชานดินเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำฝนชะล้างหน้าดินขั้นบันไดควรกว้างอย่างน้อย 1.50 เมตร ของด้านนอกเป็นคันดินสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ควรนำข้อมูลตัวอย่างดินนำไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าความอุดมสมบูรณ์ของดินของธาตุอาหารหลักปฏิกิริยาของดินและความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

2. ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่จัดอยู่ในอันดับ (Order) Isoptera มีความเป็นอยู่แบบสังคม และมักจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ภายในรัง โดยทั่วไปมีนิสัยไม่ชอบแสงสว่าง ชอบที่มืดและอับ (Emerson, 1955) พบมากในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน และพบแพร่กระจายในบางพื้นที่ในเขตอบอุ่นและในสภาพแวดล้อมกึ่งแห้งแล้ง (Lee และ Wood, 1971; Wood และ Sands, 1978; Swift *et al.*, 1979; Josens, 1985; Wilson, 1990) ปริมาณของปลวกที่มีอยู่จำนวนมากเป็นผลสืบเนื่องมาจากปลวกมีรูปแบบการพัฒนาการทางสังคม (Noirot, 1990 และ Nalepa, 1994) โดยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกันกับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Martin, 1987; Wood และ Thomas, 1989; Breznak และ Brune, 1994) ปลวกมีบทบาทที่สำคัญมากในกระบวนการย่อยสลายและเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารในธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ป่านั้นๆ (Higashi *et al.*, 1992) และปลวกยังมีบทบาทเกี่ยวพันกับห่วงโซ่อาหารที่สลับสับซ้อนของระบบนิเวศ โดยมีการถ่ายทอดพลังงานกันเป็นทอดๆ (Lapaga, 1981)

ปลวกได้ชื่อว่ามีบทบาทสำคัญมากในระบบนิเวศ โดยจะดัดแปลงโครงสร้างของดินเพื่อเป็นที่อยู่อาศัย เช่น จอมปลวก หรือรังใต้ดินขนาดเล็ก (Lee และ Wood, 1971) ซึ่งทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์และพืชหลายชนิดได้อยู่อาศัยในระบบนิเวศนี้ในรังปลวกแต่ละรังจะมีปลวกอยู่หลายรูปร่างแต่ละรูปร่างหรือแต่ละแบบก็จะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วๆ ไปสามารถแบ่งปลวกตามรูปร่างและหน้าที่เป็นวรรณะ (castes) ต่างๆ กัน

2.1 วรรณะต่างๆ ของปลวก

จารุณี และยุพาพร (2550) รายงานว่า ปลวกเป็นแมลงที่จัดอยู่ในพวกแมลงสังคม (social insect) อาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนึ่งรังประกอบด้วยวรรณะต่างๆ โดยทั่วไปปลวกในแต่ละรังจะประกอบด้วย 3 วรรณะใหญ่ๆ (ภาพที่ 1) คือ

1. **วรรณะสืบพันธุ์** ประกอบไปด้วยปลวกตัวเต็มวัยทั้งตัวผู้และตัวเมีย ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ปลวกวรรณะนี้ยังแบ่งย่อยได้ 3 ประเภท คือ

1.1 **ปลวกนางพญา** (queen) **และปลวกราชา** (king) ทำหน้าที่หลักในการขยายพันธุ์และผลิตฟีโรโมนบางอย่างมาควบคุมการทำงานของปลวกวรรณะอื่นๆ ในรัง

1.2 **ปลวกวรรณะสืบพันธุ์** (supplementary reproductive) เป็นปลวกที่รูปร่างคล้ายแมลงเม่าแต่ไม่มีปีกอยู่ในรัง เป็นพวกที่จะทำหน้าที่แทนปลวกนางพญาเมื่อนางพญาตายหรือไม่สามารถออกลูกได้ก็จะเข้าทำหน้าที่แทน

1.3 **ปลวกมีปีก** (alates) หรือแมลงเม่าเป็นพวกที่เตรียมพร้อมสำหรับบินออกไปจากรังเพื่อไปผสมพันธุ์กับแมลงเม่ารังอื่นเพื่อสร้างรังใหม่ในคืนที่เหมาะสมซึ่งมักจะเป็นช่วงพลบค่ำ

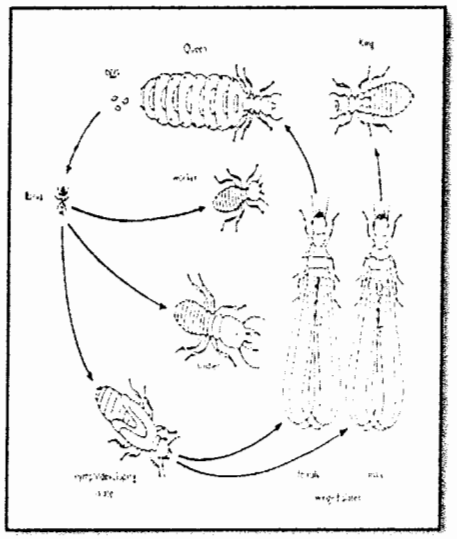
2. **วรรณะงาน** (worker) ได้แก่ปลวกงานมีหน้าที่โดยทั่วๆ ไป คือ ก่อสร้างรัง ซ่อมแซมรังและจัดหาอาหารให้สมาชิกเป็นต้น วรรณะนี้จะพบมากที่สุด

3. **วรรณะทหาร** (soldier) มีหน้าที่ป้องกันรัง ป้องกันศัตรูรูปร่างต่างจากปลวกงานตรงที่มีหัวใหญ่และแข็งแรงกว่า สามารถสังเกตจากสีคือหัวของปลวกทหารมีสีเข้มกว่าหัวของปลวกงาน (จิตติ, 2544)

2.2 วงจรชีวิตของปลวก

เริ่มต้นขึ้นเมื่อฤดูกาลที่เหมาะสม ส่วนใหญ่มักเป็นช่วงหลังฝนตก ปีละประมาณ 2-3 ครั้ง โดยแมลงเม่าเพศผู้และเพศเมีย บินออกจากรังในช่วงเวลาพลบค่ำ ประมาณ 18.30-19.30 น. เพื่อมาเล่นไฟจับคู่ผสมพันธุ์กันจากนั้นจึงสลัดปีกทิ้งไป แล้วเจาะลงไปสร้างรังในดินบริเวณที่มีแหล่งอาหารและความชื้น หลังจากปรับสภาพดินเป็นที่อยู่แล้วประมาณ 2-3 วัน จึงเริ่มวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ และจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ จนอาจถึงวันละหลายพันฟอง ไข่จะฟักออกมาเป็นตัวอ่อน (larva) และจะเจริญเติบโตโดยมีการลอกคราบจนเป็นตัวเต็มวัย ไข่รุ่นแรกจะฟักออกมาเป็นปลวกไม่มีปีกและเป็นหมัน สารเคมีที่เรียกว่า ฟีโรโมนหรือสารที่ผลิตออกมาจาก

ทวารหนักของราชินี เพื่อให้ตัวอ่อนจะเป็นตัวกำหนดให้ตัวอ่อนพัฒนาไปเป็นปลวกวรรณะต่างๆ เช่น ปลวกงาน (worker) ปลวกทหาร (soldier) โดยบางส่วนของตัวอ่อนจะเจริญไปเป็นปลวกที่มีปีกสั้น ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอยู่ในช่วงระยะเจริญพันธุ์ เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์จะเจริญไปเป็นแมลงเม่า ซึ่งมีปีกยาวสมบูรณ์เต็มที่บินออกไปผสมพันธุ์ต่อไป ตัวอ่อนบางส่วนจะเจริญเติบโตเป็นปลวกวรรณะสืบพันธุ์รอง (supplementary queen and king) ซึ่งทำหน้าที่ผสมพันธุ์และออกไข่ เพิ่มจำนวนประชากร ในกรณีที่ราชา (king) หรือราชินี (queen) ของรังถูกทำลายไป (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 วงจรชีวิตและวรรณะต่างๆ ของปลวก
ที่มา: Pearce (1997)

2.3 นิเวศวิทยาของปลวก

สภาพความเป็นอยู่ หรือสภาพทางนิเวศวิทยา รวมถึงอุปนิสัยในการกินอาหารของปลวกแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ชนิดและประเภทของปลวก ซึ่งสามารถจำแนกอย่างกว้างๆ เป็น 2 ประเภท โดยใช้แหล่งที่อยู่อาศัยเป็นหลักได้ ดังนี้

1. **ปลวกที่อาศัยอยู่ในไม้** อาจแบ่งปลวกประเภทนี้เป็นกลุ่มย่อยลงไปอีกตามลักษณะความชื้นของไม้ที่ปลวกเข้าทำลาย ดังนี้

1.1 **ปลวกไม้แห้ง** (dry-wood termites) ปลวกชนิดนี้อาศัยอยู่ในไม้ที่แห้งหรือไม้ที่มีอายุใช้งานมานานมีความชื้นต่ำ

1.2 **ปลวกไม้ชื้น** (damp-wood termites) ปลวกชนิดนี้มักอาศัยและกินอยู่ในเนื้อไม้ของไม้ยืนต้น หรือไม้ล้มตายที่มีความชื้นสูง

2. **ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน**

ปลวกประเภทนี้จะอาศัยอยู่ในดินหรือเหนือพื้นดินขึ้นไป โดยส่วนใหญ่จะทำท่อทางเดินดินห่อหุ้มตัว เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น และ หลบซ่อนตัวจากศัตรูที่จะมารบกวน จำแนกเป็น 3 พวก คือ

2.1 **ปลวกใต้ดิน** (subterranean termites) เป็นปลวกที่อาศัยและทำรังอยู่ใต้ดิน เช่น ปลวกในสกุล *Coptotermes*, *Microtermes*, *Ancistrotermes* และ *Hypotermes* เป็นต้น

2.2 **ปลวกที่อาศัยอยู่ตามจอมปลวก** (mound-building termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดกลางถึงขนาดใหญ่อยู่บนพื้นดิน เช่น ปลวกในสกุล *Globitermes*, *Odontotermes* และ *Macrotermes* เป็นต้น

2.3 **ปลวกที่อาศัยอยู่ตามรังขนาดเล็ก** (carton nest termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดเล็กอยู่บนดินหรือเหนือพื้นดิน เช่น ตามกิ่งไม้ ต้นไม้ เสาไฟฟ้า หรือโครงสร้างอื่นๆ ภายในอาคาร เช่น ปลวกในสกุล *Microcerotermes*, *Termes*, *Dicuspiditermes*, *Nasutitermes* และ *Hospitalitermes* เป็นต้น

2.4 แหล่งอาหารของปลวก

ปลวกส่วนใหญ่จะกินอาหารประเภทเนื้อไม้ เศษไม้หรือวัสดุอื่นๆที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ โดยในระบบทางเดินอาหารของปลวก จะมีสัตว์เซลล์เดียว คือ โปรโตซัว ในปลวกหรือจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียและเชื้อราในปลวกชั้นสูง ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยในการย่อยอาหารประเภทเซลลูโลสหรือสารประกอบอื่นๆ ให้กลายเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายปลวก

2.5 ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกปลวก

เนื่องจากปลวกในแต่ละรังประกอบไปด้วยปลวกหลายวรรณะ และแต่ละวรรณะต่างก็มีรูปร่างลักษณะและหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไปการที่จะจำแนกไปจนถึงสกุลและชนิด จึงเป็นเรื่องที่ทำได้ยุ่งยากและไม่อาจทำได้โดยใช้ลักษณะภายนอกของปลวกกรรมกร แมลงเม่า หรือตัวอ่อนเพียงเท่านั้น จะต้องมีการศึกษาลักษณะและส่วนประกอบอื่น ๆ มาเป็นข้อมูลเพื่อให้การจำแนกชนิดทำได้โดยถูกต้องที่สุด อย่างไรก็ดีปลวกทหาร จะมีลักษณะของหัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งกราม (mandible) ของแต่ละชนิดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน สามารถนำมาใช้จำแนกชนิดได้ (Watson และ Gay, 1970)

2.6 ปลวกในสวนยางพารา

ในประเทศไทย วีรยุทธ และคณะ (2552) ได้ศึกษาชนิดของปลวก บริเวณสวนยางพาราในเขตจังหวัดกระบี่ จังหวัดตรัง จังหวัดพัทลุง จังหวัดสตูลและจังหวัดสงขลา จำนวน 60 รัง การศึกษารวมไปถึงที่อยู่อาศัยและลักษณะของรัง พบปลวกทั้งสิ้น 1 วงศ์ คือ วงศ์ Termitidae มี 3 ชนิด ได้แก่ *Globitermes sulphureus*, *Macroterme sgilvus* และ *Macrotermes carbonarius* โดยปลวก *M. gilvus* เป็นปลวกที่พบมากที่สุดในสวนยางพารา *G. sulphureus* และ *M. carbonarius* เป็นอันดับรองลงมา รังปลวกมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น รูปไข่ หรือรูปโดม แบบแผนการดำเนินชีวิตมี 2 แบบ คือ สร้างรังบนต้นไม้หรือบนดิน และสร้างรังเหนือพื้นดินเป็นจอมปลวก

สุทัศน์ (2535) ศึกษาถึงชนิดปริมาณลักษณะการทำลายและศัตรูธรรมชาติของปลวกในสวนยางพาราในเขตจังหวัดปัตตานียะลาและนราธิวาสจากต้นยางพาราจำนวน 2,063 ต้น พบว่า 327 ต้น (15.9%) มีรอยทางเดินของปลวกตามเปลือกลำต้นและโคนต้นในจำนวนนี้พบว่าครึ่งหนึ่งหรือ 163 ต้น (7.9%) ยังคงมีปลวกอยู่ในทางเดินส่วนที่เหลือเป็นทางเดินร้างจำนวนต้นยางที่มีทางเดินปลวกในสวนยางที่เปิดกรีดแล้วจะมีมากกว่าสวนยางที่ยังไม่ได้เปิดกรีดประมาณ 3 เท่า แสดงให้เห็นว่าปลวกชอบทำลายต้นยางที่มีอายุมากมากกว่าต้นยางที่ยังมีขนาดเล็กหรือมีอายุน้อยในการศึกษาครั้งนี้พบปลวกทั้งหมด 21 ชนิด 10 สกุลชนิดของปลวกที่พบบนเปลือกต้นยางมากที่สุด คือ *Odontotermes roformosanus* รองลงมา คือ *Microtermes pakistanicus* และ *M. paracelebensis* ตามลำดับ สำหรับปลวกที่พบตรงแกนกลางต้นยางที่โค่น เพื่อปลูกใหม่มี

เพียงชนิดเดียว คือ *Coptotermes curvignathus* ยังมีการศึกษาในประเทศไทยถึงโครงสร้างของจอมปลวกในปลวกชนิด *Macrotermes gilvus*

Inoue และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาปลวกในสวนยางพารา เขตพื้นที่จังหวัดนราธิวาส พบว่า ภายในรังประกอบไปด้วยห้องของราชาและนางพญา (royal cell) ห้องของตัวอ่อนห้องเก็บไข่โดยแต่ละห้องจะมีทางเดินเชื่อมต่อถึงกันนอกจากนี้ยังมีห้องที่ปลวกสร้างไว้เพื่อปลูกสวนราไว้เป็นอาหาร (fungus comb) โดยสวนเห็ดรานั้นจะมีลักษณะเหมือนรวงผึ้งมักจะพบสวนเห็ดรานี้ในบริเวณส่วนบนของรังหรือตั้งแต่ส่วนกลางของรังขึ้นไปพบว่าการไหลเวียนของอากาศในรังดีในความเป็นจริงแล้วบางครั้งขนาดของประชากรภายในรังมิได้มีขนาดใหญ่ตามรังไปด้วยเสมอ

สำหรับการเข้าทำลายยางพาราของปลวกนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทกัดกินเฉพาะเปลือกนอกของต้นยางที่ตายแล้ว และกัดกินต้นยางสด

1. ปลวกกัดกินเฉพาะเปลือกนอกของต้นยาง (cork) ที่ตายแล้ว

ปลวกกัดกินเฉพาะเปลือกนอกของต้นยางซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่ตายแล้วและทำหน้าที่ห่อหุ้มและรักษาความชื้นให้ต้นยางเท่านั้นไม่ได้ทำลายถึงชั้นของเปลือกยางที่ยังมีชีวิตซึ่งส่วนของเปลือกนอกนี้ต้นยางจะสร้างขึ้นใหม่ได้ในระยะต่อมาโดยมีลักษณะอื่นๆ ของปลวกชนิดนี้ที่สามารถสังเกตได้ในแปลงดังนี้ท่อทางเดินปลวกเกาะกันอย่างหลวมๆ ถูกชะล้างได้ง่ายส่วนมากสร้างจอมปลวกกัดกินเฉพาะส่วนเปลือกนอกของต้นยางส่วนของต้นยางที่แห้งตายและเศษพืชไม่ทำลายส่วนเนื้อเยื่อที่มีชีวิตมีประโยชน์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุเป็นฮิวมัสในดิน

2. ปลวกกัดกินต้นยางสด

ปลวกกัดกินต้นยางสดเป็นปลวกที่กัดกินทุกส่วนของต้นยางทั้งเนื้อเยื่อที่ตายแล้วและเนื้อเยื่อที่มีชีวิตอยู่เนื่องจากปลวกพวกนี้ไม่สร้างจอมปลวกและจะเริ่มกัดกินเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ใต้ดินก่อน ได้แก่ส่วนของรากและโคนต้นหลังจากนั้นจึงสร้างทางเดินออกมาบนลำต้นให้มองเห็นบางครั้งพบว่าต้นยางล้มในขณะที่ใบเขียวอยู่และลำต้นยังมีน้ำยางซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการเข้าทำลายของปลวก *C. curvignathus* ดังแสดงในภาพที่ 2

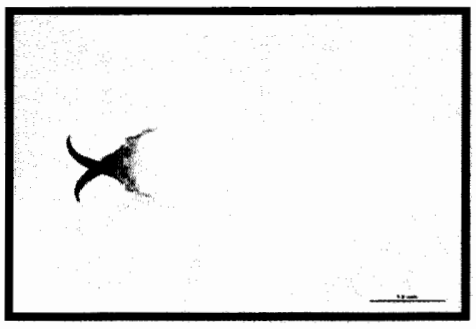
• ทางเดินปลวกบนลำต้นไม่ถูกชะล้างง่ายด้วยน้ำฝน เนื่องจากปลวกกัดกินส่วนของเปลือกยางสดที่มีน้ำยางอยู่ เมื่อปลดปล่อยออกมาสร้างทางเดินทางเดินปลวกจึงมีส่วนของเนื้อยางเป็นส่วนประกอบ ทำให้ไม่อาจชะล้างได้ง่าย

• กัดกินต้นยางทุกระยะการเจริญเติบโต และกัดกินทุกส่วนของลำต้นทั้งเนื้อเยื่อที่มีชีวิตและแห้งตาย โดยเฉพาะกัดกินรากแล้วสร้างรังอยู่ภายในโคนต้นยางโค่นล้มได้ง่ายหรือใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและยืนต้นตายคล้ายอาการของโรคราก ซึ่งจะต้องขุดดูโคนต้นจึงจะทราบบางครั้งอาจโค่นล้มในขณะที่ยังให้ผลผลิต

• ไม่พบจอมปลวกในบริเวณสวนยางที่มีปลวกชนิดนี้ เป็นปลวกใต้ดินสามารถไปหากินบริเวณที่ไกลจากรังมากอาจสร้างรังย่อยขึ้นเป็นระยะๆระหว่างทางเดินจากรังใหญ่ไปสู่แหล่งอาหารการกำจัดให้หมดสิ้นจึงเป็นการยาก(ปัทมา, 2553)

การแพร่ระบาด

ปลวกชนิดนี้ นอกจากจะทำอันตรายกับต้นยางทุกๆ ระยะการเจริญเติบโตแล้ว ยังทำลายพืชอื่นอีกหลายชนิด รังของปลวกอาจอยู่ไกลจากแหล่งหาอาหารมาก และบางครั้งอาจสร้างรังย่อยขึ้นเป็นระยะๆ ระหว่างทางเดินจากรังใหญ่ไปสู่แหล่งอาหาร รังของปลวกชนิดนี้จะไม่มีลักษณะเป็นจอมปลวกขึ้นมา ฉะนั้นการกำจัดปลวกชนิดนี้ให้หมดสิ้นจึงกระทำได้ลำบาก ส่วนใหญ่มักป้องกันแต่เพียงต้นยางที่ปลูกอยู่ในบริเวณที่มีปลวกอาศัยอยู่เท่านี้



ภาพที่ 2 ลักษณะของปลวก *C. curvignathus*

ที่มา: Walker (2010)

การจัดชั้นของปลวก*Coptotermescurvignathus*เป็นดังนี้

Family:Rhinotermitidae

การจัดชั้นของปลวก *Coptotermes curvignathus* เป็นดังนี้

Family: Rhinotermitidae

Subfamily: *Coptotermitinae*

Genus: *Coptotermes*

Species: *curvignathus*

ปลวกในสกุล *Coptotermes* นี้จะมีลักษณะเด่น คือ มีช่องเปิดบริเวณด้านหน้าของส่วนหัวเรียกว่า fontanelle มีขนาดใหญ่กว่าปลวกในสกุลอื่นๆ ซึ่งปลวกจะผลิตสารเคมีที่เป็นของเหลวสีขาวขุ่นออกมาเพื่อใช้ในการป้องกันตัวจากศัตรู ช่องเปิดนี้สามารถพบได้ในปลวกสกุลนี้ได้ทั่วไปในบริเวณเขตร้อน และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาพแห้งแล้งและอุณหภูมิที่สูงได้ มีขอบเขตกระจายไปทั่วโลกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปลวกชนิด *C. curvignathus* ไว้ดังต่อไปนี้

ปลวกวรรณะทหาร: บริเวณส่วนหัวมีสีเหลืองทอง เป็นรูปไข่ มีความยาวของหัววัดถึงฐานกราม 1.40 – 1.51 มิลลิเมตร ส่วนกว้างสุดประมาณ 1.15 – 1.24 มิลลิเมตร กรามยาว 0.82 – 0.93 มิลลิเมตร ใต้ริมฝีปากบนมีรูเปิดกว้างเรียกว่า fontanelle สำหรับปล่อยสารเหนียวสีขาวออกมาต่อสู้ศัตรู ส่วนของริมฝีปากบน (labrum) มีสีเหลืองปนน้ำตาล ส่วนกรามสีน้ำตาลแดง ส่วนหนวด (antenna) มีสีน้ำตาลอ่อน แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรก (pronotum) มีสีน้ำตาลอ่อนกว่าส่วนหัว บริเวณส่วนท้องและขามีสีขาว ที่ส่วนหัวพบขนสั้นๆ (setae) กระจายอยู่ทั่วไปเล็กน้อย ส่วนปลายของริมฝีปากบนมีขนสั้นๆ 2 เส้น ริมฝีปากล่างส่วนแรก (postmentum) มีขนสั้นๆ 1 คู่ บริเวณขอบด้านหน้าและอีก 1 คู่ ที่บริเวณขอบด้านล่าง แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกพบขนน้อยมาก ส่วนหัวมีรูปร่างยาวรีรูปไข่ มีความยาวมากกว่าความกว้าง ริมฝีปากบนมีลักษณะแคบสั้น กรามมีความโค้งปานกลาง ริมฝีปากล่างส่วนแรกมีความยาวประมาณ 2 เท่าของด้านกว้าง หนวดมี 14-15 ปล้อง ปล้องที่สองยาวกว่าปล้องที่สาม แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกด้านกว้างมีขนาดเป็น 2 เท่าของด้านยาว ขอบด้านบนมีลักษณะเป็นหยัก ส่วนขอบล่างมีรอยหยักอยู่บริเวณตรงกลาง ขอบด้านล่างมีลักษณะเป็นแผ่นกลมใหญ่

