รายงานการวิจัย

การสำรวจความหลายหลากของปลวกของสวนยาง ในจังหวัดนครศรีธรรมราชและแนวทางการควบคุมปลวกใต้ดิน โดยใช้สารสกัดจากพืช

Survey and Study on Diversity of Termites in Rubber Plantation of Nakhon Si Thammarat Province and Control of Subterranean Termites by Plant Extracts

พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ Patcharaporn Vanichpakorn

ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์ Yuenyong Vanichpakorn

อวยพร วงศ์กูล Auyporn Vongkul

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2562 ขอขอบพระคุณ ดร.จารุณี วงศ์ข้าหลวง ผู้จุดประกายการทำวิจัยเรื่องปลวกให้กับผู้วิจัย เริ่มตั้งแต่ถ่ายทอดความรู้เรื่องปลวก ให้คำแนะนำวิธีการสำรวจและวินิจฉัยชนิดปลวก รวมทั้งให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการควบคุมปลวกในสวนยางและอาคารบ้านเรือน ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของสวนยางทั้ง 10 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ อำเภอทุ่งใหญ่ ถ้ำพรรณรา จุฬาภรณ์ ช้างกลาง พิปูน นาบอน บางขัน ทุ่งสง ร่อนพิบูลย์ และอำเภอฉวาง ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้เข้าไปสำรวจปลวกในสวนยาง ช่วยสำรวจ รวมทั้งให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการควบคุมปลวกในสวนยาง ขอขอบคุณคุณรัตนา สมปรีดา และคุณรธิดา นุ่นทอง ที่ช่วยเก็บรวบรวมข่า และขมิ้นชัน เพื่อนำมาสกัดสารออกฤทธิ์ควบคุมปลวกใต้ดินในสวนยาง

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้เป็นต้นแบบ และเป็นแรงบันดาลใจในการทำงาน ทำให้คณะผู้วิจัยดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์
หัวหน้าโครงการวิจัย
8 กันยายน 2563

บทคัดย่อ

ปลวกเป็นสัตว์หน้าดินที่มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรียวัตถุก่อให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารในดินปลวกยังเป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจรวมทั้งยาง วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความหลายหลายของปลวกในสวนยาง 10 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราชได้แก่ อำเภอทุ่งใหญ่ ทุ่งสง นาบอน บางขัน ช้างกลาง ถ้ำพรรณรา จุฬาภรณ์ พิปูน ร่อนพิบูลย์ และฉวาง ผลการสำรวจพบปลวก 8 ชนิด จัดอยู่ใน 2 วงค์ 4 วงศ์ย่อย 7 สกุล แบ่งเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะการกินอาหาร ได้แก่ปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อราและปลวกกินเนื้อไม้ ซึ่งพบในสัดส่วนเท่ากัน พื้นที่สวนยางในอำเภอบางขันพบปลวกมากสุดจำนวน 7 ชนิด ส่วนอำเภอทุ่งสงและถ้ำพรรณราพบปลวกน้อยสุดเพียง 3 ชนิด ปลวก *Macrotermes gillvus* and *Microcerotermes minutus* เป็นปลวกที่พบในทุกพื้นที่ปลวกทั้ง 8 ชนิดเป็นศัตรูของยางโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลวก *Coptotermes curvignathus* เป็นแมลงศัตรูร้ายแรงที่สร้างความเสียหายแก่ต้นยางที่มีชีวิตซึ่งพบในพื้นที่อำเภอบางขัน ร่อนพิบูลย์ พิปูน และช้างกลาง ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดเอทานอลจากเหง้าข่า เหง้าขมิ้นชัน และเมล็ดน้อยหน่าเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงพิโพรนิลเพื่อควบคุมปลวกใต้ดิน *C. curvignathus* ในสวนยางที่ระยะเวลา 90 วัน พบว่า สารฆ่าแมลงพิโพรนิลมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก โดยไม่พบปลวกในกับดักตลอดระยะเวลาที่ทดสอบ ไม้ที่ทดสอบอยู่ในสภาพดีไม่ถูกปลวกทำลายหรือมีค่าคะแนนเท่ากับ 10 และมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายน้อยสุดเท่ากับ 0.59% รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทา-นอลจากเมล็ดน้อยหน่า มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกไม่แตกต่างจากสารฆ่าแมลงฟิโปรนิล โดยไม่พบปวกในกับดัก ไม้ที่ทดสอบถูกทำลายเล็กน้อยไม่เกิน 3 % หรือมีค่าคะแนนเท่ากับ 8.82 และมีน้ำหนักไม้สูญหาย 0.90% ส่วนส่วนสิ่งทดลองชุดควบคุมพบปลวกสูงสุดจำนวน 1,298 ไม้ถูกทำลายปานกลาง/รุนแรง 10-30% หรือมีค่าคะแนนเท่ากับ 6.78 และมีน้ำหนักไม้สูญหายสูงสุดเท่ากับ 3.67% ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่ามีศักยภาพในการนำไปใช้ควบคุมปลวกใต้ดิน *C. curvignathus* เพื่อลดปริมาณการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์

คำสำคัญ: ปลวก, สวนยาง, จังหวัดนครศรีธรรมราช, ข่า ขมิ้นชัน, น้อยหน่า

Abstract

Termites are key components of soil fauna which play an important role in organic matter decomposition and nutrient cycling. However, they can cause economic losses in commercial crops, including rubber. The objective of this research was to study the diversity of termites in rubber plantations in 10 districts including Thung Yai, Thung Song, Na Bon, Bang Khun, Chang Klang, Tham Phannara, Chulabhorn, Phipun, Ron Phibun and Chawang, Nakhon Si Thammarat Province**.** A total of 8 species from 2 families, 4 subfamilies and 7 genera were collected. Collected termites belonged to 2 feeding groups: fungus-growers and wood-feeders, in the proportion of 50: 50. Bang khan District had the highest species richness with 7 species. The lowest species richness with 3 species was recorded in Thung Song and Tham Phannara Districts. *Macrotermes gillvus* and *Microcerotermes minutus* were dominant species in surveyed rubber plantations. All 8 species were pests of rubber plantation especially *Coptotermes curvignathus* considered as a serious pest of living rubber trees found in Ban Khan, Ron Phibun, Phipun and Chang Klang Districts. Ethanol extracts of *Alpinia galanga* rhizome, *Curcuma longa* rhizome and *Annona squamosa* seed were evaluated for controlling *C. curvignathus* in rubber plantations compared to a synthetic insecticide, firpronil, at 90 days. Fipronil was the most efficacy with no termites in the traps entire the experiments. In term of visual rating of termite damage, rubber woods in fipronil were visually rates as 10 (no attack of termite). Also, the lowest weight of woods with 0.59% was obtained in fipronil. Among 3 extracts, ethanol extract of *Annona squamosa* seed showed satisfactory control with no significant differences from fipronil. In ethanol extract of *Annona squamosa* seed, no termites, wood weight loss of 0.90% and visual rating of tested woods at 8.82 (ight attack) were obtained. . On the other hand, the highest number of *C. curvignathus* (1,298) and weight loss of wood (6.78%) were found in control. Moreover, termites in control showed moderate/ severe attack rubber wood with visual rating of 6.78. The results indicated that ethanol extract of *Annona squamosa* seed has potential to act as a biopesticide for *C. curvignathus* control to decrease synthetic insecticides applications.

Keywords: termite, rubber plantation, Nakhon Si Thammarat Province, *Alpinia galanga, Curcuma longa, Annona squamosa*

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
วิธีดำเนินการวิจัย	20
ผลการศึกษาและวิจารณ์	29
สรุป	61
เอกสารอ้างอิง	62

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 การกระจายตัวของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 อำเภอ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช 30

4.2 ความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ จำนวน 10 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช 36

4.3 ขนาดของรังปลวกที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 อำเภอ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช 51

4.4 ลักษณะและน้ำหนักของสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ 53

4.5 ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอล จากพืชทดสอบ 3 ชนิด 54

4.6 ค่าเฉลี่ยจำนวนปลวก *C. Curvignathus* ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญหาย และค่าเฉลี่ยการประเมินความเสียหายของไม้ ที่พบในกับดักที่ใช้สารสกัดจากพืชทดสอบ และสารฆ่าแมลงฟิโปรนิลที่เวลา 90 วันหลังการทดสอบ 56

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน 5
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข่า 14
2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของขมิ้นชัน 16
2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของน้อยหน่า 18
3.1 การสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 อำเภอ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช 20
3.2 ขนาดพื้นที่ของสวนยางแต่ละสวนที่ทำการสำรวจปลวก 21
3.3 แหล่งที่อยู่อาศัยของปลวกในสวนยาง 21
3.4 การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบโดยวิธีแช่ยุ่ย 23
3.5 การทดสอบเหยื่อล่อปลวกใต้ดินในสวนยาง 27
4.1 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอทุ่งใหญ่ 39
4.2 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอทุ่งสง 39
4.3 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอบางขัน 40
4.4 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอนาบอน 40
4.5 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอถ้ำพรรณรา 41
4.6 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอร่อนพิบูลย์ 41
4.7 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอช้างกลาง 42
4.8 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบ ในอำเภอฉวาง 42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.9 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบในอำเภอพิปูน 43
4.10 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบในอำเภอจุฬาภรณ์ 43
4.11 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Macrotermes gilvus* 45
4.12 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Microcerotermes minutus* 45
4.13 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Globitermes sulphureus* 46
4.14 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Coptotermes curvignathus* 47
4.15 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Odontotermes formosanus* 48
4.16 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Bulbitermes prabhae* 48
4.17 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Macrotermes carbonarius* 49
4.18 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Ancistrotermes pakistanicus* 50
4.19 ลักษณะของรังปลวก *Macrotermes gilvus* 51
4.20 ลักษณะของรังปลวก *Globitermes sulphureus* 52
4.21 ลักษณะของรังปลวก *Macrotermes carbonarius* 52
4.22 ลักษณะของรังปลวก *Ancistrotermes pakistanicus* 53

บทที่ 1
บทนำ

ยางเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สุดชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 จนถึงปัจจุบัน จากสถิติในปี พ.ศ. 2562 ไทยผลิตยางธรรมชาติในประมาณ 4,530,552 ตัน มีมูลค่า 190,633,524 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) และส่งออก 3.6 ล้านตัน (Thailand Board of Investment, 2016) โดยมีพื้นที่หลักในการปลูกยางอยู่ในภาคใต้ของประเทศประมาณ 13,503,158 ไร่ นครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุดเป็นอันดับสามของภาคใต้ประมาณ 1,766,025 ไร่ รองจากจังหวัดสุราษฎธานีและสงขลา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

ปลวกเป็นแมลงสังคมชนิดหนึ่งจัดอยู่ในอันดับ Isoptera ที่มักพบเป็นประจำในสวนยาง โดยสร้างรังที่มีขนาดแตกต่างกันบนพื้นดินใกล้โคนต้นยาง หรือสร้างท่อดินบริเวณผิวเปลือกของต้นยาง หรือสร้างรังขนาดใหญ่บนต้นยาง นอกจากนี้ยังพบปลวกในกิ่งไม้ยางที่ร่วงหล่นบนพื้น ปลวกเป็นแมลงที่มีบทบาทมีทั้งประโยชน์และโทษ ในด้านที่เป็นประโยชน์ต่อนิเวศวิทยาคือช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่างๆ ได้แก่เศษไม้ ใบไม้ กิ่งไม้ และส่วนประกอบต่างๆของพืช เปลี่ยนให้เป็นฮิวมัสในดินซึ่งถือเป็นต้นกำเนิดของการหมุนเวียนธาตุอาหารจากพืชไปสู่ดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ปลวกบางชนิดยังมีประโยชน์โดยเป็นแหล่งผลิตเห็ดโคนซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนของมนุษย์ (จารุณี และ ขวัญชัย, 2551) ส่วนบทบาทในด้านที่เป็นโทษคือปลวกบางชนิดกัดกินราก ลำต้นของต้นยางในทุกระยะการเจริญเติบโต ถ้าทำลายในระยะต้นอ่อนมักทำให้ต้นยางชงักการเจริญเติบโต ส่วนต้นยางใหญ่มักมองไม่เห็นร่องรอยจากทำลายจากภายนอก จนกระทั่งต้นยางโค่นล้มหรือต้องขุดดูรากจึงจะเห็นโพรงปลวกที่โคนราก ถ้ามีการระบาดของปลวกอย่างรุนแรงอาจทำให้ต้นยางยืนต้นตายได้ ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับเกษตรกร อย่างไรก็ตามยังไม่มีการสำรวจชนิดของปลวกที่พบในสวนยางของจังหวัดนครศรีธรรมราช สำหรับเป็นฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการควบคุมหรือศึกษาด้านอื่นๆต่อไป

ปลวกใต้ดิน (subterranean termite) เป็นปลวกกลุ่มสำคัญที่สร้างความเสียหายแก่สวนยาง เช่น ปลวกในสกุล *Coptotermes, Microcerotermes, Microtermes* โดยทั่วไปเมื่อพบการระบาดของปลวก เกษตรกรมักควบคุมปลวกโดยใช้สารฆ่าแมลง การใช้สารฆ่าแมลงติดต่อกันเป็นเวลานานก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกร สิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ในสวนยาง เช่น ไส้เดือนดิน รวมทั้งก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การใช้สารสกัดจากพืชเป็นทางเลือกของการควบคุมแมลงศัตรูพืชรวมทั้งปลวกที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสาร

สกัดจากพืชเป็นสารที่สลายตัวง่าย จึงมีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปสารสกัดจากพืชออกฤทธิ์ต่อแมลงในหลายลักษณะ เช่น เป็นสารฆ่าแมลง ไล่แมลง ยับยั้งการกินอาหาร และยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง เป็นต้น ในปัจจุบันมีพืชหลายชนิดมีฤทธิ์ชีวภาพในการควบคุมปลวกใต้ดินรวมทั้งเมล็ดน้อยหน่า (Acda, 2014) เหง้าขมิ้นชัน (Raje et al. 2015) และเหง้าข่า (Abdullah et al. 2015) ส่วนใหญ่เป็นรายงานวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ แต่ยังไม่มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำสารสกัดจากพืชทั้งสามชนิดมาใช้ควบคุมปลวกใต้ดินในสวนยาง การทำงานวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นตอบประเด็นคำถาม

1. ความหลากหลายของปลวกที่พบในสวนยางของจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นอย่างไร

2. สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า เหง้าขมิ้นชัน และเหง้าข่า มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดินในสวนยางมากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของปลวกที่พบในสวนยางของจังหวัดนครศรีธรรมราช

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า เหง้าขมิ้นชัน และเหง้าข่าต่อการควบคุมปลวกใต้ดินในสวนยาง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบชนิดของปลวกที่พบในสวนยางเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการควบคุมปลวก หรือนำปลวกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อระบบนิเวศ

2. น้อยหน่า ขมิ้นชัน และข่า เป็นพืชทางเลือกสำหรับควบคุมปลวกใต้ดินในสวนยาง

3. ลดความเสียหายของเกษตรกรที่เกิดจากการทำลายของปลวกใต้ดิน

4. ช่วยลดปริมาณการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ ที่มีอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

5. เกิดเครือข่ายการทำงานวิจัยเรื่องปลวกและแนวทางการควบคุมปลวกในสวนยางร่วมกับกับกลุ่มเกษตรกร/หน่วยงานภาคราชการอื่นๆ/เอกชนอื่นๆ

6. ตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารระดับชาติ/นานาชาติอย่างน้อย 2 เรื่อง

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปลวก

โดยทั่วไปปลวกในแต่ละรังจะประกอบด้วยสมาชิก 3 วรรณะใหญ่ คือ วรรณะทหาร วรรณะกรรมกร และวรรณะสืบพันธุ์ อาศัยอยู่ร่วมกันภายในรัง ซึ่งมีการจัดระบบอย่างดี ทุกวรรณะมีหน้าที่เฉพาะของตนเอง ซึ่งเกี่ยวข้องและเกื้อกูลกันกับวรรณะอื่น ๆ ในการดำรงชีวิตและการพัฒนาของประชากรในรังทั้งหมด สุทัศน์ (2535) ในการควบคุมวิฏีชีวิตและการทำงานของปลวกแต่ละวรรณะถูกกำหนดในหลายสาเหตุด้วยกัน การแลกเปลี่ยนสารเคมีระหว่างปลวกแต่ละตัวภายในรังเดียวกันเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยควบคุมหน้าที่ต่าง ๆ ภายในรังให้ดำเนินไปตามภาระหน้าที่ของแต่ละวรรณะตามระบบของสังคมในปลวกแต่ละรัง (ศรี, 2538)

ปลวกเป็นแมลงที่มีความเป็นอยู่แบบสังคม มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ภายในรัง โดยทั่วไปมีนิสัยไม่ชอบแสงสว่าง ชอบที่มืดและอับชื้น ประชากรปลวกมีการแบ่งแยกหน้าที่การทำงานออกไปตามวรรณะต่างๆ รวม 3 วรรณะ คือ

<u>วรรณะสืบพันธุ์ หรือแมลงเม่า</u>

ประกอบด้วยตัวเต็มวัยที่มีปีกทั้งเพศผู้และเพศเมีย ทำหน้าที่สืบพันธุ์และกระจายพันธุ์โดยจะบินออกจากรัง เมื่อดินฟ้าอากาศเหมาะสม เมื่อจับคู่กันแล้วจะสลัดปีก ผสมพันธุ์กันและหาพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อวางไข่

<u>วรรณะกรรมกร หรือปลวกงาน</u>

เป็นปลวกตัวเล็กสีขาวนวล ไม่มีปีก ไม่มีตา ใช้หนวดเป็นอวัยวะรับความรู้สึกคลำทาง ทำหน้าที่สร้างรัง ทำความสะอาดรัง ดูแลไข่ เพาะเลี้ยงเชื้อราและซ่อมแซมรังที่ถูกทำลาย

<u>วรรณะทหาร</u>

เป็นปลวกที่มีหัวโต สีเข้มและแข็ง มีกรามขนาดใหญ่ ซึ่งดัดแปลงไปเป็นอวัยวะคล้ายคีมที่มีปลายแหลมคม เพื่อใช้ในการต่อสู้กับศัตรูที่มารบกวนสมาชิกภายในรัง ไม่มีปีก ไม่มีตา ไม่มีเพศ บางชนิดจะดัดแปลงส่วนหัวให้ยื่นยาวออกไปเป็นงวง เพื่อกลั่นสารเหนียวปล่อยหรือพ่นไปติดตัวศัตรู ทำให้เคลื่อนไหวไม่ได้หรืออาจทำให้ตายได้ (จารุณี และ ขวัญชัย, 2551)

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 (ภาพที่ 2.1 (ก))

2.2 ปลวกที่อาศัยอยู่ตามจอมปลวก (mound-building termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดกลางถึงขนาดใหญ่อยู่บนพื้นดิน เช่น ปลวกในสกุล *Globitermes, Odontotermes* และ *Macrotermes* เป็นต้น (ภาพที่ 2.1 (ข),(ค))

2.3 ปลวกที่อาศัยอยู่ตามรังขนาดเล็ก (carton nest termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดเล็กอยู่บนดินหรือเหนือพื้นดิน เช่น ตามกิ่งไม้ ต้นไม้ เสาไฟฟ้า หรือโครงสร้างอื่นๆ ภายในอาคาร เช่น ปลวกในสกุล *Microcerotermes, Termes, Dicuspiditermes, Nasutitermes* และ *Hospitalitermes* เป็นต้น (จารุณี และ ขวัญชัย, 2551) (ภาพที่ 2.1 (ง)

(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 2.1 ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน

(ก) ปลวกใต้ดิน (subterranean termites) เช่น ปลวกในสกุล *Coptotermes*

(ข),(ค) ปลวกที่อาศัยอยู่ตามจอมปลวก (mound-building termites) เช่น ปลวก ในสกุล *Globitermes* และ *Macrotermes*

(ง) ปลวกที่อาศัยอยู่ตามรังขนาดเล็ก (carton nest termites) เช่น ปลวกในสกุล *Microcerotermes*

ลักษณะสำคัญของปลวกใต้ดินสายพันธุ์*Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae)

ปลวก *Coptotermes curvignathus* มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า rubber termite เรียกชื่อภาษาไทยว่า ปลวกไม้ยางพารา ก่อนหน้านี้เคยใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coptotermes gestroi* จนกระทั่ง Holmgren (1913) ได้พบว่าปลวกชนิดนี้ไม่ใช่ *C. gestroi* เนื่องจาก ปลวก *C. gestroi* ไม่เข้าทำลายไม้สด แตกต่างจาก *C. curvignathus* ที่เข้าทำลายไม้สด ลักษณะเด่นของ *C. curvignathus* คือ มีช่องเปิดบริเวณด้านหน้าของส่วนหัวเรียกว่า fontanelle มีขนาดใหญ่กว่าปลวกในสกุลอื่นๆ ซึ่ง ปลวกจะผลิตสารเคมีที่เป็นของเหลวสีขาวขุ่นออกมาเพื่อใช้ในการป้องกันตัวจากศัตรู

ความหลากหลายของปลวก

Kambhampati et al. (1996) รายงานไว้ว่าปัจจุบันปลวกที่พบถูกจำแนกเป็น 7 วงศ์ (family) 14 วงศ์ย่อย (Subfamlily) 270 สกุล (genus) ด้วยกัน คือ

1. Family Mastotermitidae มีปลวกชนิดเดียวคือ *Mastotermes darwiniensis* ซึ่งพบที่บริเวณป่าที่ไม่มีฝนทางเหนือของประเทศออสเตรเลีย เหนือเส้น Tropic of Capricorn เป็นปลวกที่มีขนาดใหญ่มาก วรรณะทหารมีความยาวมากกว่า 2 เซนติเมตร

2. Family Hodotermitidae เป็นปลวกที่ถูกจัดเข้าในกลุ่มโบราณของพวกหากินบนผิวหน้าดิน กินหญ้าเป็นอาหาร เป็นพวกที่พบอาศัยอยู่ในทุ่งหญ้า Savannah จนถึงทุ่งหญ้าที่แห้งแล้งต่างๆ ส่วนใหญ่ไม่สร้างจอมปลวกเป็นที่อาศัย

3. Family termopsidae ปลวกทุกชนิดในวงศ์นี้สร้างรังและกินอาหารในท่อนไม้ผุ เป็นปลวกที่อยู่ในลำดับต้นๆ ของสายวิวัฒนาการ จัดเป็นปลวกโบราณอีกกลุ่มหนึ่ง มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในแถบเอเชีย

4. Family Kalotermitidae ปลวกในวงศ์นี้มีทั้งปลวกไม้แห้ง และปลวกไม้ชื้น มีการพัฒนามาจากวงศ์ Mastotermitidae

5. Family Rhinotermitidae ปลวกทุกชนิดในวงศ์นี้เป็นปลวกกินเนื้อไม้ และมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางตลอดทั้งบริเวณเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรและในเขตหนาว เป็นปลวกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน ปลวกในสกุล *Coptotermes* และ *Reticulitermes* เป็นปลวกที่เป็นศัตรูสำคัญในทวีปเอเชีย อเมริกา และยุโรป

6. Family Serritermitidae มีปลวกเพียงชนิดเดียวคือ *Serritermes serrifer* จากประเทศบราซิล ปลวกวงศ์นี้มีกรามที่แตกต่างจากปกติทั้งในวรรณะสืบพันธุ์และวรรณะทหาร

