รายงานการวิจัย

ฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดหยาบจากพืชบางชนิดในวงศ์ Piperaceae ต่อการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *Coptotermes curvignathus* ในสวนยาง

Bioactivities of Crude Extracts of Some Species of Piperaceae against Subterranean Termites, *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Rubber Plantation

ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์ Yuenyong Vanichpakorn

พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ Patcharaporn Vanichpakorn

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2560-2561

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560-2561 ขอขอบพระคุณ ดร.จารุณี วงศ์ข้าหลวง เป็นอย่างสูง ผู้จุดประกายการทำวิจัยเรื่องปลวก และให้ความรู้ในเรื่องชีววิทยา นิเวศวิทยา การจำแนกชนิดปลวก เทคนิคการเลี้ยงปลวก รวมทั้งให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์มุจลินท์ ติณสิริสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวดี ติณสิริสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรศิลป์ สีเผือก ที่ช่วยเก็บรวบรวมใบชะพลู ผลดีปลี และเมล็ดพริกไทยดำ เพื่อนำมาศึกษาฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากพืชดังกล่าวที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *Coptotermes curvignathus* ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสวนยาง ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของสวนยางในอำเภอทุ่งใหญ่ ถ้ำพรรณรา และฉวาง ที่ให้ข้อมูลการควบคุมปลวกในสวนยาง รวมทั้งให้ใช้สถานที่ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบและสารเคมีเพื่อควบคุมปลวกในสวนยาง ขอขอบคุณคณะอนุกรรมการวิจัยของคณะเกษตรศาสตร์และผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ช่วยแนะนำในการจัดทำโครงร่างงานวิจัย ให้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และเป็นแรงบันดาลใจในการทำงาน ทำให้คณะผู้วิจัยดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์
หัวหน้าโครงการวิจัย
8 กันยายน 2562

บทคัดย่อ

ปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *Coptotermes curvignathus* เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่สร้างความเสียหายแก่ต้นยาง การใช้สารสกัดจากพืชเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการควบคุมปลวกชนิดนี้ จึงสำรวจข้อมูลพื้นฐานการทำสวนยางและความเสียหายของสวนยางที่เกิดจากการทำลายของปลวก โดยวิธีสัมภาษณ์เกษตรกรในอำเภอถ้ำพรรณรา อำเภอทุ่งใหญ่ และอำเภอนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเจ้าของสวนยางประมาณ 1-20 ไร่ พันธุ์ยางที่นิยมปลูกได้แก่ RRIM 600 โดยยางมีอายุมากกว่า 20 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่กรีดยางระบบสองวันเว้นวันและขายผลผลิตในรูปน้ำยางสด โดยมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000-15,000 บาท เกษตรกรทั้งสามอำเภอพบปลวกในสวนยาง ส่วนใหญ่พบปลวกบนต้นยางและไม่ใช้วิธีการใดๆกำจัดปลวก เกษตรกรบางส่วนใช้สารฆ่าแมลงและเชื้อราเมตาไรซียมกำจัดปลวก โดยสารฆ่าแมลงที่นิยมได้แก่ คาร์โบฟูแรนใช้ในรูปแบบฝังดิน และคาร์โบซัลแฟนใช้ในรูปแบบราดดิน ส่วนใหญ่ใช้สารฆ่าแมลงกำจัดปลวก 1-2 ครั้ง/ปี ส่วนการใช้เชื้อราเมตาไรเซียมนิยมใช้โดยหว่านลงดิน

การศึกษาสารพฤกษเคมีของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู พบสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ซาโปนิน และแอลคาลอยด์เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สำหรับสารสกัดเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และซาโปนิน ส่วนสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากผลดีปลี พบสาร 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และซาโปนิน ในขณะที่สารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากใบชะพลูได้แก่กลุ่มฟลาโวนอยด์และซาโปนิน ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตตพบเฉพาะสารกลุ่มซาโปนิน และไม่พบสารใดๆเป็นองค์ประกอบในสารสกัดอะซิโตน

การศึกษาฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดทั้ง 12 ชนิด จากพืชสกุลพริกไทยความเข้มข้น 1% ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู มีพิษทางกินต่อปลวกสูงมากโดยมีค่าความเป็นพิษในช่วง 0.15-0.18% ที่เวลา 7 วัน รวมทั้งมีพิษทางการรมสูงมากเช่นกัน โดยมีค่าความเป็นพิษในช่วง 0.01-0.03% นอกจากนี้สารสกัดดังกล่าวยังสามารถไล่ปลวก *C. curvignathus* สูงมาก 78.75-89.38% ส่วนสารสกัดที่เหลือมีฤทธิ์ชีวภาพต่อปลวกปานกลาง ผลการคัดเลือกสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู นำมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก ประสิทธิภาพเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก และประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ที่เกิดจากการทำลายของปลวก *C. curvignathus* พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำมีฤทธิ์สูงสุดในการยับยั้งการเคลื่อนที่ของปลวก *C. curvignathus* ซึ่งปลวกเคลื่อนที่ได้ 0 และ 2.5 มิลลิเมตรที่เวลา 7 และ 14 วันหลังการทดสอบ ในขณะที่ปลวกในสิ่งทดลองชุดควบคุมสามารถเคลื่อนที่เต็มความยาวของท่อแก้ว 150 มิลลิเมตรที่เวลา 14 วัน สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำ มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก ซึ่งพบปลวกในพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหารจำนวนเฉลี่ย 26.25% ในขณะที่สารสกัดปิโตรเลียมจากผลดีปลีมีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาเนื้อไม้ โดยพบการตายของปลวก *C. curvignathus* 66.25% ที่เวลา 30 วันหลังการทดสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดที่คัดเลือก 4 ชนิดได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำ เปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสเพื่อควบคุมปลวก *C. curvignathus* ในสวนยาง โดยประเมินผลจากจำนวนปลวกที่พบ น้ำหนักไม้ที่สูญหาย และความเสียหายของไม้ที่เกิดจากการทำลายของปลวก ผลปรากฏว่า สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวกโดยไม่พบ

ปลวกในกับดักตลอดระยะเวลาที่ทดสอบ ส่วนชุดควบคุมพบปลวกสูงสุด 16,329.00, 1,079.00, 2,236.00 และ 1,610.33 ตัว ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของจำนวนปลวกระหว่างสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสกับสารสกัดทั้ง 4 ชนิด เมื่อพิจารณาการกินไม้ของปลวกพบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายต่ำสุดเท่ากับ 7.94, 2.35, 1.06, 0.93% ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบตามลำดับ ส่วนปลวกในสิ่งทดลองชุดควบคุมมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายสูงสุดเท่ากับ 28.87, 3.60, 3.90 และ 6.28% ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการกินไม้ระหว่างสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสกับสารสกัดทั้ง 4 ชนิด ผลการประเมินความเสียหายของไม้ปรากฏว่า สิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสไม้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกปลวกทำลายตลอดระยะเวลาที่ทดสอบ ส่วนสิ่งทดลองชุดควบคุมไม้ถูกทำลายสูงสุดโดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 7.48, 7.83, 6.47 และ 7.02 ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความเสียหายของไม้ระหว่างการใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสกับสารสกัดทั้ง 4 ชนิด

การจัดฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชสู่เกษตรกรจำนวน 1 รุ่น พบว่ามีผู้เข้าร่วมอบรม 54 คน ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจสูงมากต่อความรู้และประโยชน์ที่ได้รับ และมีความสนใจในการนำสารธรรมชาติจากพืชไปใช้ควบคุมปลวกในสวนยางผสมผสานกับการใช้สารฆ่าแมลง

คำสำคัญ: ดีปลี, พริกไทยดำ, ชะพลู, ปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

Abstract

The subterranean termite, *Coptotermes curvignathus*, is one of the important pest, causing damage to rubber tree. Plant extracts have been considered as an alternative for effective and environmentally friendly termite control agents. The data of rubber production and damage of rubber plantation caused by termite were collected through interview from farmers in Tham Phannara, Thung Yai and Nabon Districs, Nakhon Si Thammarat Province. The study revealed that the majority of rubber farmers had their owned lands at 1-20 rais and used RRIM600 as a rubber variety. The rubber trees were mostly over 20 years. Regarding the tapping system used, the majority of rubber farmers employed 2d/3 (two days in tapping followed by one day of tapping rest in three days). They sold fresh latex and earned 5,000- 15,000 baht/month. All the surveyed farmers reported that termites are general feeders which attack rubber trees. Majority of interviewed farmers did not use any type of method to control termites. The minority used insecticides 1- 2 times/ year and *methirhizhium anisophiae* to control termites. Carbofuran and carbosulfan were the most widely used. In addition, *metarhirhizhium anisophiae* was applied by sowing in the soil to control termites.