ปลวกวรรณะกรรมกร: ส่วนหัวและกรามมีสีเหลืองอ่อน หนวด ริมฝีปากบน แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกและส่วนท้อง ส่วนหัวและตามลำตัวจะมีขนปกคลุมหนาแน่น ลำตัวปลวกมีความยาวประมาน 4.00-4.40 มิลลิเมตร ส่วนหัวมีลักษณะกลม มีความกว้างมากกว่าความยาวเล็กน้อย ไม่มีตา หนวดสั้นประมาน 14-15 ปล้อง ปล้องที่สามสั้นกว่าหรือเท่ากับปล้องที่สองหรือสี่

ริมฝีปากบนค่อนข้างเป็นรูปเหลี่ยมความกว้างมากกว่าความยาว ขอบด้านหน้าริมฝีปากบนโค้งกลม มีขนเล็กน้อย แผ่นแข็งปกคลุมอกปล้องแรกมีความกว้างมากกว่าความยาว ขอบด้านบนเป็นรอยหยักลึกตรงกลาง ขอบด้านข้างท้ายตรงขาและท้องมีขนขนาดเท่าในวรรณะทหาร

3. แนวทางการควบคุมปลวก

ปลวกเป็นแมลงอันดับต้นๆ ที่ทำความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างมาก ดั้งนั้นจำเป็นอย่างยิ่งในการควบคุม (วีรยุทธ, 2552) ซึ่งวิธีการควบคุมปลวกมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ การป้องกันและกำจัดปลวกโดยไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมี

3.1 การควบคุมปลวกโดยไม่ใช้สารเคมี

จากการใช้สารเคมีกันอย่างเข้มข้นและแพร่หลาย ทำให้หลายฝ่ายมีความวิตกกังวลว่าจะเกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีสารตกค้างในธรรมชาติ ซึ่งแม้ว่าจะมีการศึกษาวิจัยเพื่อใช้สารเคมีในกลุ่มที่มีพิษน้อยต่อสัตว์ มนุษย์และพืชแล้ว แต่ก็ยังไม่มีความปลอดภัยมากนักจึงได้มีการหันมาศึกษาการใช้วัสดุชนิดต่างๆ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น เชื้อรา ไส้เดือนฝอย เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดปลวก เพื่อลดการใช้สารเคมี

3.1.1 วิธีการควบคุมปลวกโดยการใช้ศัตรูธรรมชาติ (natural enemy)

โดยอาศัยเชื้อราเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถกำจัดปลวกได้ในระยะยาว และไม่ส่งกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* เป็นเชื้อราที่ก่อโรคกับแมลงได้หลายชนิด โดยการเจริญเส้นใย และหลั่งสารพิษเพื่อทำลายแมลง

การใช้เชื้อรา ในสกุล *Metarhizium* และ *Beauveria* หรือแบคทีเรีย ชนิด *Bacillus thuringiensis* หรือไส้เดือนฝอย ในสกุล *Steinernema* sp. เป็นต้น โดยปกติประสิทธิภาพของการใช้วิธีนี้จะขึ้นกับสภาพแวดล้อม แต่ถ้าใช้วิธีนี้ร่วมกับการใช้เหยื่อล่อเพื่อเพิ่มจำนวนปลวกให้มาสัมผัสกับเชื้อราหรือแบคทีเรียให้มากขึ้น แล้วปล่อยให้ปลวกกลับไปที่รังจะทำให้การกำจัดโดยวิธีการนี้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นดังนี้

Meta Termina เป็นผงจุลินทรีย์ประเภทเชื้อรากำจัดปลวกเป็นเชื้อราประเภทที่อยู่ในรูปของสปอร์เมื่อเชื้อราติดอยู่ที่ตัวปลวก ปลวกจะทำความสะอาดให้กันโดยการเลีย เชื้อราจะกระจายเข้าไปทั่วทุกตัวปลวก และจะลุกลามเข้าไปในรังปลวก เชื้อราจะสร้างท่อ (germ tube) และเส้นใย (mycelium) เข้าไปตามท่อหรือทางเดินอาหารของปลวก และจะขยายจำนวนมากขึ้นท่อและเส้นใยจะหักออกเป็นท่อนสั้นๆ เข้าไปทำลายอวัยวะต่างๆ ในตัวปลวก ปลวกจะค่อยๆป่วยและตายหมดไปทั้งรังคือ ทำให้ราชินีปลวกวางไข่ได้น้อยลง เนื่องจากปลวกงาน

นำสมุนไพรนี้ไปให้นางพญาปลวกกิน จากเดิมที่เคยไข่ได้นาทีละ 100 ฟอง จะลดเหลือนาทีละ 4-5 ฟอง เท่านั้น วิธีดังกล่าวอาจใช้เวลาประมาณ 2 เดือน ถึง 1 ปี ขึ้นอยู่กับขนาดของรังปลวก วิธีนี้อาจไม่รวดเร็วเหมือนกับการใช้สารเคมี (สุรพล, 2548)

3.1.2 **วิธีการควบคุมปลวกโดยการใช้กับดักแสงไฟ** (light trap)

เป็นวิธีที่ดึงดูดหรือขับไล่แมลงเม่า เพื่อลดปริมาณที่จะผสมพันธุ์และสร้างรังปลวกใหม่ภายในบริเวณอาคาร เช่น การปิดไฟภายในบ้านแล้วเปิดไฟบริเวณด้านนอกของอาคารแทน เพื่อที่จะดึงดูดให้แมลงเม่าออกไปเล่นไฟภายนอกอาคาร แล้วจัดตั้งภาชนะปากกว้างใส่น้ำทิ้งไว้เพื่อดักแมลงเม่า

3.1.3 **วิธีการควบคุมปลวกโดยการใช้วิธีกล** (physical barrier)

การนำวัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันการเข้าทำลายของปลวก เพื่อเป็นการลดปัญหาจากการใช้สารเคมี โดยใช้หินปูนขาวมาบดให้ได้ตามขนาดต่างๆ เพื่อหาขนาดของหินที่เหมาะสมมาใช้ในการป้องกันกำจัดปลวก (ยุพาพร และจารุณี, 2536)

ในประเทศออสเตรเลียได้ทำการศึกษาใช้วัสดุชนิดต่างๆ เช่น แผ่นอลูมิเนียมทำเป็นฝาครอบหรือทำเป็นแผ่นผนังกั้นทางเดินของปลวกที่ขึ้นสู่ตัวอาคาร (ASAs 3660, 1993) หรือใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น หินปะการัง (Su และ Scheffrehn, 1992) และหินแกรนิตบด (French *et al.*, 1993; French, 1994) มาใช้ทำเป็นแนวป้องกันปลวก รวมทั้งเศษแก้วบด (Pallaske และ Garashi, 1993) ก่อนใช้วัสดุเหล่านี้จะต้องนำมาร่อนให้มีขนาดสม่ำเสมอเพื่อนำขนาดที่เหมาะสมโดยเฉพาะเจาะจงกับปลวกแต่ละชนิดด้วย

3.2 **การควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมี**

การควบคุมโดยใช้สารเคมี เป็นการป้องกันและกำจัดปลวกที่ให้ผลเร็วและมีประสิทธิภาพที่ดีและเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (ยุพาพร, 2536) ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

3.2.1 **วิธีการควบคุมปลวกโดยการฉีดอัดหรือราดสารเคมีกำจัดปลวก** (termiticides) **ลงดิน**

เพื่อทำให้ภายใต้อาคารเป็นพิษและปลวกไม่สามารถเจาะผ่านทะลุขึ้นมาได้ ซึ่งวิธีการควบคุมปลวกวิธีนี้จะใช้ในการป้องกันและกำจัดปลวกทั้งก่อนและหลังการปลูกสร้างอาคาร ทั้งนี้การควบคุมปลวกที่มีประสิทธิภาพมีปัจจัยหนึ่งมาจากการเลือกใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดปลวกที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยใช้ในอัตรา

ความเข้มข้นที่เหมาะสมตรงกับวัตถุประสงค์ เช่น ใช้สารเคมีที่ความเป็นพิษต่ำเพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับฤทธิ์ที่ตกค้างซึ่งอาจเป็นอันตราย ต้องเลือกรูปแบบของสารเคมีให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน รวมทั้งเลือกอุปกรณ์และกรรมวิธีที่เหมาะสมกับสารเคมีที่จะใช้ป้องกันและกำจัดปลวก โดยทั่วไปสารเคมีที่นิยมใช้ฉีดอัดหรือราดสารเคมีกำจัดปลวก มีหลายกลุ่ม เช่น

(1) **กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต** สารเคมีที่ใช้กำจัดปลวกในกลุ่มนี้เป็นสารที่มีอันตรายต่อคนและสัตว์ รวมถึงมีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างสารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น chlorpyrifos, diazinon เป็นต้น โดยมักใช้ทำเป็นแนวเพื่อป้องกันปลวก และสามารถฆ่าปลวกได้ทันทีเมื่อปลวกสัมผัสกับสารเคมี

(2) **กลุ่มคาร์บาเมต** สารเคมีที่ใช้กำจัดปลวกในกลุ่มนี้เป็นสารที่มีอันตรายต่อคนและสัตว์ รวมถึงมีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างสารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น propoxur, fenobucarb

(3) **กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์** เริ่มแรกมีการใช้สารไพรีทริน ซึ่งเป็นสารสกัดจากพืชที่ถูกนำมาใช้ในการกำจัดแมลง แต่เนื่องจากสารไพรีทรินไม่คงทนต่อแสงจึงมีการสลายตัวเร็ว จึงมีการศึกษาปรับปรุงโครงสร้างทางเคมีแล้วสังเคราะห์ได้เป็นสารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ขึ้นมาซึ่งมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้นและสามารถใช้กำจัดปลวกได้ สารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง จึงมีอันตรายต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมแต่มีพิษสูงต่อสัตว์น้ำ สารเคมีกลุ่มนี้ที่นำมาใช้กำจัดปลวก เช่น cypermethrin, deltamethrin และ permethrin เป็นต้น

(4) **กลุ่มอื่น ๆ** เช่น

- **กลุ่มคลอโรนิโคตินิล** เป็นสารเคมีที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง เมื่อปลวกสัมผัสกับสารกลุ่มคลอโรนิโคตินิลจะทำให้ระบบประสาทผิดปกติ เช่น การเดินผิดปกติและตายได้ในที่สุด สารเคมีในกลุ่มนี้ที่ใช้ในการกำจัดปลวก เช่น imidacloprid, thiacopid เป็นต้น

- **กลุ่มเฟนนีลไพราโซล** เป็นสารเคมีที่มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางของแมลงโดยมีผลกระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้อของแมลงให้ทำงานมากกว่าปกติ ทำให้เกิดการชักและตายได้ สารเคมีในกลุ่มนี้ที่ใช้ในการกำจัดปลวก เช่น fipronil เป็นต้น

- **กลุ่มไซเลน** เช่น silafluofen เป็นต้น

- **กลุ่มไพรอล** เช่น chlorfenapyr เป็นต้น

3.2.2 **การใช้สารป้องกันรักษาเนื้อไม้** เป็นการทำให้สารเคมีแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ โดยการฉีดพ่น ทา แช่ จุ่มหรือการอัดสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยความดัน และทำให้เนื้อไม้เป็นพิษต่อปลวกโดยตรงเมื่อปลวกสัมผัสหรือกัดกินเนื้อไม้เข้าไป มีหลายประเภท เช่น ครีโสท คือ สารที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ สามารถกำจัดแมลงและเชื้อราได้ หรือสารเคมีละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งในปัจจุบันไม่ใช้แล้วเนื่องจากก่อให้เกิดมะเร็ง ได้แก่ เพนตาคลอโรฟีนอล และลินเดน หรือเกลือเคมีละลายน้ำ เช่น เกลือโบเรต กรดโบริค แต่ปัจจุบันที่นิยมใช้จะเป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เช่น cypermethrin และ permethrin

3.2.3 **วิธีการควบคุมปลวกโดยการใช้เหยื่อพิษ**

เป็นการที่ทำให้ปลวกตายอย่างต่อเนื่องในปัจจุบันจะมีเฉพาะสูตรที่เป็นเหยื่อผสมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต หลักการของเหยื่อพิษ มี 2 แบบ ดังนี้

(1) **ควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์ช้า** เป็นแนวทางใหม่ในการป้องกันกำจัดปลวก ที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำ โดยออกฤทธิ์ขัดขวางกระบวนการการดำรงชีวิตของปลวก เช่น สารควบคุมการเจริญเติบโต (insect growth regulator; IGR) ซึ่งมีผลยับยั้งการลอกคราบของปลวก ยับยั้งกระบวนการสร้างผนังลำตัว ซึ่งมีผลต่อการลดจำนวนประชากรลงไปจนถึงระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายสารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติพิเศษสามารถดึงดูดให้ปลวกเข้ามากินอาหาร และสามารถคงรูปอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะเกิดการถ่ายทอดสารพิษไปสู่สมาชิกปลวกตัวอื่นๆภายในรังได้ตัวอย่างการใช้เหยื่อล่อปลวก เป็นเหยื่อที่ผสมรวมกับสารเคมีที่ปราศจากพิษตกค้างกำจัดปลวก วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศจีนสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย โดยมีการผลิตเหยื่อล่อออกมาหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบผง เม็ดกลม เม็ดแบนและกระดาษวัตถุดิบที่ใช้ล่อปลวกมาจากวัตถุหลายชนิดที่ปลวกชอบ เช่น เศษไม้สน กากอ้อยกระดาษชำระ แกนข้าวโพด ผสมด้วยสารเคมีกำจัดปลวก 0.04% เหยื่อที่ประกอบด้วยสารเคมีกำจัดปลวก 1% สามารถป้องกันและกำจัดปลวกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ใจจื้อหยง เฉินจิ่งย้าว, 2550 อ้างอิงโดย วีรยุทธ, 2552)

Su และ Scheffrahn (1996) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสาร hexaflumuron และ lufenuron ต่อการควบคุมปลวก *C. formosanus* และ *R. flavipes* พบว่า สาร hexaflumuron ที่ความเข้มข้น 125 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุม*ปลวก C. formosanus* และ *R. flavipes* ที่ความเข้มข้น 31.1 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุม*ปลวก R. flavipes* สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ถึง 100% หลังจากการทดสอบ 9 สัปดาห์

(2) **ควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติพิเศษในการดึงดูดให้ปลวกเข้ามากิน** สารเคมีนี้สามารถคงอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะถ่ายทอดไปสู่สมาชิกอื่นๆ ภายในรังได้ กล่าวคือ ปลวกที่ได้รับสารเคมีนี้จะไม่ตาย แต่จะเป็นตัวแพร่กระจายสารเคมีให้กับปลวกตัวอื่นๆ ในรัง โดยการสัมผัสทางปากและร่างกาย

3.2.4 **การใช้สารสกัดจากพืช** สารสกัดจากพืชนั้นมีการใช้ตั้งแต่อดีตกาลเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช แต่ความนิยมเสื่อมหายไปในช่วงที่การใช้สารเคมีสังเคราะห์เฟื่องฟู ในปัจจุบันซึ่งผู้บริโภคและสังคมโดยรวมอยู่ในกระแสความห่วงใยในเรื่องสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จึงมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากพืชต่างๆ ทั้งในแง่การใช้เป็นยารักษาโรคของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง และในแง่การนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ซึ่งมีรายงานการพบพืชมากกว่า 2,000 ชนิดที่สามารถนำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่จะใช้ในการฆ่าแมลง แต่บางส่วนก็นำมาใช้ในวัตถุประสงค์อื่น เช่น eugenol และ geranoil ใช้เป็นสารดึงดูดแมลง ในขณะที่ citronella และ oil of cedar ใช้เป็นสารไล่แมลงในกรณีของสารสกัดจากพืชที่ใช้ฆ่าแมลง สารไพรีทรัม (pyrethrum), โรตีโนน (rotenone) และนิโคติน (nicotine) เป็นกลุ่มที่ใช้กันมานาน ในขณะที่ อะซาดิแรคติน (azadirachtin) ซึ่งสกัดจากเมล็ดสะเดามีการใช้กันมาไม่นานแต่กำลังได้รับความนิยมสูง (สุภาณี, 2540)

ในประเทศไทย สุรพล (2548) วิจัยสมุนไพรกำจัดปลวกที่ได้จากการสกัดจากสารธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์โดยมีวัตถุประสงค์ คือ ลดประชากรปลวกและหยุดการขยายพันธุ์ของปลวกกระบวนการทำงานของสมุนไพรกำจัดปลวกส่งผลโดยไปลดกระบวนการย่อยอาหาร ทำลายจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารหยุดการลอกคราบของตัวอ่อน ทำให้ตัวอ่อนไม่เจริญเติบโต ลดการฟักไข่ของนางพญาเพื่อหยุดการขยายพันธุ์ของปลวก ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ให้ผลดีมากในการทำให้ปลวกสูญพันธุ์ไป สมุนไพรที่ทำการวิจัยและนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการกำจัดปลวกคือ ขมิ้นชัน ซึ่งมีผลต่อการหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่ของเชื้อราในมนุษย์ พืชและสัตว์สะเดาอินเดียมีสารที่ลดการพัฒนาของแมลง ทำให้แมลงไม่กินพืชที่ปลูกสาบเสือมีผลต่อการลดระดับเอนไซม์ในเลือด หญ้าแห้วหมูมีสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในปลวกเปลือกมังคุดมีผลต่อการทำลายระบบภูมิคุ้มกันในปลวกแต่เนื่องจากสมุนไพรเหล่านี้ปลวกไม่ชอบกิน ซึ่งหากจะฆ่าปลวกได้นั้นต้องนำมาผสมกับไม้ที่ปลวกชอบกิน เช่น ไม้ฉำฉา โกงกาง ทองหลางโดยนำมาผสมกันในอัตราส่วน สมุนไพร 1% และอีก 99% เป็นไม้การใช้สมุนไพรกำจัดปลวกมีให้เลือกใช้ถึง 3 รูปแบบ ดังนี้

1. Terminate เป็นไม้เหยื่อล่อปลวกอัดแท่งผสมพืชสมุนไพร บรรจุในท่อพลาสติกที่สามารถเสียบปักฝังดินได้ โดยฝังไปรอบ ๆ บริเวณบ้านในทุกระยะ 1.20 เมตร ปลวกจะกินเหยื่อและนำไปสู่รังของมัน โดยในครั้งแรกจะต้องเข้าทำการตรวจเช็คทุก 15 วัน หากจุดใดที่เหยื่อหมดไปให้เปลี่ยนเหยื่อใหม่แทน โดยเปลี่ยนเฉพาะเหยื่อที่มีปลวกกินเท่านั้นระหว่างดำเนินการนี้ปลวกจะค่อย ๆ น้อยลงไป และเห็นผลภายใน 6 เดือนหรือมากกว่านั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของรังปลวกวิธีนี้เหมาะสำหรับป้องกันปลวกไม่ให้รุกล้ำเข้าบ้าน

2. Terminus เป็นไม้เหยื่อล่อปลวกอัดแท่งเหมือนแบบแรกแต่ไม่ต้องฝังดิน เพียงแต่เอาไปติดตั้ง บริเวณทางเดินของปลวกเพื่อล่อให้ปลวกมากัดกินเหยื่อสมุนไพรที่อยู่ในกล่อง Terminus การตรวจเช็คกระทำเช่นเดียวกับ Terminate จะสามารถสังเกตได้ว่าหากปลวกได้รับเหยื่อสมุนไพรนี้ ลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มมากกว่าเดิม วิธีนี้เหมาะสำหรับบ้านที่เจอปัญหาปลวกบุกเข้าโจมตีกัดกินข้าวของในบ้านเรียบร้อยแล้ว

3. Termina Oil เป็นน้ำมันสกัดสมุนไพรเข้มข้น เวลานำไปใช้งานต้องทำให้เจือจางในน้ำอัตราส่วน สมุนไพร 1ลิตรต่อน้ำ 35 ลิตร ใช้ฉีดพ่น อัดใส่ท่อ และวิธีการเจาะอัดแทนการใช้สารเคมีมีผลออกฤทธิ์ในการสัมผัสทำให้ปลวกค่อย ๆ อ่อนแอลง ตัวที่แข็งแรงกว่าจะมากัดกินตัวที่อ่อนแอทำให้สารนั้นแพร่กระจายในรังโดยอัตโนมัติ ปริมาณประชากรปลวกจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนสูญพันธุ์ไปในที่สุด

นันทวัน และคณะ (2546) ได้พัฒนาสารกำจัดปลวกจากพริกไทยเบา (*Piper nigrum* Linnaeus) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกพริกไทยมีพิษต่อปลวก โดยมีทั้งฤทธิ์ขับไล่ พิษจากการสัมผัส และพิษจากการระเหย โดยสารองค์ประกอบหลักที่พบ คือ caryophyllene, limonene และ β-pinene

Russ (2005) และ Golob และคณะ (1999) ระบุว่าสารสกัดรูปน้ำมันจากดอกกานพลูมีประสิทธิภาพเป็นสารกำจัดแมลง และออกฤทธิ์แบบสัมผัสตาย โดยมีประสิทธิภาพต่อแมลงหลายชนิด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงต่อการควบคุมปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชต่อการควบคุมปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ

3. เพื่อศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดพิษของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการควบคุมปลวก โดยใช้เหยื่อร่วมกับสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ในการควบคุมปลวกชนิดต่างๆ

2. เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมีที่มีพิษต่อสิ่งแวดล้อมและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้เพื่อส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

3. เพื่อเป็นข้อมูลใช้สำหรับศึกษาการควบคุมปลวกชนิดอื่นๆ

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ/อุปกรณ์การทำวิจัย

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่

- บีกเกอร์ขนาด 100 และ 500 มิลลิลิตร
- กระบอกตวงขนาด 25 และ 50 มิลลิลิตร
- จานเลี้ยงเชื้อขนาด 9 เซนติเมตร

1.2 กล้องจุลทรรศน์ แบบ compound และstereo

1.3 เครื่องปั่นน้ำผลไม้

1.4 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1

1.5 เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator)

1.6 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

1.7 ขวดแก้วใสขนาด 20 ลิตร

1.8 กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 18×20×10 เซนติเมตร

1.9 กระดาษลัง

1.10 ไม้ไผ่

2. พืชที่ใช้ทดสอบ

2.1 ขิง (ใช้เหง้า)

2.2 ข่า (ใช้เหง้า)

2.3 ไพล (ใช้เหง้า)

2.4 กระทือ (ใช้เหง้า)

2.5 กระวาน (ใช้เมล็ด)

2.6 กระชาย (ใช้เหง้า)

2.7 พริกไทย (ใช้เมล็ด)

2.8 ดีปลี (ใช้ผล)

2.9 กานพลู (ใช้ดอก)

2.10 สะเดาช้าง (ใช้เมล็ด)