7. Family Termitidae ปลวกในวงศ์นี้เป็นปลวกวงศ์ที่ใหญ่ที่สุด ประกอบด้วยปลวกประมาณสามในสี่ของปลวกทั้งหมดที่พบอยู่ขณะนี้

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับชนิดและลักษณะรังของปลวก รวมถึงการแพร่กระจายของปลวก Constantino (1992) ได้รายงานการศึกษาในป่าที่มีความสมบูรณ์สูงบริเวณลุ่มแม่น้ำอะเมซอนประเทศบราซิล พบปลวกบริเวณดังกล่าวและพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งแบ่งเป็นบริเวณส่วนที่เป็นป่าบนบกพบปลวก 64 ชนิด บริเวณป่าที่อยู่รอบหนองน้ำทางตะวันตกของลุ่มน้ำพบปลวก 11 ชนิด และทางด้านตะวันออกพบปลวก 27 ชนิด ปลวกวงศ์ย่อย Nasutitermitinae สกุล *Nasutitermes* เป็นกลุ่มเด่นและมีมากทั้งสองบริเวณ ปลวกที่พบส่วนใหญ่จะเป็นชนิดที่กินเนื้อไม้สดและบางชนิดก็กินเนื้อไม้ผุ ส่วนพวกที่กินอินทรียสารในดินนั้นมีจำนวนชนิดน้อยกว่า การศึกษาพบว่าชนิดและความหลากหลายของปลวกมีความแปรปรวนสูงขึ้นอยู่กับบริเวณที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศและพรรณไม้ด้วย Scheffrahn et al. (1994) สำรวจปลวกในบริเวณหมู่เกาะบาฮามัสจำนวนกว่า 60 เกาะ พบปลวกจำนวน 3 วงศ์ คือ Termitidae, Kalotermitidae และ Rhinotermitidae

Thorne et al. (1994) ศึกษาสัณฐานและการแพร่กระจายของปลวก *Nasutiterme acajutlae* Holmgren และ *N. nigricaps* Haldeman ในเขต Neotropical หรือบริเวณทวีปอเมริกากลางและคาบสมุทรแคริบเบียน โดยวรรณะทหารของปลวกทั้งสองชนิดมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใช้จำแนกอยู่ 3 ประการ คือ (1) ขนาดของหัวและขนขนาดเล็ก (bristles) บนหัว (2) ความโค้งของขอบส่วนหน้าของ pronotum (3) ขนขนาดเล็กที่อยู่ด้านข้างของ postmentum ปลวกชนิด *N. acajutlae* พบได้แถบประเทศเปอร์โตริโกและตามเกาะที่ยังไม่มีคนเข้าไปอยู่อาศัย ส่วนปลวกชนิด *N. nigricaps* พบได้ทางตอนเหนือของทวีปอเมริกากลางตั้งแต่ประเทศปานามาเรื่อยไปจนถึงเม็กซิโก

และพบบนเกาะประเทศจาไมกา อีกทั้งยังมีการศึกษาถึงจำนวนชนิดของปลวกในบริเวณต่างๆของป่า Mbalmayo ทางตอนใต้ของประเทศคาเมอรูน ตามระดับการถูกรบกวนของป่า Eggleton et al. (1995) พบว่าบริเวณป่าที่ถูกรบกวนมีจำนวนชนิดของปลวกน้อยและมักเป็นปลวกกินไม้สด ต่างจากบริเวณที่ไม่ถูกรบกวน ซึ่งพบจำนวนชนิดของปลวกมากโดยปลวกที่พบส่วนใหญ่เป็นปลวกที่กินอินทรียสารในดินเป็นอาหาร จากการสำรวจชนิดและการแพร่กระจายของปลวกดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้บางครั้งมีการค้นพบปลวกชนิดใหม่ ดังเช่น Gao and Tian (1990) ทำการสำรวจและพบปลวกชนิดใหม่ที่อยู่ในสกุล *Nasutitermes* ที่มณฑลเสฉวน ประเทศจีน และ Yang et al. (1995) สำรวจพบปลวกชนิดใหม่จำนวน 2 ชนิด คือ ปลวกชนิด *Malaysiocapritermes zhanfengensis* และปลวก *Microcapritermes jiangchengensis* ที่มณฑลยูนาน ประเทศจีน จากที่กล่าวมาเห็นว่าในต่างประเทศมีการศึกษาเรื่องปลวกกันมาพอสมควรทั้งในอเมริกากลาง แอฟริกา หรือแม้แต่ในเอเชียและในประเทศไทยก็มีผู้ทำการศึกษาเช่นกัน

สำหรับการศึกษาในประเทศไทย สุทัศน์ (2535) ศึกษาถึงชนิด ปริมาณ ลักษณะการทำลายและศัตรูธรรมชาติของปลวกในสวนยางพาราในเขตจังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส จากต้นยางพาราจำนวน 2,063 ต้นพบว่า 327 ต้น (15.9% ของต้นยางพาราที่ศึกษาทั้งหมด) มีรอยทางเดินของปลวกอยู่ตามเปลือกลำต้นและโคนต้น ในจำนวนนี้พบว่าครึ่งหนึ่งหรือ 163 ต้น (7.9% ของต้นยางพาราที่มีรอยเดินทางปลวก) ยังมีปลวกอยู่ในทางเดิน ส่วนที่เหลือเป็นทางเดินร้าง จำนวนต้นยางที่มีทางเดินปลวกในสวนยางที่เปิดกรีดแล้วจะมีมากกว่าสวนยางที่ยังไม่ได้เปิดกรีดประมาณ 3 เท่า แสดงให้เห็นว่าปลวกชอบทำลายต้นยางที่มีอายุมากแล้วมากกว่าต้นยางที่มีขนาดเล็กหรือมีอายุน้อย ในการศึกษาครั้งนั้นพบปลวกทั้งหมด 21 ชนิด 10 สกุล ชนิดของปลวกที่พบบนเปลือกต้นยางมากที่สุดคือ *Odontotermes roformosanus* รองลงมาคือ *Ancistrotermes pakistanicus* และ *M. paracelebensis* ตามลำดับ สำหรับปลวกที่พบตรงแกนต้นยางที่โค่นเพื่อปลูกใหม่มีเพียงชนิดเดียวคือ *C. curvignathus* ศัตรูธรรมชาติของปลวกในการศึกษาครั้งนี้คือ ตะขาบ แมงป่องแส้ และด้วง ซึ่งพบในรังปลวก สำหรับบริเวณใกล้ทางเดินและภายนอกรังพบว่าเป็นมดชนิดต่างๆ เช่น มดคันไฟ (*Solenopsis geminate rufa*)

การศึกษาโครงสร้างของจอมปลวกในประเทศไทย ในปลวกชนิด *Macrotermes gilvus* Inoue et al. (1997) ทำการศึกษาในสวนยางพาราเขตพื้นที่จังหวัดนราธิวาส พบว่าภายในรังประกอบไปด้วย ห้องของราชาและนางพญา ห้องของตัวอ่อน ห้องเก็บไข่ โดยแต่ละห้องจะมีทางเดินเชื่อมต่อถึงกัน นอกจากนี้ยังมีห้องที่ปลวกสร้างไว้เพื่อปลูกสวนราไว้เป็นอาหาร (Fungus comb) โดยสวนเรานั้นจะมีลักษณะเหมือนรวงผึ้ง มักพบสวนเรานี้ในบริเวณส่วนบนของรังหรือตั้งแต่ส่วนกลางของรังขึ้นไป พบว่าการไหลเวียนของอากาศในรังไม่ดีหรือแทบไม่มี สำหรับจอมปลวกที่มีขนาดใหญ่โตในความเป็นจริงแล้วบางครั้งขนาดของประชากรภายในรังมิได้มีขนาดใหญ่ตามรังไปด้วยเสมอ

Watanabe et al. (1984) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดของปลวกในพื้นที่ป่าที่ถูกเปลี่ยนไปทำไร่เลื่อนลอยในพื้นที่อำเภอน้ำพรหม จังหวัดขอนแก่น จังหวัดสกลนคร และที่ภูกระดึง จังหวัดเลย ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยเปรียบเทียบในบริเวณป่าที่มีการทำไร่เลื่อนลอยกับเมื่อครั้งที่ป่ายังมีสภาพสมบูรณ์อยู่ ซึ่งทำการสำรวจและบันทึกตำแหน่งของรังปลวกและพบว่ามีปลวกทั้งหมด 16 ชนิด โดยปลวกชนิด *Ma. gilvus* และ *Ma. annandelei* เป็นชนิดที่เด่น ต่อมาเมื่อเข้าไปสำรวจหลังจากที่ป่าถูกแปลงสภาพเพื่อทำไร่เลื่อนลอย พบว่าปลวกทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีจำนวนลดลงแต่ในทางตรงกันข้ามพบจอมปลวกของปลวกชนิด *Globitermes sulphureus* มีจำนวนเพิ่มขึ้น

สิทธิโชค (2541) สำรวจปลวกในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จำนวน 18 รัง พบปลวก 1 วงศ์ คือ วงศ์ Termitidae โดยพบทั้งหมด 6 สกุล 7 ชนิด ได้แก่ สกุล *Globitermes* พบปลวกชนิด *G. sulphureus* สกุล *Odontotermes* พบปลวก 2 ชนิด คือ *O. formosanus* และ *O. proformosanus* สกุล *Macrotermes* พบปลวกชนิด *Macrotermes gilvus* สกุล *Microtermes* พบปลวกชนิด *A. pakistanicus* สกุล *Nasutitermes* พบปลวกชนิด *Nasutitermes johoricus* และสกุล *Pericapritermes* พบปลวกชนิด *Pericapritermes semarangi*

จากการศึกษาสิ่งมีชีวิตและโปรโตซัวที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของปลวก Ball (1969) และการศึกษา ความสัมพันธ์ของโปรโตซัวในลำไส้ของปลวกที่ใช้ในการย่อยสลายไม้ Bloodgood and Fitzharris (1976) พบว่าการดำรงชีวิตของปลวกซึ่งเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตพวกโปรคาริโอตที่ ดำรงชีวิตแบบ symbiosis เป็นตัวสำคัญในการย่อยสลายไม้สำหรับในประเทศไทยพบรายงานการศึกษา เกี่ยวกับความหลากหลายและชนิดของปลวกในป่าผลัดใบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ Davies (1997) ในมาเลเซียได้มีการศึกษาเกี่ยวกับประชากรปลวกและบทบาทของปลวกในป่าฝนเขตร้อนและการจัดการ Collins (1983) ในประเทศไนจีเรียมีการศึกษาถึงความหลากหลายและการกระจายของปลวกในทุ่งหญ้าสะวันนา Wood et al. (1982) และการศึกษาสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในลำไส้ปลวกซึ่งมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กพวกจุลินทรีย์และโปรโตซัวที่มี บทบาทและความสำคัญกับการดำรงชีวิตของปลวกอย่างมาก (Kirby, 1941)

แนวทางการควบคุมปลวก

ปลวกเป็นแมลงอันดับต้นๆ ที่ทำความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างมาก ดังนั้นมีจำเป็นอย่างยิ่งต้องควบคุม จารุณี และ ขวัญชัย (2551) แบ่งการควบคุมปลวกเป็น 2 ประเภท คือ การควบคุมปลวกโดยไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมี

1. การควบคุมปลวกโดยไม่ใช้สารเคมี

จากการใช้สารเคมีกันอย่างต่อเนื่อง ทำให้หลายฝ่ายมีความวิตกกังวลว่าจะเกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีสารตกค้างในธรรมชาติ ซึ่งแม้ว่าจะมีการศึกษาวิจัยเพื่อใช้สารเคมี

ในกลุ่มที่มีพิษน้อยต่อสัตว์ มนุษย์และพืชแล้ว แต่ก็ยังไม่มีความปลอดภัยมากนัก จึงได้หันมาศึกษาการใช้วัสดุชนิดต่างๆ หรือจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา ไส้เดือนฝอย เป็นต้น มาใช้ควบคุมปลวก เพื่อลดการใช้สารเคมี ดังนี้

1.1 การใช้ศัตรูธรรมชาติ (natural enemy)

การใช้เชื้อราในสกุล *Metarhizium* และ *Beauveria* หรือแบคทีเรียชนิด *Bacillus thuringiensis* หรือไส้เดือนฝอย ในสกุล *Steinernema* sp. เป็นต้น โดยปกติประสิทธิภาพของการใช้วิธีนี้จะขึ้นกับสภาพแวดล้อม แต่ถ้าใช้วิธีนี้ร่วมกับการใช้เหยื่อล่อเพื่อเพิ่มจำนวนปลวกให้มาสัมผัสกับเชื้อราหรือแบคทีเรียให้มากขึ้น แล้วปล่อยให้ปลวกกลับไปที่รัง จะทำให้การกำจัดโดยวิธีการนี้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นดังนี้

1.2 การใช้กับดักแสงไฟ (light trap)

เป็นวิธีที่ดึงดูดหรือขับไล่แมลงเม่า เพื่อลดปริมาณที่จะผสมพันธุ์และสร้างรังปลวกใหม่ภายในบริเวณอาคาร เช่น การปิดไฟภายในบ้านแล้วเปิดไฟบริเวณด้านนอกของอาคารแทน เพื่อที่จะดึงดูดให้แมลงเม่าออกไปเล่นไฟภายนอกอาคาร แล้วจัดตั้งภาชนะปากกว้างใส่น้ำทิ้งไว้เพื่อดักแมลงเม่า

1.3 การใช้วิธีกล (physical barrier)

การนำวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น มาประยุกต์ใช้ในการป้องกันการเข้าทำลายของปลวก เพื่อเป็นการลดปัญหาจากการใช้สารเคมี โดยใช้หินปูนขาวมาบดให้ได้ตามขนาดต่างๆ เพื่อหาขนาดของหินที่เหมาะสมมาใช้ในการป้องกันกำจัดปลวก (ยุพาพร และ จารุณี, 2536)

ในประเทศออสเตรเลียได้ทำการศึกษาใช้วัสดุชนิดต่างๆ เช่น แผ่นอลูมิเนียมทำเป็นฝาครอบ หรือทำเป็นแผ่นผนังกั้นทางเดินของปลวกที่ขึ้นสู่ตัวอาคาร หรือใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น หินปะการัง (Su and Scheffrehn, 1992) และหินแกรนิตบด มาใช้ทำเป็นแนวป้องกันปลวก รวมทั้งเศษแก้วบด (จารุณี และ ขวัญชัย, 2551) ก่อนใช้วัสดุเหล่านี้จะต้องนำมาร่อนให้มีขนาดสม่ำเสมอ เพื่อนำขนาดที่เหมาะสมโดยเฉพาะเจาะจงกับปลวกแต่ละชนิดด้วย

2 การควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมี

การควบคุมโดยใช้สารเคมี เป็นการป้องกันและกำจัดปลวกที่ให้ผลเร็วและมีประสิทธิภาพที่ดี และเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ยุพาพร (2536) ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

2.1 การใช้สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ เป็นการทำให้สารเคมีแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ โดยการฉีดพ่น ทา แช่ จุ่มหรือการอัดสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยความดัน และทำให้เนื้อไม้เป็นพิษต่อปลวกโดยตรง เมื่อปลวกสัมผัสหรือกัดกินเนื้อไม้เข้าไป มีหลายประเภท เช่น ครีโสท คือสารที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ สามารถกำจัดแมลงและเชื้อราได้ หรือสารเคมีละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งในปัจจุบันไม่ใช้แล้วเนื่องจากก่อให้เกิดมะเร็ง ได้แก่ เพนตาคลอโรฟีนอล และ ลินเดน หรือ

เกลือเคมีละลายน้ำ เช่น เกลือโบเรต กรดโบริค แต่ปัจจุบันที่นิยมใช้จะเป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เช่น cypermethrin และ permethrin

2.2 การใช้เหยื่อพิษ

เป็นการที่ทำให้ปลวกตายอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันจะมีเฉพาะสูตรที่เป็นเหยื่อผสมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต หลักการของเหยื่อพิษ มี 2 แบบ ดังนี้

(1) การควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์ช้า เป็นแนวทางใหม่ในการควบคุมปลวก ที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำ โดยออกฤทธิ์ขัดขวางกระบวนการการดำรงชีวิตของปลวก เช่น สารควบคุมการเจริญเติบโต (insect growth regulator; IGR) ซึ่งมีผลยับยั้งการลอกคราบของปลวก ยับยั้งกระบวนการสร้างผนังลำตัว ซึ่งมีผลต่อการลดจำนวนประชากรลงไป จนถึงระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติพิเศษสามารถดึงดูดให้ปลวกเข้ามากินอาหาร และสามารถคงรูปอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสม ที่จะเกิดการถ่ายทอดสารพิษไปสู่สมาชิกปลวกตัวอื่นๆภายในรังได้ ตัวอย่าง การใช้เหยื่อล่อปลวก เป็นเหยื่อที่ผสมรวมกับสารเคมีที่ปราศจากพิษตกค้างกำจัดปลวก วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศจีน สหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย โดยมีการผลิตเหยื่อล่อออกมาหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบผง เม็ดกลม เม็ดแบนและกระดาษวัตถุดิบที่ใช้ล่อปลวกมาจากวัตถุหลายชนิดที่ปลวกชอบ เช่น เศษไม้สน กากอ้อยกระดาษชำระ แกนข้าวโพด ผสมด้วยสารเคมีกำจัดปลวก 0.04% เหยื่อที่ประกอบด้วยสารเคมีกำจัดปลวก 1% สามารถป้องกันและกำจัดปลวกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วีรยุทธ, 2552)

(2) การควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติพิเศษ ในการดึงดูดให้ปลวกเข้ามากิน สารเคมีนี้สามารถคงอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสม ที่จะถ่ายทอดไปสู่สมาชิกอื่นๆภายในรังได้ กล่าวคือ ปลวกที่ได้รับสารเคมีนี้จะไม่ตาย แต่จะเป็นตัวแพร่กระจายสารเคมีให้กับปลวกตัวอื่นๆ ในรัง โดยการสัมผัสทางปากและร่างกาย

2.3 การฉีดอัดหรือราดสารเคมีกำจัดปลวก (termiticides) ลงดิน

เพื่อทำให้ภายใต้อาคารเป็นพิษและปลวกไม่สามารถเจาะผ่านทะลุขึ้นมาได้ ซึ่งวิธีการควบคุมปลวกวิธีนี้ จะใช้ในการป้องกันและกำจัดปลวกทั้งก่อนและหลังการปลูกสร้างอาคาร ทั้งนี้การควบคุมปลวกที่มีประสิทธิภาพ มีปัจจัยหนึ่งมาจากการเลือกใช้สารเคมีควบคุมปลวกที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยใช้ในอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมตรงกับวัตถุประสงค์ เช่น ใช้สารเคมีที่ความเป็นพิษต่ำ เพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับฤทธิ์ตกค้างซึ่งอาจเป็นอันตราย ต้องเลือกรูปแบบของสารเคมีให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน รวมทั้งเลือกอุปกรณ์และกรรมวิธีที่เหมาะสมกับสารเคมีที่จะใช้ควบคุมปลวก โดยทั่วไปสารเคมีที่นิยมใช้ฉีดอัดหรือราดเพื่อควบคุมปลวก มีหลายกลุ่ม เช่น

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

(2) กลุ่มคาร์บาเมต เป็นสารเคมีที่มีอันตรายต่อคนและสัตว์ รวมถึงมีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างสารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น propoxur, fenobucarb

(3) กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เริ่มแรกมีการใช้สารไพรีทริน ซึ่งเป็นสารสกัดจากพืชที่ถูกนำมาใช้ในการกำจัดแมลง แต่เนื่องจากสารไพรีทรินไม่คงทนต่อแสง สลายตัวเร็ว จึงมีการศึกษาปรับปรุงโครงสร้างทางเคมี แล้วสังเคราะห์ได้เป็นสารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ขึ้นมาซึ่งมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้นและสามารถใช้กำจัดปลวกได้ สารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง จึงมีอันตรายต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่มีพิษสูงต่อสัตว์น้ำ สารเคมีกลุ่มนี้ที่นำมาใช้กำจัดปลวก เช่น cypermethrin, deltamethrin และ permethrin เป็นต้น

(4) กลุ่มอื่นๆ

- กลุ่มคลอโรนิโคตินิล เป็นสารเคมีที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง เมื่อปลวกสัมผัสกับสารกลุ่มคลอโรนิโคตินิล จะทำให้ระบบประสาทผิดปกติ เช่น การเดินผิดปกติและตายได้ในที่สุด สารเคมีในกลุ่มนี้ที่ใช้ในการกำจัดปลวก เช่น imidacloprid, thiacopid เป็นต้น

- กลุ่มเฟนนีลไพราโซล เป็นสารเคมีที่มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางของแมลง โดยมีผลกระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้อของแมลงให้ทำงานมากกว่าปกติ ทำให้เกิดการชักและตายได้ สารเคมีในกลุ่มนี้ที่ใช้ในการกำจัดปลวก เช่น fipronil เป็นต้น

- กลุ่มไซเลน เช่น silafluofen เป็นต้น

- กลุ่มไพรอล เช่น chlorfenapyr เป็นต้น

การควบคุมปลวกด้วยสารธรรมชาติจากพืช

สารธรรมชาติที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช อยู่ในรูปสารสกัดหยาบ หรือน้ำมันหอมระเหย หรือผงบด การคัดเลือกพืชชนิดใดมาใช้ ควรคำนึงถึงคุณสมบัติของพืช ที่สามารถป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้ เป็นพืชที่สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายในดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์นัก และมีจำนวนมากเกินพอ หาได้ง่ายในทุกฤดูกาล ดังนั้นหลักการในการเลือกพืชที่นำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชผักมีดังนี้

1) เป็นพืชที่มีความต้านทานตามธรรมชาติจากการทำลายของแมลง
2) เป็นพืชที่ขยายพันธุ์ง่าย ไม่ต้องดูแลบำรุงมาก สามารถเก็บมาใช้ได้เรื่อยๆ
2) ไม่เป็นพืชที่เป็นที่อยู่อาศัยของแมลงชนิดอื่น

3) เป็นพืชที่ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมาก

4) เป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ด้วย

5) เป็นพืชที่นำมาใช้กำจัดศัตรูพืชได้ด้วยกรรมวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยาก

เมื่อคัดเลือกพืชได้แล้ว นำมาแยกส่วนต่างๆของพืช เช่นราก ใบ ดอก ลำต้น และเมล็ด การสกัดสารใช้หลายวิธีด้วยกัน แล้วทดสอบประสิทธิภาพแต่ละวิธีในห้องปฏิบัติการ เมื่อได้ผลเป็นที่น่าพอใจ นำสารสกัดที่ใช้ได้ผลดีนี้ไปทดสอบความเป็นพิษกับสัตว์เลือดอุ่น และสัตว์เลือดเย็น เพื่อให้แน่ใจในความปลอดภัยต่อผู้ใช้สารเหล่านี้ เมื่อทราบข้อมูลแล้วว่าพืชชนิดใดสามารถใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดใดได้และปลอดภัยจากผู้ใช้ จะนำสารสกัดนั้นมาผสมปรุงแต่ง แล้วส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ หรือแนะนำให้เกษตรกรผสมใช้เองในกรณีที่มีวิธีการสกัดสารที่ไม่ยุ่งยากนัก