Petroleum ether, ethyl acetate, acetone and ethanol extracts of *Piper nigrum* seed, *P. retrofractum* fruit and *P. sarmentosum* leaf were screened for secondary constituents. The preliminary phytochemical analysis showed the presence of terpenoids, saponins and alkaloids in petroleum extract of *P. nigrum* seed. Ethyl acetate, acetone and ethanol extracts of *P. nigrum* seed contained terpenoids, flavonoids and saponins. Among 4 extracts of *P.retrofractum* fruit, terpenoids, flavonoids and saponins were found in all extracts. Petroleum ether and ethanol extracts of *P. sarmentosum* leaf contained flavonoids and saponins while saponins were observed in ethyl acetate extract. Antraquinones, terpenoids, flavonoids, saponins and alkaloids were absent in acetone extract of *P. sarmentosum* leaf.

The 12 extracts of 3 *Piper* species were also evaluated for biological activities against *C. curvignathus*. Petroleum ether and ethanol extracts of *P. nigrum* seed, *P. retrofractum* fruit and *P. sarmentosum* leaf showed strong feeding and fumigant activities against *C. curvignathus* at 7 d with LC_{50} of 0.15-0.18% and 0.01-0.03%, respectively. Moreover, they exhibited strong repellent activity with repellencies of 78. 75- 89. 38%. The other extracts had moderate biological activities to the pest. These extracts were selected for further study to evaluate tunneling, soil barrier and wood protection activities. Petroleum ether extract of *P. nigrum* seed showed the strongest tunneling inhibition activity with distance tunneled of termites 0. 00 and 2. 5 millimetres at 7 and 14 days, respectively while termite in control was able to tunnel through the entire tube of 150.00 milimeters at 14 days. Ethanol extracts of *P. refrofractum* fruit and *P. nigrum* seed were the most effective as a barrier with surviving termites in protected site of 26. 25% at 7 days. In addition, the strongest activity on wood protection

was observed from petroleum ether extract of *P. refrofractum* fruit with mortality of *C. curvignathus* 66.25% at 30 days.

The efficacy of 4 selected extracts, petroleum ether and ethanol extracts of *P. refrofractum* fruit and *P. nigrum* seed, was determined to control *C. curvignathus* in rubber plantations compared to chlopyrifos at 45, 90, 135 and 180 days by evaluation of number of termites in the traps, weight loss of wood and visual rating of termite damage. Chlopyrifos was the most efficacy with no termites in the traps entire the experiments. On the other hand, the highest number of *C. curvignathus* was found in control with number of 16,392.00, 1,079.00, 2,236.00 and 1,610.33 at 45, 90, 135 and 180 days, respectively. Moreover, there were no significant differences in number of termites between chlorpyrifos and 4 extracts. Among 6 treatments, the lowest weight loss of wood was found in chlopyrifos with 7.94, 2.35, 1.06 and 0.93% at 45, 90, 135 and 180 days, respectively, while the highest weight loss of wood was found in control with 28.87, 3.60, 3.90, and 6.28%, respectively. In term of visual rating of termite damage, rubber woods in chlopyrifos were visually rates as 10 (no attack of termite) entire the experiment. On the other hand, termites in control showed moderate/severe attack rubber wood with visual rating 7.48, 7.83, 6.47 and 7.02 at 45, 90, 135 and 180 days, respectively,

The control of termite in rubber plantation by natural products from plant was established for 54 farmers. The majority of attendance was highly interested in the transfer technology. Some farmers wanted to use natural products of medicinal plants which were easily available in local area integration with synthetic insecticides.

Keywords: *Piper retrofractum*, *Piper nigrum*, *Piper sarmentosum*, *Coptotermes curvignathus*

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
วิธีดำเนินการวิจัย	12
ผลการศึกษาและวิจารณ์	25
สรุป	67
เอกสารอ้างอิง	68

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรชาวสวนยางและปัญหาของสวนยางที่เกิดจากการทำลายของปลวกของ อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และอ.นาบอน จ.นครศรีธรรมราช 29

4.2 ลักษณะทางกายภาพและปริมาณผลผลิตของสารสกัดหยาบจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำและใบชะพลู 35

4.3 การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 4 ชนิดจากเมล็ดพริกไทยดำ 36

4.4 การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 4 ชนิดจากใบชะพลู 36

4.5 การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี 37

4.6 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการกินด้วยวิธีบังคับกิน 38

4.7 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการกินด้วยวิธีบังคับกิน 39

4.8 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการกินด้วยวิธีบังคับกิน 41

4.9 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ทางการกินของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ 42

4.10 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิด จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการรม 43

4.11 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการรม 44

4.12 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. Curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการรม 46

4.13 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ทางการรมของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ 47

4.14 ฤทธิ์ไล่ของสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* จากการทดสอบแบบมีตัวเลือก 48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 ระยะทางที่ปลวก *C. curvignathus* เคลื่อนที่ในท่อแก้วบรรจุทรายผสมสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู และค่าเฉลี่ยการตายของปลวกที่เวลา 14 วันหลังการทดสอบ 49
4.16 ประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ต่อการเป็นแนวการป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ 50
4.17 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ข้ามแนวป้องกันซึ่งผสมสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ 51
4.18 ค่าเฉลี่ยการตายและการกินไม้ของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่เวลา 30 วันหลังการทดสอบ 52
4.19 ค่าเฉลี่ยการตายและการกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ผสมทรายละเอียด ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ 53
4.20 ค่าเฉลี่ยจำนวนปลวก *C.curvignathus* ที่พบในกับดักที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกและสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบ 54
4.21 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญหายในกับดักที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกและสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส เพื่อควบคุมปลวก *C. curvignaths* ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบ 55
4.22 ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินความเสียหายของไม้ยางที่เกิดจากการทำลายของปลวก *C. curvignathus* ในกับดักที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกและใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส ที่เวลา 45, 90, 135, 180 วันหลังการทดสอบ 57
4.23 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืช 59
4.24 ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชในด้านการจัดอบรม วิทยากร ความรู้และประโยชน์ที่ได้รับ 60

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 วรรณะทหารของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* 4
2.2 ลักษณะการทำลายต้นยางของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* 5
2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผลดีปลี 9
2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเมล็ดพริกไทยดำ 10
2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของใบชะพลู 11
3.1 การเพาะเลี้ยงปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* 12
3.2 การสกัดสารออกฤทธิ์จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู โดยใช้วิธีแช่ยุ่ย 13
3.3 การทดสอบพิษทางการกินของสารสกัดจากพืชทดสอบต่อปลวก *C. curvignathus* 15
3.4 การทดสอบพิษทางการรมของสารสกัดจากพืชทดสอบต่อปลวก *C. curvignathus* 16
3.5 การทดสอบฤทธิ์ไล่ของสารสกัดจากพืชทดสอบต่อปลวก *C. curvignathus* 17
3.6 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินปลวกของสารสกัดจากพืชทดสอบ 18
3.7 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* 19
3.8 การทดสอบประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ของสารสกัดจากพืชทดสอบ 20
3.9 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบที่คัดเลือกผสมทรายต่อการตายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* 21
3.10 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบที่คัดเลือกเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง 23