3. **สารเคมี**

3.1 buprofezin

3.2 chlorfluazuron

3.3 flufenoxuron

3.4 lufenuron

3.5 novaluron

3.6 n-hexane

3.7 methanol

3.8 ethanol

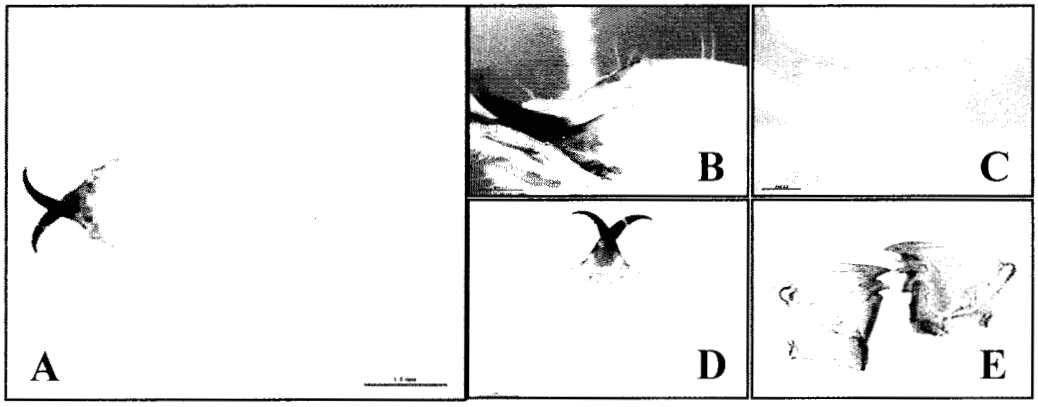
วิธีการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างปลวก *Coptotermes curvignathus* (Holmgren)

1.1 การเก็บตัวอย่างปลวก

เก็บตัวอย่างปลวก *C. curvignathus* (Holmgren) จากสวนยางของเกษตรกร จังหวัดสงขลา ดังแสดงในภาพที่ 3 จากนั้นนำปลวกมาจำแนกชนิดโดยยึดรูปวิธานจาก Textbook ชื่อ "The insects of Australia" (Watson and Gay, 1970) หนังสือจำแนกชนิดเล่มอื่นของ Ahmad (1965) และ Morimoto (1973) และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง โดยใช้ปลวกวรรณะทหารในการจำแนกชนิด Watson และ Gay (1970) รายงานลักษณะที่ใช้ในการจำแนก คือ ส่วนหัว (head) กราม (mandible) ริมฝีปากบน (labrum) ฐานริมฝีปากบน (clypeus) ฐานริมฝีปากล่าง (postmentum) หนวด (antenna) แผ่นนอกด้านหลังแผ่นแรกที่ติดกับหัว (pronotum) รูเปิดของต่อมขับสารพิษ (frontal gland หรือ fontanelle) ที่อยู่บริเวณหัวด้านบน ใช้หนังสือ ของ Ahmad (1965) และ Morimoto (1973) จำแนกปลวกโดยใช้ปลวกวรรณะทหาร ดังแสดงในภาพที่ 4

ภาพที่ 3 การเก็บตัวอย่างปลวก



ภาพที่ 4 ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกปลวก

A = *Coptotermescurvignathus*

B = Fontanel

C = Pronotum

D = Head top soldier

E = Mandibles

ที่มา: Walker (2010)

1.2 การเลี้ยงปลวกในห้องปฏิบัติการ

นำปลวกมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยใช้กล่องเลี้ยงแมลงขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 18×20×10 เซนติเมตร พื้นผิวของกล่องโรยด้วยดินร่วนที่เก็บจากแปลงยางพาราและเศษวัสดุจากพืชใช้ขี้เลื่อยไม้ยาง โรยเป็นชั้น ๆ โดยจัดเรียง ดังนี้

ชั้นที่ 1 นำดินร่วนรองพื้นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร

ชั้นที่ 2 นำขี้เลื่อยไม้ยางประมาณ 450 กรัม โรยให้ทั่วกล่อง

ชั้นที่ 3 นำดินร่วนโรยบนขี้เลื่อยหนาประมาณ 1 เซนติเมตร

ชั้นที่ 4 นำขี้เลื่อยประมาณ 450 กรัม โรยให้ทั่วกล่อง

ชั้นที่ 5 นำดินร่วนโรยบนขี้เลื่อยหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร

จากนั้นรดน้ำให้ทั่วแล้วตั้งทิ้งไว้ 4-6 ชั่วโมง แล้วนำปลวกใส่ลงไปในกล่องที่สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และนำกล่องไปเก็บไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิ 25-28 °C หรือที่อุณหภูมิห้องและความชื้นสัมพัทธ์ 70-85% (Owusu, 2008)

2. ศึกษาสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการควบคุมปลวก *C. curvignathus*

2.1 ชนิดของสารฆ่าแมลงที่ใช้ทดสอบ ใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง (IGRs) 5 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1

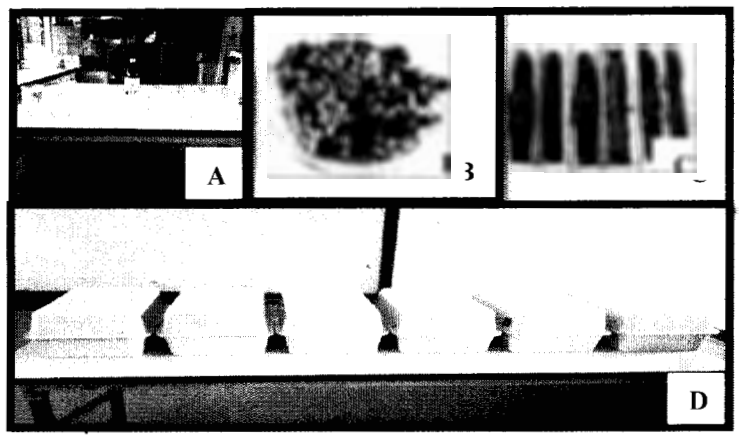
ตารางที่ 1 ชนิดของสารฆ่าแมลงที่ใช้ทดสอบ

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	อัตราการใช้
บูโพรเฟซิน	โกลซิน®	5 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร
คลอร์ฟลูอาซูรอน	อาทาบรอน®	30-40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร
ฟลูเฟนนอกซูรอน	คาสเคด®	20-40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร
ลูเฟนนูรอน	แมทช์ 050 อีซี®	20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร
โนวาลูรอน	ไรมอน®	10-50 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

2.2 วิธีการทดสอบความเป็นพิษ

วิธีการทดสอบแบบกินตาย (stomach poison) โดยใช้เหยื่อล่อทำด้วยกระดาษลังมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ (ปริมาตร 200 กรัม/ความเข้มข้น) แล้วนำไปปั่นกับสารฆ่าแมลงที่ใช้ทดสอบแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ในน้ำ 500 มิลลิลิตร) ได้แก่ 0 50 100 500 1,000 1,500 2,000 2,500 3,000 4,000 และ 5,000 ppm (ที่ 0 ppm เป็นชุดควบคุมโดยใช้น้ำเปล่า) หลังจากนั้นนำเหยื่อบรรจุลงในกระบอกไม้ไผ่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร แต่ละความเข้มข้นทำ 5 ซ้ำปล่อยปลวกงานในกระบอกไม้ไผ่จำนวน 20 ตัว/กระบอก นำกระบอกไม้ไผ่ไปใส่ในถาดพลาสติก ขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 28x50x10 เซนติเมตร แล้วใช้ถาดอีกใบปิดทับดังแสดงในภาพที่ 5

นับจำนวนปลวกที่ตายหลังจากทดสอบที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละความเข้มข้นของสารทดสอบแต่ละชนิดเพื่อหาค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท (probit analysis) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของสารทดสอบที่เวลาต่างๆ เพื่อคัดเลือกสาร IGRs ที่ดีที่สุดไปทดสอบความสามารถในการถ่ายทอดพิษของปลวก*C. curvignathus* ต่อการตายของปลวกในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 5 วิธีการทดสอบความเป็นพิษ

A= เตรียมสารทดสอบ

B= เหยื่อที่ผสมสารทดสอบ

C= บรรจุเหยื่อใส่กระบอกไม้ไผ่

D= เก็บไว้ในที่มืด

3. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่อการควบคุมปลวก

C. curvignathus

3.1 ชนิดและส่วนของพืชที่ใช้ทดสอบ

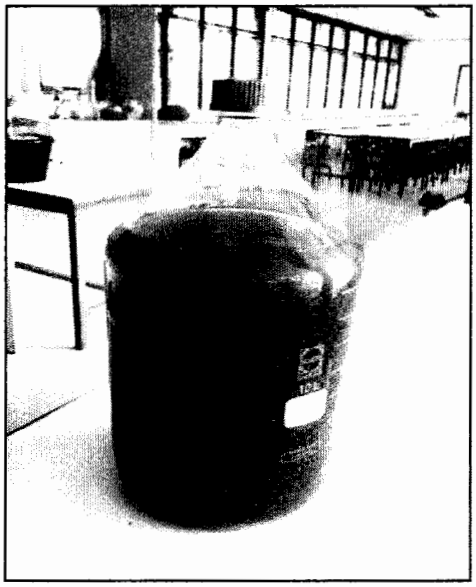
ใช้พืช 10 ชนิดได้แก่ ขิง ข่า ไพล กระทือ และกระชาย (ใช้ส่วนที่เป็นเหง้าหรือหัว) กระวาน พริกไทย ดีปลี และสะเดาช้าง (ใช้ส่วนที่เป็นเมล็ด) ส่วนกานพลู (ใช้ส่วนที่เป็นดอก)

3.2 การเตรียมพืชเพื่อนำไปสกัดสาร

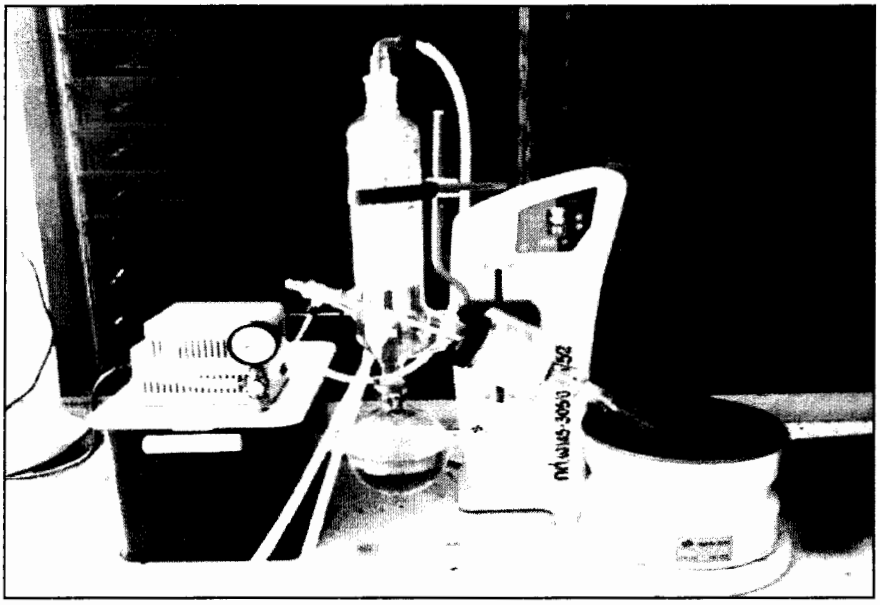
นำส่วนของพืชชนิดดังกล่าวที่อบแห้งแล้ว ชนิดละ 5 กิโลกรัม (ซื้อมาจากร้านขายพืชสมุนไพร) มาปั่นด้วยเครื่องปั่นอาหารให้ละเอียดก่อนนำไปสกัดโดยวิธีการแช่ยุ่ย (maceration) ในตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนและตัวทำละลายเอทานอล

3.3 วิธีการสกัดสารจากพืชทดสอบ

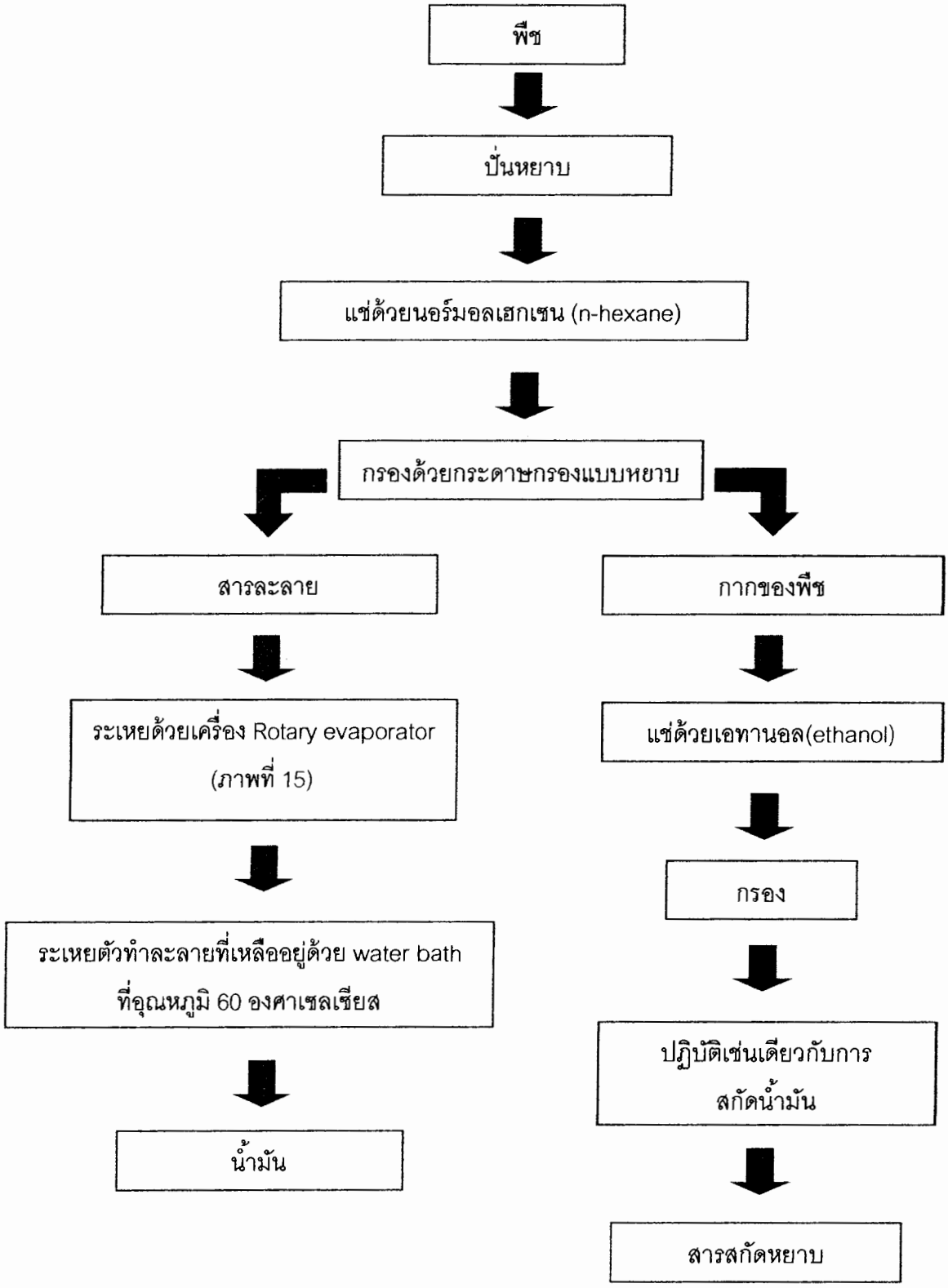
ขั้นตอนการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ นำส่วนของพืชที่อบแห้งที่ปั่นหยาบจากข้อ 3.2 จำนวนชนิดละ 5 กิโลกรัม ใส่ในขวดแก้วขนาด 20 ลิตร เติมตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน ลงไปจนท่วมตัวอย่าง ปิดปากขวดให้สนิท ดังแสดงในภาพที่ 6 ทิ้งไว้ 7 วัน จากนั้นนำสารละลายที่ได้กรองด้วยกระดาษกรองแบบหยาบ และระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator) ดังแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งอาศัยหลักการกลั่นด้วยวิธีการแยกตัวทำละลายออกมาโดยใช้แรงดันในสภาพสุญญากาศเพื่อช่วยให้การแยกของสารเกิดได้เร็วขึ้น ตัวทำละลายจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ หลังจากนั้นให้ความเย็นเพื่อทำให้ไอรวมตัวกันอยู่ในสถานะของเหลวอีกครั้ง (การควบแน่น) ส่วนสารที่ได้นำไปใส่ในขวดสีชาส่วนตัวทำละลายที่แยกออกมาได้นำกลับไปแช่กากที่ได้จากการสกัดครั้งแรกซ้ำ เพื่อสกัดน้ำมันที่ยังหลงเหลืออยู่ ทำซ้ำแบบนี้จำนวน 4 ครั้ง นำสารทั้งหมดที่สกัดแต่ละครั้งมารวมกัน สารที่สกัดได้เรียกว่า "น้ำมัน" เช่น น้ำมันขิง น้ำมันข่า น้ำมันไพล ฯลฯ จากนั้นนำกากพืชที่เหลือจากการสกัดน้ำมัน นำมาแช่ด้วยตัวทำละลายเอทานอล เพื่อสกัดสารสกัดหยาบโดยสกัดเหมือนกับสารสกัดน้ำมัน ดังแสดงในภาพที่ 8 สารที่สกัดได้เรียกว่า "สารสกัดหยาบ" จากนั้นนำสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืช ไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกในห้องปฏิบัติการต่อไป



ภาพที่ 6 ขวดแช่สารสกัด(ขวดแก้วใสขนาด 20 ลิตร)



ภาพที่ 7 เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator)



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร

ที่มา: เอกราช (2552)

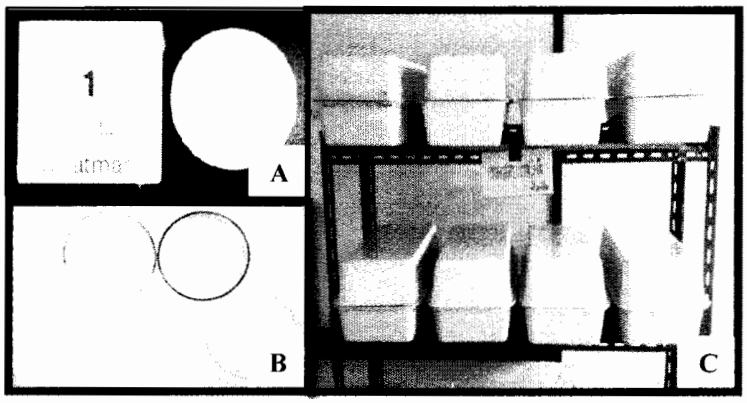
3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมปลวก

นำส่วนของน้ำมันและสารสกัดหยาบของพืชชนิดต่างๆ ที่ได้จากข้อ 3.3มาทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัส (contact poison) และการกิน (stomach poison) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.4.1 การทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัส (contact poison)

เตรียมสารละลายโดยนำน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชมาผสมกับน้ำเปล่า 500 มิลลิลิตร(เติมสารละลาย Tween®80 ใช้อัตรา 1:10เพื่อช่วยเพิ่มการแพร่กระจายของสารสกัดในน้ำได้ดีขึ้น) ที่ใช้ทดสอบแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 0 50 100 500 1,000 1,500 2,000 2,500 3,000 4,000 5,000และ 10,000 ppm(ที่ 0 ppm เป็นชุดควบคุมโดยใช้น้ำเปล่า) จากนั้นนำกระดาษกรอง Whatman จุ่มลงในสารทดสอบนาน 1 นาที แล้วนำกระดาษ Whatman ไปวางไว้ในจานเลี้ยงเชื้อแล้วทิ้งไว้ให้แห้งพอประมาณหลังจากนั้นจึงปล่อยปลวกงานจำนวน 10 ตัว/จานเลี้ยงเชื้อแต่ละความเข้มข้นทำ 5 ซ้ำ แล้วนำจานเลี้ยงเชื้อไปเก็บไว้ในที่มืดดังแสดงในภาพที่ 9

นับจำนวนปลวกที่ตายหลังจากทดสอบที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละความเข้มข้นของสารทดสอบแต่ละชนิดเพื่อหาค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท (probit analysis) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของสารทดสอบที่เวลาต่างๆ



ภาพที่ 9 การทดสอบแบบการสัมผัส (contact poison)

A= กระดาษ Whatman

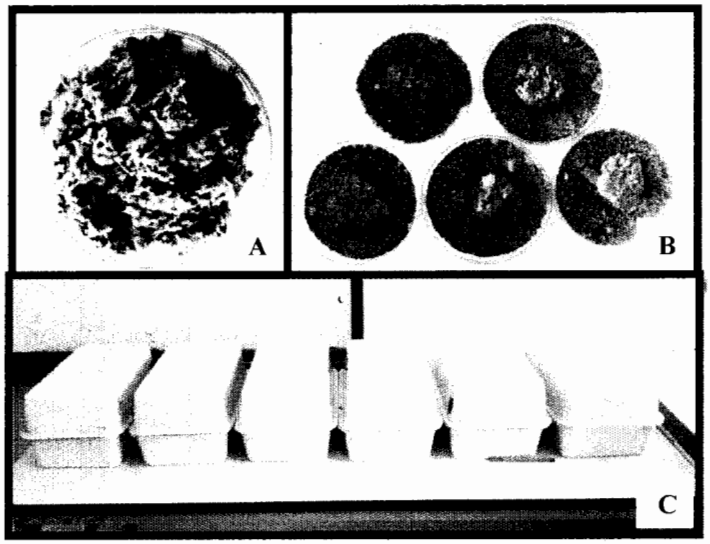
B= กระดาษกรองที่จุ่มสารทดสอบแล้วไปวางไว้ในจานเลี้ยงเชื้อ

C= เก็บไว้ในที่มืด

3.4.2การทดสอบความเป็นพิษโดยการกิน (stomach poison)

เตรียมสารละลายโดยนำน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชมาผสมกับน้ำเปล่า 500 มิลลิลิตร(เติมสารละลาย Tween®80 ในอัตรา 1:10 เพื่อช่วยเพิ่มการแพร่กระจายของสารสกัดในน้ำได้ดีขึ้น) ที่ใช้ทดสอบแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 0 50 100 500 1,000 1,500 2,000 2,500 3,000 4,000 5,000และ 10,000 ppm (ที่ 0 ppm เป็นชุดควบคุมโดยใช้น้ำเปล่า) เตรียมจานเลี้ยงเชื้อที่ใส่ดินอบฆ่าเชื้อและพรมน้ำให้มีความชื้น หลังจากนั้นใช้กระดาษลังตัดเป็นชิ้นเล็กๆ (ปริมาตร 200 กรัม/ความเข้มข้น) แล้วนำไปปั่นกับสารละลายของสารสกัดจากพืชที่ใช้ทดสอบแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อเป็นเหยื่อ แล้วนำปลวกงานจำนาน 10 ตัว มาใส่ในจานเลี้ยงเชื้อทดสอบความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ นำไปเก็บไว้ที่มืดดังแสดงในภาพที่ 10

บันทึกผลโดยนับจำนวนปลวกที่ตายหลังจากทดสอบที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละความเข้มข้นของสารทดสอบแต่ละชนิดเพื่อหาค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของสารทดสอบที่เวลาต่างๆ



ภาพที่ 10 การทดสอบแบบการกิน (stomach poison)

A= เหยื่อที่ผสมสารทดสอบ

B= นำเหยื่อไปวางไว้ในจานเลี้ยงเชื้อ

C= เก็บไว้ในที่มืด

3.4.3 คัดเลือกน้ำมันและสารสกัดหยาบ

นำข้อมูลความเป็นพิษทั้ง 2 แบบ ของสารสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบมาประเมินประสิทธิภาพการควบคุมปลวก เพื่อคัดเลือกไปทดสอบการได้รับสารทดสอบโดยทางอ้อมต่อการตายของปลวก

4. การศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดพิษของปลวก *C. curvignathus*

ภายในรังของปลวกจะมีปลวกงานเป็นวรรณะที่คอยหาอาหารให้กับวรรณะอื่นๆ จะเป็นพวกไม้หรือเศษวัสดุที่ทำจากไม้ ซึ่งจะมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งในลำไส้ปลวกจะมีโปรโตซัวช่วยในการย่อยสลายเซลลูโลส จากพฤติกรรมของปลวกงานที่มีการส่งต่ออาหารให้กับปลวกวรรณะอื่นๆ ภายในรัง จึงเป็นการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดพิษของปลวก *C. curvignathus*

4.1 สารที่ใช้ทดสอบ

สารที่ใช้ทดสอบคัดเลือกมาจากการทดสอบในข้อ 2 และข้อ 3 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกได้ดี คือ สารสกัดน้ำมันจากสะเดาช้าง ดีปลี และพริกไทย สารฆ่าแมลงลูเฟนนูรอน และสารฟลูเฟนนอกซูรอน โดยเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงฟิโปรนิลและน้ำเป็นชุดควบคุม

4.2 วิธีการทดสอบ

เตรียมสารทดสอบในน้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆใช้อัตราการผสมข้างขวด ส่วนสารสกัดจากพืชใช้ความเข้มข้น 100%) นำกระดาษลังมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ (เหยื่อ) แล้วนำไปแช่ในสารทดสอบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเหยื่อมาใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ ปล่อยปลวกงานจำนวน 10 ตัว ให้รับสารทดสอบที่ผสมไว้กับเหยื่อ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำปลวกงานหนึ่งตัวที่ยังมีชีวิตไปใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ ที่ใส่ดินอบฆ่าเชื้อและพรมน้ำให้มีความชื้นที่มีปลวกงานจำนาน 10 ตัว ทดสอบทรีทเมนต์ละ 5 ซ้ำ แล้วนำไปเก็บไว้ที่มืดและบันทึกผล

บันทึกผลโดยนับการตายของปลวกที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง หลังจากปล่อยปลวกที่ได้รับสารทดสอบ (เพื่อดูการถ่ายทอดสารไปยังปลวกตัวอื่น) แล้วนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละทรีทเมนต์ของสารทดสอบแต่ละชนิด ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA)

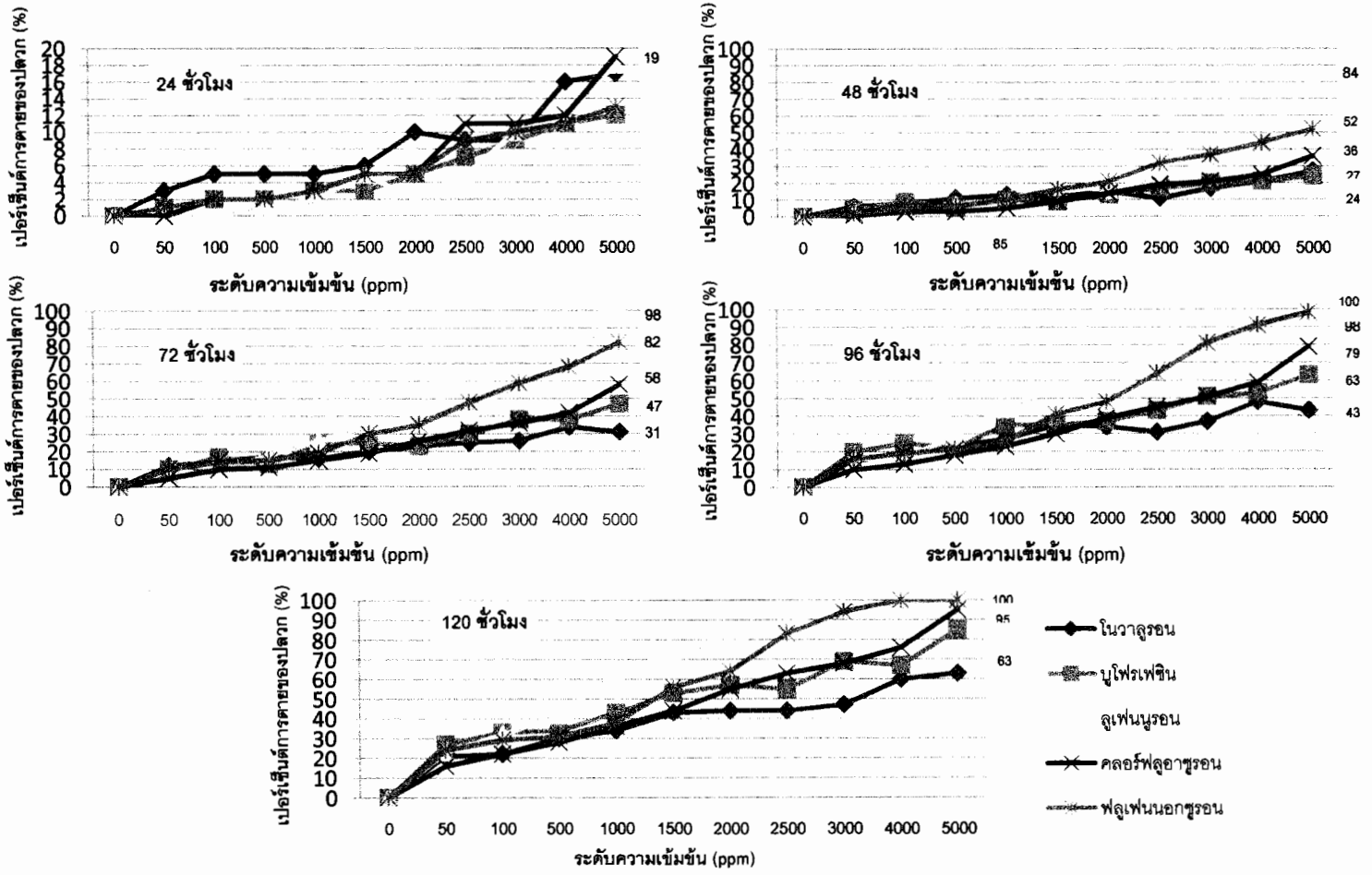
บทที่ 3
ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาพิษของสารฆ่าแมลงกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงต่อปลวก *C. curvignathus*

จากผลการทดสอบการออกฤทธิ์แบบกินตายต่อปลวก *C. curvignathus* โดยให้ปลวกกินสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ทั้ง 5 ชนิด พบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของปลวกที่เวลา 24 ชั่วโมง ในสารทดสอบทุกชนิดต่ำกว่า 20% และเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นที่เวลา 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยหลังจากทดสอบเป็นเวลาที่ 96 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 5,000 ppm สารลูเฟนนูรอน ทำให้ปลวกตายถึง 100% รองลงมาคือ สารฟลูเฟนนอกซูรอน ทำให้ปลวกตายถึง 98% ส่วนสารโนวาลูรอน สารบูโปรเฟซิน และสารคลอร์ฟลูอาซูรอน ทำให้ปลวกตายที่ 66, 63 และ 79% ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่เวลา 120 ชั่วโมง พบว่า สารฟลูเฟนนอกซูรอน ที่ความเข้มข้น 4,000 ppm และสารลูเฟนนูรอน ที่ความเข้มข้น 5,000 ppm ทำให้ปลวกตายถึง 100% และส่วนสารโนวาลูรอน สารบูโปรเฟซิน และสารคลอร์ฟลูอาซูรอน ที่ความเข้มข้น 5,000 ppm ทำให้ปลวกตาย 63, 85 และ 95% ตามลำดับ (ภาพที่ 11) จากนั้นนำเปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละความเข้มข้นของสารทดสอบแต่ละชนิดไปวิเคราะห์ ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท พบว่า สารลูเฟนนูรอน มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ต่ำสุดเท่ากับ 1,920.5 ppm รองลงมาได้แก่ สารฟลูเฟนนอกซูรอน มีค่า LC_{50} เท่ากับ 2,447.5 ppm ส่วนสารโนวาลูรอน สารบูโปรเฟซิน และสารคลอร์ฟลูอาซูรอน ควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวได้ไม่ดี เนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่สูง ดังแสดงในตารางที่ 2

จากการศึกษาครั้งนี้ เห็นว่าจากผลการทดสอบการออกฤทธิ์แบบกินตายต่อการควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยให้ปลวกได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs 5 ชนิด พบว่า สารลูเฟนนูรอน และสารฟลูเฟนนอกซูรอน สามารถฆ่าปลวก *C. curvignathus* ได้ 100% ถึงแม้ว่าต้องใช้ระยะเวลานาน 4-5 วัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของ อรัญ (2547) รายงานว่าสารในกลุ่มยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง มีผลต่อแมลงโดยไปรบกวนการสร้างสารไคติน ซึ่งเป็นสารสำคัญในการสร้างผนังลำตัวของแมลง สารกลุ่มนี้จะออกฤทธิ์ได้ดีก็ต่อเมื่อแมลงได้รับสารโดยการกิน ใช้ควบคุมหนอนผีเสื้อและหนอนด้วงปีกแข็งได้ดี นิรนาม (มปป ข) รายงานว่า การใช้เหยื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผลยับยั้งการลอกคราบของปลวก มีผลทำให้ปลวกที่ได้รับสารนี้จะลอกคราบไม่ได้และตายไปในที่สุด ปลวกที่ได้รับสารนี้จะไม่ตายแต่จะเป็นตัวแพร่กระจายให้กับปลวกตัวอื่นๆ ในรังโดยการสัมผัสทางปาก และร่างกาย ข้อเสียคือ ใช้ระยะเวลานานกว่าปลวกจะตายทั้งรัง แต่ถ้าผสมสารพิษ

บางอย่างเข้าไป จะทำให้ตายเร็วขึ้น สารเคมีในกลุ่มนี้ คือ hexaflumuron และ diflubenzuron ส่วนผลิตภัณฑ์ชนิดเหยื่ออีกกลุ่มหนึ่งนั้น เป็นสารออกฤทธิ์ในระบบทางเดินอาหารของปลวก เช่น disochin octoherate tetreahydrate ส่วน Su และ Scheffrahn (1996) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสาร hexaflumuron และ lufenuron ต่อการควบคุมปลวก *C. formosanus* และ *R. flavipes* พบว่า สาร hexaflumuron ที่ความเข้มข้น 125 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวก *C. formosanus* และที่ความเข้มข้น 31.1 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุม*ปลวก R. flavipes* ซึ่งสามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ถึง 100% หลังจากการทดสอบ 9 สัปดาห์ และ Lenz และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของสาร hexaflumuron และสาร triflumuron ต่อการควบคุมปลวก *Nasutitermes exitiosus* และปลวก *C. acinaciformis* จากการทดสอบความเข้มข้นของสาร hexaflumuron ในช่วงความเข้มข้น 0-1,000 ppm. ส่วนสาร triflumuron ใช้ช่วงความเข้มข้น 0-5,000 ppm. พบว่า สาร hexaflumuron ที่ความเข้มข้น 125 ppm. และสาร triflumuron ที่ความเข้มข้น 500 ppm. สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ดีที่สุด



ภาพที่ 11 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ทั้ง 5 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 2 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 72 ชั่วโมง

IGRs	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
โนวาลูรอน	16,522.4	8,316.8	54,065.7
บูโปรเฟซิน	19,048.3	9,611.4	61,207.9
ลูเฟนนูรอน	1,920.5	1,645.4	2,259.0
คลอร์ฟลูอาซูรอน	8,053.8	5,625.9	13,460.3
ฟลูเฟนนอกซูรอน	2,447.5	2,012.0	3,059.2

3. การศึกษาพิษของสารสกัดจากพืชต่อปลวก *C. curvignathus*

3.1 การเตรียมน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร 10 ชนิด

หลังจากเตรียมพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด คือ ขิง ข่า ไพล กระทือ กระวาน กระชายพริกไทย ดีปลี กานพลู และสะเดาช้าง ดังแสดงในภาพที่ 12 เพื่อนำมาสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบ โดยใช้พืชอบแห้ง ชนิดละ 5 กิโลกรัม แช่ในนอร์มอลเฮกเซน และระเหยสารละลายที่ได้ด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศจนตัวสารละลายระเหยหมด สารสกัดที่ได้จะมีลักษณะเป็นน้ำมันจากพืช 10 ชนิด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดังแสดงในตารางที่ 3 ของน้ำหนักพืช 5 กิโลกรัม และนำกากที่เหลือจากการสกัดน้ำมันไปแช่ด้วยตัวทำละลายเอทานอล แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนเหมือนกับการสกัดน้ำมันปรากฏว่าได้ผลผลิตเป็นสารสกัดหยาบของพืช 10 ชนิด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดังแสดงในตารางที่ 3ของน้ำหนักพืช 5 กิโลกรัม

จากตารางที่ 3 พบว่า สกัดสารที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล จะได้ปริมาณสารสกัดมากกว่าตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน ซึ่งความแตกต่างกันของปริมาณสารสกัดที่ได้นี้ มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น พันธุ์พืช แหล่งที่ปลูก ช่วงฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว อายุของพืชที่นำมาใช้สกัด การเก็บรักษาพืช วิธีการสกัด และตัวทำละลายที่นำมาสกัด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Reineccius (1992) ได้รายงานว่าตัวทำละลายแต่ละชนิด จะมีประสิทธิภาพในการสกัดสารแตกต่างกันขึ้นกับสมบัติความมีขั้วของตัวทำละลาย และองค์ประกอบของตัวอย่างที่ต้องการสกัด โดยจะเป็นไปตามกฎ "like dissolves like" คือ ตัวถูกละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลาย

ที่มีขั้ว และตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ตัวอย่างตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เพนเทน, เฮกเซน เป็นต้น ตัวทำละลายที่มีขั้วมากขึ้น เช่น ไดเอทิลอีเทอร์, ไดคลอโรมีเทน เป็นต้น ดังนั้นการเลือกใช้ตัวทำละลาย จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการสกัด นอกจากนี้ Wudeneh และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาถึงปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จาก *Valeriana officinalis* ที่เก็บเกี่ยวในช่วง 8 และ 14 เดือน พบว่ามีปริมาณของน้ำมันหอมระเหยไม่เท่ากัน คือ ที่อายุ 14 เดือน มีปริมาณมากกว่า 0.5% ส่วนปริมาณของสารประกอบทางเคมีที่พบในแต่ละตัวนั้นไม่แน่นอน

3.2 การทดสอบพิษของสารสกัดจากพืชต่อปลวก *C. curvignathus*

3.2.1 สารสกัดจากพืช

เป็นน้ำมันและสารสกัดหยาบที่ผ่านกระบวนการสกัดมาจากข้อที่ 3.1 นำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการประกอบไปด้วย

- น้ำมันจากพืชทดสอบ

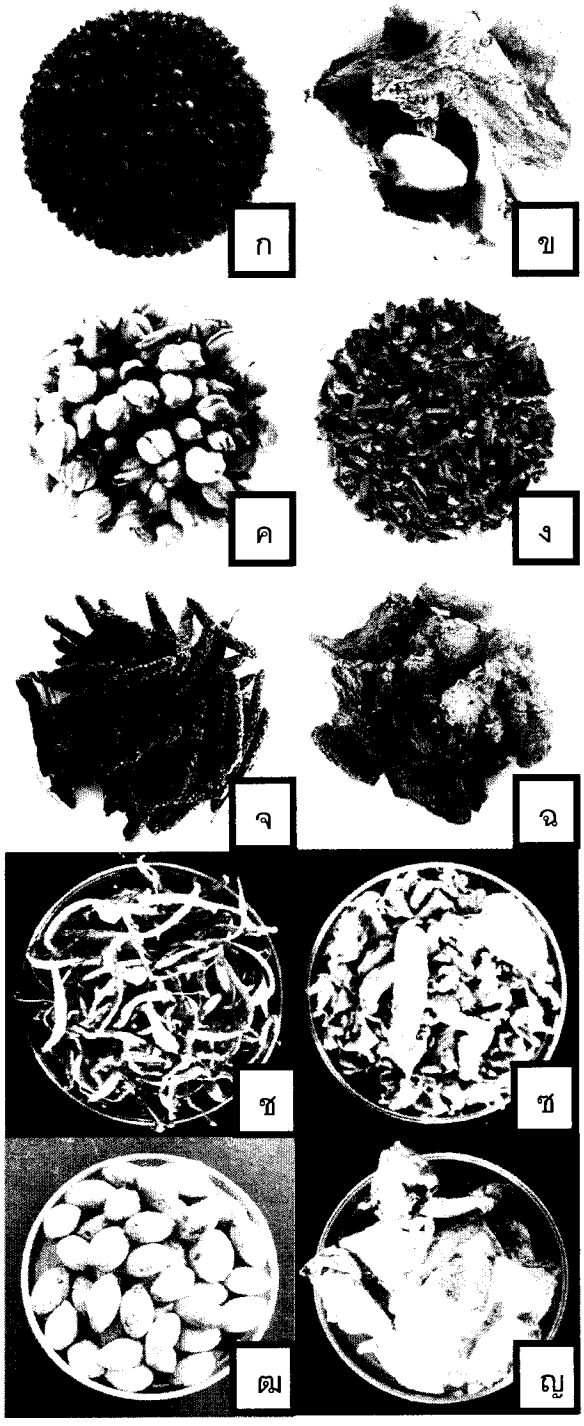
มีลักษณะเป็นของเหลวสีแล้วแต่ชนิดของพืช มีความหนืด เมื่อหยดลงในน้ำ จะเห็นเป็นแผ่นฟิล์มกระจายเป็นจุดๆ อยู่บนผิวน้ำดังแสดงในภาพที่ 13

- สารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ

มีลักษณะเป็นของเหลวสีแล้วแต่ชนิดของพืช มีความหนืดเล็กน้อยผลิตภัณฑ์น้ำมัน เมื่อหยดลงในน้ำจะกระจายตัวไปทั่ว จนทำให้สีของน้ำคล้ายกับสีของสารสกัดหยาบดังแสดงในภาพที่ 14

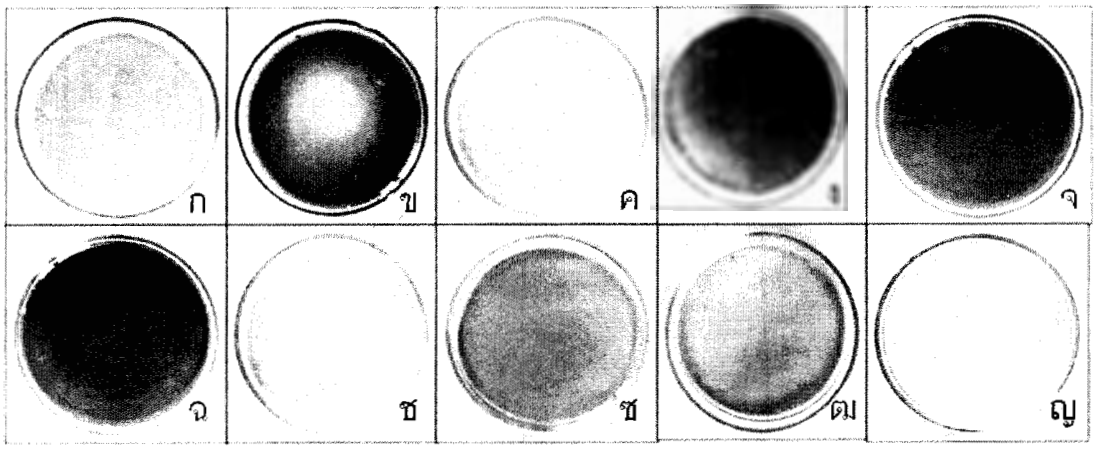
ตารางที่ 3 ปริมาณสารสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร 10 ชนิด ที่สกัดโดยวิธีการแช่ยุ่ย (maceration)

ชนิดพืช	ปริมานที่สกัดได้			
	สารสกัดน้ำมัน		สารสกัดหยาบ	
	น้ำหนัก (ml)	น้ำหนัก (%)	น้ำหนัก (ml)	น้ำหนัก (%)
สะเดาช้าง	705.00	14.10	1,265.00	25.30
ไพล	270.00	5.40	905.00	18.10
กระทือ	165.00	3.30	1,550.00	31.00
กระชาย	215.00	4.30	1,510.00	30.20
ขิง	330.00	6.60	855.00	17.10
ข่า	175.00	3.50	1,235.00	24.70
พริกไทย	385.00	7.70	770.00	15.40
ดีปลี	285.00	5.70	1,450.00	29.00
กระวาน	210.00	4.20	915.00	18.30
กานพลู	295.00	7.40	1,395.00	27.90



ภาพที่ 12 ลักษณะของพืชสมุนไพรที่ใช้สกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบ

ก. พริกไทย	ข. ข่า	ค. กระวาน	ง. กานพลู
จ. ดีปลี	ฉ. ขิง	ช. กระชาย	ซ. กระทือ
ฌ. สะเดาช้าง	ญ. ไพล		