จากรายงานการวิจัยพบว่ามีพืชหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวก เช่น Henderson et al. (2001) กล่าวว่า น้ำมันหอมระเหยจากหญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides*) มีฤทธิ์ไล่และฆ่าปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. formosanus* Zhu et al. (2003) ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบพิมเสน (*Pogostemon cablin*) ต่อการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. formosanus* ผลการทดสอบพบว่า น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นตั้งแต่ 100 มิลลิกรัม/ทรายหนัก 1 กรัม มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยยังมีพิษทางสัมผัสต่อปลวก โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.52 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมของปลวก Raina et al. (2007) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้มความเข้มข้น 5 พีพีเอ็ม มีพิษทางการรมต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. formosanus* โดยทำให้แมลงตาย 96% ในเวลา 5 วัน โดยสารที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยคือสาร *d*-limonene Acda (2009) สรุปไว้ว่า น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ (*Jatropha curcas*) ความเข้มข้นตั้งแต่ 10% ขึ้นไป มีฤทธิ์ฆ่าและมีฤทธิ์ไล่ปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. vastator* Santos et al. (2009) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบพืช 6 ชนิด ที่มีต่อปลวกสายพันธุ์ *C. gestroi* และพบว่าสารสกัดจากใบเลี่ยน (*Melia azedarach*) มีประสิทธิภาพดีที่สุด ทำให้ปลวกตาย 100% ในเวลา 20 วัน Ding and Hu (2010) รายงานว่าการคลุกชิ้นส่วนใบและลำต้นสดของผกากรองลงในดิน ไม่มีผลต่อการตายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. formosanus* แต่สามารถลดการสร้างท่อทางเดินดินของปลวกได้ Yuan and Hu (2012) สรุปไว้ว่า สารสกัดคลอโรฟอร์มจากใบผกากรอง มีพิษทางสัมผัส และมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *Reticulitermes flavipes* ในระดับปานกลาง แต่มีฤทธิ์สูงในการไล่ปลวกชนิดดังกล่าว Acda (2014) พบว่าสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่า เมล็ดทุเรียนเทศ ความเข้มข้น 10-20% ทำให้ปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. gestroi* ตาย 87-100% ในเวลา 14 วันหลังการทดสอบ

ข่า

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข่ามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Alpinia galanga* (L.) Willd เป็นพืชในสกุล Zingiberaceae และปลูกกันมากในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศไทย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย รวมทั้งอินเดีย และ จีน (Kaushik et al., 2011) ข่าเป็นไม้ล้มลุกมีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้า (rhizome) มีสีน้ำตาลอมแสด เลื้อยขนานกับผิวดิน มีอายุหลายปี มีข้อปล้องสั้น ก้านใบแผ่เป็นกาบหุ้มซ้อนกัน ดูคล้ายลำต้น แตกกอสูง 1.5-2.5 เมตร

ใบ ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับรอบลำต้น ใบรูปใบหอกหรือรูปขอบขนานแกมใบหอก กว้าง 4-11 เซนติเมตร ยาว 25-45 เซนติเมตร กาบใบมีขน ปลายใบแหลม ฐานใบสอบแหลม ขอบใบเรียบเป็นคลื่น เส้นกลางใบใหญ่ทางด้านท้องใบเป็นเส้นนูนชัด เส้นใบขนานกัน ก้านใบเป็นกาบหุ้ม (ภาพที่ 2.2 (ก))

ดอก ดอกออกเป็นช่อแยกแขนง ตั้งขึ้น ขนาดใหญ่ ออกที่ปลายยอด ก้านดอกยาว 15-20 เซนติเมตร เมื่อยังอ่อนมีสีเขียวปนเหลือง ดอกแก่มีสีขาวปนม่วงแดง มีดอกย่อยจำนวนมาก เรียงกันแน่น อยู่บนก้านช่อเดียวกัน ดอกย่อยคล้ายดอกกล้วยไม้มีขนาดเล็ก มีใบประดับย่อยเป็นแผ่นรูปไข่ กลีบดอกสีขาวแกมเขียว 3 กลีบ โคนเชื่อมติดกันตลอด ปลายแยกจากกันเป็นปาก แต่ละกลีบเป็นรูปไข่กลับ ที่ปากท่อดอกจะมีอวัยวะยาวเรียวจากโคนถึงยอด สีม่วงคล้ายตะขอ 1 คู่ ใต้อวัยวะมีต่อมให้กลิ่นหอม เกสรตัวเมียมี 1 อัน รังไข่อยู่ใต้วงกลีบ เกสรตัวผู้มี 3 อัน มี 2 อันคล้ายกลีบดอก มีเรณู 1 อัน เกสรตัวผู้ที่เป็นหมันแผ่เป็นแผ่นคล้ายกลีบดอกสีขาว มีลายเส้นสีม่วงแดง (ภาพที่ 2.2 (ข))

ผล ผลมีลักษณะเป็นรูปกระสวยหรือทรงกลม ขนาด 0.5-1 เซนติเมตร มีกลีบเลี้ยงติดอยู่ เมื่อแก่มีสีส้มแดง มี 1-2 เมล็ด (รุ่งรัตน์, 2540) (ภาพที่ 2.2 (ค))

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข่า

(ก) ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับรอบลำต้น ใบรูปใบหอกหรือรูปขอบขนานแกมใบหอก กว้าง 4-11 เซนติเมตร ยาว 25-45 เซนติเมตร

(ข) ดอกออกเป็นช่อแยกแขนง ก้านดอกยาว 15-20 เซนติเมตร

(ค) ผลมีลักษณะเป็นรูปกระสวยหรือทรงกลม ขนาด 0.5-1 เซนติเมตร

ประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกและแมลงศัตรูอื่นๆ

รายงานวิจัยการทดสอบประสิทธิภาพของข่าในการควบคุมปลวกในระดับห้องปฏิบัติการมีดังนี้ Abdullah et al. (2015) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าข่ามีพิษทางสัมผัสต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *Coptotermes gestroi* และ *C. curvignathus* โดยมีค่า LD_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 5,407 และ 3,456 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าข่ายังมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของปลวกทั้งสองชนิดอีกด้วย โดยมีสาร 1, 8-cineole (61.9%) เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหย Sowmya et al. (2016) พบว่าสารสกัดเอทานอลและปิโตรเลียมอีเทอร์ของเหง้าข่าความเข้มข้น 5% มีพิษทางสัมผัสสูงต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *Odontotermes* โดยทำให้ปลวกตายทั้ง 100% ภายในเวลา 2 ชั่วโมงหลังการทดสอบ

ข่ายังมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว ตัวอย่างเช่น สังวาลและสุภาณี (2546) ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในวงศ์ Zingiberaceae 6 ชนิด ได้แก่ ข่า ขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) เร่ว (*A. allughas* Rosc.) กระชาย (*Boesenbergia pandurata* Holtt.) ไพล (*Z. cassumunar* Roxb.) และขมิ้นอ้อย (*Curcuma zedoaria* Rose) กับแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว 2 ชนิด ได้แก่ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus. oryzae*) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ผลการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยของขิงและข่ามีประสิทธิภาพดีที่สุด

โดยมีฤทธิ์สัมผัสตายสูงต่อด้วงงวงข้าว ซึ่งค่า LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมงเท่ากับ 10,543 และ 13,693 พีพีเอ็ม ตามลำดับ แต่แสดงฤทธิ์ต่ำต่อมอดแป้ง (ค่า LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมงเท่ากับ 24,099 และ 24,417 พีพีเอ็ม) Dadang et al. (1998) รายงานว่าสารสกัดจากเหง้าข่ามีฤทธิ์ฆ่าด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensis*) และหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) โดยมีสาร 1′-acetoxychavicol acetate เป็นสารออกฤทธิ์ฆ่าแมลง Wu et al. (2014) ทดสอบฤทธิ์ชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าข่าต่อการควบคุมมอดยาสูบ (*Lasioderma serricorne*) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูสำคัญของใบยาสูบหลังการเก็บเกี่ยว ผลการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าข่ามีพิษทางสัมผัสต่อแมลงสูงมาก โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 12.2 ไมโครกรัม/ตัวเต็มวัย และมีพิษทางการรมสูงมากเช่นกัน โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.5 มิลลิกรัม/ลิตรอากาศ โดยมีสาร eucalyptol (22.63%) เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้ยังพบสาร (1S)-(1)-β-pinene (14.36%), 1R-α-pinene (10.89%), α-terpineol (8.59%), L(-)-borneol (8.41%),(-)-camphor (4.21%) และ camphene (4.14%) ในองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยด้วย

นอกจากนี้มีรายงานวิจัยพบว่าน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากเหง้าข่ายังมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูชนิดอื่นๆ เช่น Sukhirun et al. (2011) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัด 4 ชนิด ได้แก่สารสกัดเฮกเซน สารสกัดไดคลอโรมีเธน สารสกัดเอทิลอะซิเตรท และสารสกัดเอทานอลที่มีต่อตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ (*Bactocera dorsalis*) และพบว่าสารสกัดเฮกเซนมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 4,866 พีพีเอ็ม สารสกัดที่มีฤทธิ์รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอล สารสกัดเอทิลอะซิเตรท และสารสกัดไดคลอโรมีเธนตามลำดับ

ขมิ้นชัน

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ขมิ้นชันมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* L. จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อสามัญคือ turmeric มีชื่อท้องถิ่นหลายชื่อ อาทิ ขมิ้น ขมิ้นแกง ขมิ้นหยวก ขมิ้นหัว ขี้มิ้น หมิ้น ตายอ สะยอ ขมิ้นชันมีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย แถบเอเชียตอนใต้ แต่นิยมนำมาปลูกในเขตร้อนทั่วไป พบว่ามีการปลูกเพื่อการค้าในอินเดีย ปากีสถาน จีน มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย ขมิ้นชันเป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี สูง 30-90 เซนติเมตร เหง้าใต้ดินเป็นรูปไข่ มีแขนงรูปทรงกระบอก แตกออกด้านข้าง 2 ด้านตรงข้ามกัน เนื้อในเหง้าสีเหลืองส้ม มีกลิ่นเฉพาะ

ใบ ใบเป็นใบเดี่ยว แทงออกจากเหง้า เรียงเป็นวงซ้อนทับกัน รูปใบหอก กว้าง 12-15 เซนติเมตร ยาว 30-40 เซนติเมตร ก้านใบยาว 8–15 เซนติเมตร หุ้มซ้อนเป็นกาบใบแคบๆ มีร่องแผ่ครีบออกเล็กน้อย (ภาพที่ 2.3 (ก))

ดอก ดอกเป็นช่อแทงออกจากเหง้าแทรกขึ้นมาระหว่างก้านใบ ดอกรูปทรงกระบอก กลีบดอกสีเหลืองอ่อนหรือสีขาวอมเหลือง 3-4 ดอก ก้านช่อดอกยาว 5-8 เซนติเมตร ใบประดับ (bract) สีเขียวอ่อนหรือสีขาวอมชมพู รูปหอกเรียงซ้อนกัน ใบประดับ 1 ใบมี 2 ดอก ใบประดับย่อย (bracteole) รูปขอบขนานยาว 3-3.5 เซนติเมตร ด้านนอกมีขน เกสรตัวผู้ (stamen) มีลักษณะคล้ายกลีบดอก มีขน ยอดเกสรตัวเมีย (stigma) รูปปากแตรเกลี้ยง รังไข่ (ovary) มี 3 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน (ovule) 2 ใบ (ภาพที่ 2.3 (ข))

ผล ผลรูปกลม มี 3 พู แต่ละพูมี 2 เมล็ด (รุ่งรัตน์, 2540)

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของขมิ้น

(ก) ใบเป็นใบเดี่ยว แทงออกจากเหง้า รูปใบหอก กว้าง 12-15 เซนติเมตร ยาว 30-40 เซนติเมตร ก้านใบยาว 8-15 เซนติเมตร

(ข) ดอกเป็นช่อแทงออกจากเหง้าแทรกขึ้นมาระหว่างก้านใบ ดอกรูปทรงกระบอก ก้านช่อดอกยาว 5-8 เซนติเมตร

ประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกและแมลงศัตรูอื่นๆ

ประสิทธิภาพของขมิ้นชันในการควบคุมปลวกในสภาพห้องปฏิบัติการมีดังนี้ Saljoqi et al. (2012) รายงานว่าสารสกัดด้วยน้ำจากเหง้าขมิ้นอัตรา 1 : 4 (น้ำหนัก/ปริมาตร) มีฤทธิ์ฆ่าปลวก *Heterotermes indicola* ตาย 100% ในเวลา 10 วันหลังการทดสอบ Raje et al. (2015) ทดสอบพิษทางสัมผัสของสารสกัดเฮกเซน คลอโรฟอร์ม อะซิโตน อะซีโตไนไตรล์ และเอทานอลของเหง้าขิ้นชันต่อปลวกสายพันธุ์ *Reticulitermes flavipes* และพบว่าสารสกัดทั้ง 5 ชนิดทำให้ปลวก

ทดสอบตาย 100% ในเวลา 5 วันหลังการทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดเอทานอลมีพิษทางการรมสูงมากทำให้ปลวกชนิดนี้ตาย 100% ในเวลา 2 วัน หลังการทดสอบ

นอกจากนี้ขมิ้นชันยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว เช่น กนกอร และคณะ (2558) ศึกษาการออกฤทธิ์ขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดของน้ำมันจากพืช 5 ชนิด คือ พริกไทยดำ ขมิ้นชัน กานพลู ตะไคร้หอม และสะเดาช้าง ความเข้มข้น 0.003, 0.03, 0.16, 0.31, 0.47 และ 0.63 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ผลการทดสอบพบว่าน้ำมันพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดดีที่สุด (90.11%) รองลงมาคือ ขมิ้นชัน (89.44%) สะเดาช้าง (73.22%) ตะไคร้หอม (62.34%) และกานพลู (49.89%) ตามลำดับ Tripathi et al. (2002) ศึกษาพิษทางสัมผัสและพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบขมิ้นชัน ที่มีต่อตัวเต็มวัยของแมลงศัตรูสำคัญหลังการเก็บเกี่ยว 3 ชนิดได้แก่ ด้วงงวงข้าว มอดข้าวเปลือก และมอดแป้ง และพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบขมิ้นชันมีพิษทางสัมผัสสูงสุดต่อมอดข้าวเปลือก รองลงมาได้แก่ มอดแป้งและด้วงงวงข้าว โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 36.71, 51.49 และ 95.50 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมน้ำหนักแมลง ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากใบขมิ้นชันมีความเป็นพิษทางการรมสูงสุดต่อด้วงงวงข้าว รองลงมาได้แก่ มอดข้าวเปลือกและมอดแป้ง โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 11.36, 13.65 และ 19.62 มิลลิกรัม/ลิตรอากาศ Tripathi et al. (2002) รายงานเพิ่มเติมว่า สารที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากส่วนใบได้แก่ myrcene (40.19%), p-cymene (23.05%) และ 1,8-cineole (13.16%) Sharma et al. (1997) รายงานว่า α-termerone, β- termerone และ ar- termerone เป็นสารหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากส่วนเหง้า และ ar- termerone เป็นสารออกฤทธิ์หลักควบคุมแมลงที่พบในสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชันด้วย Saah et al. (2008) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงพืช 3 ชนิด ได้แก่ เหง้าขมิ้นชัน ใบมะกรูด (*Citrus hystrix*) และผลพริก (*Capsicum frutescens*) ต่อการควบคุมด้วงงวงข้าว เมื่อเก็บรักษาเมล็ดข้าวกล้องเป็นเวลา 4 เดือน การทดสอบทำโดยนำผงพืชทั้ง 3 ชนิดหนัก 20 กรัม คลุกกับเมล็ดข้าวกล้องหนัก 100 กรัม ผลการทดสอบพบว่าผลพริกมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมด้วงงวงข้าว รองลงมาได้แก่เหง้าขมิ้นชันและใบมะกรูด โดยพบด้วงงวงข้าว 2.00, 3.67 และ 56.00 ตัวตามลำดับ ในขณะที่สิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารพบแมลงสูงถึง 137.00 ตัว Abida et al. (2010) ศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลงและฤทธิ์ไล่แมลงของสารสกัดคลอโรฟอร์มจากส่วนเหง้า และส่วนที่อยู่เหนือดินของขมิ้นชันที่มีต่อมอดแป้ง และพบว่าสารสกัดจากเหง้ามีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงกว่าสารสกัดจากส่วนเหนือดิน โดยมีค่า LD_{50} ที่ 24 และ 48 ชั่วโมงเท่ากับ 0.337 และ 0.201 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่า LD_{50} ของสารสกัดที่อยู่เหนือดินเท่ากับ 0.695 และ 0.639 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดจากส่วนเหง้ามีฤทธิ์ไล่แมลงสูงกว่าสารสกัดจากส่วนเหนือดิน Ali et al. (2014) ศึกษาผลของสารสกัดอะซิโตนจากเหง้าขมิ้นชันความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20% ที่มีต่อการเจริญเติบโตของมอดแป้ง ผลการศึกษาสรุปได้ว่าสารสกัดอะซิโตนมีฤทธิ์

ยับยั้งการเจริญเติบโตของมอดแป้งทั้งระยะตัวอ่อน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย โดยสารสกัดความเข้มข้น 20% มีประสิทธิภาพดีที่สุด

น้อยหน่า

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

น้อยหน่า (*Annona squamosa* L.) เป็นพืชในวงศ์ Annonaceae มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา ต้นมีความสูงประมาณ 2-5 เมตร แตกกิ่งแถวโคนต้น ใบบางยาวเรียว รูปหอกหรือรูปไข่ เป็นใบเดี่ยวเรียงแบบสลับ ดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อ มีกลีบเลี้ยง 3 กลีบติดกัน กลีบดอก 3 กลีบ แยกจากกันยาว 2.5-3.5 เซนติเมตร ผลเป็นผลกลุ่ม รังไข่แต่ละอันเจริญเป็นผลย่อยอยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน เมื่อสุกมีสีเขียวแกมเหลือง เนื้อนุ่ม รสหวาน เมล็ดในสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ (Padhi et al., 2011) (ภาพที่ 2.4)

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของน้อยหน่า

(ก) ต้นมีความสูงประมาณ 2-5 เมตร

(ข) ใบบางยาวเรียว รูปหอกหรือรูปไข่ เป็นใบเดี่ยวเรียงแบบสลับ ดอกเป็นดอกเดี่ยว หรือเป็นช่อ ผลเป็นผลกลุ่ม

ประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดินและแมลงศัตรูอื่นๆ

Acda (2014) รายงานว่า สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่าความเข้มข้น 20% มีพิษทางการกินต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. gestroi* โดยทำให้ปลวกตาย 100% ในเวลา 14 วันหลังการทดสอบและสารสกัดเอทานอลความเข้ม 10% ขึ้นไปมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินดินของปลวกชนิดนี้ เมื่อทดสอบโดยวิธี soil barrier นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารต่อปลวก *C. gestroi*

อีกด้วย อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการประยุกต์ใช้สารสกัดเมล็ดน้อยหน่าเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินในแปลงปลูกพืช

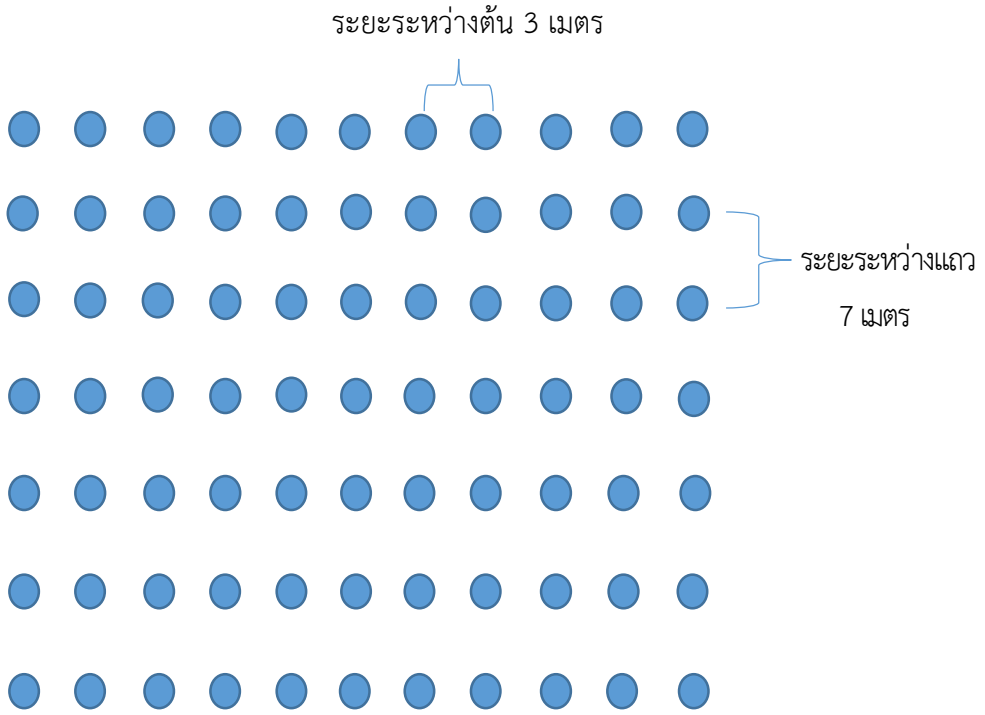
น้อยหน่ายังมีฤทธิ์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชอื่นๆ โดยมีรายงานการวิจัยดังนี้ Epino and Chang (1993) พบว่า สารสกัดเมล็ดน้อยหน่าออกฤทธิ์เป็นสารไล่ และยับยั้งการวางไข่ของแมลงวันผลไม้ (*Ceratitis capitata*) Saxena et al. (1993) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบน้อยหน่า ที่มีต่อยุงก้นปล่อง (*Anopheles stephensi*) พบว่าสารสกัดจากใบน้อยหน่าออกฤทธิ์ควบคุมการเจริญเติบโต ทำให้แมลงเป็นหมัน และออกฤทธิ์ฆ่ายุงก้นปล่อง สำหรับการควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว Al-Lawati et al. (2002) พบว่าสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่า มีประสิทธิภาพสูงกว่าสารสกัดเมทานอล ในการควบคุมด้วงถั่วเหลือง ทั้งในแง่ฤทธิ์ยับยั้งการวางไข่และฤทธิ์ฆ่าแมลง โดยสารสกัดเอทานอลทำให้ด้วงถั่วเหลืองตาย 100% ภายในเวลา 2 วัน ขณะที่สารสกัดเมทานอลใช้เวลาถึง 6 วัน Roa et al. (2005) รายงานว่าสารสกัดเอทิลอะซิเตรทจากเมล็ดน้อยหน่ามีฤทธิ์ฆ่าตัวหนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่และตัวหนอนอายุ 7 วันของด้วงเนื้อมะพร้าว (*Trogoderma granarium*) โดยมีค่า LD_{50} ที่ 72 ชั่วโมงเท่ากับ 305.36 และ 1,300 พีพีเอ็ม ตามลำดับ รวมทั้งมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหาร และควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง Khalequzzaman and Sultana (2006) เปรียบเทียบฤทธิ์ฆ่าแมลงของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ สารสกัดเอทิลอะซิเตรท สารสกัดอะซีโตน และสารสกัดเมทานอลจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อตัวหนอนและตัวเต็มวัยของมอดแป้ง พบว่าสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์มีความเป็นพิษสูงสุด ทั้งต่อตัวหนอนและตัวเต็มวัยของมอดแป้ง Govindan and Nelson (2009) รายงานว่าผงเมล็ดน้อยหน่าบดละเอียด เมื่อนำมาคลุกกับเมล็ดข้าวสามารถควบคุมด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) ได้ 78.88% ภายในเวลา 4 วันหลังการทดสอบ Khalequzzaman and Osman Goni (2009) รายงานว่า ผงใบน้อยหน่าเมื่อนำมาคลุกกับเมล็ดถั่วพุ่ม ในอัตรา 1-3 กรัม/เมล็ด 50 กรัม ออกฤทธิ์ฆ่าด้วงถั่วเขียวได้ 66.66-96.66% Kumar et al. (2010) ศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลงของสารสกัดเอทานอลจากใบน้อยหน่าที่มีต่อด้วงงวงข้าว พบว่าสารสกัดที่ความเข้มข้น 1% และ 5% ทำให้แมลงตาย 100% ภายในเวลา 36.6 และ 14.5 วันตามลำดับ Anita et al. (2012) รายงานว่าผงใบน้อยหน่าอัตรา 2 กรัม/เมล็ดข้าวสาลี 10 กรัม สามารถควบคุมตัวอ่อนของมอดแป้งได้ 100% ภายในเวลา 8 วันหลังการทดสอบ ส่วนการควบคุมด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลือง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจความหลายของปลวกในสวนยาง

ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 15-27 ปี ระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2562 ในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 อำเภอ ได้แก่ อำเภอทุ่งใหญ่ ทุ่งสง บางขัน นาบอน พิปูน ฉวาง ช้างกลาง ถ้ำพรรณรา ร่อนพิบูลย์ และจุฬาภรณ์ (ภาพที่ 3.1) โดยสำรวจอำเภอละ 3 สวน แต่ละสวนสำรวจในพื้นที่ 1,260 ตารางเมตร (ภาพที่ 3.2) โดยสำรวจเดือนละครั้งตามแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยทั้งในดิน บนผิวดิน ในไม้ กิ่งไม้ เศษไม้ที่ร่วงหล่นอยู่บนพื้นดิน ตลอดจนสำรวจตามเส้นทางเดินของปลวกบนต้นยาง และรังปลวกที่สร้างขึ้นทั้งบนพื้นดิน รวมทั้งรังปลวกที่อยู่บนต้นยาง แก็บตัวอย่างปลวกทั้งวรรณะกรรมกรและวรรณะทหารประมาณ 10-30 ตัว ใส่ในขวดแก้วปริมาตร 10 มิลลิลิตรที่บรรจุเอทานอลความเข้มข้น 80% บันทึกข้อมูลวัสดุอาศัย สถานที่เก็บ วัน เดือน ปี และชื่อผู้เก็บ บันทึกภาพสภาพนิเวศวิทยาของแหล่งอาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัยรวมถึงลักษณะของรังด้วยกล้องถ่ายภาพ (ภาพที่ 3.3)

ภาพที่ 3.1 การสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 3.2 ขนาดพื้นที่ของสวนยางแต่ละสวนที่ทำการสำรวจปลวก

(ก) (ข) (ค)

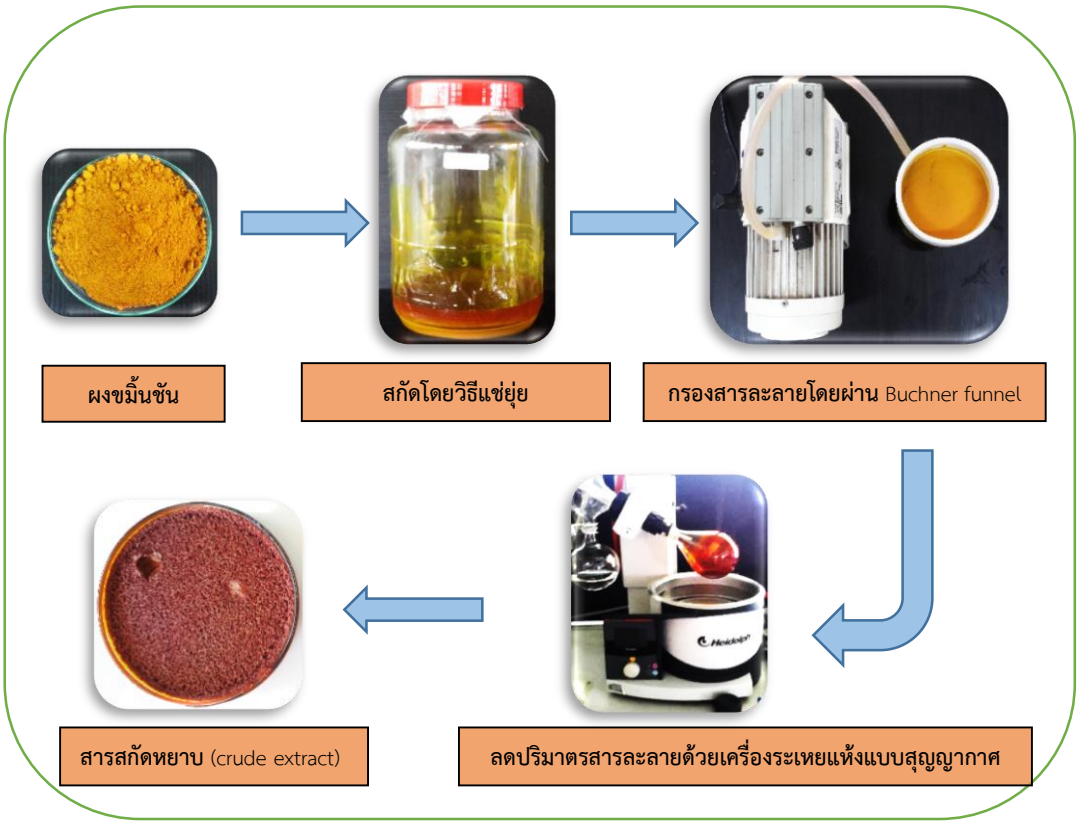
ภาพที่ 3.3 แหล่งที่อยู่อาศัยของปลวกในสวนยาง
(ก) บนพื้นดิน (ข) บนต้นยาง (ค) ตามท่อนไม้

3.2 การจำแนกชื่อวงศ์และชนิดของปลวก

การจำแนกชื่อวงศ์และชนิดของปลวกโดยยึดรูปวิธานจาก text book ชื่อ “Insects of Australia” (Watson and Gay, 1970) หนังสือจำแนกชนิดปลวกของ Ahmad (1965); Morimoto (1973) และ Tho (1992) และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง โดยลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนก ได้แก่ ส่วนหัว (head) กราม (mandible) ริมฝีปากบน (labrum) ฐานริมฝีปากบน (clypeus) ฐานริมฝีปากล่าง (postmentum) หนวด (antenna) แผ่นแข็งของอกปล้องแรก (pronotum) รูเปิดของต่อมขับสารพิษ (frontal gland หรือ fontanelle) ที่อยู่บริเวณหัวด้านบน การจำแนกทำโดยนำปลวกวรรณะทหารที่ได้จากการเก็บตัวอย่างใส่ในจานเพาะเชื้อ ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญของปลวกด้วยกล้องสเตอริโอ บันทึกรายละเอียดทั้งหมดที่พบและถ่ายภาพเก็บไว้เพื่อเป็นตัวอย่างในการศึกษาต่อไป

3.3 การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ

เก็บรวบรวมผลสุกของน้อยหน่า เหง้าขมิ้นชัน และเหง้าข่า จากแปลงทดลองของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยนำผลน้อยหน่ามาแกะเมล็ดออกจากผล ล้างทำความสะอาดเมล็ด ผึ่งลมจนเมล็ดแห้ง ส่วนเหง้าขมิ้นชันและเหง้าข่า นำมาล้างให้สะอาด หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วผึ่งลมจนแห้ง จากนั้นนำเมล็ดน้อยหน่าและชิ้นส่วนเหง้าขมิ้นชันและเหง้าข่ามาบดจนเป็นผงละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 80 เพื่อให้ได้ผงบดที่มีขนาดเท่ากัน จึงนำมาสกัดสารออกฤทธิ์ควบคุมแมลงด้วยวิธีแช่ยุ่ย (maceration) โดยการชั่งน้ำหนักของบดผงละเอียดจากพืชทดสอบแต่ละชนิดปริมาณ 100 กรัม แช่ในตัวทำละลายเอทานอลปริมาตร 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดกรองสารละลายโดยผ่าน Buchner funnel นำสารละลายที่ได้จากการกรองมาทำให้เข้มข้น ด้วยการระเหยตัวทำละลายออกจนแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C จะได้สารสกัดหยาบ (crude extract) ของพืชทดสอบ ชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบ แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อรอการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* ในสวนยางต่อไป (ภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบโดยวิธีแช่ยุ่ย

3.4 การตรวจสอบเอกลักษณ์ขั้นพื้นฐานของสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากเหง้าข่า เหง้าขมิ้น และเมล็ดน้อยหน่า จำนวน 6 กลุ่ม ได้แก่ แอนทราควิโนน เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนิน แอนทราควิโนน และ แอลคาลอยด์ โดยใช้ปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน (รัตนา, 2547; Trease and Evans, 2002) มีวิธีการตรวจสอบดังนี้

การตรวจสอบแอนทราควิโนน ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม แล้วเติมสารละลายของกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 10% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ (water bath) 5 นาที กรองแล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม เติมสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้น 10% 2-3 หยด สังเกตสีชมพูแดงที่เกิดขึ้นแสดงว่าพบแอนทราควิโนน

การตรวจสอบเทอร์พีนอยด์ ชั่งสารสกัดน้ำหนัก 0.2 กรัม เติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเขย่า จากนั้นค่อยๆเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร สังเกตผลที่ได้หากเกิดสีน้ำตาลแดงขึ้นระหว่างรอยต่อของสารละลายแสดงว่าพบเทอร์พีนอยด์

การตรวจสอบฟลาโวนอยด์ ชั่งสารสกัดน้ำหนัก 0.2 กรัม ละลายสารสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 50% ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ใส่ลวดแมกนีเซียมชิ้นเล็กๆลงไป 2-3 ชิ้น นำไปต้ม และหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น หากได้สารละลายสีเหลือง ส้ม หรือแดง แสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

การตรวจสอบซาโปนิน ใช้การทดสอบฟอง โดยชั่งสารสกัดน้ำหนัก 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือด กรอง นำของเหลวผลการกรอง (filtrate) มาเติมน้ำกลั่น 2-3 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงหากมีฟองเกิดขึ้นแสดงว่าพบซาโปนิน

การตรวจสอบแทนนิน ชั่งสารสกัดน้ำหนัก 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ กรอง แล้วหยดสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ความเข้มข้น 1% จำนวน 2-3 หยด ลงในของเหลวดังกล่าวที่ผ่านการกรอง หากปรากฏสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำแสดงว่าพบแทนนิน

การตรวจสอบแอลคาลอยด์ ชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม ละลายด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 2% ปริมาตร 15 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 2-3 นาที แล้วกรอง หยดน้ำยาดราเจนดอร์ฟ (Dragendorff's reagent) ลงในของเหลวผลการกรอง หากปรากฏตะกอนสีส้มแดงแสดงว่าพบแอลคาลอยด์

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบเพื่อควบคุมปลวกใต้ดิน

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า เหง้าข่า และเหง้าขิ้นชันเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ทำในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 3 สวน โดย วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ โดยให้สวนเป็นบล็อค แบ่งเป็น 5 สิ่งทดลองดังนี้ 1) สารสกัดเมล็ดน้อยหน่าความเข้มข้น 1% 2) สารสกัดเหง้าขมิ้นชันความเข้มข้น 1% 3) สารสกัดเหง้าข่าความเข้มข้น 1% 4) สารฆ่าแมลงฟิโปรนิล 1% 5) น้ำเปล่าหรือชุดควบคุม การทดสอบทำโดยตัดไม้ให้มีขนาด 5×18×2 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) นำไปอบฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นอบไม้อีกครั้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไม้ที่ผ่านการอบแล้ว มาแช่ในตัวทำละลายของน้ำมันหอมระเหย หรือสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ หรือน้ำเปล่า เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไม้ออกมาตั้งทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักไม้ ใส่ไม้ที่ผ่านการแช่สารจำนวน 10 ชิ้น ในกับดักถังพลาสติกปริมาตร 4.5 ลิตร ที่ผ่านการเจาะรูรอบด้าน นำกับดักถังพลาสติกไปฝังรอบต้นยางที่มีปลวกใต้ดิน *C. curvignathus* เป็นเวลา 90 วัน (ภาพที่ 3.5) เมื่อครบกำหนดเวลา ขุดกับดักถังพลาสติกแต่ละสิ่งทดลอง นับจำนวนปลวกทั้งหมดที่พบ แล้วล้างทำความสะอาดไม้ ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งแล้วอบอีกครั้ง ชั่งน้ำหนักหลังอบ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไม้ที่สูญหายดังสมการ

$$\text{น้ำหนักไม้ที่สูญหาย (\%)} = \frac{(w1-w2)}{w1} \times 100$$

W1 = น้ำหนักไม้ก่อนการทดลอง W2 = น้ำหนักไม้หลังการทดลอง

พร้อมทั้งประเมินความเสียหายของไม้ที่ถูกปลวกทำลายตามเกณฑ์ของ Ameican Wood Protection Association (AWPA, 2009) โดยแบ่งคะแนนจาก 0-10 ดังนี้ คะแนน 10 หมายถึงไม้ปกติไม่ถูกทำลาย คะแนน 9.5 หมายถึง ผิวไม้ถูกแทะเล็กน้อย คะแนน 9 หมายถึง ไม้ถูกทำลายเล็กน้อยไม่เกิน 3% คะแนน 8 หมายถึง ไม้ถูกทำลายปานกลางไม่เกิน 3-10% คะแนน 7 หมายถึง ไม้ถูกทำลายปานกลาง/รุนแรง 10-30% คะแนน 6 หมายถึง ไม้ถูกทำลายรุนแรง 30-50% คะแนน 4 หมายถึง ไม้ถูกทำลายรุนแรงมาก 50-70% และคะแนน 0 หมายถึง ไม้ถูกทำลายมากกว่า 70 %หรือทั้งหมด

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

(ฉ)

(ช)

(ซ)

คะแนน 10 ไม้ปกติไม่ถูกทำลาย

คะแนน 9.5 ผิวไม้ถูกแทะเล็กน้อย

คะแนน 9 ไม้ถูกทำลายเล็กน้อยไม่เกิน 3%

คะแนน 8 ไม้ถูกทำลายปานกลาง3-10%

(ฌ)

ภาพที่ 3.5 การทดสอบเหยื่อล่อปลวกใต้ดินในสวนยาง

(ก) ชั่งน้ำหนักไม้ที่อบก่อนแช่ในสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมี

(ข) แช่ไม้ยางในสารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมี

(ค) เมื่อครบกำหนด 24 ชั่วโมง นำมาผึ่งลมให้แห้ง

(ง) นำไม้ที่ผ่านการแช่ในสารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมีใส่ในกับดักถังพลาสติก

(จ),(ฉ) ฝังกับดักถังที่ใส่ไม้ยางผ่านการแช่สารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมีบริเวณต้นยางที่มีปลวก *C. curvignathus*

(ช),(ซ) เมื่อครบกำหนดทำการขุดกับดักเพื่อประเมินความเสียหายของไม้ที่ถูกปลวกทำลายและนับจำนวนปลวก

(ฌ) ทำความสะอาดไม้ อบให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักและประเมินความเสียหายของไม้ยางหลังเสร็จสิ้นการทดสอบ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจำนวนปลวกที่พบในกับดัก น้ำหนักไม้ที่สูญหาย และคะแนนประเมินความเสียหายของไม้จากการทำลายของปลวก มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Ducan's Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. การสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600

ผลการสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ใน 10 อำเภอทางตะวันตกของจังหวัดนครศรีธรรมราช พบปลวกทั้งสิ้น 8 ชนิด 7 สกุล จัดอยู่ใน 2 วงศ์ 4 วงศ์ย่อย ซึ่งปลวกที่พบส่วนใหญ่จำนวน 7 ชนิดอยู่ในวงศ์ Termitidae คิดเป็นสัดส่วน 87.50% มีปลวกเพียง 1 ชนิดอยู่ในวงศ์ Rhinotermitidae คิดเป็นสัดส่วน 12.50% สำหรับองค์ประกอบของกลุ่มปลวกที่มีบทบาทในระบบนิเวศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรา (fungus-growers) มีจำนวน 4 ชนิด (50.00%) ได้แก่ *Ma. gilvus*, *Ma. carbonarius*, *O. formosanus* และ *Ancistrotermes pakistancus* และกลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ (wood-feeders) พบปลวกจำนวน 4 ชนิด (50.00%) เช่นกัน ได้แก่ *C. curvignathus*, *G. sulphureus*, *Mi. minutus* และ *B. prabhae* (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 การกระจายตัวของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช

ชนิดปลวก	กลุ่มปลวก	อำเภอ									
		ทุ่งใหญ่	ทุ่งสง	บางขัน	นาบอน	ถ้ำพรรณรา	ร่อนพิบูลย์	ช้างกลาง	ฉวาง	พิปูน	จุฬาภรณ์
F. Termitidae											
SF. Macrotermitinae											
1. *Macrotermes gilvus*	F	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2. *Macrotermes carbonarius*	F			√							
3. *Odontotermes formosanus*	F	√		√	√	√			√		√
4. *Ancistrotermes pakistanicus*	F		√	√			√	√	√	√	√
SF. Termitinae											
5. *Microcerotermes minutus*	W	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6. *Globitermes sulphureus*	W	√		√	√						
SF. Nasutitermitinae											
7. *Bulbitermes prabhae*	W	√									
F. Rhinotermitidae											
SF. Coptotermitinae											
8. *Coptotermes curvignathus*	W			√			√	√		√	

Feeding group:W=Wood-feeder, F=Fungus-growers

สำหรับผลการสำรวจปลวกแต่ละอำเภอ พบว่า อำเภอบางขันพบปลวกสูงสุดจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *C. curvignathus, Ma. gilvus*, *Ma. carbonarius, O. formosanus*, *A. pakistanicus, G. sulphureus* และ *Mi. minutus* โดยปลวกที่สร้างรังบนพื้นดินมี 4 ชนิด คือ *Ma. gilvus*, *Ma. carbonarius*, *G. sulphureus* และ *A. pakistanicus* ซึ่งรังปลวก *Ma. gilvus* มีลักษณะแข็ง รูปร่างไม่แน่นอน มีสีน้ำตาลปนเหลือง พบจำนวน 6 รัง จากจอมปลวกที่พบทั้งหมด 9 รัง คิดเป็น 66.67% ส่วนรังปลวก *G. sulphureus* พบจำนวน 1 รัง มีลักษณะเป็นรูปโดม ดินที่ใช้สร้างรังปลวกมีสีเทา จากจอมปลวกที่พบทั้งหมด 9 รัง คิดเป็น 11.11% นอกจากนี้ยังพบรังปลวก *Ma. carbonarius* จำนวน 1 รัง จากจอมปลวกที่พบทั้งหมด 9 รัง คิดเป็น 11.11% ปลวกชนิดนี้สร้างรังเป็นรูประฆังคว่ำ มีสีน้ำตาลแดง และพบรังปลวก *A. pakistanicus* มีรูปร่างไม่แน่นอน ดินที่สร้างรังมีสีน้ำตาลแดง ซึ่งพบจำนวน 1 รัง จากจอมปลวกที่พบทั้งหมด 9 รัง คิดเป็น 11.11% ส่วนปลวกที่อาศัยบนต้นยางพบ 3 ชนิด คือ *G. sulphureus, C. curvignathus* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *G. sulphureus* บนต้นยางจำนวน 1 ต้น จากทั้งหมด 4 ต้น คิดเป็น 25.00% พบในลักษณะสร้างคราบดินสีน้ำตาลแดงคลุมเปลือกยาง ส่วนปลวก *C. curvignathus* พบบนต้นยางจำนวน 2 ต้น จากต้นยางที่พบปลวกทั้งหมด 4 ต้น คิดเป็น 50.00% ในลักษณะสร้างท่อทางเดินสีน้ำตาลขนาดใหญ่บนเปลือกยาง เมื่อแกะท่อสีน้ำตาลออก จะเห็นเนื้อไม้ถูกปลวกชนิดนี้กัดกิน สำหรับปลวก *A. pakistanicus* พบบนต้นยาง 1 ต้น จากทั้งหมด 4 ต้น คิดเป็น 25.00% โดยพบในลักษณะสร้างคราบดินสีน้ำตาลแดงคลุมเปลือกยาง ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้จำนวน 14 ท่อน มี 5 ชนิดคือ *Mi. minutus, G. sulphureus*, *C. curvignathus, O. formosanus* และ *A. pakistanicus* โดยพบปลวก *Ma. minutus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 2 ท่อน คิดเป็น 14.29% พบปลวก *G. sulphureus* ในท่อนไม้ 2 ท่อน คิดเป็น 14.29% ส่วนปลวก *C. curvignathus* พบในท่อนไม้ 3 ท่อน คิดเป็น 21.42% สำหรับปลวก *O. formosanus* พบในท่อนไม้จำนวน 2 ท่อน คิดเป็น 14.29% รวมทั้งพบปลวก *A. pakistanicus* ในท่อนไม้จำนวน 5 ท่อน คิดเป็น 35.71% (ตารางที่ 4.2)

ส่วนอำเภอทุ่งใหญ่พบปลวก 5 ชนิดได้แก่ *Ma. gilvus*, *O. formosanus*, *B. prabhae, G. sulphureus* และ *Mi. minutus* โดยปลวกที่สร้างจอมปลวกมี 2 ชนิด คือ *Ma. gilvus* และ *G. sulphureus* ซึ่งปลวก *Ma. gilvus* พบจำนวนรังที่สร้างเป็นจอมปลวกทั้งหมด 20 รัง จากจอมปลวกที่พบทั้งหมด 22 รัง คิดเป็น 90.91% ส่วนปลวก *G. sulphureus* พบจำนวนรังทั้งหมด 2 รัง คิดเป็น 9.09% ลักษณะของจอมปลวกมีความแตกต่างกันในเรื่องสีและรูปร่าง กล่าวคือ จอมปลวกของ *Ma. gilvus* มีรูปร่างไม่แน่นอน เช่น ส่วนฐานรังกว้าง ส่วนยอดรังป้าน หรือส่วนฐานรังกว้าง ส่วนยอดรังแหลม ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลปนเหลือง ดินมีความแข็ง ส่วนจอมปลวกของ *G. sulphureus* เป็นรูปโดม ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกมีสีเทาปนดำ ส่วนปลวกที่อาศัยบนต้นยางมี 3 ชนิด คือ *Mi. minutus*, *B. prabhae, O. formosanus* โดยพบปลวก *Ma. minutus*