บทที่ 1
บทนำ

Coptotermes curvignathus (Isoptera: Rhinotermitidae) เป็นปลวกชนิดเดียวที่ทำลายต้นยางที่มีชีวิต โดยทำรังอยู่ใต้ดินสามารถกัดกินต้นยางทุกระยะการเจริญเติบโต ทำลายต้นยางโดยกัดกินราก และบริเวณโคนต้นที่อยู่ใต้ผิวดิน และกัดกินต่อไปภายในลำต้นจนเป็นโพรง ในระยะนี้ต้นยางจะแสดงอาการใบเหลือง ต่อมาเมื่อระบบรากถูกทำลายอย่างมากจะทำให้ต้นยางยืนต้นตายหรือล้มตายเมื่อโดนลมแรง ซึ่งในบางครั้งถ้าต้นยางถูกทำลายอย่างรุนแรงและรวดเร็ว ต้นยางจะล้มตายในขณะที่ใบยางยังเขียวอยู่ จากการที่ปลวกชนิดนี้ไม่ทำรังบนดินกว่าเกษตรกรจะทราบต้นยางก็ตายแล้ว ปลวกชนิดนี้สามารถเพิ่มปริมาณได้มากในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นสามารถทำลายต้นยางได้มากและรวดเร็ว ถ้าเกษตรกรไม่ทราบว่าต้นยางถูกปลวกทำลาย ซึ่งอาจจะสับสนกับโรครา เพราะอาการแรกเริ่มคล้ายๆกันจะทราบชัดเมื่อขุดโคนต้นดูจึงจะทราบซึ่งสร้างความเสียหายอย่างมากต่อเกษตรกร (ปัทมา, 2553) การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติในการควบคุมปลวกใต้ดิน เนื่องจากให้ผลในการควบคุมปลวกอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว อย่างไรก็ตามจากการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดพิษตกค้างของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในแหล่งน้ำ ในดิน และในอากาศ พิษของสารเคมียังก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ นอกจากนี้การใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน สามารถทำให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมี และยังทำให้ประเทศสูญเสียเงินจำนวนมากในการซื้อสารเคมีจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงอีกด้วย ด้วยความความตระหนักถึงพิษภัยจากการใช้สารเคมี จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการหาทางเลือกเพื่อการควบคุมปลวกที่มีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การใช้สารธรรมชาติจากพืชในรูปสารสกัดหยาบ เป็นทางเลือกในการควบคุมแมลงที่มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ เนื่องจากสารสกัดหยาบจากพืชสลายตัวง่าย และมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำ (Isman, 2000) รวมทั้งมีฤทธิ์เฉพาะเจาะจงต่อแมลงศัตรูพืช (Huang et al., 1997) โดยออกฤทธิ์ควบคุมแมลงศัตรูพืชในหลายลักษณะ เช่น มีฤทธิ์ฆ่าแมลง ไล่แมลง ยับยั้งการวางไข่ และยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Tripathi et al., 2009; Aboua et al., 2010) จากรายงานการวิจัยพบว่า สารสกัดหยาบจากพืชหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดิน เช่น สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดน้อยหน่า (*Annona squamosa*) เมล็ดทุเรียนเทศ (*A. muricata*) (Acda, 2014) สารสกัดคลอโรฟอร์มจากใบผกากรอง *(Lantana camara*) (Yuan and Hu, 2012) เป็นต้น อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นในการหาพืชชนิดใหม่ๆ เพื่อใช้เป็นทางเลือกของการควบคุมปลวกใต้ดิน ที่เหมาะสมกับท้องถิ่น

พริกไทยดำ ชะพลู และดีปลี เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ Piperaceae ที่รู้จักกันทั่วโลก และเป็นพืชที่หาได้ง่าย ปลูกกระจายทั่วไปในภาคใต้ของประเทศไทย โดยมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาค่อนข้างกว้าง และมีฤทธิ์ควบคุมแมลงศัตรูพืช รวมทั้งปลวกใต้ดิน (นที และสุภาณี, 2546: Chansang et al., 2005: Khani et al., 2012) อย่างไรก็ตาม การศึกษาฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดจากใบชะพลู และสารสกัดจากผลดีปลีต่อการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ ยังไม่มีการศึกษาวิจัย รวมทั้งยังไม่มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชดังกล่าว ต่อการควบคุมปลวกชนิดนี้ในสวนยาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลง ฤทธิ์ต่อการสร้างท่อทางเดินของปลวก และฤทธิ์ไล่แมลงของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในสภาพห้องปฏิบัติการ รวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดต่อการควบคุมปลวกในสวนยาง เพื่อนำมาใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากเมล็ดพริกไทยดำ ใบชะพลู และผลดีปลี ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกต่อการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่มีความเป็นอยู่แบบสังคม มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ภายในรัง โดยทั่วไปมีนิสัยไม่ชอบแสงสว่าง ชอบที่มืดและอับชื้น ประชากรปลวกมีการแบ่งแยกหน้าที่การทำงานออกไปตามวรรณะต่างๆ รวม 3 วรรณะ คือ

วรรณะสืบพันธุ์ หรือแมลงเม่า

ประกอบด้วยตัวเต็มวัยที่มีปีกทั้งเพศผู้และเพศเมีย ทำหน้าที่สืบพันธุ์และกระจายพันธุ์โดยจะบินออกจากรัง เมื่อดินฟ้าอากาศเหมาะสม เมื่อจับคู่กันแล้วจะสลัดปีก ผสมพันธุ์กันและหาพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อวางไข่

วรรณะกรรมกร หรือปลวกงาน

เป็นปลวกตัวเล็กสีขาวนวล ไม่มีปีก ไม่มีตา ใช้หนวดเป็นอวัยวะรับความรู้สึกคลำทาง ทำหน้าที่สร้างรัง ทำความสะอาดรัง ดูแลไข่ เพาะเลี้ยงเชื้อราและซ่อมแซมรังที่ถูกทำลาย

วรรณะทหาร

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) ปลวกชนิดนี้มักอาศัยและกินอยู่ในเนื้อไม้ของไม้ยืนต้นหรือไม้ล้มตายที่มีความชื้นสูง

2. ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน ปลวกประเภทนี้จะอาศัยอยู่ในดินหรือเหนือพื้นดินขึ้นไป โดยส่วนใหญ่จะทำท่อทางเดินดินห่อหุ้มตัว เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นและหลบซ่อนตัวจากศัตรูที่จะมารบกวน จำแนกเป็น 3 พวก คือ

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

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

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

ลักษณะสำคัญของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae)

ปลวกในสกุล *Coptotermes* มีลักษณะเด่น คือ มีช่องเปิดบริเวณด้านหน้าของส่วนหัวเรียกว่า fontanelle มีขนาดใหญ่กว่าปลวกในสกุลอื่นๆ ซึ่งปลวกจะผลิตสารเคมีที่เป็นของเหลวสีขาวขุ่นออกมาเพื่อใช้ในการป้องกันตัวจากศัตรู ช่องเปิดนี้สามารถพบได้ในปลวกสกุลนี้ได้ทั่วไปในบริเวณเขตร้อน และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาพแห้งแล้งและอุณหภูมิที่สูงได้ มีขอบเขตกระจายไปทั่วโลก ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปลวกชนิด *C. curvignathus* มีดังนี้คือ