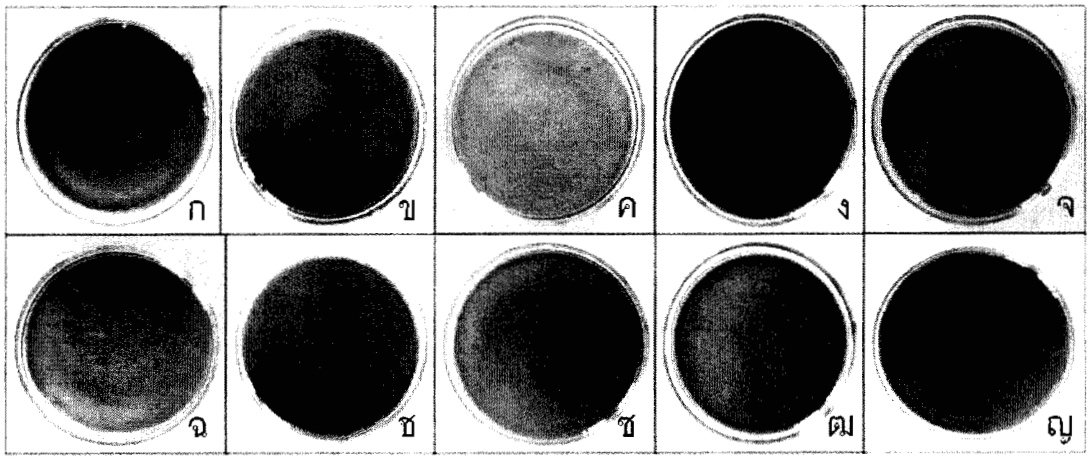


ภาพที่ 13 ลักษณะของสารสกัดน้ำมัน

ก. พริกไทย ข. ข่า ค. กระวาน ง. กานพลู

จ. ดีปลี ฉ. ขิง ช. กระชาย ซ. กระทือ

ฌ. สะเดาช้าง ญ. ไพล



ภาพที่ 14 ลักษณะของสารสกัดหยาบ

ก. พริกไทย ข. ข่า ค. กระวาน ง. กานพลู

จ. ดีปลี ฉ. ขิง ช. กระชาย ซ. กระทือ

ฌ. สะเดาช้าง ญ. ไพล

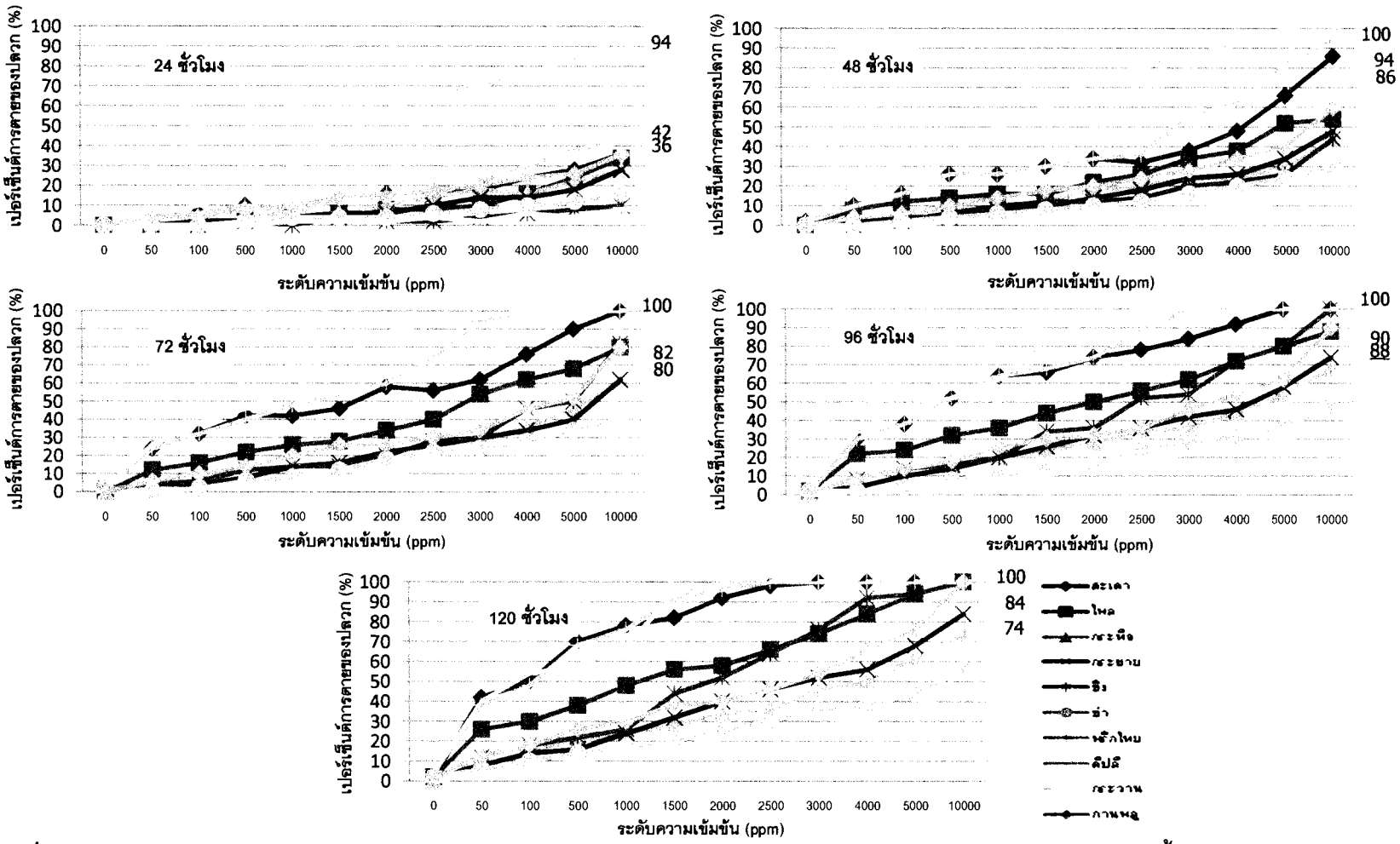
3.2.2. การทดสอบความเป็นพิษ

3.2.2.1. การทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัสตาย

จากผลการทดสอบการออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายต่อการควบคุมปลวก *C. curvignathus* จากสารละลายของน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ที่ใช้ทดสอบแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า สารละลายของน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ออกฤทธิ์ในการควบคุมปลวก ดังนี้

การทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัสของสารสกัดน้ำมัน

พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกที่เวลา 24 ชั่วโมง สารสกัดดีปลี สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ดี ส่งผลให้ปลวกตายถึง 94% ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm และค่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น เป็น 100% หลังจากปลวกได้รับสารทดสอบนานขึ้นที่เวลา 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่เวลา 120 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดดีปลี ที่ความเข้มข้น 2,000 ppm สารสกัดพริกไทย ที่ความเข้มข้น 2,500 ppm สารสกัดสะเดาช้าง ที่ความเข้มข้น 3,000 ppm สารสกัดไพล ขิง และกานพลู ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ดี ส่งผลให้ปลวกตายถึง 100% รองลงมา ได้แก่ สารสกัดกระชาย กระทือ ข่า และกระวาน ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 84, 74, 56 และ 46% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 15 จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การตายของสารสกัดน้ำมันในพืชแต่ละชนิดมาหาค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดดีปลี มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกได้ดีที่สุดเนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ต่ำสุดเท่ากับ 269.2 ppm รองลงมาได้แก่ สารสกัดจากพริกไทยและสะเดาช้าง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 455.5 และ 731.2 ppm ตามลำดับ ส่วนสารสกัดน้ำมันที่เหลือควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวได้ไม่ดี เนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่สูง ดังแสดงในตารางที่ 4



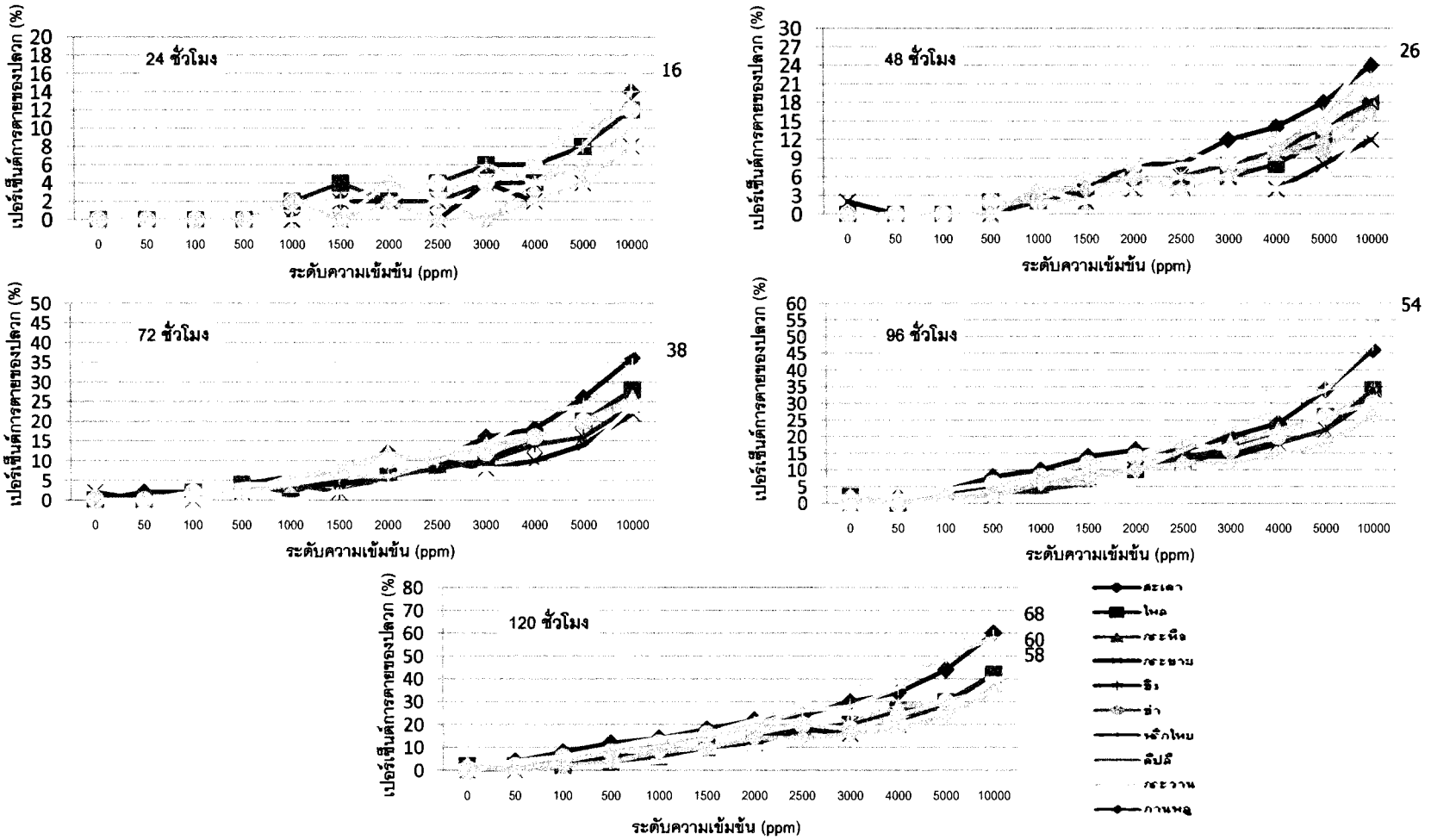
ภาพที่ 15 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 4 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมงของการทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัสของน้ำมันชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ

Plant	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
สะเดาช้าง	731.2	280.9	1,446.5
ไพล	2,801.9	2,074.7	3,998.2
กระทือ	11,855.1	7,136.6	27,237.0
กระชาย	7,522.9	5,705.8	11,705.4
ขิง	5,702.9	3,379.8	15,695.9
ข่า	14,696.9	9,199.1	32,805.6
พริกไทย	455.5	139.7	922.5
ดีปลี	269.2	110.9	478.3
กระวาน	48,317.6	20,269.6	319,062.9
กานพลู	5,282.3	3,215.0	12,106.9

การทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัสของสารสกัดหยาบ

พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกในสารสกัดหยาบในแต่ละชนิดที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าต่ำกว่า 20% และค่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น ที่เวลา 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่เวลา 120 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดดีปลีที่ความเข้มข้น 10,000 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ดีที่สุด ส่งผลให้ปลวกตาย 68% รองลงมาได้แก่ สารสกัดสะเดาช้าง สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 60% ส่วนสารสกัดพริกไทย ไพล กระวาน กระทือ กระชาย ขิง ข่า และกานพลู สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 58 42 40 38 38 38 36 และ 34% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 16 จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การตายในสารสกัดหยาบในแต่ละชนิดมาหาค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดพริกไทย มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ต่ำสุดเท่ากับ 17,459.3 ppm รองลงมาได้แก่สารสกัดจากดีปลี มีค่า LC_{50} เท่ากับ 19,659.9 ppm ส่วนสารสกัดหยาบที่เหลือควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวได้ไม่ดีเนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่สูง ดังแสดงในตารางที่ 5



ภาพที่ 16 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 5 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ของการทดสอบความเป็นพิษโดยการสัมผัสของสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ

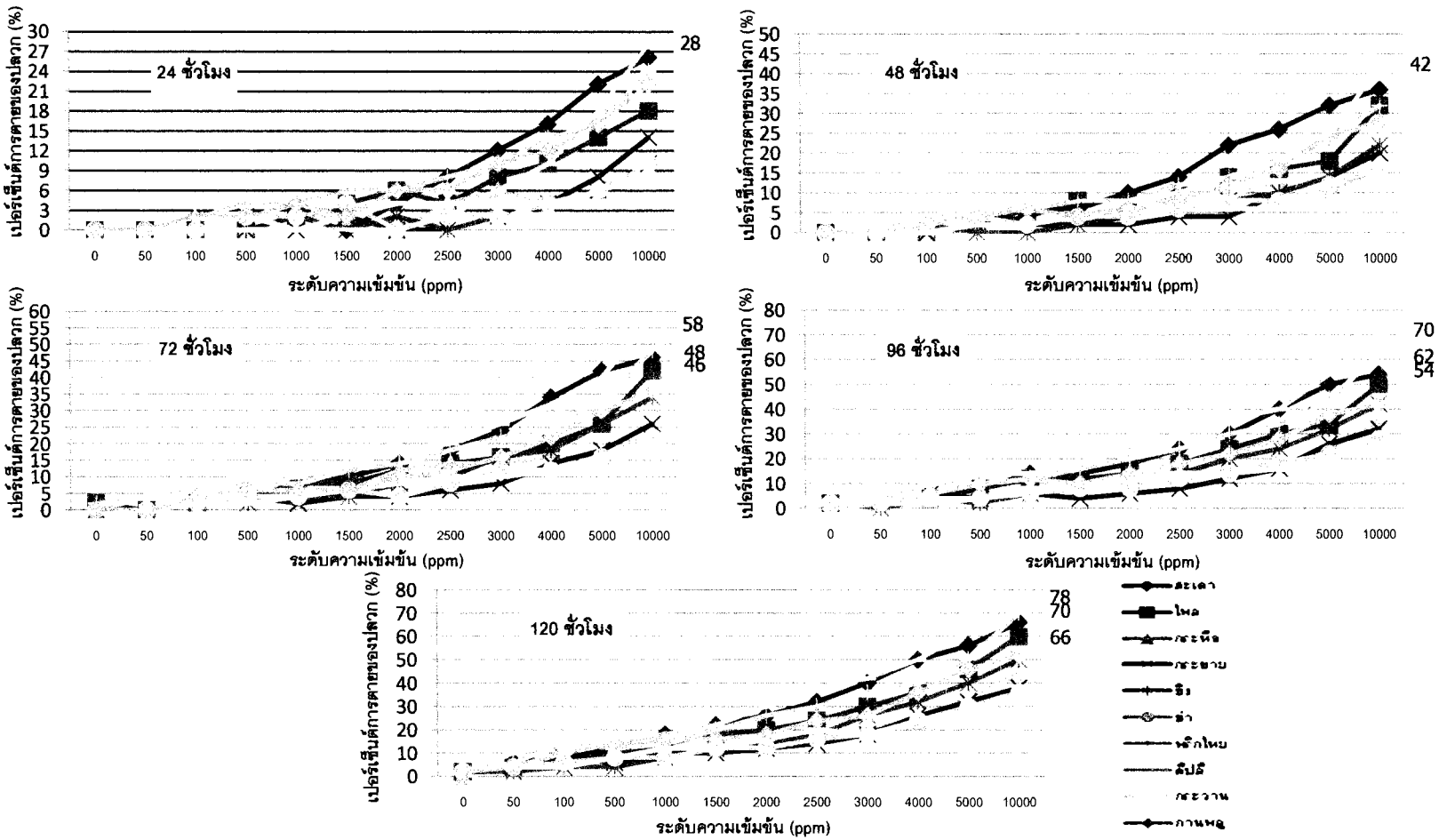
Plant	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
สะเดาช้าง	36,907.6	17,282.4	166,273.9
ไพล	46,856.0	20,243.8	295,817.7
กระทือ	46,977.4	20,000.0	304,054.8
กระชาย	38,774.8	21,700.5	529,469.3
ขิง	36,260.2	17,304.1	193,088.8
ข่า	58,162.8	22,614.6	494,413.4
พริกไทย	17,459.3	10,996.7	41,252.0
ดีปลี	19,659.9	11,682.1	50,987.4
กระวาน	34,124.2	17,002.5	170,307.1
กานพลู	51,207.5	23,773.1	806,878.9

3.2.2.2. **การทดสอบความเป็นพิษโดยการกิน** (stomach poison)

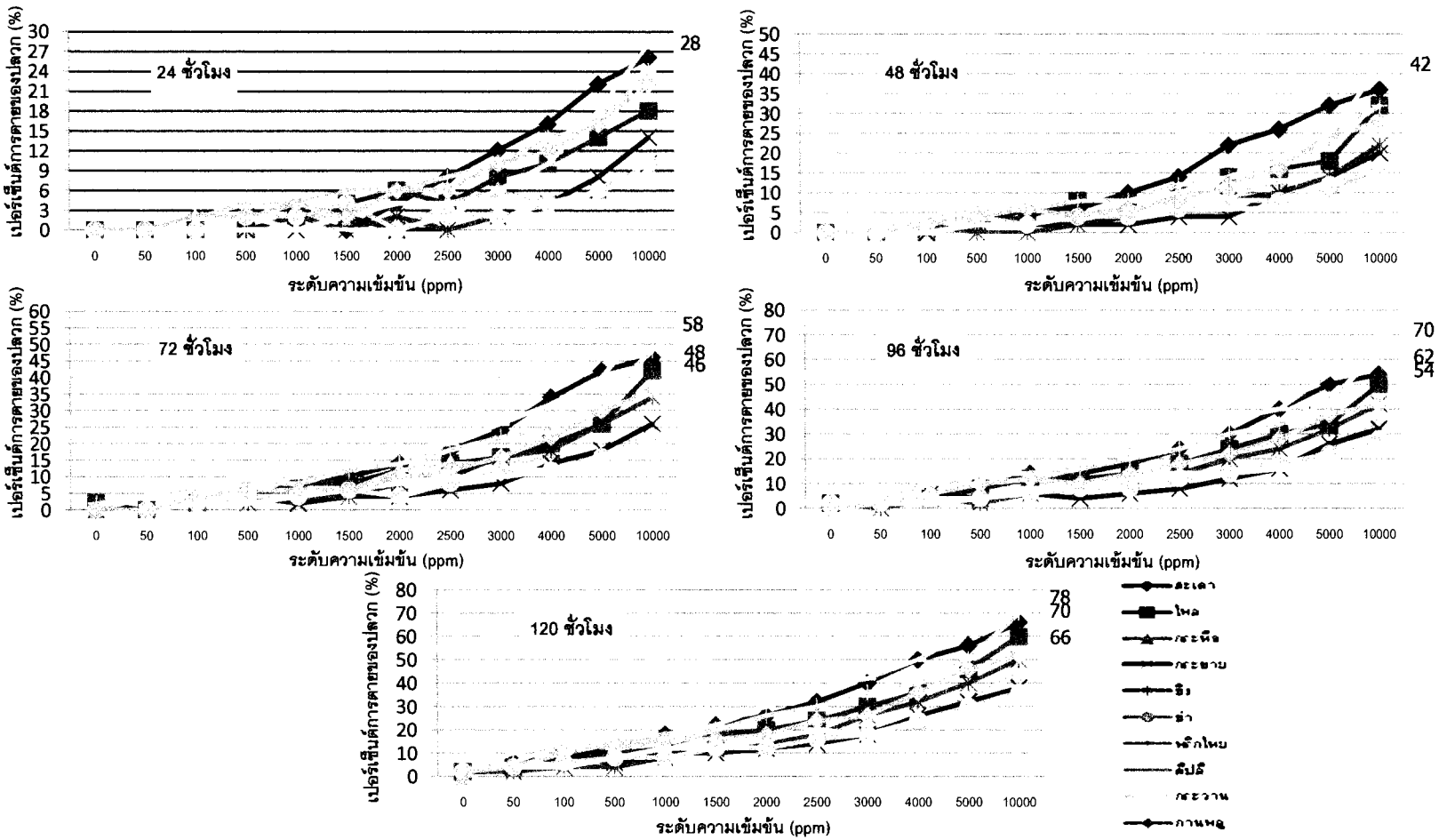
จากผลการทดสอบการออกฤทธิ์แบบแบบกินตาย (stomach poison) ควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยสารละลายของสารสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ที่ใช้ทดสอบแต่ละชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า สารละลายของสารสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ออกฤทธิ์ในการฆ่าปลวกได้ผล ดังนี้

การทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายของสารสกัดน้ำมัน

พบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของปลวกในสารทดสอบแต่ละชนิดที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าต่ำกว่า 30% ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm และเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นที่เวลา 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่เวลา 120 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดดีปลีที่ความเข้มข้น 10,000 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ดีที่สุด ส่งผลให้ปลวกตาย 78% รองลงมาคือ สารสกัดพริกไทย สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 70% ส่วนสารสกัดสะเดาช้าง ไพล กานพลู ขิง กระชาย กระทือ ข่า และกระวาน สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 66, 60, 52, 50, 44, 38, 36 และ 34% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 17 จากนั้นนำเปอร์เซ็นต์การตายของสารทดสอบในแต่ละชนิดมาหาค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดดีปลี มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ต่ำที่สุดเท่ากับ 7,528.0 ppm รองลงมาได้แก่ สารสกัดพริกไทย และสะเดาช้าง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 8,987.3 และ 8,256.1 ppm ส่วนสารสกัดน้ำมันที่เหลือสามารถควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวได้ไม่ดี เนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่สูง ดังแสดงในตารางที่ 6



ภาพที่ 17 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ



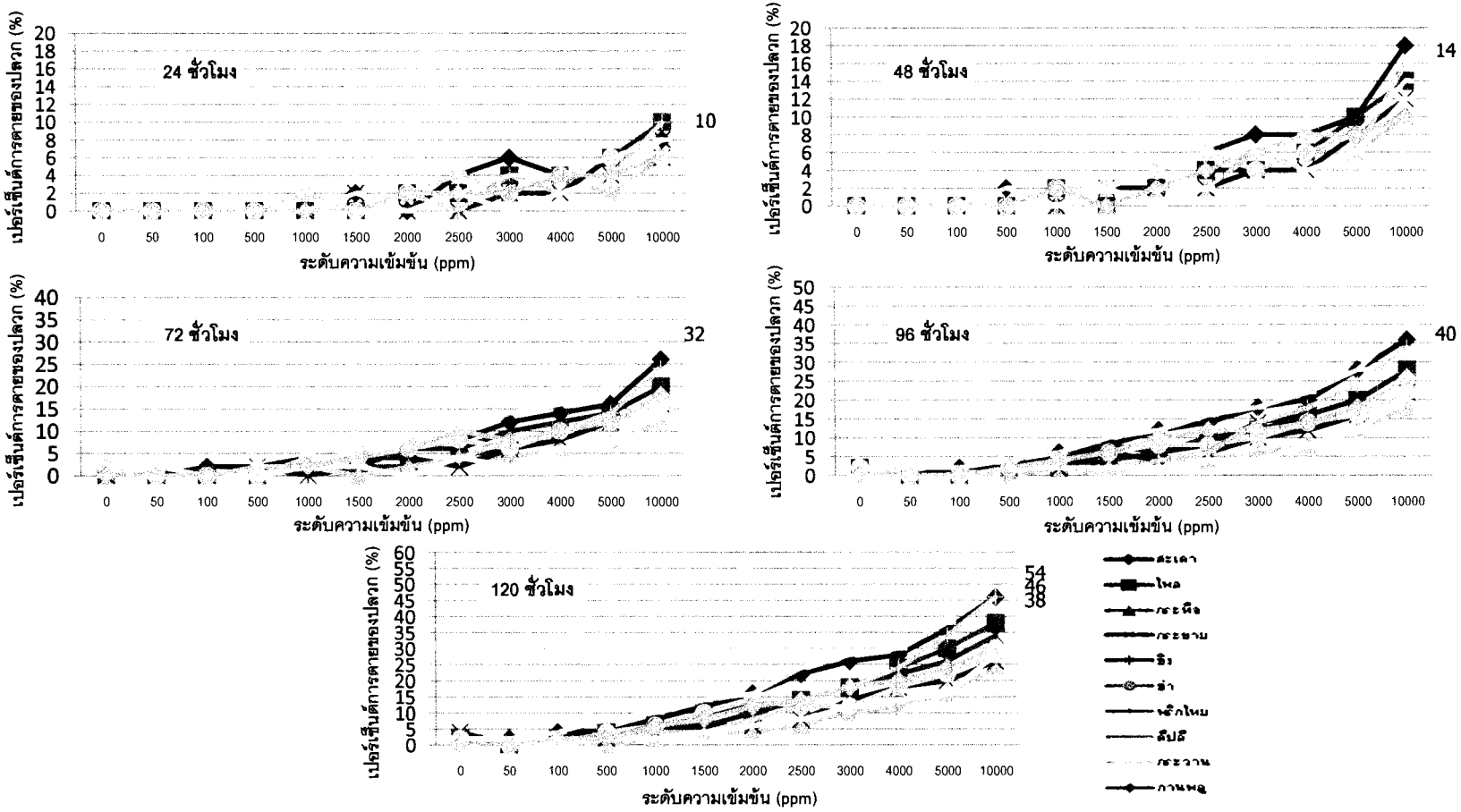
ภาพที่ 17 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 6 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ของการทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายของน้ำมันชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ

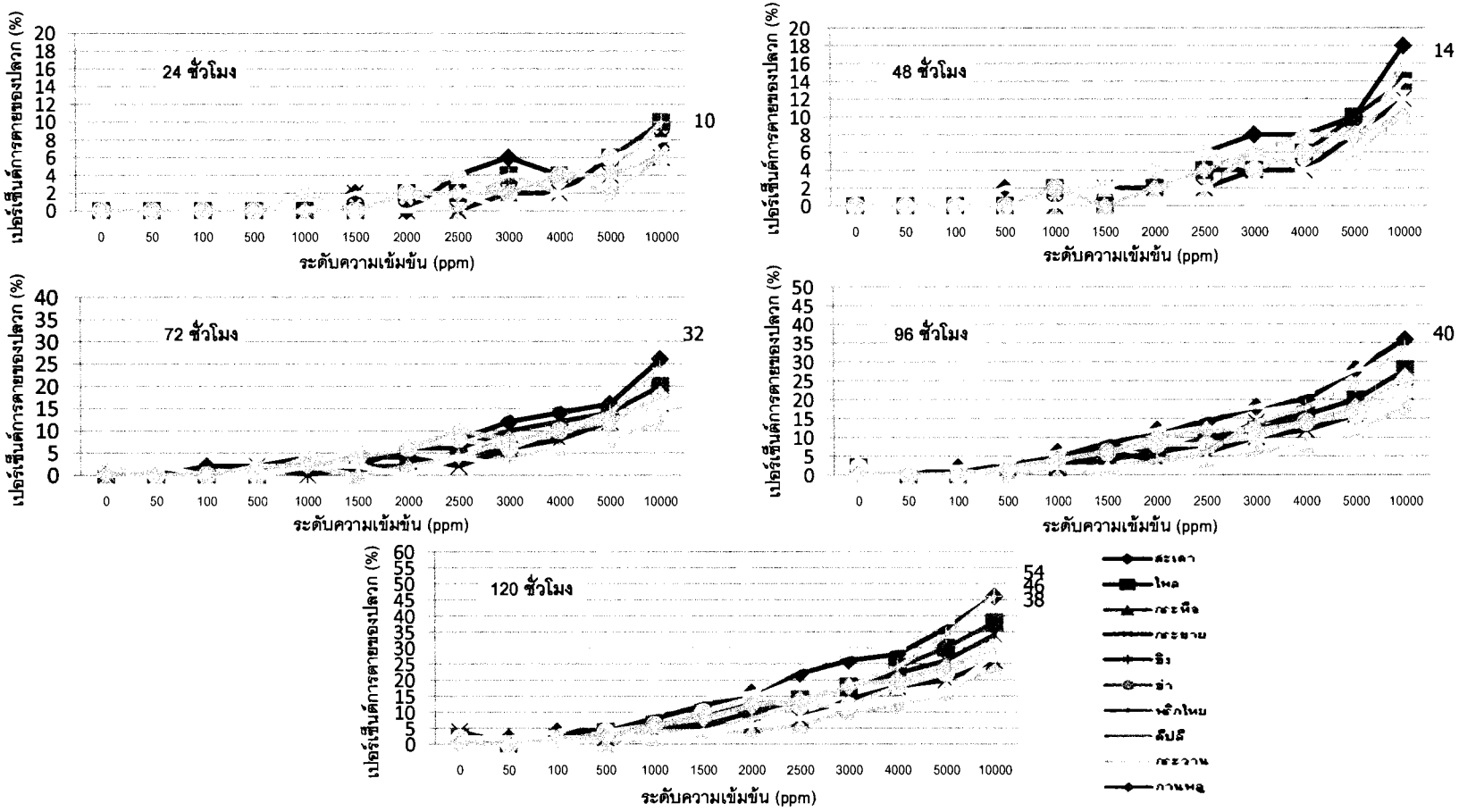
Plant	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
สะเดาช้าง	8,256.1	6,404.4	12,338.1
ไพล	9,989.6	8,468.1	12,438.7
กระทือ	13,698.2	10,004.1	24,561.5
กระชาย	12,942.4	10,004.1	24,561.5
ขิง	10,795.8	8,635.1	15,170.1
ข่า	14,479.0	11,368.8	21,044.9
พริกไทย	8,987.3	7,627.4	11,141.3
ดีปลี	7,528.0	6,522.5	8,995.5
กระวาน	15,072.0	11,652.8	22,696.2
กานพลู	10,488.5	8,806.4	13,289.7

การทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายของสารสกัดหยาบ

พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกในสารสกัดหยาบในแต่ละชนิดที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าต่ำกว่า 10% ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm และค่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น ที่เวลา 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่เวลา 120 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดดีปลี ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm สามารถออกฤทธิ์ควบคุมได้ดีที่สุด ส่งผลให้ปลวกตาย 54% รองลงมาได้แก่ สารสกัดสะเดาช้าง และพริกไทย ออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 46% เท่ากัน ส่วนสารสกัดไพล ขิง กานพลู ข่า กระวาน และกระทือ สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 38, 34, 30, 28, 28, 26 และ 24% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 18 จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การตายในสารสกัดหยาบแต่ละชนิดมาหาค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ มีค่า LC_{50} ที่สูงมาก แต่ก็พบว่า สารสกัดพริกไทย มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ต่ำสุดเท่ากับ 23,405.5 ppm รองลงมาได้แก่สารสกัดจากดีปลี และสะเดาช้าง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 34,645.0 และ 25,741.4 ppm ส่วนสารสกัดหยาบที่เหลือควบคุมปลวกชนิดดังกล่าวได้ไม่ดีเนื่องจากมีค่า LC_{50} ที่สูง ดังแสดงในตารางที่ 7



ภาพที่ 18 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 18 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 7 ค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมงของการทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายของสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ

Plant	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
สะเดาช้าง	25,741.4	16,479.5	54,809.6
ไพล	31,824.9	16,356.2	151,095.1
กระทือ	75,867.1	25,021.7	3,186,416.1
กระชาย	57,614.2	22,186.2	832,071.0
ขิง	39,964.9	18,337.9	258,859.3
ข่า	95,059.0	25,791.0	1,666,222.0
พริกไทย	23,405.5	13,839.5	71,126.1
ดีปลี	34,645.0	13,124.1	831,832.9
กระวาน	51,207.3	21,024.8	666,845.6
กานพลู	72,731.2	25,264.1	1,250,434.2

ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดน้ำมัน และสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายและกินตาย พบว่า วิธีการทดสอบที่ได้ผลที่ดีสุด คือ สารสกัดจากพืชออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายดีกว่าแบบกินตาย และสารสกัดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน มีพิษสูงกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล เนื่องจากวิธีการทดสอบดังกล่าวมีค่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกที่สูง และมีค่า LC_{50} ต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ โดยสารสกัดดีปลีที่สกัดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน สามารถออกฤทธิ์สัมผัสตายได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} ที่เวลา 72 ชั่วโมง ต่ำสุด 269.2 ppm รองลงมา ได้แก่ สารสกัดพริกไทย และสารสกัดสะเดาช้าง มีค่าเท่ากับ 455.5 และ 731.2 ppm ตามลำดับ ซึ่งการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับข้อมูลที่ว่า สารสกัดจากพืชมีฤทธิ์ฆ่าแมลง (insecticidal effect) และสารในกลุ่มนี้มีพิษต่อแมลงในลักษณะสัมผัสตายและลักษณะกินตาย (Hassall, 1990; Klass and Eames-Sheavly, 2004; Cloyd, 2004) ส่วน Russ (2005) และ Golob และคณะ (1999) รายงานว่า สารสกัดรูปน้ำมันจากดอกกานพลูมีประสิทธิภาพเป็นสารกำจัดแมลง และมีการออกฤทธิ์แบบสัมผัสตาย โดยมีประสิทธิภาพต่อแมลงหลายชนิด และ นันทวัน และคณะ (2546)

ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนายากำจัดปลวกจากวัสดุเหลือใช้พริกไทยเบา (*Piper nigrum* Linnaeus) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกพริกไทยมีพิษต่อปลวก โดยมีทั้งฤทธิ์ขับไล่ พิษจากการสัมผัส และพิษจากการระเหย โดยองค์ประกอบหลักที่พบ คือ caryophyllene, limonene และ β-pinene

4. ความสามารถในการถ่ายทอดพิษของปลวก *C. curvignathus*

จากการทดสอบความสามารถในการถ่ายทอดพิษของปลวก *C. curvignathus* พบว่า จำนวนปลวกที่ตายในการทดสอบที่เวลา 24-120 ชั่วโมง ของการทดสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสารทดสอบชนิดต่างๆ จำนวนปลวกที่ตายขึ้นอยู่กับชนิดของสารทดสอบดังแสดงในตารางที่ 8 โดยหลังจากทดสอบสาร พบว่า ที่เวลา 24 ชั่วโมง สารฟิโปรนิล สะเดาช้าง และดีปลี ทำให้ปลวกตายเท่ากับ 10% 10% และ12% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสารทดสอบอื่นๆ อย่างชัดเจน และค่าดังกล่าวสูงขึ้นเป็น 10% 14% 18% หลังจากปลวกได้รับสารนานขึ้นเป็น 48 ชั่วโมง และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 14% 18% และ 22% ตามลำดับ หลังจากปลวกได้รับสารนานขึ้นเป็น 72 ชั่วโมง และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 24% 22% และ 26% หลังจากปลวกได้รับสารนานขึ้นเป็น 96 ชั่วโมง และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบที่เวลา 120 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดดีปลี สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ดีที่สุด และปลวกสามารถถ่ายทอดสารทดสอบไปยังปลวกตัวอื่นได้ จึงส่งผลให้ปลวกตัวอื่นตาย 30% รองลงมาคือ สารฟิโปรนิล สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 26% ส่วนสะเดาช้าง พริกไทย สารลูเฟ่นนูรอน และสารฟลูเฟ่นนอกซูรอน สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวกได้ 24, 22, 18 และ 14% ตามลำดับ

จากการทดลอง พบว่า สารสกัดจากดีปลีสามารถควบคุมปลวกได้ดีว่าสารทดสอบชนิดอื่นๆ แต่ต้องใช้ระยะเวลานานเนื่องจากพืชในวงศ์ Piperaceae มีสารประกอบ piperamide ซึ่งเป็นสารที่สามารถใช้ในการควบคุมแมลงขนาดเล็ก และสามารถลดการพัฒนาการต้านทานลงได้เมื่อนำไปผสมกับสารเพิ่มประสิทธิภาพ หรือผสมกับสารฆ่าแมลงจากธรรมชาติชนิดอื่น เช่น ไพรีทรัม (pyrethrum) (Scott *et al.*, 2008)

จากการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดพิษของปลวก *C. curvignathus* พบว่าปลวกสามารถถ่ายทอดสารเคมีไปยังปลวกตัวอื่นๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับขอมูลของ รุ่งทิพย์ (2556) ที่รายงานว่าปลวกงานมีหน้าที่หาอาหารมาเลี้ยงปลวกอื่นๆ ในรัง แต่ด้วยความที่ปลวกไม่มีตา ดังนั้น ปลวกจะใช้ประสาทสัมผัสที่รับกลิ่นและรับแรงสั่นสะเทือน ซึ่งตั้งอยู่บริเวณที่หัวและท้อง ปลวกจะใช้วิธีการสื่อสาร โดยมีพฤติกรรมเขี่ยอยู่สองอย่าง คือ เขี่ยปาก (stomodeal feeding) โดยการเลียสัมผัสกันตลอดเวลากับวรรณะอื่นๆ จึงสามารถถ่ายทอดอาหารจากตัวหนึ่งไปอีกตัวหนึ่งได้ บางคนเรียกว่า พฤติกรรมเลียแต่ปลวกไม่มีลิ้นจึงเรียกพฤติกรรมเขี่ย ปลวกมีส่วนของหนวดกระตุ้นฝ่ายตรงข้าม และเอาปากตัวเองไปจ่อที่ปากฝ่ายตรงข้ามเพื่อรับอาหารจากปากของอีกฝ่าย และพฤติกรรมนี้ยังมีผลต่อปรากฏการณ์ในด้านอื่นของสังคมเพื่อสื่อสารกัน

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

สารทดสอบ	จำนวนการตายของปลวก(%±S.D.)[1/]				
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
ชุดควบคุม	0.00±0.00$^{a2/}$	0.00±0.00^{a}	2.00±0.47^{a}	2.00±0.47^{a}	2.00±0.47^{a}
ฟิโปรนิล	10.00±1.51^{bc}	10.00±1.51^{bc}	14.00±2.16^{bc}	24.00±3.75^{c}	26.00±4.00^{cd}
ลูเฟนนูรอน	6.00±1.01^{ab}	10.00±1.62^{bc}	12.00±2.02^{b}	16.00±2.53^{bc}	18.00±2.81^{bc}
ฟลูเฟนนอกซูรอน	4.00±0.75^{ab}	6.00±1.01^{b}	10.00±1.62^{ab}	12.00±1.94^{32b}	14.00±2.16^{b}
สะเดาช้าง	10.00±1.62^{bc}	14.00±2.16^{cd}	18.00±2.75^{bc}	22.00±3.35^{bc}	24.00±3.66^{cd}
ดีปลี	12.00±1.85^{c}	18.00±2.75^{d}	22.00±3.35^{c}	26.00±3.96^{c}	30.00±4.57^{d}
พริกไทย	6.00±1.01^{ab}	10.00±1.51^{bc}	16.00±2.46^{bc}	18.00±2.75^{bc}	22.00±3.35^{bcd}
F-test	**	**	**	**	**
CV.	1.37	1.23	1.84	2.08	1.87

[1/] เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 5 ซ้ำ

[2/] ตัวเลขในสดมภ์ที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95% ($P<0.05$) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง ต่อการควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยให้ปลวกได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs 5 ชนิด พบว่า สารลูเฟนนูรอน และ สารฟลูเฟนนอกซูรอน สามารถออกฤทธิ์ควบคุมปลวก *C. curvignathus* ได้ดีที่สุด ส่งผลให้ปลวกตาย 100% ถึงแม้ว่าต้องใช้ระยะเวลานาน 4-5 วัน ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่อการควบคุมปลวกชนิดดังกล่าว โดยทดสอบความเป็นพิษแบบกินตาย และแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมัน และสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ นั้น สารสกัดจากพืชออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายดีกว่าแบบกินตาย และการสกัดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนมีพิษสูงกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล โดยสารสกัดดีปลีที่สกัดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน ออกฤทธิ์สัมผัสตายได้ดีที่สุดโดยมีค่า LC_{50}ที่เวลา 72 ชั่วโมง ต่ำสุด 269.2 ppm รองลงมา ได้แก่ สารสกัดพริกไทย และสารสกัดสะเดาช้าง มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 455.5 และ 731.2 ppm ตามลำดับ

ส่วนการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดสารพิษของปลวกงานไปสู่ปลวกงานตัวอื่นนั้น ปลวกงานที่ได้รับเหยื่อพิษของสารทดสอบ สามารถถ่ายทอดสารพิษไปยังปลวกงานปกติได้ที่เวลา 120 ชั่วโมง ปลวกงานที่ได้รับเหยื่อพิษจากสารสกัดดีปลี สามารถถ่ายทอดความเป็นพิษไปสู่ปลวกงานปกติได้สูงสุด เนื่องจากพบปลวกงานตายสูงสุดรองลงมาได้แก่ เหยื่อพิษจากสารฟิโปรนิล สารสกัดสะเดาช้าง สารสกัดพริกไทย สารลูเฟนนูรอน และ สารฟลูเฟนนอกซูรอน ตามลำดับ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง 2 ชนิด ได้แก่ สารลูเฟนนูรอน และสารฟลูเฟนนอกซูรอน และสารสกัดจากดีปลี จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาพัฒนาต่อไป เพื่อใช้ควบคุมปลวก *C. curvignathus* และน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการควบคุมปลวกชนิดนี้ เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์กลุ่มอื่น แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการใช้ในสภาพแปลงทดลองของสารดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางการใช้สารดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

จารุณี วงศ์ข้าหลวง และยุพาพร สรนุวัตร. 2550. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปลวกและการป้องกันกำจัด. กรุงเทพฯ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : www.jcc2u.com. (สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2552).

จิตติ จันทร์แสง. 2544. ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข. นนทบุรี : สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์สาธารณสุข. 154 หน้า.

ใจ้จื้อหยง เฉินจิ่งย้าว. 2550. ตำราเรียนการป้องกันและกำจัดปลวก. สาธารณรัฐประชาชนจีน. สถาบันวิจัยปลวกมณฑลกวางเจา.

นันทวัน บุณยะประภัคร, อังคณา หิรัญสาลี, ยุพาพร สรนุวัตร, พจวรรณ ลาวัณย์ประเสริฐ, สุวรรณ ธีระวรพันธ์, อโนชา อุทัยพัฒน์, วิสุดา สุวิทยาวัฒน์, สิริมา สอนเล็ก, เบ็จวรรณ คฤหพัฒนา, กฤษณา ชายกวด, ศานติ ฉันทตุลย์ และวีรญา เรื่องสวัสดิ์. 2546. การพัฒนายากำจัดปลวกจาก วัสดุเหลือใช้พริกไทยเบา (*Piper nigrum* L.). ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

นิรนาม.มมป ก. ปลวก. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.yangpara.com/disease/Disease_014.htm. (สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2553).

นิรนาม.มมป ข. สารป้องกันและกำจัดปลวก. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.jaichana.com/jai_article_view.php?id_art=26. (สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2557).

ปัทมา ชนะสงคราม. 2553. ปลวกทำลายต้นยางสด. วารสารยางพารา 31: 28-31.

รุ่งทิพย์ สุขกำเนิด. 2556. รู้..สู้..ปลวก..สยบได้โดยไม่ต้องรบ. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://tonkidthipdhama. blogspot. com/2013/01/blog-post. html. (สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2556).

ยุพาพร สรนุวัต. 2536. การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันปลวกที่ใช้ทาเนื้อไม้ภายในห้องปฏิบัติการ. ในเอกสารประชุมวิชาการป่าไม้ ปี 2536, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, หน้า 229-237.

ยุพาพร สรนุวัตร และจารุณี วงศ์ข้าหลวง. 2536. การใช้หินบดเพื่อป้องกันปลวกใต้ดิน. ในเอกสารประชุมวิชาการป่าไม้ ปี 2536. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

วีรยุทธ ทองคง. 2552. การจำแนกชนิด ลักษณะของรังปลวกและการควบคุมโดยใช้เหยื่อล่อในสวนยางพาราของภาคใต้ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศสาตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วีรยุทธ ทองคง, สุรไกร เพิ่มคำ และอรัญ งามผ่องใส. 2552. ปลวกในระบบนิเวศสวนยางพารา. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 12: 34-42.

สุภาพร บัวแก้ว อเนก กุณาละสิริ พัชรินทร์ ศรีวารินทร์ และสมจิตต์ ศิขรินมาศ. 2549. การผลิตและการใช้ยางของโลก. วารสารยางพารา 22-27: 1-28.

สุเมธ ลิ่มมณีธร. 2549. ผลของการให้น้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตน้ำยางของยางพาราช่วงฤดูแล้ง. สงขลา : วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุทัศน์ สุบินประเสริฐ. 2535. ชนิด ปริมาณ ลักษณะการเข้าทำลายของศัตรูธรรมชาติของปลวกในสวนยางพารา. ปัตตานี : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรพล วิเศษสรรค์. 2548. สมุนไพรกำจัดปลวกชนิดน้ำ เทอร์มิน่าออยล์. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : www. powerpestgroup. com. (สืบค้นเมื่อ 2 มกราคม 2551).

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 2. หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา,ขอนแก่น.

สถาบันวิจัยยาง. 2549. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2549. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2555. เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2548. โครงสร้างของเปลือกยางและท่อน้ำยาง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : www.rubberthai.com. (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2550).

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี. 2545. การผลิตยางธรรมชาติ. ปัตตานี: ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อรัญ งามผ่องใส. 2547. สารเคมีควบคุมศัตรูพืช. สงขลา: ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกราช แก้วนางโอ. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack) เพื่อควบคุมยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Lnnaeus). สงขลา: วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Ahmad, M. 1965. Termite (Isopteran of Thailand). Bulletin of the American Museum of Natural History. 131: 1-113.

Australian Standard AS 3660. 1993. Protection of guildings from subterranean termites prevention, detection and treatment of infestation. P. 39-45.

Breznak, J.A. and A. Brune, 1994.Role of microorganisms in the digestion of lignocelluloses by termites. Annual Review of Entomology. 39: 453-487.

Cloyd, R. 2004. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides. Illinois Pesticide Review. [online] Available from http://www.pesticidesafety.uiuc.edu/newslatter/html/200403a.html, (accessed on 2 December 2008).

Emerson, A.E. 1955. Geographical origins and dispersion of termite genera. Fieldiana. Zool. 37: 465-521.

French, J.R.J., B. Ahmed and A.Trajstman. 1993. Laboratory and field evaluation of granite as a physical barrier against subterranean termites of the *Coptotermes* spp. (in prep.)

French, J.R.J. 1994. Comminuting physical barriers, bait and dust toxicants in future for subterranean termite control (Isoptera). Sociobiology. 24: 77-91.

Golob, P., C. Moss, M. Dales, A. Fidgen, J. Evans and I. Gudrups.1999.The use of spices and medicinals as bioactive protectants for grains. FAO A gricultural Services Bulletin No. 137.

Hassall, K.A. 1990. The Biochemistry and Uses of Pesticide. Macmillan Press, London. 536 p.

Hickin, N.E. 1971. Termites a World Problem.London: Hutchison & Co LTD.

Higashi, M., T. Abe and T.P. Burns, 1992. Carbon-nitrogen balance and termite ecology proceedings of The royal Society of London. Biological science. 249: 303-308.

Inoue, T., P. Vijarasorn and T. Ade. 1997. Mound structure of the fungus growing termites *Macrotermesgilvus* in Thailand. Journal of Tropical Ecology. 11: 85-98.

Josens, G. 1985. The Soil Fauna of Tropical Savanna III. The Termites in: Bourliere, F. (ed.) Ecosystems of the World. Vol.13. Elsevies, Amsterdam. pp. 505-524.

Klass, C., and M. Eames-Sheavly. 2004. Comell gardening resources Nature's Botanical Insecticide Arsenal ecogardening factsheet #7, spring 1993. Gardeningresources, Cornell University. [online] Available from http://www.gardening.cornell.edu/factsheets/ecogardening/natbotan.html (accessed on 2 December 2008).

Lapage, M.G. 1981. Limpact des populations recoltantes de Macrotermes Michaelseni (sjostett) Isoptera Macrotermetenae Insects Sociaux. 28: 247-262.