จำนวน 4 ต้น จากทั้งหมด 8 ต้น คิดเป็น 50.00% ปลวกชนิดนี้สร้างรังบนต้นยาง มีลักษณะรังค่อนข้างกลมหรือทรงกรวยแหลม มีสีเทา รังดินแข็งมากยากจะทุบให้แตก ผิวรังหยาบขรุขระ มีติ่งหรือกลีบเล็กๆ ยื่นออกมา โครงสร้างภายในมีช่องระบายอากาศขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป ส่วนปลวก *B. Prabhae* พบ 3 ต้น จากทั้งหมด 8 ต้น คิดเป็น 37.50% พบในลักษณะสร้างท่อทางเดินสีเทาตามรอยแตกของเปลือกยาง และปลวก *O. formosanus* พบ 1 ต้น จากทั้งหมด 8 ต้น คิดเป็น 12.50% โดยพบเป็นคราบดินสีเทาคลุมเปลือกยาง นอกจากนี้ยังพบปลวกในท่อนไม้จำนวน 3 ชนิดคือ *Ma. gilvus, G. sulphureus*, *Mi. minutus* โดยพบ *Ma. gilvus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 7 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 12 ท่อน คิดเป็น 58.33% ส่วน *G. sulphureus* พบในท่อนไม้ 3 ท่อน คิดเป็น 25.00% และ *Mi. minutus* พบในท่อนไม้จำนวน 2 ท่อน จากทั้งหมด 12 ท่อน คิดเป็น 16.67% ส่วนปลวกที่อาศัยอยู่ใต้ดินเป็นปลวก *Ma. gilvus* ทั้งหมด คิดเป็น 100.00% (ตารางที่ 4.2)

สำหรับพื้นที่สวนยางในอำเภอทุ่งสง พบปลวก 3 ชนิดได้แก่ *Ma. gilvus, A. pakistanicus* และ *Mi. minutus* โดยปลวกที่สร้างรังบนพื้นดินมีเพียง 1 ชนิด คือ *Ma. gilvus* พบจอมปลวกจำนวนทั้งหมด 5 รัง คิดเป็น 100.00% จอมปลวกมีลักษณะแข็ง สีน้ำตาลเหลือง และมีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนปลวกที่สร้างรังบนต้นยางพบ 2 ชนิด คือ *Ma. gilvus* และ *A. pakistanicus* โดยพบปลวก *Ma. gilvus* สร้างท่อทางเดินสีน้ำตาลเหลืองบนต้นยางจำนวน 2 ต้น จากต้นบางที่พบปลวกทั้งหมด 35 ต้น คิดเป็น 5.71% ส่วนปลวก *A. pakistanicus* พบบนต้นยางจำนวน 33 ต้น คิดเป็น 94.29% ลักษณะเป็นคราบสีเทาหรือสีน้ำตาลเทาเคลือบเปลือกยาง ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้มี 2 ชนิดคือ *Mi. minutes* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *Mi. minutus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 3 ท่อน จากท่อนไม้ที่พบปลวกทั้งหมด 11 ท่อน คิดเป็น 27.27% ส่วนปลวก *A. pakistanicus* พบในท่อนไม้จำนวน 8 ท่อน คิดเป็น 72.73% (ตารางที่ 4.2)

สำหรับพื้นที่สวนยางในอำเภอนาบอน พบปลวก 4 ชนิด ได้แก่ *Ma. gilvus, O. formosanus*, *G. sulphureus* และ *Mi. minutus* ปลวกที่สร้างรังบนพื้นดินเป็นจอมปลวกมี 2 ชนิด คือ *Ma. gilvus* และ *G. sulphureus* โดยพบรังปลวก *Ma. gilvus* ลักษณะรังมีรูปร่างไม่แน่อน มีสีน้ำตาลปนเหลือง จำนวน 11 รัง จากจำนวนที่พบทั้งหมด 16 รัง คิดเป็น 68.75% ส่วนปลวก *G. sulphureus* พบจำนวน 5 รัง จากรังปลวกที่พบทั้งหมด 16 รัง คิดเป็น 31.25% ลักษณะรังเป็นรูปโดมหรือรูประฆังคว่ำ รังมีสีน้ำตาลแดงหรือสีเทา ส่วนปลวกที่พบบนต้นยางมี 3 ชนิด คือ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus* และ *O. formosanus* ซึ่งพบ *Ma. gilvus* บนต้นยางจำนวน 8 ต้น จากทั้งหมด 11 ต้น คิดเป็น 72.73% ลักษณะเป็นคราบดินสีน้ำตาลอ่อนคลุมเปลือกต้นยาง ส่วน *Mi. minutus* พบสร้างรังบนต้นยางลักษณะค่อนข้างกลม แข็ง มีสีเทา ผิวรังหยาบขรุขระ จำนวน 2 ต้น จากทั้งหมด 11 ต้น คิดเป็น 18.18% และปลวก *O. formosanus* พบบนต้นยางในลักษณะสร้างคราบดินสีน้ำตาลคลุมเปลือกยาง จำนวน 1 ต้น จากทั้งหมด 11 ต้น คิดเป็น 9.09% ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้มี 3 ชนิดคือ

Ma. gilvus, G. sulphureus และ *Mi. minutus* โดยพบ *Ma. gilvus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 6 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 10 ท่อน คิดเป็น 60.00% ส่วน *G. sulphureus* พบ 3 ท่อน คิดเป็น 30.00% และ *Mi. minutus* พบ 1 ท่อน จากทั้งหมด 10 ท่อน คิดเป็น 10.00% (ตารางที่ 4.2)

ในขณะที่การสำรวจสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ในพื้นที่อำเภอถ้ำพรรณรา พบปลวก 3 ชนิด ได้แก่ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus* และ *O. formosanus* โดยพบจอมปลวกของ *Ma. gilvus* จำนวนทั้งสิ้น 6 รัง คิดเป็น 100.00% ส่วนปลวกที่อาศัยบนต้นยางพบ 3 ชนิด คือ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus* และ *O. formosanus* โดยพบ *Ma. gilvus* ในลักษณะสร้างคราบดินสีน้ำตาลอ่อนคลุมเปลือกยาง จำนวน 1 ต้น จากทั้งหมด 9 ต้น คิดเป็น 11.11% ส่วน *Mi. minutus* พบ 6 ต้น คิดเป็น 66.67% มีทั้งสร้างรังลักษณะแข็งบนต้นยาง และสร้างท่อทางเดินสีน้ำตาลบนต้นยาง ส่วนปลวก *O. formosanus* พบสร้างคราบดินสีน้ำตาลอ่อนคลุมเปลือกยาง จำนวน 2 ต้น จากทั้งหมด 9 ต้น คิดเป็น 22.22% ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้มี 2 ชนิดคือ *Ma. gilvus* และ *O. formosanus* โดยพบ *Ma. gilvus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 2 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 3 ท่อน คิดเป็น 66.67% และพบปลวก *O. formosanus* อยู่ในท่อนไม้จำนวน 1 ท่อน คิดเป็น 33.33% (ตารางที่ 4.2)

ในส่วนของพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ สำรวจพบปลวก 4 ชนิด ได้แก่ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus A. pakistanicus* และ *C. curvignathus* ซึ่งปลวก *Ma. gilvus* เป็นปลวกชนิดเดียวที่สร้างจอมปลวกบนพื้นดินพบทั้งสิ้น 7 รัง คิดเป็น 100.00% ส่วนปลวกที่สร้างรังบนต้นยางพบ 3 ชนิด คือ *Ma. gilvus* พบ 9 ต้น จากทั้งหมด 14 ต้น คิดเป็น 64.29% ลักษณะเป็นคราบดินสีน้ำตาลอ่อนคลุมเปลือกต้นยาง ส่วน *Mi. minutus* พบ 3 ต้น คิดเป็น 21.43% ลักษณะรังค่อนข้างกลมหรือทรงกรวยแหลม มีสีเทา ผิวรังหยาบขรุขระ และแข็ง ส่วน *A. pakistanicus* พบ 2 ต้น จากทั้งหมด 14 ต้น คิดเป็น 14.29% ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้ มี 2 ชนิดคือ *C. curvignathus* และ *Ma. gilvus* โดยพบ *C. curvignathus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 2 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 6 ท่อน คิดเป็น 33.33% ส่วน *Ma. gilvus* พบอาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 4 ท่อน คิดเป็น 66.67% (ตารางที่ 4.2)

สำหรับพื้นที่ใน อ.ช้างกลาง พบปลวก 4 ชนิดเหมือนพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ ได้แก่ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus A. pakistanicus* และ *C. curvignathus* โดยพบจอมปลวก *Ma. gilvus* เพียงชนิดเดียวจำนวน 7 รัง คิดเป็น 100.00% ส่วนปลวกที่สร้างรังบนต้นยางพบ 2 ชนิด คือ *C. curvignathus* และ *Mi. minutus* โดยพบ *C. curvignathus* บนต้นยาง จำนวน 2 ต้น จากทั้งหมด 5 ต้น คิดเป็น 40.00% ในลักษณะสร้างท่อทางเดินสีน้ำตาลขนาดใหญ่บนเปลือกยาง เมื่อแกะท่อสีน้ำตาลออก จะเห็นเนื้อไม้ถูกปลวกชนิดนี้กัดกินเข้าไปเป็นโพรงลึก ส่วน *Mi. minutus* พบ 3 ต้น คิดเป็น 60.00% ลักษณะรังรูปร่างค่อนข้างกลมหรือทรงกรวยแหลม มีสีเทา ผิวรังหยาบขรุขระ ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้มี 3 ชนิดคือ *Ma. gilvus, Mi. minutes* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *Ma. gilvus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 5 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 12 ท่อน คิดเป็น 41.67% ส่วน *Mi.*

minutus พบ 2 ท่อน คิดเป็น 16.67% และ *A. pakistanicus* พบ 5 ท่อน คิดเป็น 41.67% (ตารางที่ 4.2)

การสำรวจความหลากหลายของปลวกในพื้นที่อำเภอฉวาง พบปลวก 4 ชนิดได้แก่ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus A. pakistanicus* และ *O. formosanus* โดยปลวกที่สร้างรังบนพื้นดินมีเพียง 1 ชนิด คือ *Ma. gilvus* ซึ่งพบจอมปลวกจำนวน 5 รัง คิดเป็น 100.00% ลักษณะจอมปลวกแข็ง มีสีน้ำตาลเหลือง และมีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนปลวกที่สร้างรังบนต้นยางพบ 1 ชนิด คือ *Mi. minutus* พบบนต้นยางจำนวน 20 ต้น คิดเป็น 100.00% มีทั้งที่สร้างรังบนต้นยาง ลักษณะรังรูปร่างค่อนข้างกลมหรือทรงกรวยแหลม มีสีเทา ผิวรังหยาบขรุขระ และแข็ง และยังพบเฉพาะท่อทางเดินสีเทาของปลวกชนิดนี้บนต้นยางอีกด้วย ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้จำนวน 7 ท่อน มี 3 ชนิดคือ *Mi. minutus, O. formosanus* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *Mi. minutus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 4 ท่อน คิดเป็น 57.14% ส่วน *O. formosanus* พบอาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 2 ท่อน คิดเป็น 28.57% และพบ *A. pakistanicus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 1 ท่อน คิดเป็น 14.29% (ตารางที่ 4.2)

ในขณะที่การสำรวจสวนยางในอำเภอพิปูน พบปลวก 4 ชนิด ได้แก่ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus A. pakistanicus* และ *C. curvignathus* โดยปลวกที่สร้างจอมปลวกมี 2 ชนิด คือ *Ma. gilvus* และ *A. pakistanicus* พบ *Ma. gilvus* ทั้งหมด 2 รัง ลักษณะรังเป็นจอมปลวกขนาดใหญ่มีสีน้ำตาลปนแดง จากทั้งหมด 12 รัง คิดเป็น 16.67% และ *A. pakistanicus* พบจำนวนรังที่สร้างเป็นจอมปลวก ทั้งหมด 10 รัง จากทั้งหมด 12 รัง คิดเป็น 83.33% ส่วนปลวกที่สร้างรังบนต้นยางพบ 2 ชนิด คือ *C. curvignathus* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *C. curvignathus* จำนวน 1 ต้น จากทั้งหมด 4 ต้น คิดเป็น 25.00% ในลักษณะสร้างท่อทางเดินสีน้ำตาลขนาดใหญ่บนเปลือกยาง เมื่อแกะท่อสีน้ำตาลออก จะเห็นเนื้อไม้ถูกปลวกชนิดนี้กัดกินเข้าไปเป็นโพรงลึกทำให้ต้นยางล้ม *A. pakistanicus* พบ 3 ต้น จากทั้งหมด 4 ต้น คิดเป็น 75.00% ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้มี 3 ชนิดคือ *Ma. gilvus , Mi. minutus* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *Ma. gilvus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 7 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 31 ท่อน คิดเป็น 22.58% ส่วน *Mi. minutus* พบอาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 2 ท่อน คิดเป็น 6.45% และ *A. pakistanicus* พบในท่อนไม้ 22 ท่อน คิดเป็น 70.97% (ตารางที่ 4.2)

สำหรับพื้นที่ในอำเภอจุฬาภรณ์ พบปลวก 4 ชนิดได้แก่ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus*, *A. pakistanicus* และ *O. formosanus* โดยปลวก *Ma. gilvus* เป็นปลวกชนิดเดียวที่สร้างจอมซึ่งพบทั้งหมด 5 รัง ลักษณะรังมีรูปร่างไม่แน่นอน ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาลอ่อน คิดเป็น 100.00% ส่วนปลวกที่พบบนต้นยางมี 3 ชนิด คือ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *Ma. gilvus* จำนวน 12 ต้น มีการสร้างท่อทางเดินโดยนำดินมาพอกบริเวณต้นยางเป็นแผ่นบางๆ จากทั้งหมด 22 ต้น คิดเป็น 54.55% พบ *Mi. minutus* 9 ต้น ทั้งที่สร้าง

รังบนต้นยาง ลักษณะรังรูปร่างค่อนข้างกลมหรือทรงกรวยแหลม มีสีเทา ผิวรังหยาบขรุขระ และแข็ง และยังพบเฉพาะท่อทางเดินสีเทาของปลวกชนิดนี้บนต้นยางอีกด้วย คิดเป็น 40.91% และ *A. pakistanicus* พบ 1 ต้น มีการนำดินสีน้ำตาลมาเคลือบบนต้นยางเป็นแผ่นบางๆ จากทั้งหมด 22 ต้น คิดเป็น 4.55% ส่วนปลวกที่พบในท่อนไม้มี 4 ชนิดคือ *Ma. gilvus*, *Mi. minutus*, *O. formosanus* และ *A. pakistanicus* โดยพบ *Ma. gilvus* อาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 1 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 8 ท่อน คิดเป็น 12.5 % ส่วน *Mi. minutus* พบอาศัยอยู่ในท่อนไม้จำนวน 4 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 8 ท่อน คิดเป็น 50.00% และ *O. Formosanus* พบในท่อนไม้ 1 ท่อน คิดเป็นเป็น 12.5% ในขณะที่ *A. pakistanicus* พบในท่อนไม้มี 2 ท่อน จากท่อนไม้ทั้งหมด 8 ท่อน คิดเป็น 25.00% (ตารางที่ 4.2)

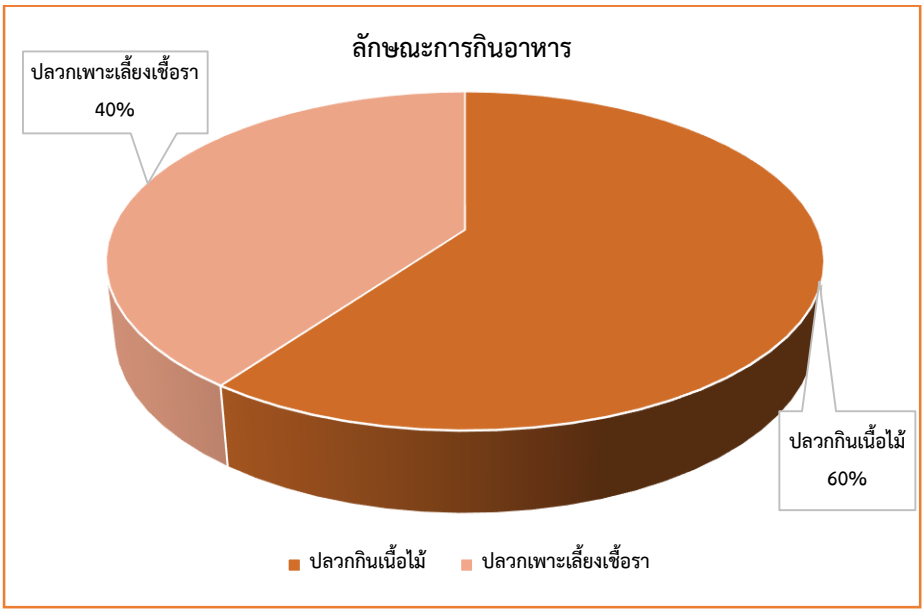
ตารางที่ 4.2 ความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่สำรวจพบจำนวน 10 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช

ชนิดปลวก	อำเภอ									
	ทุ่งใหญ่	ทุ่งสง	บางขัน	นาบอน	ถ้ำพรรณรา	ร่อนพิบูลย์	ช้างกลาง	ฉวาง	พิปูน	จุฬาภรณ์
Macrotermes gilvus										
จอมปลวก (%)	90.91	100.00	66.67	68.75	100.00	100.00	100.00	100.00	16.67	100.00
ลำต้น (%)	0.00	5.71	0.00	72.73	11.11	64.29	0.00	0.00	0.00	54.55
ท่อนไม้ (%)	58.33	0.00	0.00	60.00	66.67	66.67	41.67	0.00	22.58	12.50
ใต้ดิน (%)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Microcerotermes minutus										
จอมปลวก (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ลำต้น (%)	50.00	0.00	0.00	18.18	66.67	21.43	60.00	100.00	0.00	40.91
ท่อนไม้ (%)	16.67	27.27	14.29	10.00	0.00	0.00	16.67	57.14	6.45	50.00
Globitermes sulphureus										
จอมปลวก (%)	9.09	0.00	11.11	31.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ลำต้น (%)	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ท่อนไม้ (%)	25.00	0.00	14.29	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coptotermes curvignathus										
ลำต้น (%)	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00	25.00	0.00
ท่อนไม้ (%)	0.00	0.00	21.42	0.00	0.00	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00

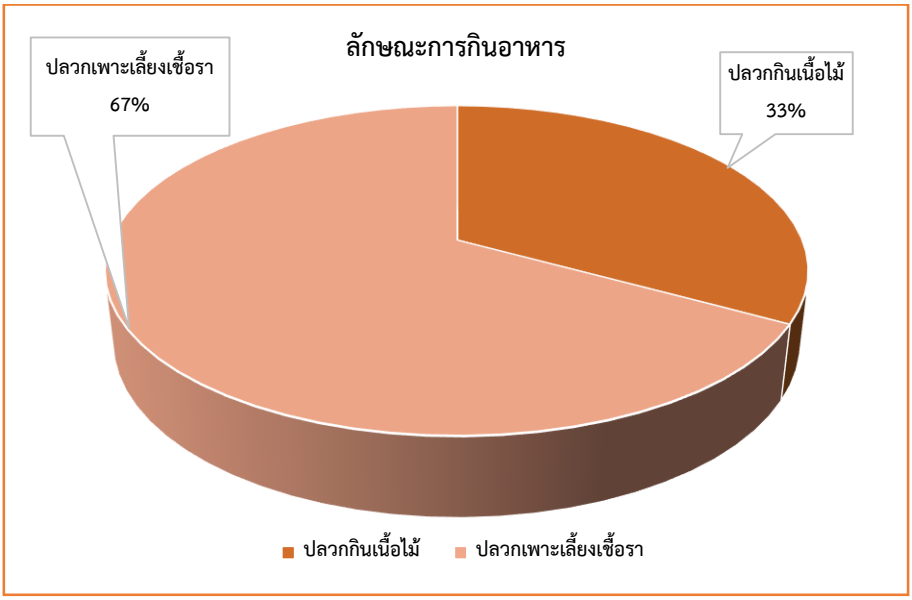
ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ชนิดปลวก	อำเภอ									
	ทุ่งใหญ่	ทุ่งสง	บางขัน	นาบอน	ถ้ำพรรณรา	ร่อนพิบูลย์	ช้างกลาง	ฉวาง	พิปูน	จุฬาภรณ์
Odontotermes formosanus										
จอมปลวก (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ลำต้น (%)	12.50	0.00	0.00	9.09	22.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ท่อนไม้ (%)	0.00	0.00	14.29	0.00	33.33	0.00	0.00	28.57	0.00	12.5
ใต้ดิน (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bulbitermes prabhae										
จอมปลวก (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ลำต้น (%)	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ท่อนไม้ (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macrotermes carbonarius										
จอมปลวก (%)	0.00	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ลำต้น (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ท่อนไม้ (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ใต้ดิน (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ancistrotermes pakistanicus										
จอมปลวก (%)	0.00	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.33	0.00
ลำต้น (%)	0.00	94.29	25.00	0.00	0.00	14.29	0.00	0.00	75.00	4.55
ท่อนไม้ (%)	0.00	72.73	35.71	0.00	0.00	0.00	41.67	14.29	70.97	25.00
ใต้ดิน (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

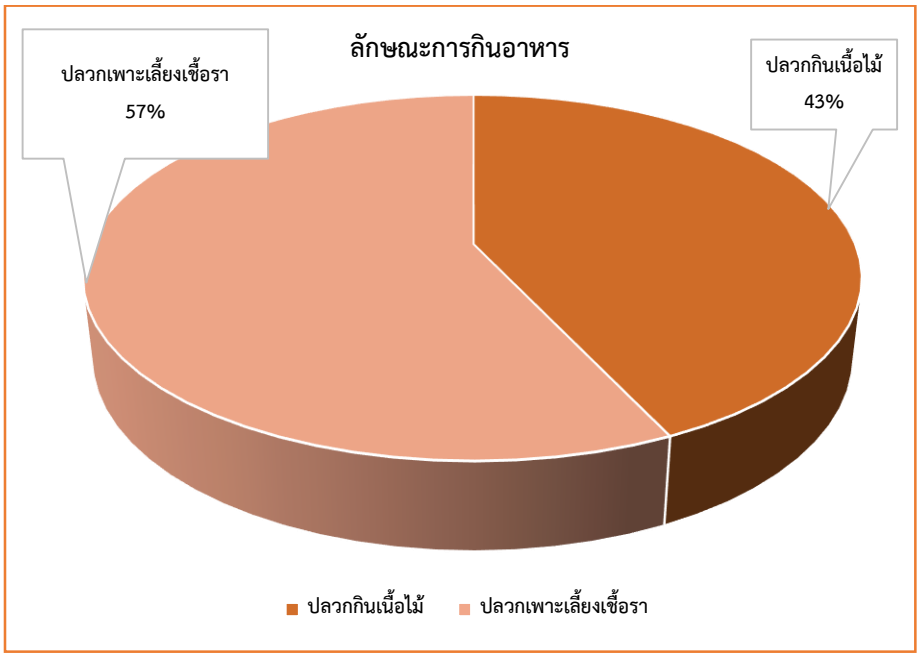
เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของกลุ่มปลวกแบ่งตามลักษณะการกินอาหารตามเกณฑ์ของ Akepesse et al. (2019) โดยทั้ง 10 อำเภอที่ทำการสำรวจพบปลวก 2 กลุ่มคือ ปลวกกินเนื้อไม้และปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรา โดยปลวกกินเนื้อไม้ที่พบในอำเภอทุ่งใหญ่ ทุ่งสง บางขัน นาบอน ถ้ำพรรณรา ร่อนพิบูลย์ ช้างกลาง ฉวาง พิปูน และจุฬาภรณ์ คิดเป็น 60, 33, 43, 50, 33, 50, 50, 25, 50 และ 25% ตามลำดับ ส่วนปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรา คิดเป็น 40, 67, 57, 50, 67, 50, 50, 75, 50 และ 75% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1-10)