ปลวกวรรณะทหาร: บริเวณส่วนหัวมีสีเหลืองทอง เป็นรูปไข่ มีความยาวของหัววัดถึงฐานกราม 1.40 – 1.51 มิลลิเมตร ส่วนกว้างสุดประมาณ 1.15 – 1.24 มิลลิเมตร กรามยาว 0.82 – 0.93 มิลลิเมตร ใต้ริมฝีปากบนมีรูเปิดกว้างเรียกว่า fontanelle สำหรับปล่อยสารเหนียวสีขาวออกมาต่อสู้ศัตรู ส่วนของริมฝีปากบน (labrum) มีสีเหลืองปนน้ำตาล ส่วนกรามสีน้ำตาลแดง ส่วนหนวด (antenna) มีสีน้ำตาลอ่อน แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรก (pronotum) มีสีน้ำตาลอ่อนกว่าส่วนหัว บริเวณส่วนท้องและขามีสีขาว ที่ส่วนหัวพบขนสั้นๆ (setae) กระจายอยู่ทั่วไปเล็กน้อย ส่วนปลายของริมฝีปากบนมีขนสั้นๆ 2 เส้น ริมฝีปากล่างส่วนแรก (postmentum) มีขนสั้นๆ 1 คู่ บริเวณขอบด้านหน้า และอีก 1 คู่ ที่บริเวณขอบด้านล่าง แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกพบขนน้อยมาก ส่วนหัวมีรูปร่างยาวรีรูปไข่ มีความยาวมากกว่าความกว้าง ริมฝีปากบนมีลักษณะแคบสั้น กรามมีความโค้งปานกลาง ริมฝีปากล่างส่วนแรกมีความยาวประมาณ 2 เท่าของด้านกว้าง หนวดมี 14-15 ปล้อง ปล้องที่สองยาวกว่าปล้องที่สาม แผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกด้านกว้างมีขนาดเป็น 2 เท่าของด้านยาวขอบด้านบนมีลักษณะเป็นหยัก ส่วนขอบล่างมีรอยหยักอยู่บริเวณตรงกลาง ขอบด้านล่างมีลักษณะเป็นแผ่นกลมใหญ่ (ภาพที่ 2.1)

ปลวกวรรณะกรรมกร: ส่วนหัวและกรามมีสีเหลืองอ่อน มีแผ่นแข็งปกคลุมส่วนอกปล้องแรกและส่วนท้อง แผ่นแข็งปกคลุมอกปล้องแรกมีความกว้างมากกว่าความยาว ขอบด้านบนเป็นรอยหยักลึกตรงกลาง ขอบด้านข้างท้ายตรงขาและท้องมีขนขนาดเท่าในวรรณะทหาร ส่วนหัวและตามลำตัวจะมีขนปกคลุมหนาแน่น ลำตัวปลวกมีความยาวประมาน 4.00-4.40 มิลลิเมตร ส่วนหัวมีลักษณะกลม มีความกว้างมากกว่าความยาวเล็กน้อย ไม่มีตา หนวดสั้นประมาน 14-15 ปล้อง ปล้องที่สามสั้นกว่าหรือเท่ากับปล้องที่สองหรือสี่ ริมฝีปากบนค่อนข้างเป็นรูปเหลี่ยม ความกว้างมากกว่าความยาว ขอบด้านหน้าริมฝีปากบนโค้งกลม มีขนเล็กน้อย (Morimoto., 1973)

ภาพที่ 2.1 วรรณะทหารของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

ลักษณะการทำลายต้นยางของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

ปลวกชนิดนี้กัดกินต้นยางทุกระยะการเจริญเติบโต และกัดกินทุกส่วนของลำต้นทั้งเนื้อเยื่อที่มีชีวิตและแห้งตาย โดยเฉพาะกัดกินรากแล้วสร้างรังอยู่ภายในโคนต้น ทำให้ต้นยางโค่นล้มได้ง่าย หรือใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและยืนต้นตายคล้ายอาการของโรครากซึ่งจะต้องขุดดูโคนต้นจึงจะทราบ บางครั้งต้นอาจโค่นล้มในขณะที่ยังให้ผลผลิต (ภาพที่ 2.2) โดยไม่พบจอมปลวกในบริเวณสวนยางที่มีปลวกชนิดนี้ ปลวกสายพันธุ์ *C. curvignathus* เป็นปลวกใต้ดินสามารถหากินในบริเวณที่ไกลจากรังมาก อาจสร้างรังย่อยขึ้นเป็นระยะระหว่างทางเดินจากรังใหญ่ไปสู่แหล่งอาหาร การกำจัดให้หมดสิ้นจึงทำได้ยาก นอกจากยางพาราแล้ว ปลวกสายพันธุ์ *C. curvignathus* ยังทำลายพืชยืนต้นอีกหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ ไม้ป่าต่างๆ ไม้ตระกูลสน กระถินเทพา มะม่วงหิมพานต์ ขนุน ส้มโอ กาแฟ มะม่วง นุ่น และยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในหลายประเทศ ได้แก่ ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย พม่า เวียดนาม เขมร และสิงคโปร์ (ปัทมา, 2553)

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.2 ลักษณะการทำลายต้นยางของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*
(ก) ปลวกงานกัดกินเนื้อไม้ยาง (ข) ปลวกงานกัดกินภายในลำต้นจนต้นยางโค่นล้ม

แนวทางการควบคุมปลวก

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

1. การควบคุมปลวกโดยไม่ใช้สารเคมี

จากการใช้สารเคมีกันอย่างต่อเนื่อง ทำให้หลายฝ่ายมีความวิตกกังวลว่าจะเกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีสารตกค้างในธรรมชาติ แม้ว่าจะมีการศึกษาวิจัยเพื่อใช้สารเคมีในกลุ่มที่มีพิษน้อยต่อสัตว์ 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, 1996) และหินแกรนิตบด มาใช้ทำเป็นแนวป้องกันปลวก รวมทั้งเศษแก้วบด (จารุณี และ ขวัญชัย, 2551) ก่อนใช้วัสดุเหล่านี้จะต้องนำมาร่อนให้มีขนาดสม่ำเสมอ เพื่อนำขนาดที่เหมาะสมโดยเฉพาะเจาะจงกับปลวกแต่ละชนิดด้วย

2 การควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมี

การควบคุมโดยใช้สารเคมี เป็นการป้องกันและกำจัดปลวกที่ให้ผลเร็วและมีประสิทธิภาพที่ดี และเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

2.1 การใช้สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ เป็นการทำให้สารเคมีแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ โดยการฉีดพ่น ทาแช่ จุ่มหรือการอัดสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยความดัน และทำให้เนื้อไม้เป็นพิษต่อปลวกโดยตรง เมื่อปลวกสัมผัสหรือกัดกินเนื้อไม้เข้าไป มีหลายประเภท เช่น ครีโสท คือ สารที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ สามารถกำจัดแมลงและเชื้อราได้ หรือสารเคมีละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งในปัจจุบันไม่ใช้แล้วเนื่องจากก่อให้เกิดมะเร็งได้แก่ 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 เป็นแนวทางใหม่ในการควบคุมปลวกที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำ โดยออกฤทธิ์ขัดขวางกระบวนการการดำรงชีวิตของปลวก เช่น สารควบคุมการเจริญเติบโต (insect growth regulators; IGR) ซึ่งมีผลยับยั้งการลอกคราบของปลวก ยับยั้งกระบวนการสร้างผนังลำตัว ซึ่งมีผลต่อการลดจำนวนประชากรลงไป จนถึงระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติพิเศษสามารถดึงดูดให้ปลวกเข้ามากินอาหาร และสามารถคงรูปอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสม ที่จะเกิดการถ่ายทอดสารพิษไปสู่สมาชิกปลวกตัวอื่นๆภายในรังได้ ตัวอย่างการใช้เหยื่อล่อปลวกเป็นเหยื่อที่ผสมรวมกับสารเคมีที่ปราศจากพิษตกค้างกำจัดปลวก วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศจีน สหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย โดยมีการผลิตเหยื่อล่อออกมาหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบผง เม็ดกลม เม็ดแบนและกระดาษวัตถุดิบที่ใช้ล่อปลวกมาจากวัตถุหลายชนิดที่ปลวกชอบ เช่น เศษไม้สน