Lee, K.E. and T.G. Wood, 1971. Termites and soils, Academic Press, New York.

Lenz, M. Gleenson, P.V. Miller, L.R. and M.A. Hilda. 1996. How predictive are laboratory experiments for assessing the effects of chitin synthesis inhibitors (CSI) on field colonies of termites? – A comparison of laboratory and field data from Australian mound-building species of termites. International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP/ 96-10143. pp.10.

Martin, M.M. 1987. Invertebrate Microbial Interactions, Ingested Fungal Enzymes in Arthopod Biology. Cornell University Press, Itaca.

Morimoto, K. 1973. Termite from Thailand. Bulletin of the Government Forest Experiment Station. 257: 57-80.

Nalepa, C. A. 1994. Nourishment and the origin of termite sociality. In "nourishment and evolution in insect societies" in: Hunt, J.H. and Nalepa, C.A. (eds.) Nourishment and Evolution in Insect Societies. Westview Press Boulder, Co. pp. 57-104.

Noirot, C. 1990. Social structure in Termite societies. Ethology Ecology and Evolution. 1: 1-17.

Owusu, E.O., K.S. Akutse and K. Afreh-Nuamah. 2008. Effect of some traditional plant components on the control of termites, *Macrotermes* spp. (Isoptera:termitidae). Science and Engineering Series. 9: 82-89.

Pallaske, M. and A.I. Garashi. 1993. Glass splinters as physical termite barriers : optimized material properties in use with and without insecticidal pretreatment minimizes environmental contamination. IRG Doc. No. IRG/WP/1476. 14 pp.

Pearce, M.J. 1997. Termites, Biology and Pest Management. CAB International, Willing Ford UK, pp.172.

Reineccius, G. 1992. Source Book of Flavors. 2nd ed. Chapman & Hall, New York.

Russ, K. 2005. Less Toxic Insecticides. The Clemson University Cooperative Extension Service. [online] Available from http://hgic.clemson.edu/factsheets.htm. (accessed on 2 December 2008).

Swift, M.J., O.W. Heal, and J. M. Anderson. 1979. Decomposition in Terrestial Ecosystem. Blackwell Scientific, Oxford. UK, 372 pp.

Scott, I. M., Jensen, H. R., Philogene, B. J. R., & Arnason, J. T. 2008. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. Phytochemical Reviews. 7: 65-75.

Su , N.Y. and R.H. Scheffrehn. 1992. Penetration of sized – particle barriers by field populations of subterranean termites (Isoptera : Rhinotermitidae) Journal of Economic Entomology. 55: 2275-2278.

Su, N.Y. and R.H. Scheffran. 1996. Comparative effects of two chitin synthesis inhibitors, hexaflumuron and lufenuron, in a bait matrix against subterranean termites (Isoptera:Rhinotermitidae) Journal of Economic Entomology. 89: 1156–1160.

Walker, K. 2010. Coptotermes Termite (*Coptotermes curvignathus).* [online] Available from http://www.padil.gov.au/pests-and-diseases/Pest/Main/139844/25677. (accessed on 15 December 2011).

Watson, J.A.L. and F.J. Gay. 1970. Isoptera (*Termite*). In the insrcts of Australia A textbook for Students and Research Workers Volume II. Melbourne: Melbourne University Press. pp. 330-347.

Watson, G.A. 1989. Climate and Soil. In Rubber (eds. C.C. Webster and W.J. BAulkwill), pp. 125-164. New York: Longman Scientific & Technical.

Wilson, E.O. 1990. Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects, Ecology Institute. OldendorfLuhe, Germany.

Wood, T.G. and W.A. Sand. 1978. The role of termites in ecosystem, in: Brain, M.V. (ed.) Production Ecology of Ants and Termite. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 245-292.

Wood, T.G. and R.J. Thomas. 1989. The mutualistic association between Macrotermiteneae and Termitomyces. In. insect fungus interactions in: (Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M. and Webber, eds). Academic press. London. pp. 69-92.

Wudeneh, L., W., William H., Brooks and H., Denise. 2004. Essential Oil of *Valeriana officinalis* L. Cultivars and Their Antimicrobial Activity as Influenced by Harvesting Time under Commercial Organic Cultivation. Department of Biochemistry and Microbiology, The State University of New Jersey. pp. 3915-3919.

Watson, J.A.L. and F.J. Gay. 1970. Isoptera (*Termite*). In the insrcts of Australia A textbook for Students and Research Workers Volume II. Melbourne: Melbourne University Press. pp. 330-347.

Watson, G.A. 1989. Climate and Soil. In Rubber (eds. C.C. Webster and W.J. BAulkwill), pp. 125-164. New York: Longman Scientific & Technical.

Wilson, E.O. 1990. Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects, Ecology Institute. OldendorfLuhe, Germany.

Wood, T.G. and W.A. Sand. 1978. The role of termites in ecosystem, in: Brain, M.V. (ed.) Production Ecology of Ants and Termite. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 245-292.

Wood, T.G. and R.J. Thomas. 1989. The mutualistic association between Macrotermiteneae and Termitomyces. In. insect fungus interactions in: (Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M. and Webber, eds). Academic press. London. pp. 69-92.

Wudeneh, L., W., William H., Brooks and H., Denise. 2004. Essential Oil of *Valeriana officinalis* L. Cultivars and Their Antimicrobial Activity as Influenced by Harvesting Time under Commercial Organic Cultivation. Department of Biochemistry and Microbiology, The State University of New Jersey. pp. 3915-3919.

Watson, J.A.L. and F.J. Gay. 1970. Isoptera (*Termite*). In the insrcts of Australia A textbook for Students and Research Workers Volume II. Melbourne: Melbourne University Press. pp. 330-347.

Watson, G.A. 1989. Climate and Soil. In Rubber (eds. C.C. Webster and W.J. BAulkwill), pp. 125-164. New York: Longman Scientific & Technical.

Wilson, E.O. 1990. Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects, Ecology Institute. OldendorfLuhe, Germany.

Wood, T.G. and W.A. Sand. 1978. The role of termites in ecosystem, in: Brain, M.V. (ed.) Production Ecology of Ants and Termite. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 245-292.

Wood, T.G. and R.J. Thomas. 1989. The mutualistic association between Macrotermiteneae and Termitomyces. In. insect fungus interactions in: (Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M. and Webber, eds). Academic press. London. pp. 69-92.

Wudeneh, L., W., William H., Brooks and H., Denise. 2004. Essential Oil of *Valeriana officinalis* L. Cultivars and Their Antimicrobial Activity as Influenced by Harvesting Time under Commercial Organic Cultivation. Department of Biochemistry and Microbiology, The State University of New Jersey. pp. 3915-3919.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
โนวาลูรอน	50	4	7	14	17	24
	100	5	8	16	19	24
	500	5	11	22	28	35
	1000	5	13	26	37	46
	1500	6	12	24	39	48
	2000	10	15	30	41	52
	2500	9	11	22	28	41
	3000	9	17	34	45	57
	4000	16	23	46	60	74
	5000	17	27	54	66	92
	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0
บูโฟรเฟซิน	50	1	4	10	20	27
	100	2	9	17	25	33
	500	2	6	13	22	34
	1000	3	10	24	35	43
	1500	3	9	25	35	53
	2000	5	13	23	37	57
	2500	7	17	30	43	55
	3000	9	20	38	51	69
	4000	11	21	38	53	67
	5000	12	24	47	63	85
	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
ลูเฟนนูรอน	50	0	2	7	16	23
	100	0	1	9	16	32
	500	1	7	18	29	42
	1000	2	10	26	44	63
	1500	5	18	34	56	73
	2000	2	16	41	66	78
	2500	5	23	45	72	88
	3000	10	33	57	84	97
	4000	12	43	73	92	98
	5000	18	84	98	100	100
	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0
ฟลูเฟนนอกซูรอน	50	1	2	10	16	24
	100	2	6	13	19	29
	500	2	6	14	21	31
	1000	3	10	17	26	38
	1500	5	16	27	41	56
	2000	5	21	31	48	64
	2500	9	32	44	64	83
	3000	10	37	52	81	94
	4000	11	44	62	91	100
	5000	13	52	75	98	100
	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
คลอร์ฟลูอาซูรอน	50	0	1	5	10	16
	100	2	3	10	13	22
	500	2	3	11	18	28
	1000	3	5	15	23	36
	1500	5	9	19	30	44
	2000	5	14	26	39	55
	2500	11	19	32	45	63
	3000	11	21	36	51	68
	4000	12	25	42	59	76
	5000	19	36	58	79	95
	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวกในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	LC_{50}		
	Concentrations (ppm)	Fiducial limit	
		Lower	Upper
โนวาลูรอน	4176194.000	246147.300	46072150000.000
บูโฟรเฟซิน	520573.500	79924.084	109198800.000
ลูเฟนนูรอน	21919.760	12040.920	82002.560
ฟลูเฟนนอกซูรอน	36801050.000	622423.000	1.168114E
คลอร์ฟลูอาซูรอน	66180.660	24812.340	581886.100

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวกในห้องปฏิบัติการที่เวลา 48 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	LC_{50}		
	Concentrations (ppm)	Fiducial limit	
		Lower	Upper
โนวาลูรอน	846144.200	104770.700	218042700.000
บูโฟรเฟซิน	307771.200	63393.250	11352420.000
ลูเฟนนูรอน	4018.772	3545.720	4694.657
ฟลูเฟนนอกซูรอน	6992.175	5275.748	10409.050
คลอร์ฟลูอาซูรอน	17022.260	10485.100	38451.010

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวกในห้องปฏิบัติการที่เวลา 72 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	LC_{50}		
	Concentrations (ppm)	Fiducial limit	
		Lower	Upper
โนวาลูรอน	16522.390	8316.836	54065.680
บูโฟรเฟซิน	19048.290	9611.387	61207.980
ลูเฟนนูรอน	1920.506	1645.367	2258.999
ฟลูเฟนนอกซูรอน	2447.530	2012.093	3059.858
คลอร์ฟลูอาซูรอน	8053.807	5625.953	13460.340

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวกในห้องปฏิบัติการที่เวลา 96 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	LC_{50}		
	Concentrations (ppm)	Fiducial limit	
		Lower	Upper
โนวาลูรอน	3767.694	2608.641	6221.318
บูโฟรเฟซิน	4137.237	2715.366	7576.435
ลูเฟนนูรอน	718.855	602.351	845.132
ฟลูเฟนนอกซูรอน	1057.217	887.401	1249.875
คลอร์ฟลูอาซูรอน	2738.305	2203.834	3536.125

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่า LC_{50} ของสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวกในห้องปฏิบัติการที่เวลา 120 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	LC_{50}		
	Concentrations (ppm)	Fiducial limit	
		Lower	Upper
โนวาลูรอน	1113.609	853.139	1451.766
บูโฟรเฟซิน	830.582	608.841	1108.379
ลูเฟนนูรอน	323.722	260.440	391.964
ฟลูเฟนนอกซูรอน	534.933	428.984	652.943
คลอร์ฟลูอาซูรอน	1054.312	861.227	1282.184

ตารางภาคผนวกที่ 7 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวกที่เวลา 24 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	4	11.651	2.913	6.876	0.000**
Error	220	93.200	0.424		
Total	275	764.000			

CV = 0.237 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 8 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวกที่เวลา 48 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	4	197.913	49.478	41.547	0.000**
Error	220	262.000	1.191		
Total	275	5,609.000			

CV = 0.397 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 9 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก ที่เวลา 72 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	4	506.015	126.504	75.056	0.000**
Error	220	370.800	1.685		
Total	275	13,734.000			

CV = 0.472 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 10 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก ที่เวลา 96 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	4	852.422	213.105	136.606	0.000**
Error	220	343.200	1.560		
Total	275	24,516.000			

CV = 0,454 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 11 การทดสอบสารฆ่าแมลงกลุ่ม IGRs ต่อการตายของปลวก ที่เวลา 120 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	4	883.585	220.896	124.993	0.000**
Error	220	388.800	1.767		
Total	275	36,843.000			

CV = 0.483 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 12 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตาย ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
สะเดาช้าง	ชุดควบคุม	0	2	2	2	2
	50	4	10	24	30	42
	100	6	16	32	38	50
	500	10	26	42	52	70
	1000	6	26	42	64	78
	1500	14	30	46	66	82
	2000	16	34	58	74	92
	2500	16	32	56	78	98
	3000	18	38	62	84	100
	4000	24	48	76	92	100
	5000	28	66	90	100	100
	10000	36	86	100	100	100
ไพล	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	8	12	22	26
	100	2	12	16	24	30
	500	4	14	22	32	38
	1000	4	16	26	36	48
	1500	6	16	28	44	56
	2000	8	22	34	50	58
	2500	8	26	40	56	66
	3000	10	34	54	62	74
	4000	16	38	62	72	84
	5000	24	52	68	80	94
	10000	34	54	80	88	100

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 12 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระทือ	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0
	50	0	2	6	10	14
	100	2	4	10	14	16
	500	4	8	12	16	20
	1000	6	8	14	20	24
	1500	6	12	16	24	28
	2000	10	18	22	28	34
	2500	14	20	26	34	36
	3000	18	24	28	36	46
	4000	16	24	36	44	50
	5000	22	30	46	54	62
	10000	28	44	60	68	74
กระชาย	ชุดควบคุม	0	0	2	2	2
	50	0	2	4	4	8
	100	2	4	4	10	14
	500	2	4	8	14	16
	1000	4	8	14	20	24
	1500	6	10	16	26	32
	2000	6	14	22	32	40
	2500	10	18	26	36	46
	3000	14	24	30	42	52
	4000	14	26	34	46	56
	5000	18	34	40	58	68
	10000	28	48	62	74	84

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 12 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
ชิง	**ชุดควบคุม**	0	0	2	2	2
	50	0	0	4	8	12
	100	0	2	6	14	18
	500	2	6	12	16	22
	1000	0	10	14	20	26
	1500	4	12	14	34	44
	2000	2	12	20	36	52
	2500	2	14	28	52	64
	3000	4	20	30	54	76
	4000	6	22	46	72	92
	5000	8	26	50	80	94
	10000	10	44	82	100	100
ช่า	**ชุดควบคุม**	0	0	2	2	2
	50	0	0	0	2	6
	100	0	2	2	4	10
	500	2	4	6	8	14
	1000	4	6	8	10	16
	1500	4	8	12	12	20
	2000	4	10	18	16	26
	2500	6	12	22	24	30
	3000	8	16	24	28	36
	4000	10	20	28	32	38
	5000	12	24	34	36	44
	10000	16	30	40	48	56

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 12 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
พริกไทย	**ชุดควบคุม**	0	2	2	2	4
	50	4	10	24	30	38
	100	6	16	32	38	48
	500	10	26	40	52	68
	1000	6	26	48	64	76
	1500	14	30	54	68	92
	2000	16	34	60	74	96
	2500	16	36	74	88	100
	3000	22	56	94	100	100
	4000	30	62	100	100	100
	5000	38	82	100	100	100
	10000	42	94	100	100	100
ดีปลี	**ชุดควบคุม**	0	2	2	4	4
	50	4	20	26	34	40
	100	10	32	38	48	54
	500	16	36	46	52	58
	1000	30	50	56	62	68
	1500	44	60	74	84	94
	2000	58	74	88	94	100
	2500	66	80	94	100	100
	3000	70	86	96	100	100
	4000	76	92	100	100	100
	5000	84	100	100	100	100
	10000	94	100	100	100	100

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 12 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระวาน	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	2	4
	100	0	0	2	4	6
	500	0	2	4	6	10
	1000	2	2	4	8	14
	1500	2	4	8	12	16
	2000	2	8	10	18	22
	2500	4	6	14	20	24
	3000	2	8	14	22	28
	4000	6	10	16	26	30
	5000	4	12	22	30	38
	10000	8	16	26	38	46
กานพลู	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	4	4	6	8	12
	100	4	6	10	14	18
	500	8	10	14	18	26
	1000	10	14	20	26	30
	1500	14	18	26	30	38
	2000	14	20	26	32	40
	2500	18	24	30	36	46
	3000	20	28	34	46	54
	4000	24	34	46	54	66
	5000	26	40	52	62	76
	10000	36	60	80	90	100

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 13 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันสะเดาช้าง ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	63,701.460	22,370.020	622,621.300
48	3,590.376	1,959.113	9,777.292
72	731.217	280.966	1,446.552
96	282.079	129.480	475.289
120	110.803	46.693	193.926

ตารางภาคผนวกที่ 14 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันไพล ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	31,923.220	15,822.840	138,376.500
48	12,603.820	7,172.351	32,631.820
72	2,801.979	2,074.792	3,998.247
96	1,151.698	657.016	1,936.463
120	566.798	247.927	1,009.395

ตารางภาคผนวกที่ 15 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกระทือ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	41,644.590	18,439.160	235,443.600
48	22,192.950	11,863.500	60,707.790
72	11,855.120	7,136.668	27,237.070
96	7,333.733	4,551.609	15,387.030
120	4,198.780	2,880.993	6,997.288

ตารางภาคผนวกที่ 16 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกระชาย ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	45,231.920	19,514.750	298,859.900
48	16,731.970	9,982.885	41,385.090
72	7,522.990	5,705.834	11,705.440
96	4,808.057	3,940.620	6,283.853
120	3,558.130	3,049.377	4,252.525

ตารางภาคผนวกที่ 17 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันขิง ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	264,278.500	43,002.920	2,393,064,000.000
48	19,459.390	11,243.890	52,976.670
72	5,702.976	3,379.820	15,695.977
96	2,767.036	2,497.859	3,079.277
120	1,931.458	1,732.283	2,143.080

ตารางภาคผนวกที่ 18 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันข่า ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	103,710.558	30,413.651	3,713,872.371
48	34,133.498	16,406.854	151,137.462
72	14,696.941	9,199.179	32,805.614
96	14,104.132	8,717.229	31,259.055
120	10,604.928	6,441.243	23,510.259

ตารางภาคผนวกที่ 19 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันพริกไทย ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 4872 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	26,762.444	13,236.430	97,298.284
48	2,150.946	1,143.075	4,740.448
72	455.513	139.762	922.590
96	252.216	90.113	471.568
120	121.869	57.556	202.836

ตารางภาคผนวกที่ 20 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันดีปลี ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	1,432.854	1,073.943	1,869.302
48	460.497	220.729	772.029
72	269.253	110.921	478.338
96	170.174	50.447	339.177
120	120.188	28.870	254.097

ตารางภาคผนวกที่ 21 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกระวาน ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	341,653.549	46,994.645	4,668,403,0047.530
48	92,987.024	28,687.449	2,670,520.927
72	48,317.671	20,269.605	319,062.960
96	26,122.964	13,316.506	90,899.909
120	18,021.441	9,862.506	51,343.590

ตารางภาคผนวกที่ 22 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันกานพลู ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	51,413.209	20,043.034	358,859.959
48	11,212.884	7,138.871	22,849.027
72	5,282.395	3,215.059	12,106.965
96	3,159.260	1,914.046	6,479.196
120	1,743.011	959.927	3,344.128

ตารางภาคผนวกที่ 23 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	846.207	94.023	264.233	0.000**
Error	480	170.800	0.356		
Total	600	3,070.000			

CV = 0.099 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 24 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	1,472.993	163.666	357.089	0.000**
Error	480	220.000	0.458		
Total	600	7,284.000			

CV = 0.113 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 25 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	2,096.235	232.915	455.951	0.000**
Error	480	245.200	0.511		
Total	600	12,485.000			

CV = 0.119%

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 26 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	2,290.207	254.467	534.783	0.000**
Error	480	228.400	0.476		
Total	600	16,798.000			

CV = 0.115 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 27 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดน้ำมันของพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C.curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	2,511.115	279.013	650.127	0.000**
Error	480	206.000	0.429		
Total	600	21,393.000			

CV = 0.109 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 28 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 48 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
สะเดาช้าง	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	2	2	4
	100	0	0	2	4	8
	500	0	2	4	8	12
	1000	0	2	6	10	14
	1500	2	4	8	14	18
	2000	4	8	12	16	22
	2500	4	8	10	16	24
	3000	6	12	16	20	30
	4000	6	14	18	24	34
	5000	8	18	26	34	44
	10000	14	24	36	46	60
ไพล	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	2
	100	0	0	2	2	2
	500	0	2	4	4	4
	1000	2	2	2	4	6
	1500	4	4	6	8	10
	2000	2	6	6	10	14
	2500	4	4	8	12	18
	3000	6	6	10	16	20
	4000	4	8	16	22	26
	5000	8	12	20	26	30
	10000	12	18	28	34	42

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 28 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระทือ	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	2	2
	100	0	0	2	2	2
	500	0	0	2	4	6
	1000	0	2	4	6	10
	1500	0	2	8	10	14
	2000	2	6	12	14	20
	2500	2	4	10	12	18
	3000	0	6	14	18	22
	4000	4	10	16	22	28
	5000	6	12	20	26	30
	10000	10	18	26	34	38
กระชาย	ชุดควบคุม	0	2	2	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	2	4
	500	0	0	2	6	6
	1000	0	2	4	6	6
	1500	2	2	4	8	10
	2000	2	4	6	10	12
	2500	0	6	10	14	18
	3000	4	6	8	14	16
	4000	2	4	10	18	20
	5000	4	8	14	22	30
	10000	8	12	22	32	38

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 28 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
ชิง	**ชุดควบคุม**	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	2	2
	500	0	0	2	2	4
	1000	2	2	4	4	8
	1500	0	2	2	6	10
	2000	2	4	6	10	14
	2500	2	6	8	14	18
	3000	4	8	10	16	20
	4000	4	10	14	18	24
	5000	8	14	16	22	28
	10000	12	18	24	34	38
ช่า	**ชุดควบคุม**	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	2
	100	0	0	2	4	6
	500	0	2	2	6	8
	1000	2	2	6	8	12
	1500	0	6	8	12	16
	2000	4	8	10	14	16
	2500	4	10	12	18	20
	3000	4	8	12	16	18
	4000	6	12	16	20	24
	5000	10	14	20	26	30
	10000	12	20	24	30	36

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 28 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
พริกไทย	**ชุดควบคุม**	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	2	4
	500	0	2	2	4	8
	1000	2	2	4	6	10
	1500	2	2	6	6	14
	2000	4	4	6	10	20
	2500	2	6	10	16	26
	3000	6	6	14	22	28
	4000	4	10	22	28	36
	5000	8	16	24	34	50
	10000	14	22	34	48	58
ดีปลี	**ชุดควบคุม**	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	2	4
	100	0	0	2	4	6
	500	0	2	4	6	10
	1000	2	4	4	6	14
	1500	0	2	6	10	16
	2000	2	6	10	14	22
	2500	4	8	12	20	30
	3000	4	8	14	26	36
	4000	6	12	22	32	42
	5000	12	16	30	38	50
	10000	16	26	38	54	68

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 28 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
พริกไทย	**ชุดควบคุม**	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	2	4
	500	0	2	2	4	8
	1000	2	2	4	6	10
	1500	2	2	6	6	14
	2000	4	4	6	10	20
	2500	2	6	10	16	26
	3000	6	6	14	22	28
	4000	4	10	22	28	36
	5000	8	16	24	34	50
	10000	14	22	34	48	58
ดีปลี	**ชุดควบคุม**	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	2	4
	100	0	0	2	4	6
	500	0	2	4	6	10
	1000	2	4	4	6	14
	1500	0	2	6	10	16
	2000	2	6	10	14	22
	2500	4	8	12	20	30
	3000	4	8	14	26	36
	4000	6	12	22	32	42
	5000	12	16	30	38	50
	10000	16	26	38	54	68