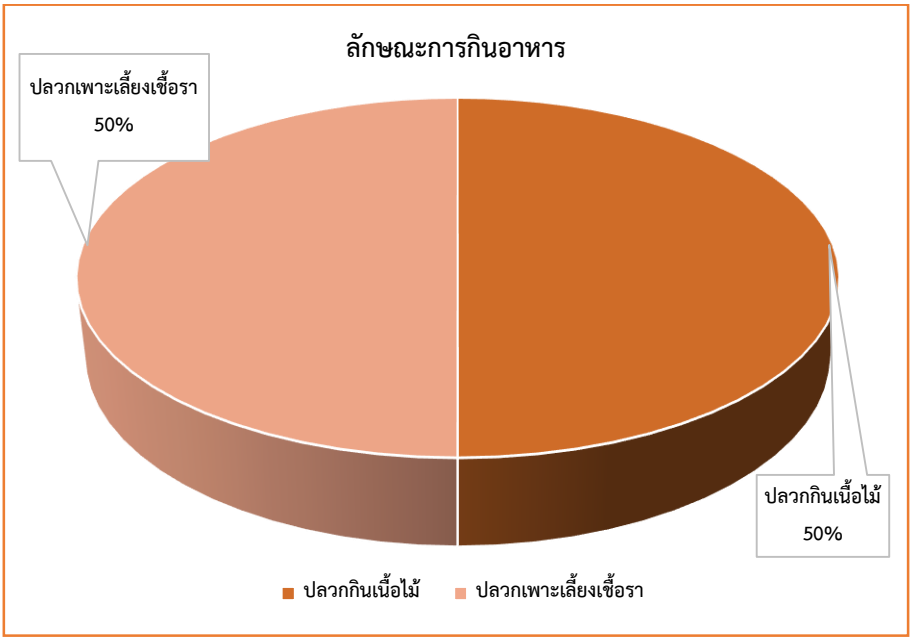
ภาพที่ 4.1 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอทุ่งใหญ่



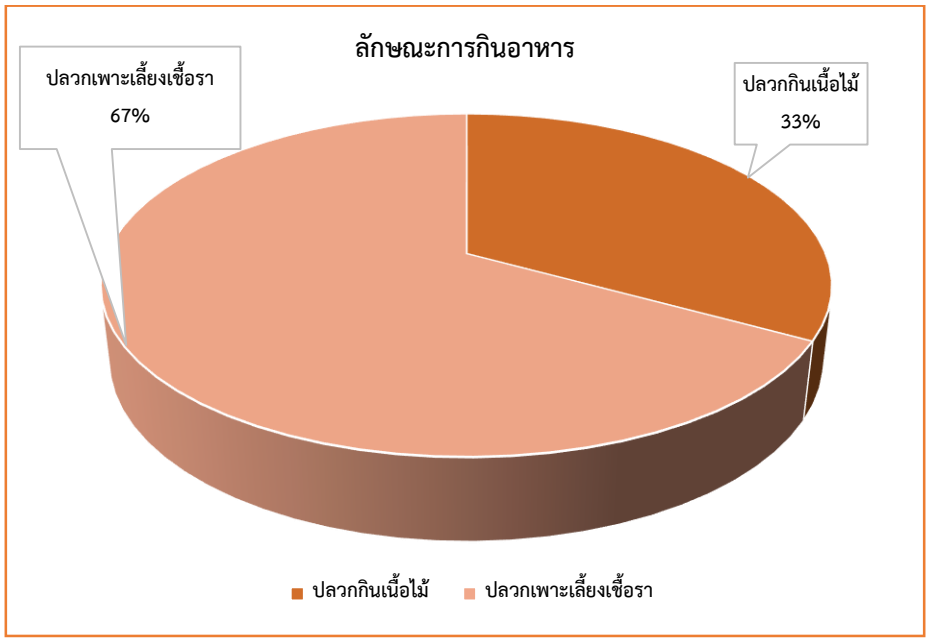
ภาพที่ 4.2 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอทุ่งสง



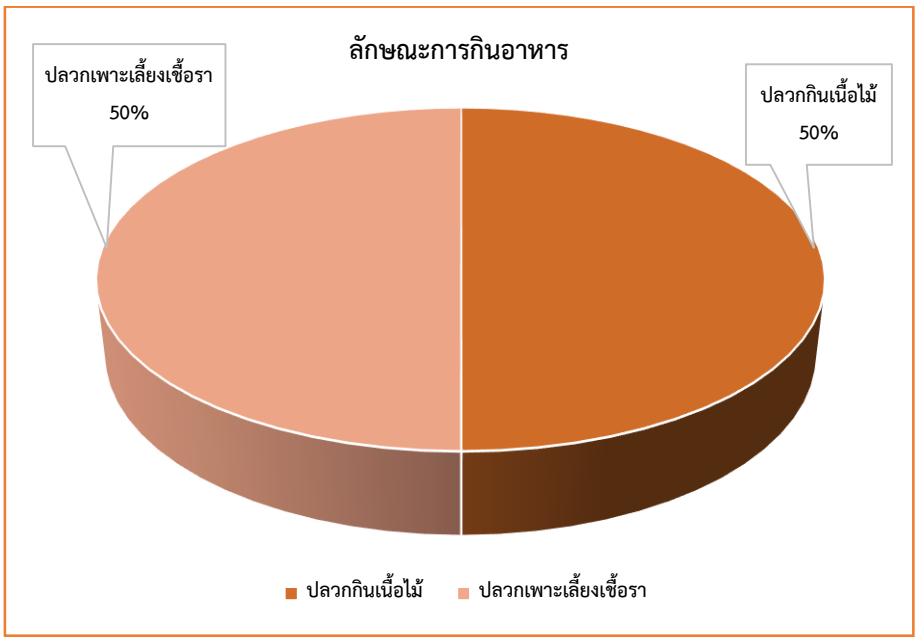
ภาพที่ 4.3 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอบางขัน



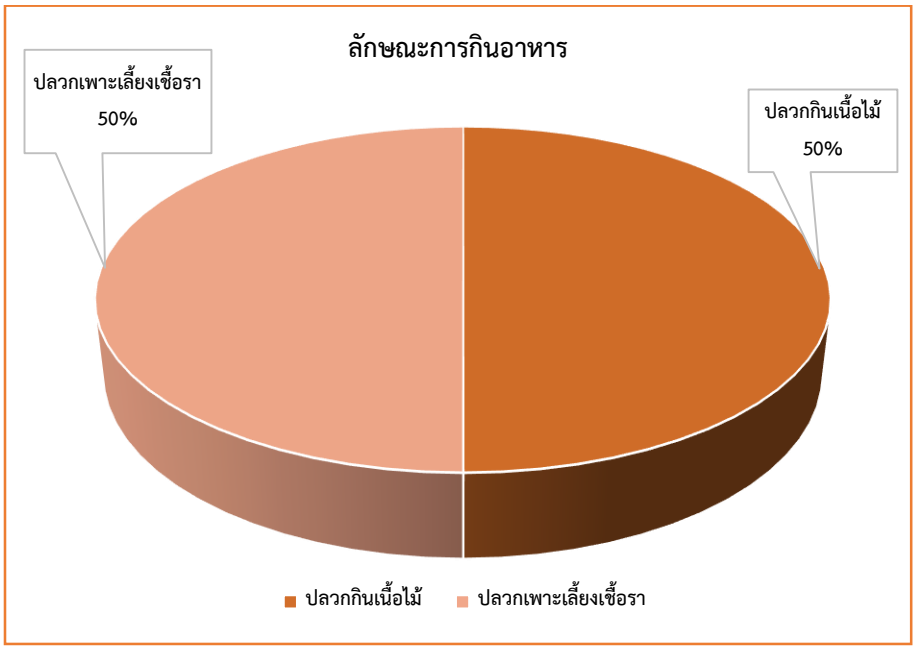
ภาพที่ 4.4 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอนาบอน



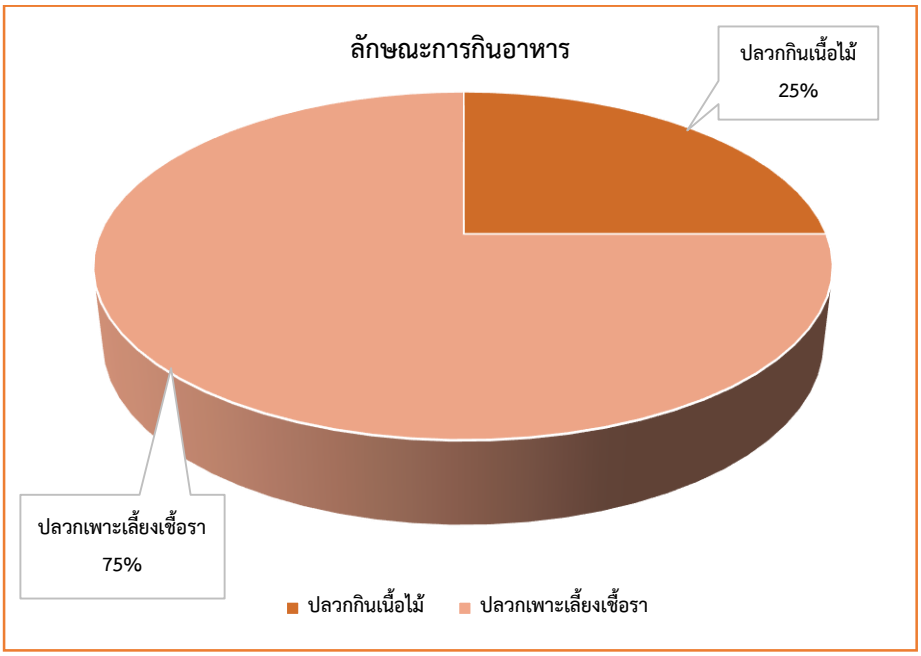
ภาพที่ 4.5 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอถ้ำพรรณรา



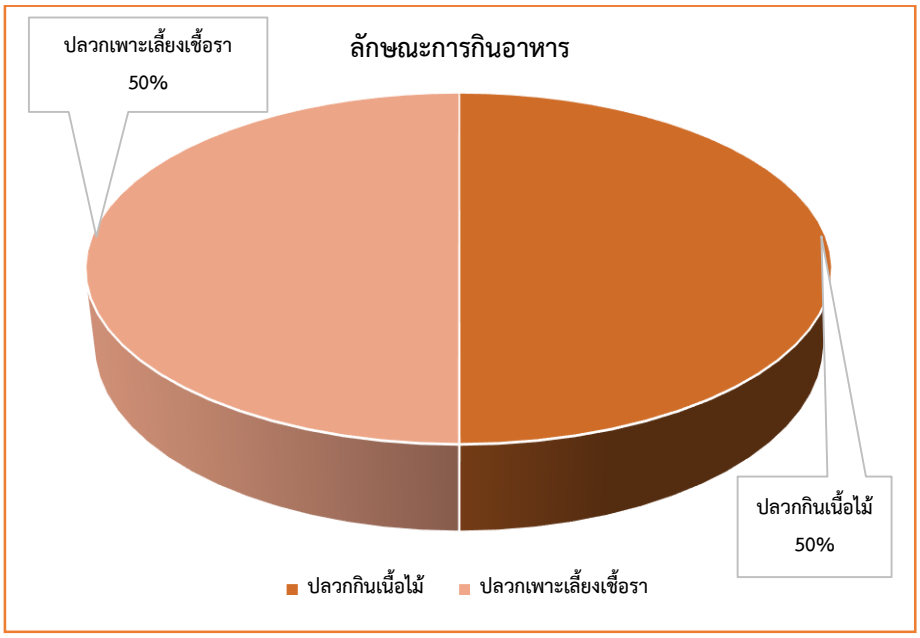
ภาพที่ 4.6 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอร่อนพิบูลย์



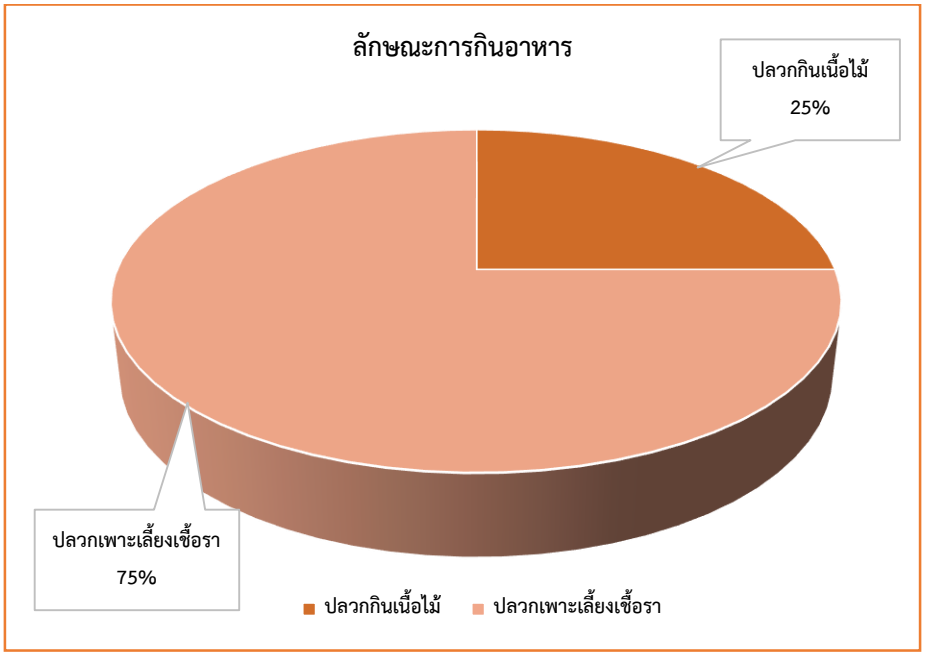
ภาพที่ 4.7 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอช้างกลาง



ภาพที่ 4.8 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอฉวาง



ภาพที่ 4.9 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอพิปูน



ภาพที่ 4.10 กลุ่มปลวกตามลักษณะการกินอาหารที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของอำเภอจุฬาภรณ์

2. ลักษณะสำคัญของปลวกที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600

2.1 *Macrotermes gilvus*

ปลวกวรรณะทหารมีรูปร่าง 2 รูปแบบ คือ

2.1.1 ปลวกทหารขนาดใหญ่ (major soilders)

ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหารคือ ตัวมีขนาดใหญ่ หัวมีสีน้ำตาลแดงอ่อน ส่วนบนมีสีเข้มกว่ารูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านปลายหัวเรียวเล็กน้อย มีขนขึ้นประปราย frontal gland มีขนาดเล็กอยู่เหนือจุดกึ่งกลางหัวเล็กน้อย ริมฝีปากบนสีน้ำตาลแดง ความยาวมากกว่าความกว้างเล็กน้อย ส่วนปลายมีลักษณะแหลม แต่ไม่ยื่นยาวออกไปมากและเป็นสีขาวใสโปร่งแสง ขอบด้านข้างมีขนเรียงเป็นแถว กรามสีน้ำตาลดำเข้ม มีขนาดอ้วนป้อม ส่วนปลายโค้งงอเล็กน้อย กรามซ้ายมีฟันที่ตำแหน่งฐาน 3 ซี่ แต่กรามขวาเรียบไม่มีฟัน กรามยาวประมาณ 1.3-1.8 มิลลิเมตร ริมฝีปากล่างยาวแคบ ขอบด้านหน้าโค้งเล็กน้อยและแคบที่สุดตรงกลาง หนวดมีสีน้ำตาล มีปล้องจำนวน 17 ปล้อง ปล้องที่ 3 ยาวกว่าปล้องที่ 2 และปล้องที่ 4 เล็กน้อย อกปล้องแรก (pronotum) เป็นรูปอานม้า มีขนขึ้นเล็กน้อย ความกว้างมากกว่าสองเท่าของความยาว ขอบด้านหน้าและด้านท้ายจะเว้าเข้าอย่างชัดเจน ขอบด้านข้างกว้างกลม ความยาวลำตัวโดยประมาณ 0.8-1.2 เซนติเมตร (วีรยุทธ และคณะ, 2552; Ahmad, 1965)

2.1.2 ปลวกทหารขนาดเล็ก (minor soilders)

ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหารขนาดเล็กคือ หัวมีสีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน เกือบเป็นรูปสี่เหลี่ยม แต่ด้านปลายหัวเรียวเล็กน้อย frontal gland มีขนาดเล็กอยู่กลางหัว มีขนยาว 1 คู่อยู่ใกล้ส่วนล่างริมฝีปากบน และอีก 1 คู่อยู่ใกล้ส่วนล่างของริมฝีปากล่าง ริมฝีปากบนสีน้ำตาลอ่อน มีขนขึ้นเล็กน้อย มีความยาวมากกว่าความกว้าง ส่วนปลายมีลักษณะแหลมยื่นยาวออกไป และเป็นสีขาวใสโปร่งคล้ายวุ้น ลักษณะคล้ายรูปโดม กรามสีน้ำตาลแดงเข้มเรียวยาว ที่ฐานมีสีจางกว่าส่วนปลายโค้งงอเล็กน้อย กรามซ้ายมีฟันที่ตำแหน่งฐานมองเห็นไม่ชัดเจน แต่กรามขวาไม่มีฟัน กรามซ้ายยาวกว่ากรามขวาเล็กน้อย ริมฝีปากล่างยาวขอบด้านนอกขนานกันเกือบตลอดแนว หนวดมีปล้องจำนวน 17 ปล้อง ปล้องที่ 3 ยาวกว่าปล้องที่ 2 และปล้องที่ 4 เล็กน้อย อกปล้องแรกสีจางกว่าส่วนหัว ขอบด้านหน้าและด้านท้ายจะเว้าเข้าเพียงเล็กน้อย ขอบด้านข้างกว้างกลม ความกว้างมากกว่าสองเท่าของความยาว ความยาวลำตัวโดยประมาณ 5.5-8.5 มิลลิเมตร (วีรยุทธ และคณะ, 2552; Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.11)

ภาพที่ 4.11 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Macrotermes gilvus*

2.2 *Microcerotermes minutus*

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหาร หัวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสีเหลืองน้ำตาลแดง กรามยาวเกินครึ่งหนึ่งของหัว ฐานริมฝีปากบนส่วนท้ายมีสีน้ำตาลอ่อน ฐานริมฝีปากบนส่วนหน้ามีสีขาว ริมฝีปากบนสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน หนวดแบบสร้อยลูกปัด มีจำนวน 13 ปล้อง มีสีเหลือง อกปล้องแรกมีสีอ่อนกว่าส่วนหัว ขามีสีซีด ส่วนหัวมีขนขึ้นเล็กน้อย ความยาวส่วนหัวไปยังฐานด้านข้างของกราม 1.09 มิลลิเมตร แผ่นปิดริมฝีปากล่าง (postmentum) ส่วนที่กว้างที่สุดมีความกว้าง 0.24 มิลลิเมตร ส่วนที่แคบที่สุดมีความกว้าง 0.18 มิลลิเมตร และมีความยาว 0.65 มิลลิเมตร ความยาวลำตัวโดยประมาณ 3 มิลลิเมตร (Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.12)

ภาพที่ 4.12 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Microcerotermes minutus*

2.3 *Globitermes sulphureus*

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหาร *G. sulphureus* มีลักษณะดัง ต่อไปนี้ คือ หัวสีน้ำตาลเหลือง ลักษณะกลมหรือเกือบกลม ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร มีขนอ่อนกระจายเล็กน้อย ริมฝีปากบนสีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน ลักษณะคล้ายลิ้น (tongue shape) ขอบด้านข้างขนานกันแต่ปลายโค้งมน ขนาดความกว้างความยาวเท่ากัน กรามมีสีน้ำตาลขนาดใหญ่แข็งแรง กรามยาวกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวหัว ปลายโค้งงอมาก กรามซ้ายและกรามขวามีฟัน 1 ซี่ตรงกลางค่อนไปทางโคน ยาวประมาณ 0.5-0.9 มิลลิเมตร ริมฝีปากล่างด้านโคนที่ติดกับหัวโค้งมาก ความยาวมากกว่าความกว้างประมาณหนึ่งเท่าครึ่ง หนวดมีจำนวน 14 ปล้อง ปล้องที่ 2 สั้นกว่าปล้องที่ 3 เล็กน้อย อกปล้องแรกเป็นรูปอานม้า มีความกว้างประมาณ 2 เท่าของความยาว ขอบด้านหน้าและท้ายเว้าเล็กน้อย ความยาวลำตัวโดยประมาณ 4.5-5.5 มิลลิเมตร (Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.13)

ภาพที่ 4.13 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Globitermes sulphureus*

2.4 *Coptotermes curvignathus*

บริเวณส่วนหัวมีสีเหลืองทอง เป็นรูปไข่ มีความยาวของหัววัดถึงฐานกราม 1.40 – 1.51 มิลลิเมตร ส่วนกว้างสุดประมาณ 1.15 – 1.24 มิลลิเมตร กรามยาว 0.82 – 0.93 มิลลิเมตร ใต้ริมฝีปากบนมีรูเปิดกว้างสำหรับปล่อยสารเหนียวสีขาวออกมาต่อสู้ศัตรู ส่วนของริมฝีปากบน (labrum) มีสีเหลืองปนน้ำตาล ส่วนกรามสีน้ำตาลแดง ส่วนหนวด (antenna) มีสีน้ำตาลอ่อน แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกมีสีน้ำตาลอ่อนกว่าส่วนหัว บริเวณส่วนท้องและขามีสีขาว ที่ส่วนหัวพบขนสั้นๆ (setae) กระจายอยู่ทั่วไปเล็กน้อย ส่วนปลายของริมฝีปากบนมีขนสั้นๆ 2 เส้น ริมฝีปากล่างส่วนแรก (postmentum) มีขนสั้นๆ 1 คู่ บริเวณขอบด้านหน้า และอีก 1 คู่ ที่บริเวณขอบด้านล่าง แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกพบขนน้อยมาก ส่วนหัวมีรูปร่างยาวรีรูปไข่ มีความยาวมากกว่าความกว้าง ริม

ฝีปากบนมีลักษณะแคบสั้น กรามมีความโค้งปานกลาง ริมฝีปากล่างส่วนแรกมีความยาวประมาณ 2 เท่าของด้านกว้าง หนวดมี 14-15 ปล้อง ปล้องที่สองยาวกว่าปล้องที่สาม แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอก ปล้องแรกด้านกว้างมีขนาดเป็น 2 เท่าของด้านยาวขอบด้านบนมีลักษณะเป็นหยัก ส่วนขอบล่างมีรอยหยักอยู่บริเวณตรงกลาง ขอบด้านล่างมีลักษณะเป็นแผ่นกลมใหญ่ (Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.14)

ภาพที่ 4.14 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Coptotermes curvignathus*