กากอ้อยกระดาษชำระ แกนข้าวโพด ผสมด้วยสารเคมีกำจัดปลวก 0.04% เหยื่อที่ประกอบด้วยสารเคมีกำจัดปลวก 1% สามารถป้องกันและกำจัดปลวกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วีรยุทธ, 2552)

(2) การควบคุมปลวกโดยใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติพิเศษ ในการดึงดูดให้ปลวกเข้ามากินสารเคมีนี้ สามารถคงอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสม ที่จะถ่ายทอดไปสู่สมาชิกอื่นๆภายในรังได้ กล่าวคือ ปลวกที่ได้รับสารเคมีนี้จะไม่ตาย แต่จะเป็นตัวแพร่กระจายสารเคมีให้กับปลวกตัวอื่นๆ ในรัง โดยการสัมผัสทางปากและร่างกาย

2.3 การฉีดอัดหรือราดสารเคมีกำจัดปลวก (termiticides) ลงดินเพื่อทำให้ภายใต้อาคารเป็นพิษและปลวกไม่สามารถเจาะผ่านทะลุขึ้นมาได้ ซึ่งการควบคุมปลวกโดยวิธีนี้ จะใช้ในการป้องกันและกำจัดปลวกทั้งก่อนและหลังการปลูกสร้างอาคาร ทั้งนี้การควบคุมปลวกที่มีประสิทธิภาพ มีปัจจัยหนึ่งมาจากการเลือกใช้สารเคมีควบคุมปลวกที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยใช้ในอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมตรงกับวัตถุประสงค์ เช่น ใช้สารเคมีที่ความเป็นพิษต่ำ เพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับฤทธิ์ตกค้างซึ่งอาจเป็นอันตราย ต้องเลือกรูปแบบของสารเคมีให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน รวมทั้งเลือกอุปกรณ์และกรรมวิธีที่เหมาะสมกับสารเคมีที่จะใช้ควบคุมปลวก โดยทั่วไปสารเคมีที่นิยมใช้ฉีดอัดหรือราดเพื่อควบคุมปลวกมีหลายกลุ่ม เช่น

(1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต สารเคมีในกลุ่มนี้เป็นสารที่มีอันตรายต่อคนและสัตว์รวมถึงมีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม 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

(5) สารธรรมชาติจากพืชสารธรรมชาติจากพืช เป็นสารที่สลายตัวเร็ว จึงมีอันตรายต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำและไม่มีมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม จากรายงานการวิจัยพบว่า พืชหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดิน เช่น Henderson et al. (2001) กล่าวว่า น้ำมันหอมระเหยจากหญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides*) มีฤทธิ์ไล่และฆ่าปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. formosanus* Zhu et al. (2003) ทดสอบประสิทธิภาพ

ของน้ำมันหอมระเหยจากใบพิมเสน (*Pogostemon cablin*) ต่อการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. formosanus* ผลการทดสอบพบว่า น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นตั้งแต่ 100 มิลลิกรัมต่อทรายหนัก 1 กรัม มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยยังมีพิษทางสัมผัสต่อปลวก โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.52 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมของปลวก Raina et al. (2007) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกส้ม ความเข้มข้น 5 พีพีเอ็ม มีพิษทางการรมต่อปลวกใต้ดิน สายพันธุ์ *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) รายงานว่าการคลุกชิ้นส่วนใบและลำต้นสดของผกากรอง (*Lantana camara*) ลงในดิน 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

ดีปลี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ดีปลี (*Piper retrofractum* Vahl.) เป็นไม้เถาเนื้อแข็ง ลำต้นค่อนข้างกลมเรียบ เปราะ หักง่าย บริเวณข้อมีรากสำหรับยึดเกาะ แตกกิ่งก้านมาก ใบเป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับตามข้อใบ รูปไข่แกมขอบขนาน กว้าง 3-5 เซนติเมตร ยาว 7-10 เซนติเมตร ผิวด้านหลังใบเป็นมัน หลังใบมีขนปกคลุมเล็กน้อย โคนเบี้ยว ปลายแหลม ขอบเรียบ มีเส้นใบออกจากโคน 3-5 เส้น ก้านใบยาว 1-1.5 เซนติเมตร ใบยอดกิ่งไม่มีก้าน ใบและเถามีรสเผ็ดร้อน ดอกเป็นช่อตั้งตรงข้ามกับใบ ออกเป็นช่อจากง่ามใบ หรือปลายยอด มีดอกย่อยเรียงกันอัดแน่นบนแกนช่อ ลักษณะเป็นแท่งกลมยาวทรงกระบอก ปลายเรียวมน ยาวประมาณ 1-2 นิ้ว ดอกมีสีเขียว เมื่อแก่มีสีเหลืองอมแดง มีขนปกคลุมเล็กน้อย ไม่มีก้านดอกย่อย ช่อดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน ไม่มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอก ก้านช่อดอกยาวเท่ากับก้านใบ ช่อดอกเพศผู้ยาว 4-5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร ก้านดอกยาว 2-3.5 เซนติเมตร มีเกสรเพศผู้ 2-3 อัน ช่อดอกเพศเมีย ยาว 3-4 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ผลสดอัดกันแน่นบนแกนช่อ ยาว 2.5-5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร โคนกว้าง ปลายมน ผิวผลเรียบ ผลย่อยขนาดเล็กจะติดกันเป็นแท่งหลอมรวมกัน แยกจากกันไม่ได้ ผลมีรสเผ็ดร้อน มีสีเขียว เมื่อสุกมีสีน้ำตาลแกมแดง ผลย่อยมีเมล็ดเดียว เมล็ดมีขนาดเล็กมาก กลมและแข็ง (ภาพที่ 2.3) (Backer and Bakhuizen Van Den Brink, 1963)

ภาพที่ 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผลดีปลี

ประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช

Tripathi et al. (1999) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากผลดีปลี มีฤทธิ์ไล่มอดแป้ง (*Trobolium castaneum*) สูงในระดับ 52, 76 และ 90% ที่อัตราความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2% Chansang et al. (2005) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยน้ำจากพืช 9 ชนิดได้แก่ดีปลี ขมิ้นชัน กระเทียม (*Allium sativum*) กานพลู ผักเผ็ด (*Spilanthes paniculata*) ว่านมหากาฬ (*Gynura pseudochina*) ไพล (*Zingiber montanum*) ทองพันชั่ง (*Rhinacanthus nasutus*) และ ผักเสี้ยนผี (*Cleome viscosa*) ในการควบคุมลูกน้ำวัย 4 ของยุงลาย (*Aedes aegypti)* และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดจากผลดีปลีมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} ต่อลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญ เท่ากับ 79 และ 135 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากผลดีปลีที่มีต่อปลวกใต้ดิน

พริกไทยดำ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.) มีลักษณะเป็นเถาเลื้อย ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับรูปไข่หรือรี ปลายใบแหลม โคนใบมนหรือรูปหัวใจปลายแหลมเล็กน้อย ใบกว้าง 3.5-6 เซนติเมตร ยาว 7-10 เซนติเมตร ก้านใบยาว 10-20 เซนติเมตร ผิวใบด้านบนเป็นมัน ด้านล่างสีเขียวอ่อนกว่าด้านบน ขอบใบบางพันธุ์เรียบบางพันธุ์หยักเป็นคลื่น ดอกออกเป็นช่อยาวประมาณ 7-14 เซนติเมตร เกิดตามข้อตรงข้ามกับใบ ดอกย่อยไม่มีก้านดอก แต่ละช่อดอกมีดอกย่อยประมาณ 150 ดอกย่อย ช่อดอกขณะอ่อนมีสีเหลืองอมเขียว เมื่อแก่ดอกมีสีเขียว ดอกบานทั้งช่อประมาณ 5-7 วัน ช่อดอกตัวเมียมีกลีบประดับเกือบกลมขนาด 4-5 มิลลิเมตร ติดอยู่ตามแกนช่อดอกรองรับดอก รังไข่กลมปลายเกสรแยก 3-5 แฉก ช่อดอกตัวผู้มีเกสรตัวผู้ 2 อัน ผลเป็นผลรวมกันบนช่อยาว 5-15 เซนติเมตร ผลรูปทรงกลมขนาด 3-6 มิลลิเมตร ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน ผลแก่สุกเต็มที่มีสีส้มหรือสีแดง เมื่อผลแห้งมีสีดำ ภายในมี 1 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะแข็งค่อนข้างกลมมีกลิ่นเฉพาะฉุน รสเผ็ด (ภาพที่ 2.4) (อภิชาติ, 2551)