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 28 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระวาน	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	2
	500	0	0	2	2	2
	1000	0	0	0	2	4
	1500	2	2	2	4	8
	2000	0	2	4	6	10
	2500	2	4	6	8	12
	3000	2	6	8	12	16
	4000	4	4	8	14	20
	5000	4	6	12	18	26
	10000	8	14	24	28	40
กานพลู	ชุดควบคุม	0	0	2	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	2	2
	500	0	0	2	2	4
	1000	2	4	4	6	8
	1500	0	4	6	8	10
	2000	2	6	8	10	14
	2500	0	4	8	12	14
	3000	0	6	10	12	16
	4000	2	10	12	14	18
	5000	4	10	14	18	24
	10000	8	16	20	26	34

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 29 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบสะเดาช้างต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	102,551.582	28,555.235	11,418,693.896
48	32,602.332	16,207.026	151,985.664
72	36,907.553	17,282.407	166,273.944
96	16,348.198	11,338.779	28,027.276
120	10,354.147	6,678.290	20,933.597

ตารางภาคผนวกที่ 30 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบไพลต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	136,108.329	33,124.703	27,380,200.648
48	78,980.070	26,387.864	1,740,101.207
72	46,855.964	20,243.834	295,817.748
96	17,768.337	12,449.027	30,870.389
120	12,815.492	9,652.817	19,366.974

ตารางภาคผนวกที่ 31 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกระทือต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	55,657.497	21,311.974	1,878,322.016
48	44,418.099	19,400.260	373,569.217
72	46,977.476	20,000.065	304,054.800
96	34,723.340	16,462.248	150,413.979
120	22,021.936	11,912.930	67,058.524

ตารางภาคผนวกที่ 32 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกระชายต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	154,197.192	32,127.586	1,362,526,173.136
48	84,457.622	31,687.841	1,158,798.024
72	38,774.766	21,333.292	118,830.552
96	28,358.913	17,102.045	66,152.262
120	23,172.682	14,708.498	47,794.103

ตารางภาคผนวกที่ 33 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบขิงต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	73,297.69	24,594.64	3,127,563.01
48	39,649.36	18,235.53	271,708.56
72	36,260.18	17,304.16	193,088.82
96	25,896.10	13,962.35	86,528.35
120	19,302.38	11,240.90	51,499.99

ตารางภาคผนวกที่ 34 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบข่าต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	77,842.132	25,405.187	3,097,649.385
48	57,919.117	22,370.218	626,330.164
72	58,162.871	22,614.605	494,413.428
96	44,428.308	18,819.899	261,397.627
120	41,597.888	17,433.791	238,170.715

ตารางภาคผนวกที่ 35 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบพริกไทยต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	202,605.444	38,825.026	350,643,942.894
48	38,736.601	18,146.619	231,883.158
72	17,459.285	10,996.767	41,252.024
96	10,038.477	8,099.546	13,506.807
120	7,552.287	5,653.726	11,718.622

ตารางภาคผนวกที่ 36 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบดีปลีต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	54,049.389	21,439.649	822,855.049
48	34,088.758	16,769.200	165,739.129
72	19,659.900	11,682.111	50,987.481
96	9,733.654	6,560.643	19,943.695
120	6,478.019	4,584.488	10,995.347

ตารางภาคผนวกที่ 37 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกระวานต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	112,100.384	28,249.440	28,151,582.628
48	60,474.394	22,489.115	378,898.321
72	34,124.161	17,002.501	170,307.132
96	19,726.579	13,823.457	35,003.459
120	13,451.600	10,265.810	20,023.128

ตารางภาคผนวกที่ 38 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบกานพลูต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	175,968.305	33,563.848	12,273,237,887.190
48	84,170.660	26,984.066	2,385,533.552
72	51,207.503	24,929.974	215,535.375
96	34,396.384	19,575.405	93,031.450
120	23,457.638	14,900.596	49,152.713

ตารางภาคผนวกที่ 39 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	4.493	0.499	2.628	0.006**
Error	480	91.200	0.190		
Total	600	218.000			

CV = 0.073 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 40 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	10.615	1.179	3.942	0.000**
Error	480	143.600	0.299		
Total	600	537.000			

CV = 0.091 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 41 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	24.140	2.682	6.997	0.000**
Error	480	184.000	0.383		
Total	600	1,102.000			

CV = 0.103 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 42 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	50.882	5.654	11.965	0.000**
Error	480	226.800	0.472		
Total	600	1,955.000			

CV = 0.115 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 43 การทดสอบความเป็นพิษแบบสัมผัสตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	116.748	12.972	23.408	0.000**
Error	480	266.000	0.554		
Total	600	3,169.000			

CV = 0.124 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 44 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
สะเดา	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	2	6
	100	0	0	2	4	8
	500	0	2	4	8	12
	1000	2	6	8	14	18
	1500	0	6	10	14	22
	2000	4	10	14	18	26
	2500	8	14	18	24	32
	3000	12	22	24	30	40
	4000	16	26	34	40	50
	5000	22	32	42	50	56
	10000	26	36	46	54	66
ไพล	ชุดควบคุม	0	0	2	2	2
	50	0	0	0	2	4
	100	0	0	2	4	6
	500	0	2	4	8	10
	1000	2	4	8	12	14
	1500	4	8	8	12	18
	2000	6	8	12	14	20
	2500	4	10	14	18	24
	3000	8	14	16	24	30
	4000	10	16	20	30	36
	5000	14	18	26	34	46
	10000	18	32	42	50	60

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 44 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระทือ	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	2	4
	100	0	0	2	4	6
	500	0	2	4	4	8
	1000	2	2	2	6	12
	1500	2	4	6	8	12
	2000	0	4	12	14	16
	2500	4	10	14	14	18
	3000	6	10	14	16	20
	4000	4	12	16	18	24
	5000	6	10	16	24	34
	10000	10	16	24	36	44
กระชาย	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	4
	100	0	0	2	6	8
	500	2	2	4	4	6
	1000	0	2	2	6	10
	1500	2	2	4	4	10
	2000	0	2	4	6	12
	2500	0	4	6	8	14
	3000	2	4	8	12	18
	4000	4	10	14	16	26
	5000	8	14	18	26	32
	10000	14	20	26	32	38

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 44 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
ขิง	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	2
	100	0	2	2	4	4
	500	0	0	2	2	4
	1000	2	0	4	6	8
	1500	0	2	4	8	12
	2000	2	4	8	12	14
	2500	0	6	10	14	18
	3000	2	8	16	20	26
	4000	4	10	18	24	32
	5000	6	14	26	32	40
	10000	10	22	34	42	50
ข่า	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	2	4
	100	0	2	2	4	6
	500	2	4	4	4	8
	1000	2	2	4	6	8
	1500	4	4	6	8	12
	2000	0	4	4	8	12
	2500	2	6	8	12	16
	3000	2	8	12	14	18
	4000	4	8	12	18	24
	5000	6	12	16	22	30
	10000	10	16	22	28	36

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 44 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
พริกไทย	**ชุดควบคุม**	0	0	2	2	2
	50	0	0	4	4	6
	100	2	4	6	10	14
	500	4	6	8	10	12
	1000	4	6	8	12	14
	1500	6	8	12	16	20
	2000	6	8	14	20	26
	2500	8	12	18	24	30
	3000	10	14	22	30	36
	4000	14	16	24	34	40
	5000	16	24	34	44	50
	10000	24	32	48	62	70
ดีปลี	**ชุดควบคุม**	0	0	0	2	2
	50	0	2	4	6	10
	100	0	4	8	10	14
	500	2	4	10	14	16
	1000	0	6	10	14	18
	1500	0	4	14	18	22
	2000	0	8	18	24	30
	2500	2	10	20	30	38
	3000	6	14	26	36	42
	4000	10	18	32	40	50
	5000	18	24	40	54	62
	10000	26	42	58	70	78

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 44 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระวาน	ชุดควบคุม	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	2	2
	100	0	0	0	2	4
	500	0	0	2	2	4
	1000	0	2	2	4	8
	1500	0	2	4	8	12
	2000	2	4	6	8	12
	2500	4	6	8	12	16
	3000	4	8	10	14	20
	4000	4	6	10	14	18
	5000	4	6	12	16	24
	10000	6	8	16	20	28
กานพลู	ชุดควบคุม	8	14	20	26	34
	50	0	0	0	2	4
	100	2	2	4	6	10
	500	2	4	6	10	14
	1000	4	6	6	12	16
	1500	2	4	6	10	16
	2000	6	6	10	14	18
	2500	6	8	12	18	24
	3000	10	12	16	22	26
	4000	12	16	22	28	36
	5000	16	24	30	38	46
	10000	22	28	36	42	52

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 45 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันสะเดาช้าง ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	11,867.208	9,081.549	18,948.931
48	9,829.197	7,473.258	15,741.840
72	8,256.173	6,404.469	12,338.198
96	7,140.777	5,586.532	10,280.358
120	5,658.974	4,453.254	7,807.456

ตารางภาคผนวกที่ 46 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันไพล ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	14,886.573	11,762.867	21,452.117
48	11,795.613	9,060.010	18,303.338
72	9,989.687	8,468.195	12,438.751
96	8,506.791	7,281.525	10,389.580
120	6,941.108	5,723.269	8,979.617

ตารางภาคผนวกที่ 47 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกระทือ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	19,396.940	14,030.266	35,738.460
48	16,409.228	12,441.747	26,003.195
72	13,698.285	10,004.188	24,561.547
96	11,046.256	9,141.341	14,370.003
120	9,453.335	7,925.098	11,979.145

ตารางภาคผนวกที่ 48 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกระชาย ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	16,157.086	12,705.351	23,958.327
48	14,185.977	11,471.695	19,498.243
72	12,942.439	10,588.759	17,284.486
96	11,794.883	9,720.295	15,481.030
120	10,444.382	8,606.021	13,675.010

ตารางภาคผนวกที่ 49 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันขิง ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	18,220.190	13,633.712	30,864.989
48	13,666.144	11,129.955	18,484.629
72	10,795.864	8,635.126	15,170.140
96	9,482.895	7,662.000	12,962.780
120	8,117.017	6,553.660	11,039.253

ตารางภาคผนวกที่ 50 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันข่า ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	20,532.034	14,505.356	40,819.351
48	17,265.626	12,879.040	28,518.347
72	14,479.029	11,368.823	21,044.934
96	12,888.637	10,272.398	18,079.920
120	10,905.318	8,890.106	14,580.686

ตารางภาคผนวกที่ 51 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันพริกไทย ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	13,880.026	11,035.726	19,625.522
48	11,808.596	9,673.250	15,674.496
72	8,987.347	7,627.486	11,141.388
96	6,950.802	6,037.053	8,259.267
120	5,907.308	5,156.815	6,936.270

ตารางภาคผนวกที่ 52 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันดีปลี ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	12,173.143	9,793.126	17,192.006
48	10,228.486	8,709.226	12,647.395
72	7,528.024	6,522.516	8,995.541
96	5,831.501	4,861.038	7,328.313
120	4,758.831	3,917.198	6,001.491

ตารางภาคผนวกที่ 53 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกระวาน ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	21,163.946	14,675.239	45,159.463
48	18,494.689	13,483.869	32,672.883
72	15,072.080	11,652.844	22,696.278
96	13,685.096	10,676.959	20,112.564
120	11,354.599	9,099.921	15,714.497

ตารางภาคผนวกที่ 54 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันกานพลู ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	14,067.322	11,225.334	19,775.358
48	12,202.794	10,024.336	16,138.608
72	10,488.528	8,806.496	13,289.721
96	9,293.079	7,266.413	13,633.517
120	7,724.669	6,154.978	10,741.301

ตารางภาคผนวกที่ 55 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	27.435	3.048	13.018	0.000**
Error	480	112.400	0.234		
Total	600	465.000			

CV = 0,080 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 56 การทดสอบความเป็นพิษแบบการกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	49.282	5.476	16.224	0.000**
Error	480	162.000	0.337		
Total	600	1,003.000			

CV = 0.097 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 57 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	109.802	12.200	37.252	0.000**
Error	480	157.200	0.328		
Total	600	1,877.000			

CV = 0.095 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 58 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	177.107	19.679	49.402	0.000**
Error	480	191.200	0.398		
Total	600	3,034.000			

CV = 0.105 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 59 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	207.348	23.039	51.870	0.000**
Error	480	213.200	0.444		
Total	600	4,545.000			

CV = 0.111 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 60 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารสกัดหยาบชนิดต่างๆ จากการทดสอบความเป็นพิษโดยการกินตายที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
สะเดาช้าง	ชุดควบคุม	0	0	2	2	2
	50	0	0	0	0	2
	100	0	0	2	2	4
	500	0	2	2	2	4
	1000	0	0	4	6	8
	1500	2	2	4	8	12
	2000	0	4	6	12	16
	2500	4	6	8	14	22
	3000	6	8	12	18	26
	4000	4	8	14	20	28
	5000	4	10	16	28	36
	10000	8	18	26	36	46
ไพล	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	2
	500	0	0	0	2	4
	1000	0	2	2	2	6
	1500	0	0	2	4	6
	2000	2	2	2	6	10
	2500	2	4	4	10	14
	3000	4	4	6	12	18
	4000	4	6	10	16	24
	5000	6	10	14	20	30
	10000	10	14	20	28	38

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 60 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระทือ	ชุดควบคุม	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	2
	500	0	0	0	0	0
	1000	0	0	2	2	2
	1500	0	0	0	2	4
	2000	2	2	2	4	4
	2500	0	2	4	4	6
	3000	2	4	4	6	10
	4000	4	6	6	8	12
	5000	2	6	8	12	16
	10000	6	10	12	18	24
กระชาย	ชุดควบคุม	0	0	0	2	4
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	2
	500	0	0	0	2	2
	1000	0	0	2	2	4
	1500	2	2	4	6	6
	2000	0	2	4	4	6
	2500	2	2	2	6	8
	3000	4	4	6	10	14
	4000	2	4	8	12	18
	5000	6	8	12	16	20
	10000	8	12	16	22	26

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 60 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
ขิง	**ชุดควบคุม**	0	0	0	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	2
	500	0	0	2	2	4
	1000	0	0	0	4	6
	1500	0	2	2	8	10
	2000	2	2	6	6	12
	2500	0	4	6	8	14
	3000	2	4	10	14	18
	4000	2	6	12	16	22
	5000	4	8	14	20	26
	10000	6	14	20	28	34
ข่า	**ชุดควบคุม**	0	0	2	2	2
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	0
	500	0	0	0	2	4
	1000	2	2	4	4	6
	1500	0	2	4	6	10
	2000	2	4	6	8	14
	2500	4	6	8	8	12
	3000	2	4	6	10	12
	4000	4	6	10	14	18
	5000	6	8	12	16	22
	10000	6	10	16	22	28

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 60 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
พริกไทย	**ชุดควบคุม**	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	2
	500	0	0	0	2	2
	1000	0	0	2	2	4
	1500	0	0	0	0	4
	2000	2	2	2	4	8
	2500	0	2	4	6	12
	3000	4	6	8	14	18
	4000	2	4	10	18	24
	5000	4	6	14	24	34
	10000	10	16	24	34	46
ดีปลี	**ชุดควบคุม**	0	0	0	2	2
	50	0	0	2	2	2
	100	0	0	0	2	4
	500	0	2	2	4	8
	1000	0	0	2	6	10
	1500	2	2	6	10	14
	2000	0	4	8	12	16
	2500	2	6	10	16	24
	3000	4	6	14	18	28
	4000	4	8	16	22	30
	5000	6	8	20	28	38
	10000	8	14	32	40	54

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 60 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
		24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	96 ชม.	120 ชม.
กระวาน	**ชุดควบคุม**	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	0
	500	0	0	0	2	2
	1000	0	0	2	2	2
	1500	0	2	2	2	4
	2000	0	0	0	2	6
	2500	2	2	4	4	8
	3000	0	0	2	4	12
	4000	2	4	6	8	14
	5000	4	6	8	12	16
	10000	8	12	16	22	28
กานพลู	**ชุดควบคุม**	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	2
	500	0	0	2	2	2
	1000	0	2	2	4	6
	1500	0	0	4	6	8
	2000	2	2	6	10	12
	2500	2	4	10	12	14
	3000	2	6	8	12	18
	4000	4	8	10	14	20
	5000	4	8	12	18	24
	10000	6	10	18	26	30

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 61 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบสะเดาช้างต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	156,602.041	33,068.969	18,378,093.167
48	71,773.178	24,926.277	1,511,942.036
72	25,741.373	16,479.468	54,809.612
96	15,423.807	11,206.735	25,057.374
120	11,968.752	8,995.287	17,944.855

ตารางภาคผนวกที่ 62 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบไพลต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	65,381.375	22,908.069	3,139,505.998
48	54,049.389	21,439.649	822,855.049
72	31,824.966	16,356.209	151,095.126
96	18,873.371	13,346.323	32,825.519
120	14,377.379	10,642.797	22,503.880

ตารางภาคผนวกที่ 63 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกระทือต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	135,583.415	28,971.983	[illegible]
48	63,360.110	22,624.892	[illegible]
72	75,867.165	25,021.767	[illegible]
96	30,643.904	18,612.748	[illegible]
120	24,353.097	15,900.956	[illegible]

ตารางภาคผนวกที่ 64 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกระชายต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	111,105.178	28,353.553	82,365,211.779
48	62,125.375	22,688.882	1,751,030.031
72	57,614.289	22,186.236	832,071.062
96	28,830.333	17,803.121	67,537.134
120	21,663.319	14,597.412	42,506.427

ตารางภาคผนวกที่ 65 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบขิงต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	116,810.832	27,481.200	623,864,450.306
48	51,796.763	20,921.588	769,435.175
72	39,964.921	18,337.973	258,859.305
96	23,429.842	15,267.858	47,870.799
120	19,206.917	12,991.988	35,581.133

ตารางภาคผนวกที่ 66 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบข่าต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	364,824.910	46,447.565	5,730,180,888.727
48	166,748.573	36,191.731	,824,640.541
72	95,059.016	33,356.610	481,395.233
96	38,057.255	20,875.271	116,570.789
120	35,369.482	19,205.727	109,355.763

ตารางภาคผนวกที่ 67 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบพริกไทยต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	62,248.025	22,278.988	3,692,864.398
48	37,001.027	17,856.407	270,788.889
72	23,405.585	13,839.524	71,126.105
96	15,493.374	10,480.107	31,260.267
120	12,630.709	6,967.583	68,476.474

ตารางภาคผนวกที่ 68 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบดีปลีต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	105,013.105	27,849.269	44,426,071.780
48	104,822.856	29,925.828	6,100,714.195
72	34,645.059	13,124.168	831,832.956
96	35,369.482	19,205.727	109,355.763
120	10,173.531	7,828.999	14,594.841

ตารางภาคผนวกที่ 69 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกระวานต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	81,499.732	24,075.623	117,167,509.640
48	49,890.817	20,525.822	954,334.568
72	51,207.348	21,024.808	666,845.615
96	43,589.960	19,532.073	317,908.923
120	27,229.742	14,664.441	100,411.157

ตารางภาคผนวกที่ 70 ค่า LC_{50} ของการทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบกานพลูต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

ชั่วโมง	LC_{50}	Fiducial limit	
	Concentrations (ppm)	Lower	Upper
24	150,395.116	30,959.166	4,604,691,126.177
48	96,872.883	27,926.248	8,483,545.432
72	72,731.278	25,264.149	1,250,434.206
96	34,020.120	16,475.003	164,731.445
120	29,288.783	14,900.469	112,163.016

ตารางภาคผนวกที่ 71 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 24 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	0.915	0.102	0.744	0.669
Error	480	65.600	0.137		
Total	600	123.000			

CV = 0.062 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 72 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืชชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 48 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	3.248	0.361	1.812	0.064
Error	480	95.600	0.199		
Total	600	261.000			

CV = 0.074 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 73 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืช ชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 72 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	19.627	2.181	8.361	0.000
Error	480	125.200	0.261		
Total	600	566.000			

CV = 0.085 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 74 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืช ชนิดต่างๆ ต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 96 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	42.215	4.691	15.295	0.000**
Error	480	147.200	0.307		
Total	600	1,057.000			

CV = 0.092 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 75 การทดสอบความเป็นพิษแบบกินตายของสารสกัดหยาบจากพืช ชนิดต่างๆต่อการตายของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 120 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	9	81.248	9.028	24.961	0.000**
Error	480	173.600	0.362		
Total	600	1,855.000			

CV = 0.100 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 76 ผลการตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120 ชั่วโมง

สารทดสอบ	จำนวนการตายของปลวก (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
ชุดควบคุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ฟีโปรนิล	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	3	2	4	2	2	3	2	4
ลูเฟนนูรอน	1	0	0	1	1	2	0	1	1	1	3	0	1	1	1	3	1	2	1	1	3	1	2	2	1
ฟลูเฟนนอกซูรอน	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	2	1	1	2	0	2	1	1	2	1	2
สะเดาช้าง	1	2	0	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3
ดีปลี	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	4
พริกไทย	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 77 เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 48 72 96 และ 120ชั่วโมง

สารทดสอบ	เปอร์เซ็นต์การตายของปลวก (%)				
	24	48	72	96	120
ชุดควบคุม	0	0	2	2	2
ฟิโปรนิล	10	10	14	24	26
ลูเฟนนูรอน	6	10	12	16	18
ฟลูเฟนนอกซูรอน	4	6	10	12	14
สะเดา	10	14	18	22	24
ดีปลี	12	18	22	26	30
พริกไทย	6	10	16	18	22

หมายเหตุ ชุดควบคุม; น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 78 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 24 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	5.143	0.857	3.750	0.007**
Error	28	6.400	0.229		
Total	35	28.000			

CV = 1.368 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 79 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 48 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	9.771	1.629	8.769	0.000**
Error	28	5.200	0.186		
Total	35	48.000			

CV = 1.232 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 80 การตายของปลวก *C. curvignathu s*หลังได้รับสาร ทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 72 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	12.286	2.048	4.943	0.001**
Error	28	11.600	0.414		
Total	35	87.000			

CV = 1.838 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 81 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสาร ทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 96 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	20.343	3.390	6.414	0.000**
Error	28	14.800	0.529		
Total	35	138.000			

CV = 2.078 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 82 การตายของปลวก *C. curvignathu s*หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 120 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	25.886	4.314	10.067	0.000**
Error	28	12.000	0.429		
Total	35	170.000			

CV = 1.871 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 80 การตายของปลวก *C. curvignathu s*หลังได้รับสาร ทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 72 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	12.286	2.048	4.943	0.001**
Error	28	11.600	0.414		
Total	35	87.000			

CV = 1.838 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 81 การตายของปลวก *C. curvignathus* หลังได้รับสาร ทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 96 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	20.343	3.390	6.414	0.000**
Error	28	14.800	0.529		
Total	35	138.000			

CV = 2.078 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวกที่ 82 การตายของปลวก *C. curvignathu s*หลังได้รับสารทดสอบชนิดต่างๆ ที่เวลา 120 ชั่วโมง

Source	df	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	6	25.886	4.314	10.067	0.000**
Error	28	12.000	0.429		
Total	35	170.000			

CV = 1.871 %

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายกนก มหารัตน์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5310620046

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2552

ทุนการศึกษา

- ทุนสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีงบประมาน 2554-2555

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

กนก มหารัตน์ อรัญ งามผ่องใส และสุรไกร เพิ่มคำ. 2556. การทดสอบพิษโดยการกินของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงบางชนิดต่อการตายของปลวก *Coptotermes curvignathus* (Isoptera:Rhinotermitidae). งานประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.