2.5 Odontotermes formosanus

ปลวกทหารลักษณะส่วนหัวมีรูปร่างค่อนข้างกลมรีเป็นรูปไข่ ส่วนหน้าแคบ และขอบด้านข้างนูนออกมาเล็กน้อย หัวสีน้ำตาลเหลือง หรือสีเหลืองเรื่อ ๆ มีความกว้าง 1.14-1.21 มิลลิเมตร และความยาว 1.21-1.43 มิลลิเมตร กรามสีน้ำตาลเข้ม หรือสีน้ำตาล กรามโค้งเล็กน้อยที่ส่วนปลายกราม มีความยาว 0.64-0.78 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นของปลวกชนิดนี้ คือ กรามด้านซ้ายจะมีฟัน (Teeth) แหลมยื่นตรงออกไปข้างหน้า 1 ซี่ บริเวณตรงกลางของกราม หนวดเป็นแบบสร้อยลูกปัดสีน้ำตาลสว่าง หรือสีน้ำตาลเหลือง มีจำนวน 16 ปล้อง ลำตัวสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลเหลือง มีลักษณะใส มีความยาว 2.28-3.21 มิลลิเมตร แผ่ปิดริมฝีปากล่างมีลักษณะโค้งปานกลาง ด้านข้างค่อนข้างขนานกัน มีความกว้าง 0.43-0.57 มิลลิเมตร และความยาว 0.64-0.93 มิลลิเมตร (Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.15)

ภาพที่ 4.15 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Odontotermes formosanus*

2.6 Bulbitermes prabhae

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหาร บริเวณส่วนหัวมีสีน้ำควันบุหรี่ ส่วนปลายของ nasus มีสีน้ำตาลแดง แผ่นคลุมอกปล้องบนของอกปล้องแรกมีสีสว่างกว่าส่วนหัว หัวไม่มีเส้นขน ความยาวของหัวถึงปลายของริมฝีปากบน มีความยาว 1.53-1.56 มิลลิเมตร ความกว้างของหัว 1.30-1.40 มิลลิเมตร (Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.16)

ภาพที่ 4.16 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Bulbitermes prabhae*

2.7 Macrotermes carbonarius

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหาร *Ma. carbonarius* มีลักษณะดังนี้ หัว ทางปลายหัวมีสีน้ำตาลแดงเข้ม ด้านปลายหัวเรียว ค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมบริเวณส่วนใหญ่มีสีดำ ขนขึ้นประปราย มี frontal gland ขนาดเล็กกลมมากอยู่ใต้ระดับตาเล็กน้อย ริมฝีปากบนสีน้ำตาล คล้ายรูปโดม มีขนที่ด้านข้างและส่วนปลาย กรามสีน้ำตาลเข้ม อ้วน โคนฐานมีสีน้ำตาลแดงยาว ส่วนปลายโค้งงอกรามซ้าย มีฟันที่ตำแหน่งฐาน 3 ซี่แต่กรามขวาเรียบไม่มีฟัน ริมฝีปากล่าง ยาวแคบ ขอบด้านหน้าโค้ง

เล็กน้อยแต่ส่วนกลางเกือบเป็นเส้นตรง หนวดสีน้ำตาล เรียวยาว มีปล้องจำนวน 17 ปล้อง ปล้องที่ 3 ยาวกว่าปล้องที่ 2 สองเท่า อกปล้องแรกมีสีน้ำตาล มีขนขึ้นเล็กน้อย ขอบด้านหน้าโค้งนูน ด้านท้ายจะเว้าเข้าเล็กน้อย และขอบด้านข้างหักเป็นมุมแคบยื่นออกไปเล็กน้อย ความยาวลำตัวโดยประมาณ 1.2-1.8 เซนติเมตร (Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.17)

ภาพที่ 4.17 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Macrotermes carbonarius*

2.8 *Ancistrotermes pakistanicus*

ปลวกทหารส่วนหัวจะมีรูปร่างลักษณะกลม และมีความกว้างพอๆ กับความยาว หัวสีน้ำตาลเหลือง สีขาวเหลือง หรือสีเหลืองใส มีความกว้าง 0.86-0.93 มิลลิเมตร และความยาว 1-1.07 มิลลิเมตร กรามมีสีน้ำตาลดำ หรือสีน้ำตาลเข้ม กรามด้านซ้ายและด้านขวาไม่มีฟันเลื่อย กรามสั้นโค้งเล็กน้อยที่ส่วนปลายกรามมีความยาว 0.43-0.5 มิลลิเมตร หนวดเป็นแบบสร้อยลูกปัด (moniliform) สีน้ำตาลเหลืองหรือสีเหลือง มีจำนวน 15 ปล้อง ลำตัวสีขาวหรือสีเหลืองใส ขนาดตัวเล็กมีความยาว 1.57-2.64 มิลลิเมตร แผ่นปิดริมฝีปากล่าง บริเวณขอบด้านข้างค่อนข้างขนานกัน มีความกว้าง 0.39-0.5 มิลลิเมตร และความยาว 0.57-0.64 มิลลิเมตร (Ahmad, 1965) (ภาพที่ 4.18)

ภาพที่ 4.18 ลักษณะทั่วไปของปลวกวรรณะทหาร *Ancistrotermes pakistanicus*

3. ลักษณะทางกายภาพของรังปลวกที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600

จอมปลวกของ *Ma. gilvus* มีรูปร่างไม่แน่นอน เช่น ส่วนฐานรังกว้าง ส่วนยอดรังป้าน หรือส่วนฐานรังกว้าง ส่วนยอดรังแหลม ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลปนเหลือง ดินมีความแข็ง ขนาดของรัง ยอด 25-2,400 เซนติเมตร ความสูง 0-520 เซนติเมตร และโคน 25-3,100 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.19)

จอมปลวกของ *G. sulphureus* มีลักษณะเป็นรูปโดม ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกมีสีเทาปนดำ, สีน้ำตาลแดง หรือสีเทา ดินด้านนอกมีความเปราะ แตกง่าย ด้านในจอมปลวก ใช้ดินเชื่อมกันเป็นรูปตาข่าย ขนาดของรัง ยอด 110-160 เซนติเมตร ความสูง 50-150 เซนติเมตร และโคน 230-640 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.20)

ส่วนจอมปลวก *Ma. carbonarius* พบ 1 ตัวอย่าง ปลวกชนิดนี้สร้างรังเป็นรูประฆังคว่ำ มีสีน้ำตาลแดง ขนาดของรัง ยอด 90 เซนติเมตร ความสูง 45 เซนติเมตร และโคน 160 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.21)

จอมปลวก *A. pakistanicus* มีรูปร่างไม่แน่นอน ดินที่สร้างรังมีสีน้ำตาลแดง ขนาดของรัง ยอด 85-740 เซนติเมตร ความสูง 25-250 เซนติเมตร และโคน 220-2,160 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.22)

ตารางที่ 4.3 ขนาดของรังปลวกที่สำรวจพบในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 อำเภอ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช

ชนิดปลวก	ลักษณะ	ขนาดรัง(Mean ± SE) (ยอด x สูง x โคน) (cm.)
Macrotermes gilvus	จอมปลวก	(331.28±41.53) x (93.67±10.88) x (714.70±83.32)
Globitermes sulphureus	จอมปลวก	(141.25±6.11) x (83.75±10.85) x (346.25±48.40)
Macrotermes carbonarius	จอมปลวก	(90.00±0.00) x (45.00±0.00) x (160.00±0.00)
Ancistrotermes pakistanicus	จอมปลวก	(415.91±72.65) x (88.00±22.68) x (1,030.00±205.89)

ภาพที่ 4.19 ลักษณะของรังปลวก *Macrotermes gilvus*

ภาพที่ 4.20 ลักษณะของรังปลวก *Globitermes sulphureus*

ภาพที่ 4.21 ลักษณะของรังปลวก *Macrotermes carbonareus*

ภาพที่ 4.22 ลักษณะของรังปลวก *Ancistrotermes pakistanicus*

4. ลักษณะทางกายภาพและปริมาณผลผลิตของสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ

จากผลการทดสอบพบว่า พืชที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลที่มีผลผลิตสูงสุด คือ เหง้าขมิ้นชัน 25.71% รองลงมา คือ เมล็ดน้อยหน่า 9.15% และเหง้าข่า ผลผลิตน้อยที่สุดคือ 2.64% เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของสารสกัด พบความแตกต่างกันทั้งทางด้านสีและเนื้อสัมผัส กล่าวคือ สารสกัดเหง้าขมิ้น มีสีส้มอมน้ำตาล เนื้อสารมีความข้นและลื่นละเอียด ส่วนสารสกัดเมล็ดน้อยหน่าค่อนข้างใสมีสีเหลืองออกน้ำตาล เนื้อสารเป็นน้ำมันมีความหนืดเล็กน้อย และสารสกัดเหง้าข่า ใสไม่มีสี เนื้อสารเป็นน้ำมันลื่นๆ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ลักษณะและน้ำหนักของสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ

พืช	ตัวทำละลาย	ลักษณะทางกายภาพ	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิตที่ได้ (%)
เหง้าข่า	เอทานอล	น้ำมันใสไมมีสี	2.64	2.64
เหง้าขมิ้น	เอทานอล	เนื้อลื่นละเอียดมีสีส้ม	25.71	25.71
เมล็ดน้อยหน่า	เอทานอล	น้ำมันเหนียวสีเหลือง	9.15	9.15

5. การตรวจสอบสารพฤกษเคมี

ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากเหง้าข่า พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนินและแอลคาลอยด์ ส่วนสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากเหง้าขมิ้น ได้แก่ สารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโว-นอยด์และแอลคาลอยด์ ใขณะที่พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และแอลคาลอยด์ เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเมล็ดน้อยหน่า (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากพืชทดสอบ 3 ชนิด

สารพฤกษเคมี	สารสกัด		
	เหง้าข่า	เหง้าขมิ้น	เมล็ดน้อยหน่า
แอนทราควิโนน	-	-	-
เทอร์พีนอยด์	+	+	+
ฟลาโวนอยด์	+	+	+
ซาโปนิน	+	-	-
แทนนิน	+	-	-
แอลคาลอยด์	+	+	+

+ หมายถึง ตรวจพบ และ – หมายถึง ตรวจสอบไม่พบ

6. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบต่อการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง

6.1 จำนวนปลวกในกับดัก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดเอทานอลจากเหง้าข่า เหง้าขมิ้นชัน และเมล็ดน้อยหน่า เพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง โดยฝังกับดักเป็นเวลา 90 วัน เปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงพิโพรนิล ผลปรากฏดังตารางที่ 4.6 กล่าวคือ ปลวกในสิ่งทดลองชุดควบคุมมีจำนวนสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,298.00 ตัว แตกต่างต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสิถิติ ($P<0.05$) กับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดจากพืชและสารฆ่าแมลงพิโพรนิลซึ่งไม่พบปลวกในกับดัก (ตารางที่ 4.6)

6.2 น้ำหนักไม้ที่สูญหาย

เมื่อพิจารณาน้ำหนักไม้ที่สูญหาย พบว่า สิ่งทดลองชุดควบคุมมีน้ำหนักไม้สูญหายสูงสุดเท่ากับ 3.67 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงพิโพรนิลซึ่งพบน้ำหนักไม้สูญหายต่ำสุด 0.59 % สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (0.90%) และสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชัน (0.98%) นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักไม้ที่สูญหายระหว่างสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงพิโพรนิลกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดจากพืช (ตารางที่ 4.6)

6.3 การประเมินคะแนนความเสียหายของไม้

ผลการประเมินความเสียหายของไม้ที่เกิดจากการทำลายปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ตามเกณฑ์ของ American Wood Protection Association (AWPA, 2009) จากการฝังกับดักที่ใช้สารสกัดจากพืชและสารฆ่าแมลงพิโพรนิลเป็นเวลา 90 วัน พบว่า สิ่งทดลองชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ต่ำสุดเท่ากับ 6.78 หรือไม้ถูกทำลายปานกลาง/รุนแรง 10-30 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงพิโพรนิลซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้สูงสุดเท่ากับ 10 หรือไม้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกปลวกทำลาย นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างทางสิถิติของค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายระหว่างสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงพิโพรนิลกับสารสกัดจากพืช (8.33-8.82) รวมทั้งไม่พบความแตกต่างทางสิถิติของค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายระหว่างสิ่งทดลองชุดควบคุมกับสกัดจากพืช (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยจำนวนปลวก *C. curvignathus* ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญหาย และค่าเฉลี่ยการประเมินความเสียหายของไม้ ที่พบในกับดักที่ใช้สารสกัดจากพืชทดสอบและสารฆ่าแมลงฟิโพรนิลที่เวลา 90 วันหลังการทดสอบ

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนปลวก (Mean ± S.E.)[1/]	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญหาย (Mean ± S.E., %)[1/]	ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ (Mean ± S.E.)[1/]
1	0.00±323.69[b]	0.98±0.55[b]	8.33±0.47[ab]
2	0.00±323.69[b]	0.90±0.55[b]	8.82±0.47[ab]
3	0.00±323.69[b]	1.98±0.55[ab]	8.60±0.47[ab]
4	0.00±323.69[b]	0.59±0.55[b]	10.00±0.47[a]
5	1,298.00±323.69[a]	3.67±0.55[a]	6.78±0.47[b]
C.V. (%)	215.97	58.05	9.53
F-test	*	**	**

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

สิ่งทดลองที่ 1 สารสกัดเอทานอลจากเหง้าขมิ้น

สิ่งทดลองที่ 2 สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่า

สิ่งทดลองที่ 3 สารสกัดเอทานอลจากเหง้าข่า

สิ่งทดลองที่ 4 สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ฟิโพรนิล

สิ่งทดลองที่ 5 น้ำเปล่า (ชุดควบคุม)

การสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของจังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวน 10 อำเภอได้แก่ อำเภอทุ่งใหญ่ ถ้ำพรรณรา จุฬาภรณ์ ช้างกลาง พิปูน นาบอน บางขัน ทุ่งสง ร่อนพิบูลย์ และฉวาง พบปลวก 8 ชนิด อาจเนื่องมาจากเกษตรกรในพื้นที่ที่สำรวจปลวกปลูกยางเป็นพืชหลักเพียงชนิดเดียว (monoculture) ไม่มีพืชแซม จึงทำให้พบปลวกน้อยชนิด สอดคล้องกับ Gbenyedji et al. (2011) รายงานว่า ความหลากหลายของปลวกในระบบนิเวศขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่อยู่ในระบบนิเวศนั้นๆ การเพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวไปรบกวนสมดุลของสัตว์หน้าดินในระบบนิเวศ ส่งผลให้ความหลายหลากของสัตว์ลดลง นอกจากนี้ช่วงเวลาที่สำรวจปลวกอยู่ในเดือนมกราคม-มีนาคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศร้อนอุณหภูมิประมาณ 26.30-28.70 องศาเซลเซียส และมีความชื้น

สัมพัทธ์ในบรรยากาศค่อนข้างต่ำ 74.00-81.00% ทำให้พบปลวกน้อยชนิด สอดคล้องกับณัฐวุฒิ (2557) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกและความสัมพันธ์กับระบบนิเวศป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังในพื้นที่ชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยพบว่า ความหนาแน่นของประชากรปลวกทั้งสองพื้นที่มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และต่ำสุดในเดือนมกราคม Akpesse et al. (2019) รายงานว่า ฤดูกาลเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นของปลวก โดยช่วงต้นและปลายฤดูฝนมักพบปลวกมีจำนวนชนิดและปริมาณมากกว่าช่วงอื่นๆของปี ณัฐวุฒิ (2557) รายงานเพิ่มเติมว่าความหนาแน่นของประชากรปลวกมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความชื้นของดิน และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับกับค่าอุณหภูมิของดิน โดยไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเป็นกรด-ด่างของดิน อย่างไรก็ตามการสำรวจความหลากหลายของปลวกครั้งนี้ไม่ได้เก็บข้อมูลสภาพดินฟ้าอากาศ นอกจากนี้จากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่สำรวจปลวกทั้ง 10 อำเภอ พบว่า เกษตรกรนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืชในสวนยาง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของปลวก

ผลการสำรวจพบว่า อำเภอบางขันเป็นพื้นที่ที่พบปลวกมากสุดจำนวน 7 ชนิด ส่วนอำเภอทุ่งสงและถ้ำพรรณราพบปลวกน้อยสุดจำนวน 3 ชนิด เนื่องจากสภาพสวนยางของอำเภอบางขันเป็นยางต้นโตมีอายุประมาณ 27 ปี ใบแน่น อยู่บนเนินเขา มีทางน้ำไหลผ่านรอบสวน ภายในสวนยางมีความชื้นสูง ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลวก จึงพบปลวกมาก ส่วนสวนยางในอำเภอทุ่งสงมีอายุประมาณ 15 ปีเป็นสวนที่อยู่ในตัวเมือง สภาพสวนโปร่ง อากาศภายในสวนค่อนข้างร้อน จึงพบปลวกน้อยชนิด ในขณะที่สวนยางในอำเภอถ้ำพรรณนามีอายุประมาณ 17 ปี แต่สภาพสวนยางมีน้ำท่วมทุกปี จึงเป็นสาเหตุให้พบปลวกน้อยชนิด

ปลวกที่สำรวจพบทั้ง 8 ชนิดจัดเป็นแมลงศัตรูของยาง สอดคล้องกับการรายงานของ Akpesse et al. (2019) โดยปลวก *Ma. gilvus* และ *Mi. minutus* พบในทุกพื้นที่ แสดงให้เห็นว่าปลวกทั้ง 2 ชนิดสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี สอดคล้องกับวีรยุทธ และคณะ (2552) ได้สำรวจปลวกในสวนยางจังหวัดกระบี่ ตรัง และพัทลุง และรายงานว่า *Ma. gilvus* เป็นปลวกที่พบมากที่สุดในสวนยาง ส่วนปลวก *Ma. carbonarius* พบเฉพาะในพื้นที่อำเภอบางขันซึ่งเป็นสวนยางที่อยู่บนเนินเขา สอดคล้องกับการรายงานของ วีรยุทธ และคณะ (2552) ซึ่งพบปลวกชนิดนี้ในสวนยางใกล้เขา ปลวกที่เป็นศัตรูสำคัญสุดของยางคือปลวก *C. curvignathus* (Hidayat et al., 2018) พบในพื้นที่อำเภอบางขัน พิปูน ช้างกลาง และร่อนพิบูลย์ ซึ่งต้นยางมีอายุมากเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นคือมีอายุประมาณ 27, 18, 21 และ 20 ปี ตามลำดับ สอดคล้องกับสุทัศน์ (2535) รายงานว่า ปลวกชอบทำลายต้นยางที่มีอายุมากมากกว่าต้นยางที่มีขนาดเล็กหรือมีอายุน้อย *C. curvignathus* จัดเป็นปลวกใต้ดินชนิดเดียวที่ทำลายต้นยางที่มีชีวิต โดยทำรังอยู่ใต้ดินสามารถกัดกินต้นยางทุกระยะการเจริญเติบโต ทำลายต้นยางโดยกัดกินรากและบริเวณโคนต้นที่อยู่ใต้ผิวดิน และกัดกินต่อไปภายในลำ

ต้นจนเป็นโพรงทำให้ต้นยางโค่นล้มได้ง่ายและตายในที่สุด (Pujiastuti et al., 2018) จากการสำรวจพบว่ามีต้นยางโค่นล้มจากการทำลายของปลวกชนิดนี้ประมาณ 3-4 ต้น/สวน เกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้สารฆ่าแมลง เช่น ไบเฟนทริน (bifenthrin) หรือ คลอร์ไพริฟอส (chlopyrifos) ราดดินรอบๆต้นยางที่พบการทำลายของปลวกชนิดนี้ ส่วนลำต้นยางที่โค่นล้มอยู่ในสวน เกษตรกรมักปล่อยทิ้งไว้ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารและขยายพันธุ์ของปลวก *C. curvignathus* ทำให้ปลวกสามารถเข้าทำลายต้นยางต้นอื่นๆในสวนได้ ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องหาแนวทางที่เหมาะสมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการควบคุมการระบาดของปลวกชนิดนี้ ปลวก *C. curvignathus* ยังเป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น ปาล์มน้ำมัน มะม่วง ทุเรียน (Saputra et al., 2018)

ปลวกกินเนื้อไม้และปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อราเป็นกลุ่มปลวกที่สำรวจพบทุกพื้นที่ในสัดส่วนใกล้เคียงกัน สาเหตุอาจเนื่องมาจากปลวกทั้งสองกลุ่มสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ง่าย อย่างไรก็ตาม ไม่พบปลวกกินอินทรียวัตถุเป็นอาหารอาจเนื่องมาจากการใช้สารกำจัดวัชพืชในสวนยาง สอดคล้องกับ Gillison et al. (2003) รายงานว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชในสวนยางส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอินทรียวัตถุในดินซึ่งเป็นอาหารของปลวกกินอินทรียวัตถุ

ผลการสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยวิธีการแช่ยุ่ยโดยใช้ตัวทำละลายเอทานอลเป็นตัวสกัดสารออกฤทธิ์ พบว่า สารสกัดเอทานอลจากพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิด ให้ปริมาณผลผลิตแตกต่างกัน โดยพืชที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลที่มีผลผลิตสูงสุด คือ เหง้าขมิ้น 25.71% รองลงมา คือ เมล็ดน้อยหน่า 9.15% ส่วนเหง้าข่าให้ผลผลิตน้อยสุด 2.64% สอดคล้องกับรายงานของ Subash et al. (2012) พบว่าเหง้าข่าที่สกัดในตัวทำละลายเอทานอล ให้ผลผลิตเท่ากับ 2.24% ในส่วนรายงานของ Sawant and Godghate (2013) พบว่า ขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ให้ผลผลิตเท่ากับ 25.75%

ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากเหง้าข่า พบสารในกลุ่ม เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนินและแอลคาลอยด์ เป็นองค์ประกอบแตกต่างจาก Subash et al. (2012) รายงานผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากเหง้าข่า ได้แก่ แอลคาลอยด์ แทนนิน ซาโปนิน เรซิ่น ฟลาโวนอยด์ สเตียรอยด์ ไกลโคไซน์และเทอร์พีนอยด์ ในส่วนของสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากเหง้าขมิ้น พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และแอลคาลอยด์ แตกต่างจากรายงานของ Rajesh et al. (2013) ตรวจสอบพบ แอลคาลอยด์ แทนนิน เทอร์พีนอยด์ ซาโปนินและฟลาโวนอยด์ เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชัน ผลการตรวจสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่า พบสารเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และแอลคาลอยด์ แตกต่างจากรายงานของ Vijayaraghavan et al. (2013) ซึ่งพบสารในกลุ่มแทนนิน ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ ควินโนน ไกลโคไซน์ เทอร์พีนอยด์ ฟีนอล คูมาริน สเตียรอยด์ และแอลคาลอยด์ เป็นองค์ประกอบ สาเหตุที่พบสารพฤษเคมีแตกต่างจากรายงานวิจัยข้างต้นอาจ

เนื่องจากสภาพแวดล้อมในการปลูกพืช พันธุ์พืช ระยะเก็บเกี่ยวพืชแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อชนิดและปริมาณสารพฤกษเคมีที่พบในพืช