ภาพที่ 2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเมล็ดพริกไทยดำ

ประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช

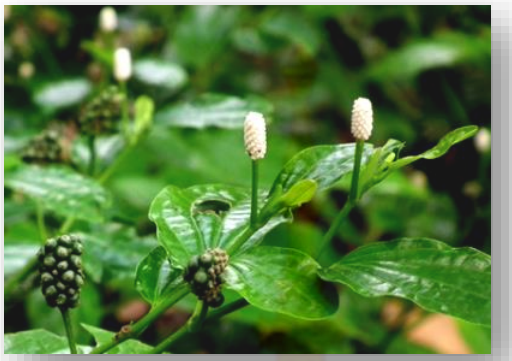
การใช้เมล็ดพริกไทยดำควบคุมแมลงศัตรูพืช มีรายงานการวิจัยดังต่อไปนี้ นันทวัน และคณะ (2546) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกพริกไทยมีพิษต่อปลวก โดยมีทั้งฤทธิ์ไล่แมลง ฤทธิ์ฆ่าแมลงทางสัมผัสพิษและพิษทางการรม โดยสารองค์ประกอบหลักที่พบ คือ caryophyllene, limonene และ β-pinene ยืนยง และคณะ (2558) ทดสอบผลของผงเมล็ดพริกไทยดำอัตราความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2 และ 4% ที่มีต่อด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus*) ผลการทดสอบพบว่า ผงเมล็ดพริกไทยดำทุกความเข้มข้นมีความเป็นพิษต่อแมลงสูงมาก ทำให้แมลงตาย 95.00-100.00% ในเวลา 4 วันหลังการทดสอบ ผงเมล็ดพริกไทยดำยังมีฤทธิ์ยับยั้งการวางไข่ และยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่อีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าผงเมล็ดพริกไทยดำทุกความเข้มข้น ไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วเขียว และสามารถป้องกันความเสียหายของเมล็ดถั่วเขียวจากการถูกทำลายโดยแมลงนาน 3 เดือน Moein and Farrag (2000) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดเฮกเซน สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ และสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ต่อการควบคุมปลวกทำลายไม้แห้งสายพันธุ์ *Cryptotermes brevis* ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดเฮกเซนมีความเป็นพิษสูงสุด เมื่อเปรียบกับสารสกัดที่เหลือ Nisar et al. (2012) ศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลง และฤทธิ์ต่อการสร้างท่อทางเดินดินของสารสกัดด้วยน้ำ สารสกัดเอทานอล และสารสกัดอะซีโตนจากเมล็ดพริกไทยดำ ที่มีต่อปลวกสายพันธุ์ *Odontotermes* sp. และ *Microtermes* sp โดยพบว่าสารสกัดอะซีโตนมีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงสุด ในขณะที่สารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างทางเดินดินของปลวกสูงสุด อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานวิจัยเกี่ยวประสิทธิภาพของสารสกัดเมล็ดพริกไทยดำ ต่อการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

ชะพลู

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxburgh.) เป็นพืชในวงศ์ Piperaceae มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก หรือเป็นเถาทอดเลื้อยไปตามพื้นดิน สูงประมาณ 30 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียว และมีไหลงอกยาวเป็นลำต้นใหม่ ใบเรียงแบบสลับ เนื้อใบบางถึงหนา กว้าง 5-10 เซนติเมตร ยาว 7-15 เซนติเมตร ใบบนลำต้นฐานใบลึกแบบสมมาตร ใบบนกิ่งฐานใบรูปลิ่มหรือเกือบตัดตรง ปลายใบแหลม เส้นใบมี

จำนวน 7 เส้นออกจากฐานใบ ช่อดอกรูปทรงกระบอกตั้งขึ้น ดอกมีสีขาวเป็นช่อแบบเชิงลด (spike) ออกตามซอกใบ ช่อดอกมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ขนาด 0.3-.05 x 1 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาว 1.5 เซนติเมตร ผลมีสีเขียวสด ลักษณะกลมผิวมัน (ภาพที่ 2.5) ใบชะพลูออกดอกและติดผลตลอดปี แต่พบมากในฤดูฝน (อรุณ รัตน์, 2548)



ภาพที่ 2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของใบชะพลู

ประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช

สำหรับประโยชน์ของใบชะพลู ในด้านการควบคุมแมลงศัตรูพืชมีดังนี้ นที และ สุภาณี (2546) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยง่ายจากผักพื้นบ้าน 4 ชนิด ได้แก่ ผักชีลาว (*Anethum* graveolens) ผักแพว (*Polygonum odoratum)* ผักแขยง (*Limnophila aromatica*) และใบชะพลู มีพิษสัมผัสตายต่อด้วงถั่วเขียว อรทัย และ ศิริพรรณ (2551) กล่าวว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบใบชะพลู มีพิษสูงต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) โดยมีค่า LC_{50} ทางปากที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 4.34% Choochote et al. (2006) ทดสอบฤทธิ์ฆ่าแมลงของสารสกัดเอทานอลจากพืชตระกูลพลูสามชนิดได้แก่ ใบชะพลู ดีปลี (*P. retrofractum*) และสะค้าน (*P. interruptum*) ที่มีต่อตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงลาย (*Stegomyia aegypti*) โดยหยดสารสกัดลงบนอกปล้องที่ 2 ของยุง ผลปรากฏว่า สารสกัดจากใบชะพลูมีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงสุด รองลงมาได้แก่สารสกัดจากสะค้านและดีปลี ตามลำดับ โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.14, 0.15 และ 0.26 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมของยุงเพศเมีย Chieng et al. (2008) สรุปไว้ว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบใบชะพลูความเข้มข้น 1% มีความเป็นพิษต่อปลวกใต้ดิน (*Coptotermes* sp.) โดยทำให้ปลวกตาย 100 % ภายในเวลา 2 วัน Qin et al. (2010) รายงานฤทธิ์ฆ่าแมลงและฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของน้ำมันหอมระเหยจากใบใบชะพลูที่มีต่อแมลงดำหนามมะพร้าว (*Brontispa longissima*) ระยะตัวหนอนวัย 1 และ 2 อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากใบชะพลูต่อการควบคุมปลวกใต้ดิน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. การสำรวจความเสียหายของสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่เกิดจากการทำลายของปลวก

การสำรวจความเสียหายของสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่เกิดจากการทำลายของปลวก ดำเนินการในสวนยางของเกษตรกรจำนวน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอทุ่งใหญ่ นาบอน และถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอละ 5 สวน โดยใช้แบบสอบถาม ข้อมูลที่สอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1) ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร 2) ข้อมูลการทำสวนยาง และ 3) ข้อมูลปัญหาของสวนยางที่เกิดจากการทำลายของปลวก

3.2. การเพาะเลี้ยงปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

เก็บรวบรวมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ด้วยการวางกับดักโดยใช้ถังพลาสติกปริมาตร 4.5 ลิตรเจาะรูรอบด้าน พร้อมทั้งใส่ไม้ยางลงในถังเพื่อเป็นเหยื่อล่อปลวกแล้วปิดฝาถัง นำกับดักฝังดินในแปลงยางของคณะเกษตรศาสตร์ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นเวลา 1-2 เดือน จากนั้นขุดกับดักที่มีปลวกนำมาไว้ในห้องปฏิบัติการ โดยย้ายไม้ยางที่ถูกปลวกทำลายใส่ในกล่องพลาสติกสีดำขนาด 46×65×35 เซนติเมตร นำปลวกที่ได้มาจำแนกชนิดโดยยึดรูปวิธานจาก Textbook ชื่อ “The insects of Australia” (Watson and Gay, 1970) หนังสือจำแนกชนิดปลวกของ Ahmad (1965) และ Morimoto (1973) โดยใช้ปลวกวรรณะทหารในการจำแนกชนิด พร้อมทั้งให้น้ำเพื่อรักษาสภาพความชื้นให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของปลวก (ภาพที่ 3.1)

(ก) (ข)

ภาพที่ 3.1 การเพาะเลี้ยงปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

(ก) กับดักถังพลาสติกเจาะรูรอบด้านสำหรับดักจับปลวก
(ข) กล่องพลาสติกที่ใช้เพาะเลี้ยงปลวก ในสภาพห้องปฏิบัติการ

3.3 การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ

เก็บรวบรวมใบชะพลูระยะใบแก่จากแปลงปลูกสมุนไพรของคณะเกษตรศาสตร์ อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช นำมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆและผึ่งลมจนแห้ง สำหรับเมล็ดพริกไทยและผลดีปลีซื้อจากร้านไทรบุรีสมุนไพร อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา นำมาล้างทำความสะอาดและผึ่งลมจนแห้ง นำพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิดมาบดให้เป็นผงละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 80 การสกัดสารออกฤทธิ์จากผงเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และใบชะพลู ใช้วิธีแช่ยุ่ย (maceration) โดยใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิด ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล เป็นตัวสกัดสารออกฤทธิ์ ในอัตราส่วนผงบดจากพืชทดสอบ 100 กรัม : ตัวทำละลาย 500 มิลลิลิตร แช่ผงบดจากพืชทดสอบในตัวทำละลายแต่ละชนิดแยกกันเป็นเวลา 7 วัน ใช้แท่งแก้วคนเป็นระยะ เมื่อครบกำหนดกรองด้วยกรวยกรองบุชเนอร์ นำสารละลายที่ได้จากการกรองมาลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยแห้งสุญญากาศ (rotary evaporator) จนเกือบแห้ง แล้วเทสารสกัดลงในจานเพาะเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ในตู้ดูดควันจนตัวทำละลายระเหยหมด จะได้สารสกัดหยาบจำนวน 12 ชนิด ชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบ แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรอการทดสอบฤทธิ์ชีวภาพกับปลวกต่อไป (ภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2 การสกัดสารออกฤทธิ์จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู โดยใช้วิธีแช่ยุ่ย

3.4 การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากเมล็ดพริกไทย ผลดีปลี และใบชะพลู จำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนิน และ แอลคาลอยด์ จะใช้ปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน (รัตนา, 2547; Trease and Evans, 2002) มีวิธีการตรวจสอบดังนี้

การตรวจสอบเทอร์พีนอยด์ ใช้การทดสอบซาลโควสกี (Salkowski test) โดยชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ครั้งละ 3-5 มิลลิลิตร 2-3 ครั้ง เติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเขย่าค่อยๆเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น หากเกิดสีน้ำตาลแดงระหว่างรอยต่อของสารละลายแสดงว่าพบเทอร์พีนอยด์ หรือชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม เติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น

ปริมาตร 2 มิลลิลิตร สังเกตผลที่ได้หากเกิดสีน้ำตาลแดงขึ้นระหว่างรอยต่อของสารละลายแสดงว่าพบเทอร์พีนอยด์

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

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

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

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

3.5 การทดสอบฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบต่อปลวกใต้ดิน *C. curvignathus* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

3.5.1 ฤทธิ์ฆ่าแมลง

1) <u>พิษทางการกิน</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) จำนวน 13 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ ใช้วิธีทดสอบแบบบังคับกิน (no-choice feeding bioassay method) ดัดแปลงจากวิธีของ Sharma และ Raina (1998) เริ่มจากเตรียมสารละลายของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี หรือใบชะพลูความเข้มข้น 1% ด้วยการเจือจางสารสกัดในตัวทำละลายอะซิโตน แล้วหยดสารละลายของสารสกัดแต่ละชนิดปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรอง Whatman No. 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่งโมงและชั่งน้ำหนัก เมื่อกระดาษกรองแห้ง ใส่กระดาษกรองในจานเพาะเชื้อ แล้วย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัว ปลวกทหาร 2 ตัว ที่ผ่านการอดอาหารเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลงบนกระดาษกรอง ชุดควบคุมคือกระดาษกรองที่ผ่านการหยดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนเพียงอย่างเดียว นำจานเพาะเชื้อที่มีปลวกทดสอบเก็บในสภาพมืด พร้อมทั้งหยดน้ำกลั่น 2 - 3 หยดทุกวันลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารสกัดและชุดควบคุมเพื่อให้ความชื้นแก่ปลวก (ภาพที่ 3.3) บันทึกผลการตายของปลวกทุกวันจนครบ 7 วัน เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ทำความสะอาดกระดาษกรอง นำมาอบและชั่งน้ำหนัก คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกตามวิธีของ Niber (1994) พร้อมทั้งคำนวณเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวกดังสมการ และคำนวณค่าความเป็นพิษของสารสกัดแต่ละชนิด (LC_{50}) โดยใช้ probit analysis

การตายของแมลง (%) = (จำนวนแมลงที่ตาย/จำนวนแมลงทั้งหมด) x 100

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

W1 = น้ำหนักกระดาษก่อนการทดลอง W2 = น้ำหนักกระดาษหลังการทดลอง

จากผลการทดสอบในเบื้องต้นที่ความเข้มข้น 1% พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และใบชะพลู ทำให้ปลวก *C. curvignathus* ตายสูงกว่า 80% จึงทำการคัดเลือกสารสกัดทั้ง 6 ชนิด นำมาทดสอบความเป็นพิษทางการกินกับปลวกสายพันธุ์ดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้น 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5 และ 1% เพื่อนำข้อมูลการตายของปลวก มาวิเคราะห์หาความเป็นพิษในรูปมัธยฐานของระดับความเข้มข้น (Median lethal concentration, LC_{50}) ต่อไป

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 3.3 การทดสอบพิษทางการกินของสารสกัดจากพืชทดสอบต่อปลวก *C. curvignathus*
(ก) หยดสารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบลงบนกระดาษกรอง
(ข) ย้ายปลวกงานและปลวกทหารลงบนกระดาษกรองที่ผ่านการหยดสารสกัด
(ค) หยดน้ำกลั่น 2-3 หยดลงบนกระดาษเพื่อให้ความชื้นแก่ปลวก
(ง) เก็บจานเพาะเชื้อที่มีปลวกทดสอบไว้ในสภาพมืด

2) <u>พิษทางการรม</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 13 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ การทดสอบพิษทางการรมดัดแปลงวิธีการจาก Michaelraj and Sharma (2006) โดยหยดสารละลายของสารสกัดแต่ละชนิดความเข้มข้น 1% ลงบนกระดาษกรอง Whatman No. 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร เมื่อกระดาษกรองแห้ง นำกระดาษกรองมาติดใต้ฝาภาชนะพลาสติกปริมาตร 950 มิลลิลิตร โดยใช้เยื่อกาวเป็นตัวยึด แล้วย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัวและปลวกทหารจำนวน 2 ตัว ที่ผ่านการอดอาหารเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลงบนกระดาษกรอง Whatman No. 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร ที่บรรจุอยู่ในจานเพาะเชื้อ วางจานเพาะเชื้อที่มีปลวก