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชัน เมล็ดน้อยหน่าและเหง้าข่าเพื่อควบคุมปลวก *C. curvignathus* ในสวนยางเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงฟิโพรนิล โดยพิจารณาจากจำนวนปลวกที่พบในกับดัก น้ำหนักไม้ที่สูญหาย และความเสียหายของไม้ที่เกิดจาการทำลายของปลวกในช่วงเวลา 90 วันหลังการทดสอบ พบว่า สารฆ่าแมลงฟิโพรนิลมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยไม่พบปลวกในกับดัก และคะแนนประเมินความเสียหายของไม้เท่ากับ 10 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าไม้ไม่ถูกปลวกทำลายเนื่องจากไม่พบปลวกในกับดัก พิโพรนิลเป็นสารฆ่า-แมลงในกลุ่ม phenylpyrazole มีพิษทางสัมผัสต่อแมลง มีกลไกการออกฤทธิ์โดยรบกวนการทำงานของระบบประสาทโดยผ่านทาง GABA-gated chloride channel ขัดขวางการไหลผ่านของคลอไรด์ไอออนในเซลล์ประสาท ทำให้การทำงานของระบบประสาทผิดปกติ มีผลให้แมลงตายในที่สุด พิโพรนิลจัดเป็นสารฆ่าแมลงที่มีอันตรายระดับกลาง (กลุ่ม WHO class II moderately hazardous pesticide) มีค่า LD_{50} เท่ากับ 97 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีพิษในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมน้อยกว่าในนก ปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง Hu (2005) รายงานว่า ฟิโพรนิลเป็นสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. formosanus* เมื่อเทียบกับสารฆ่าแมลงสารอินดอกซาคาร์บ (indoxacarb) โดยออกฤทธิ์ในการฆ่าปลวกเร็วกว่า นอกจากนี้ Huang (2006) สรุปไว้ว่า เหยื่อพิษผสมสารฆ่าแมลงฟิโพรนิลสามารถลดจำนวนปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *O. formosanus* อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจาณาประสิทธิภาพของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด พบว่า สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าสารสกัดจากเหง้าขิ้นชันและเหง้าข่า โดยไม่พบปลวกในกับดัก มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้สูญหายเท่ากับ 0.90% และมีค่าเลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้เท่ากับ 8.82 ซึ่งหมายถึงไม้ถูกทำลายเล็กน้อยไม่เกิน 3 % ซึ่งใกล้เคียงกับสารฆ่าแมลงฟิโพรนิล สอดคล้องกับ Acta (2014) รายงานว่า สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่ามีฤทธิ์ไล่ รวมกับทั้งมีฤทธิ์ขัดขวางการเคลื่อนย้ายทางดินของปลวก *C. gestroi* มีรายงานว่า acetogenins เป็นกลุ่มสารสำคัญของพืชในสกุล *Annona* ที่มีการศึกษาฤทธิ์ชีวภาพกันอย่างกว้างขวาง มีฤทธิ์ฆ่าแมลง และมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของแมลงหลายชนิด โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการขนส่งอีเล็คตรอนในไมโตคอนเดรีย โดยเฉพาะในขั้นตอนระหว่างการรวมตัวของ NADH กับ cytochrome oxidase complex ทำให้การขนส่งอีเล็คตรอนถูกขัดขวาง การหายใจของเซลล์จะถูกยับยั้ง ทำให้แมลงตายในที่สุด (Guadaño et al., 2000) นอกจากนี้มีรายงานว่าสารในกลุ่มแอลคาลอยด์ที่พบในพืชหลายชนิดมีฤทธิ์ไล่ปลวก *C. formosanus*, *Reticulitermes santonensis* และปลวก *R. virginicus* ดังนั้นประสิทธิภาพในการ

ควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* อาจเนื่องมาจากสารในกลุ่ม acetogenins หรือสารในกลุ่มแอลคาลอยด์ที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดน้อยหน่า

อย่างไรก็ตามแม้นไม่พบปลวกในกับดักที่มีการใช้สารสกัด แต่ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้อยู่ในช่วง 8.33-8.82 แสดงให้เห็นว่าน่าจะมีปลวกเข้ามาในกับดัก จากการขุดกับดักพบว่า สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดและสารฆ่าแมลงฟิโปรนิลมีดินโคลนไหลเข้าไปอยู่ในกับดักรวมและมีน้ำขัง เนื่องจากทำการทดสอบในฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนในช่วง 97.40-300.60 มิลลิเมตร การมีน้ำขังอาจเป็นสาเหตุทำให้ปลวกขาดออกซิเจนในการหายใจและตายในที่สุด ส่วนสิ่งทดลองชุดควบคุมมีทั้งดินโคลนและมดในกับดัก ซึ่งมดกัดกินปลวก อาจเป็นสาเหตุให้ชุดควบคุมพบปลวกน้อยกว่าความเป็นจริง Ahmed et al. (2017) รายงานว่า ประสิทธิภาพของสารเคมีในการควบคุมปลวกใต้ดินขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เนื้อดิน และปริมาณความชื้นในดิน ในกรณีที่ดินเป็นกรดอ่อนๆ เนื้อดินไม่เป็นดินเหนียว และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ สารเคมีจะคงประสิทธิภาพอยู่ในดินได้นาน เมื่อพิจารณาความเสียหายของไม้ในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด พบว่า ไม้ถูกปลวกทำลายเล็กน้อยในช่วงเวลา 90 วันหลังการทดสอบ ผิวไม้ถูกปลวกกัดแทะเล็กน้อย (ไม้ถูกปลวกทำลายไม่เกิน 3%) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสารสกัดที่ใช้ทดสอบ ส่วนไม้ในสิ่งทดลองชุดควบคุมพบความเสียหายที่เกิดจากการทำลายปลวกปานกลาง 10-30% เมื่อพิจารณาน้ำหนักไม้ที่สูญหาย พบว่าสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงฟิโปรนิลมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายแม้นไม่พบการทำลายของปลวก ในขณะที่สิ่งทดลองชุดควบคุม มีน้ำหนักไม้ที่สูญหายสูงสุด ดังนั้นน้ำหนักไม้ที่สูญหายขึ้นอยู่กับจำนวนปลวกที่เข้ามาในกับดัก ถ้ามีปลวกเข้าทำลายมากจะส่งผลให้น้ำหนักไม้สูญหายมาก นอกจากนี้อาจขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์ในดินทำหน้าที่ย่อยสลายไม้ให้กลายเป็นอินทรีย์วัตถุด้วย

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ใน 10 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราชพบปลวกทั้งสิ้น 8 ชนิด 7 สกุล อำเภอบางขันมีความหลากหลายของปลวกสูงสุดโดยพบปลวกจำนวน 7 ชนิด ในขณะที่อำเภอทุ่งสงและถ้ำพรรณรามีความหลากหลายของปลวกต่ำสุดพบปลวกเพียง 3 ชนิด ปลวก *Ma. gilvus* และ *Mi. minutus* พบแพร่กระจายทุกพื้นที่ ในขณะที่ปลวก *B. prabhae* และ *Ma. carbonarius* พบเฉพาะในพื้นที่อำเภอทุ่งใหญ่และบางขันตามลำดับ ส่วนปลวก *C. curvignathus* แมลงศัตรูสำคัญของยางพบในพื้นที่อำเภอบางขัน พิปูน ร่อนพิบูลย์และช้างกลาง เพื่อให้การศึกษาความหลายหลายของปลวกในสวนยางเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ควรศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการกระจายตัวของปลวก เช่น ชนิดของดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพันธ์ เป็นต้น สำหรับเป็นข้อมูลในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการควบคุมปลวกในสวนยางหรือใช้ประโยชน์จากปลวกต่อไป สำหรับการศึกาประสิทธิภาพของสารสกัดเอทานอลจากเหง้าข่า เหง้าขมิ้นชัน และเมล็ดน้อยหน่า เพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยางเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงฟิโพรนิล สรุปได้ว่าสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดินใกล้เคียงกับสารฆ่าแมลงฟิโพรนิล ดังนั้นสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่ามีศักยภาพในการนำไปใช้ควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ผสมผสานกับวิธีการอื่นๆ เพื่อลดปริมาณการใช้สารฆ่าแมลง อย่างไรก็ตามควรศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพสารสกัด เช่น ฤดูกาล ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื้อดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน รวมทั้งศึกษาชนิดของสารออกฤทธิ์ควบคุมปลวก การพัฒนารูปแบบของสารสกัดให้คงประสิทธิภาพและสะดวกต่อการใช้งาน เพื่อให้การใช้สารสกัดควบคุมปลวกเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กนกอร วุฒิวงศ์, อรัญ งามผ่องใส และเยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2558. การออกฤทธิ์ขับไล่ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ของน้ำมันจากพืชบางชนิด. แก่นเกษตร. ฉบับพิเศษ 1: 145-150.

จารุณี วงศ์ข้าหลวง และขวัญชัย เจริญกรุง. 2551. ปลวก การป้องกันและกำจัด. ห้างหุ้นส่วนจำกัดอักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

ยุพาพร สรนุวัต. 2536. การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันปลวกที่ใช้ทาเนื้อไม้ภายในห้องปฏิบัติการ.ในเอกสารประชุมวิชาการป่าไม้ ปี 2536, กรมป่าไม้, กรุงเทพมหานคร.

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

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสาคัญจากสมุนไพร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพมหานคร.

วีรยุทธ ทองคง. 2552. การจำแนกชนิด ลักษณะของรังปลวกและการควบคุมโดยใช้เหยื่อล่อในสวนยางพาราของภาคใต้ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

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

ศรี โป่งแก้ว. 2538. การสกัดสารอินทรีย์จากปลวก (*Pseudocanthotermes militaries*) และไส้เดือนดิน (*Lumbricus terrestris*). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

สิทธิโชค ลาชโรจน์. 2541. การสำรวจชนิดของปลวก (Termites) ที่สร้างจอมปลวกภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา : โครงงานทางชีววิทยาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

สังวาล สมบูรณ์ และสุภาณี พิมพ์สมาน. 2546. ศักยภาพของการใช้น้ำมันระเหยง่ายจากพืชตระกูล Zingiberaceae ในการควบคุมมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* Herbst) และด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 34(4-6 พิเศษ): 183-186.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2552. กระทรวงเกษตรและ

สหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศปี 2562. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. 2552. เห็ดโคนกับปลวกและการเพาะเลี้ยงเห็ดโคน. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรุงเทพมหานคร. [สืบค้นออนไลน์] http://forprod.forest.go.th/forprod/ebook/เห็ดโคนกับปลวก/เห็ดโคนกับปลวก.pdf เมื่อ 16 ตุลาคม 2562

อรัญ งามผ่องใส, สุรไกร เพิ่มคำ วิสุทธิ์ สิทธิฉายา และสุระพงศ์ สายบุญ. 2559. ผลของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงและสารสกัดจากพืชบางชนิดต่อการตายของปลวก *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

Abdullah, F., Subramanian, P., Ibrahim, H., Malek, S.N.A., Lee, G.S. and Hong, S.L. 2015. Chemical Composition, Antifeedant, Repellent, and Toxicity Activities of the Rhizomes of Galangal, *Alpinia galanga* Against Asian Subterranean Termites, *Coptotermes gestroi* and *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Insect Science. 15: 1-7.

Abida, Y., Tabassum, F., Zaman, S., Chhabi, S.B. and Islam, N. 2010. Biological Screening Of *Curcuma longa* L. for insecticidal and repellent potentials against *Tribolium castaneum* (Herbst) adults. University journal of zoology, Rajshahi University. 28: 69-71.

Acda, M. N. , 2009. Toxicity, tunneling and feeding behavior of the termite, *Coptotermes vastator*, in sand treated with oil of the physic nut, *Jatropha curcas.* Journal of Insect Science. 9: 1-8.

Acda, M.N. 2014. Repellent effects of Annona crude seed extract on the Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae). Sociobiology. 61: 332–337.

Ahmad, M. 1965. Termites (Isoptera) of Thailand. Bulletin of the American Museum of Natural Historyt. 131 pp.

Ahmed, S., Hassan, S., Yaqoob, M.M., Nisar, M.S. and Rashid, A. 2017. Efficacy of chlorpyrifos and fipronil in relation to soil depths against subterranean termites. Journal of Entomological and Acarological Research. 49: 63-86.

Ali, S., Sagheer, M., Hassan, M., Abbas, M., Hafeez, F., Farooq, M., Hussain, D., Saleem, M. and Ghaffar, A. 2014. Insecticidal activity of turmeric (*Curcuma longa*) and

garlic (*Allium sativum*) extracts against red flour beetle, *Tribolium castaneum*: A safe alternative to insecticides in stored commodities. Journal of Entomology and Zoology Studies. 2: 201-205.

Al-Lawati, H.T., Azam, K.M. and Deadman, M.L. 2002. Potential of Omani flora as source of natural products for control of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis*. Agricultural Sciences. 7: 59-63.

Anita, S., Sujatha, P. and Prabhudas, P. 2012. Efficacy of pulverised leaves of *Annona squamosa* (L.), *Moringa oleifera* (Lamm.) and *Eucalyptus globules* (Labill.) against the stored grain pest, *Tribolium castaneum* (Herbst.) Recent Research in Science and Technology. 4: 19-23.

American Wood Protection Association. 2009. E 21-06 Standard method for the evaluation of preservative treatments for lumber and timbers against subterranean termites in above ground protected applications (UC1 and UC2). American Wood Protection Association Brimingham, Alabama, 5 p.

Ball, G.H. (1969). Organisms living on and in protozoa. Research in protozoology. 3: 565-718.

Bloodgood, R.A. and Fitzharris, T.P. 1976. Specific association of prokaryotes with symbiotic flagellate protozoa from the hindgut of the termite Reticulitermes and the wood-eating roach Cryptocercus. Cytobios. 17: 103-122.

Collins, N.M. 1983. Termite populations and their role in litter removal in Malaysian. Ecology and Managenient Blackwell, Oxford, UK.

Constatino, R. 1992. Abundance and diversity of termites (Isoptera) in two sites of primary rainforest in Brazilian Amazonia. Biotropical. 24: 420-430.

Dadang, R.S. and Ohsawa, K. 1998. Lethal and antifeedant substance from rhizome of *Alpinia galanga* Sw. (Zingiberaceae). Journal of Pesticide Science. 23: 304-307.

Davies, R.G. 1997. Termite species richness in fire-prone and fire-protected dry deciduous dipterocarp forest in Doi Suthep-Pui National Park, northern Thailand. Journal of Tropical Ecology. 13: 153-160.

Dhileepan, K. 1992. Insect pest of oil palm (*Elaeis guineensis*) in India. Planter. 183-191.

Ding, W. and Hu, X.P. 2010. Antitermitic effect of the *Lantana camara* plant on subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Insect Science. 17: 427-433.

Eggleton, P., Bignell, D.e., Sand, W.A., Waite, B., Wood, T.G. and Lawton, J.H. 1995. The species richness of termites (Isoptera) underdiffering level of forest distuibance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroob. Journal of Tropical Ecology. 11: 85-98.

Epino, P.B. and Chang, F. 1993. Insecticidal activity of *Annona squamosa* L. seed extracts against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Philippine Entomologist. 9: 228-238.

Gao, D. and Tian, H. 1990. Two new species of the genus Nasutitermes (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae) from Sichuan, China. Entomolotaxonomia. 12: 115-118.

Govindan, K. and Nelson, S.J. 2009. Insecticidal activity of twenty plant powders on mortality, adult emergence of *Sitophilus oryzae* L. and grain weight loss in paddy. Journal of Biopesticide. 2: 169-172.

Guadaño, A., Gutiérrez, C., De la Peña, E., Cortes, D., González-Coloma, A., 2000. Insecticidal and mutagenic evaluation of two annonaceous acetogenins. Journal of Natural Products 63: 773-776.

Holmgren, N. 1913. Termitenstudien. 4. Versuch einer systematischen Monographie der Termiten der orientalischen Region. Kungliga Svenska vetenskapsakademiens handlingar. 50: 1-276.

Inoue, T., Vijarasorn, P. and Ade, T. 1997. Mound structure of the fungus growing termites *Macrotermes gilvus* in Thailand. Journal of Tropical Ecology. 11: 85-89.

Kambhampati. S., Kjer, K.M. and Thorn, B.L. 1996. Phytogenetic relationship among termites families based on DNA sequence of mitrocondrial 16s ribosomal RNA gene. Insect Molecular and Biology. 5: 229-238.

Kaushik, D., Yadav, J., Kaushik, P., Sacher, D. and Rani, R. 2011. Current pharmacological and phytochemical studies of the plant *Alpinia galanga*. Journal of Chinese Integrative Medicine. 9:1061-1065.

Office of Agricultural Economics. 2016. Agricultural Statistics of Thailand 2015. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. 241 p.

Khalequzzaman, K. and Sultana, S. 2006. Insecticidal activity of *Annona squmosa* L. seed extracts against the red flour beetle, *Tribolium castaneaum* (Herbst). Journal of Bio-Science. 14: 107-112.

Khalequzzaman, M. and Osman Goni, S.H.M. 2009. Toxic potentials of some plant powders of survival and development of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus chinensis* F. Journal of Life and Earth Science. 3-4: 1-9.

Kirby, H. 1941. Organisms living on and in protozoa. In: Calkins GN, Summers FM (eds) Protozoa in biological research. New York: Columbia University Press. 1009-1113.

Kumar, J.A., Rekha, T., Devi, S.S., Kanna, M., Jaswanth, A. and Gopal, V. 2010. Insecticidal activity of ethanolic extract of leaves of *Annona squamosa*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. 2: 177-180.

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

Noirot, C. 1970. The nests of termites. In Biology of Termites. Academic Press, New York. 2: 73–125.

Padhi, L.P., Panda, S.K., Satapathy, S.N. and Dutta, S.K. 2011. In vitro evaluation of antibacterial potential of *Annona squamosa* L. and *Annona reticulata* L. From similipal biosphere reserve, Orissa, India. Journal of Agricultural Technology. 7: 133-142.

Raina, A., Bland, J., Doolittle, M. and Lax, A. 2007. Effect of orange oil extract on the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae. Journal of Economic Entomology. 100: 880-885.

Rajesh, H., Rao, S.N., Megha, R.N., Prathima, K.S., Rejeesh, E.P. and Chandrashekar, R. 2013. Phytochemical analysis of methanolic extract of *curcuma longa* linn rhizome. International Journal of Universal Pharmacy and Bio Sciences. 2(2): 2319-8141.

Raje, K.R. Hughes, G.P. Gondhalekar, A.D. Ginzel, M.D and Scharf, M.E. 2015. Toxicity of turmeric extracts to the termite *Reticulitermes flavipes* (Blattodea: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 108: 1479-85.

Rao, N.S., Sharma, K. and Sharma, P.K., 2005. Anti-feedant and growth inhibitory effects of seed extracts of custard apple, *Annona squamosa* against Khapra beetle, *Trogoderma granarium*. Journal of Agricultural Technology. 1: 43-54.

Sawant, R.S. and Godghate, A.G. 2013. Qualitative phytochemical screening of rhizomes of *Curcuma longa* linn. International Journal of Science Environment and Technology. 2: 634-641

Saah, S., Chanthachum, S. and Petcharat, J. 2008. Effect of herb on insect growth in brown rice during storage. Kasetsart Journal (Natural Science) 42: 144-149.

Saljoqi, A.U.R., Khan, M.A., Huma, Z., Sattar, A., Ullah, M and Khan, F. 2012. Behavioral Changes of *Heterotermes indicola (*Isoptera: Rhinotermitidae*)* Against Some Natural Products. Pakistan journal of zoology. 44: 1613-1622.

Santos, M.N., Teixeira, M.L.F., Pereira, M.B. and Menezes, E.B. 2009. Potential insecticidal effects of aqueous tree leaf extracts against the subterranean termite *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). Sociobiology. 53: 719-728.

Saxena, R.C., Harshan, V., Saxena, A., Sukumaran, P., Sharma, M.C. and Kumar, M.L. 1993. Larvicidal and chemosterilant activity of *Annona squamosa* alkaloids against *Anopheles stephensi*. American Mosquito Control Association. 9: 84-87.

Scheffrahn, R.H., Darlington, J.P.E.C., Collins, M.S and Krecek, J. 1994. Termites (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae) of the West Indies. Sociobiology. 24: 213-240.

Seiler, W., Conrad, R. and Scharffe, D. (1984). Field studies of methane emission from termites nests into atmosphere and measurement of methane uptake by tropical soils. Journal of Atmospheric Chemistry. 1: 171-186.

Sharma, R.K., Misra, B.P., Sarma, T.C., Bordoli, A.K., Pathak, M.G. and LeClercq, P.A. 1997. Essential oils of *Curcuma longa* L. from Bhutan. Journal of Essential Oil Research. 9: 589-592.

Sowmya, S.N., Calistus, J.A. and Deepa, M. 2016. Anti-termite properties of four selected species of Zingiberaceae rhizome extracts. Journal of zoology Studies. 3: 24-29.

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

Subash K.R., Muthulakshmi, B.G., Jagan, R.N. and Binoy, V.C. 2012. Phytochemical screening and acute toxicity study of ethanolic extract of *Alpinia Galanga* in rodents. International Journal of Medical Research & Health Sciences. 2: 93-100.

Sukhirun, N, Pluempanupat, W., Bullangpoti, V. and Koul, O. 2011. Bioefficacy of *Alpinia galanga* (Zingiberaceae) rhizome extracts, (*E*)-*p*-Acetoxycinnamyl alcohol, and (*E*)-*p*-Coumaryl alcohol ethyl ether against *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and the impact on detoxification enzyme activities. Journal of Economic Entomology. 104: 1534-1540.

Tripathi A.K., Prajapati, V., Verma, N., Bahl, J.R., Bansal, R.P., Khanuja, S.P. and Kumar, S. 2002. Bioactivities of the leaf essential oils of *Curcuma Longa* (Var. Ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera. Journal of Economic Entomology. 95: 183-189.

Thorne, B.L., Haverty, F. and Collins, M.S. 1994. Taxonomy and biogeography of *Nasutitermes acujutlae* and *N. nigricaps* (Isoptera: Termitidae) in Caribeab and Cental America. Annals of the Entomological Society of America. 87: 762-770.

Trease GE and Evans WC (2002) Pharmacognosy 15th ed., WB Saunders Company, Edinburgh. 334-337.

Thailand Board of Investment. 2016. Thailand: The world's leader in natural rubber production. Thailand Investment Review. 26: 3-4.

Tho, Y.P. 1992. Termites of Peninsular Malaysia. *Malayan Forest Records No. 36*. Forest Research Institute Malasia, Kuala Lampur. 224 pp.

Vijayaraghavan, K., Ali, S.M and Maruthi, R. 2013. Studies On Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of *Chromolaena Odorata* and *Annona squamosal*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2: 7315-7321.

Watanabe, H., Takeda, H. and Ruaysoongern, S. 1984. Termites of northestern Thailand with special reference to changes in species composition due to shifting cultivation. Memoirs of the College of Agriculture. 125: 45-57.

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

Wood, T. G., Johnson, R. A. and Bacchus, S. 1982. Abundance and distribution of termites (Isoptera) in a riparian forest in the southern Guinea savanna vegetation zone in Nigeria. Biotropica. 14: 25-39.

Wu, Y., Wang, Y., Li, Z.H., Wang, C.F., Wei, J.Y., Li, X.L., Wang, P.J., Zhou, Z.F., Du, S.S., Huang, D.Y. and Deng, Z.W. 2014. Composition of the essential oil from *Alpinia galanga* rhizomes and its bioactivity on *Lasioderma serricorne*. Bulletin of Insectology 67: 247-254.

Yang, B., Zhu, S. and Huang, F. 1995. Two new species of termites (Isoptera: Termitidae) from Yunnan, China. Entomolotaxonomia. 17: 79-82.

Yuan, Z. and Hu, X.P. 2012. Repellent, antifeedant, and toxic activities of *Lantana camara* leaf extract against *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology. 105: 2115-2121.

Zhu, B.C.R., Henderson, G., Yu, Y. and Laine. R.A., 2003. Toxicity and repellency of patchouli oil and patchouli alcohol against Formosan subterranean termites *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae) . Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51: 4585-4588.