ทดสอบในภาชนะพลาสติกดังกล่าว แล้วปิดฝาภาชนะให้แน่น ใช้กระดาษกาวย่นพันรอบฝาภาชนะอีกครั้ง ชุดควบคุมคือกระดาษกรองที่ผ่านการหยดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนเพียงอย่างเดียว นำภาชนะพลาสติกที่มีปลวกทดสอบเก็บในสภาพมืด พร้อมทั้งหยดน้ำกลั่น 1-2 หยดทุกวัน ลงในจานเพาะเชื้อที่มีปลวก (ภาพที่ 3.4) บันทึกผลการตายของปลวกทุกวันจนครบ 7 วัน เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง นำกระดาษกรองที่บรรจุในจานเพาะเชื้อมาทำความสะอาด อบและชั่งน้ำหนัก คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกตามวิธีของ Niber (1994) และคำนวณเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวกตามสมการดังกล่าวแล้วข้างต้น จากผลการทดสอบในเบื้องต้นที่ความเข้มข้น 1% พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ และเอทานอล จากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และใบชะพลู ทำให้ปลวก *C. curvignathus* ตายสูงกว่า 80% จึงทำการคัดเลือกสารสกัดทั้ง 6 ชนิด นำมาทดสอบความเป็นพิษทางการรมกับปลวกสายพันธุ์ดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้น 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5 และ 1% เพื่อนำข้อมูลการตายของปลวกมาหาค่า LC_{50} ต่อไป

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3.4 การทดสอบพิษทางการรมของสารสกัดจากพืชทดสอบต่อปลวก *C. curvignathus*

(ก) ติดกระดาษกรองที่ผ่านการหยดสารละลายของสารสกัดใต้ฝาภาชนะพลาสติกและย้ายปลวกงานและปลวกทหารลงในเจาะเพาะเชื้อ

(ข) ใช้กระดาษกาวย่นพันรอบฝาภาชนะพลาสติกให้แน่น

(ค) เก็บภาชนะพลาสติกที่มีปลวกทดสอบไว้ในสภาพมืด

3.5.2 ฤทธิ์ไล่แมลง

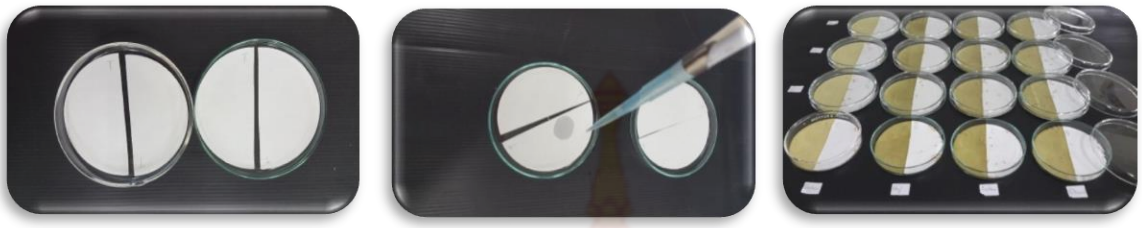
การทดสอบฤทธิ์ไล่ของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตนและเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และ ใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 12 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ โดยใช้การทดสอบแบบมีตัวเลือก (choice bioassay method) ดัดแปลงจากวิธีของ Roszaini et al. (2013) เริ่มจากตัดกระดาษกรอง Whatman No. 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ออกเป็นสองส่วนเท่ากัน หยดสารละลายของสารสกัดแต่ละชนิดความเข้มข้น 1% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงบนกระดาษกรองส่วนแรก และหยดตัวทำละลายอะซีโตนปริมาตรเท่ากันบนกระดาษกรองส่วนที่สอง (ชุดควบคุม) เมื่อกระดาษกรองแห้ง ใช้สก็อตเทปใสติดกระดาษกรองให้เป็นวงกลมเหมือนเดิม แล้วใส่กระดาษกรองในจานเพาะเชื้อ ย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัวและปลวกทหารจำนวน 2 ตัว ลงบนรอยต่อของกระดาษกรอง (ภาพที่ 3.5) บันทึกจำนวนปลวกบนกระดาษกรองทั้งสองส่วนที่เวลา 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมงหลังการทดสอบ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงตามวิธีของ Liu et al. (2006) ดังสมการ

การไล่แมลง (%) = (C-E) x 100 /T

โดย C = จำนวนแมลงบนกระดาษกรองด้านที่ไม่ใช้สาร

E = จำนวนแมลงบนกระดาษกรองด้านที่ใช้สาร

T = จำนวนแมลงทั้งหมด



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3.5 การทดสอบฤทธิ์ไล่ของสารสกัดจากพืชทดสอบต่อปลวก *C. curvignathus*
(ก) แบ่งกระดาษกรองออกเป็นสองส่วนเท่ากัน
(ข) หยดสารละลายของสกัดลงบนกระดาษกรองส่วนแรก และหยดตัวทำละลายอะซีโตนบนกระดาษกรองส่วนที่สอง
(ค) ต่อกระดาษกรองเป็นวงกลมและปล่อยปลวกทดสอบในจานเพาะเชื้อ

3.5.3 ฤทธิ์ของสารสกัดที่คัดเลือกต่อการยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก

ผลการทดสอบฤทธิ์ฆ่าแมลงและฤทธิ์ไล่แมลงของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล จากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และใบชะพลู พบว่า สารสกัดหยาบปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพสูงต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* จึงคัดเลือกสารสกัดทั้ง 6 ชนิด มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ดังกล่าว ดัดแปลงจากวิธีทดสอบของ Raina et al. (2007) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 7 สิ่งทดลองๆ 4 ซ้ำ การทดสอบทำโดยเตรียมสารละลายของสารสกัดแต่ละชนิดความเข้มข้น 1% ~~โดยเตรียมน้ำมันหอมระเหยระเหย ความเข้มข้น1.5, 3, 6, 12, 24, 30 และ 45 ไมโครลิตร ละลายในตัวทำละลายอะซิโตน 3 มิลลิลิตร จนได้ความเข้มข้น 7 ระดับ ได้แก่ 500, 1000, 2,000, 4,000, 8,000, 10,000 และ 15,000 พีพีเอ็ม แล้ว~~ จากนั้นหยดสารสกัดลงบนทรายละเอียดน้ำหนัก 2 กรัมที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ~~จากนั้นแล้ว~~คลุกให้ทั่ว รอจนตัวทำละลายระเหยหมด จึงบรรจุทรายละเอียดดังกล่าวในท่อแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร นำท่อแก้วมาเชื่อมต่อระหว่างภาชนะพลาสติกปริมาตร 250 มิลลิลิตร จำนวน 2 ใบ ที่ผ่านการเจาะรูบริเวณด้านล่างของภาชนะ โดยภาชนะพลาสติกแต่ละใบบรรจุทรายละเอียดน้ำหนัก 70 กรัม ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ ย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัว และปลวกทหารจำนวน 2 ตัว (แต่ละซ้ำใช้ปลวก 22 ตัว) ที่ผ่านการอดอาหารเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลงในภาชนะพลาสติกใบใดใบหนึ่ง และใส่กระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร ลงในภาชนะพลาสติกอีกใบที่ไม่มีปลวก ปิดฝาภาชนะพลาสติกทั้งสองใบ เก็บภาชนะพลาสติกที่ทำการทดสอบในสภาพมืด และหยดน้ำกลั่นในภาชนะพลาสติกที่มีปลวกจำนวน 3 หยดทุกวัน ชุดควบคุมคือทรายละเอียดที่ผ่านการหยดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนเพียงอย่างเดียว บันทึกระยะทางที่ปลวกสร้างท่อทางเดินหรือที่ปลวกเคลื่อนที่ในท่อแก้วจากด้านที่เชื่อมกับ

ภาชนะที่มีปลวกไปยังภาชนะที่มีกระดาษกรอง ที่เวลา 7 และ 14 วัน~~1, 3, 5, 7 และ 14~~หลังการทดสอบ ~~และบันทึกจำนวนปลวกที่ตายหลังเสร็จสิ้นการทดสอบ~~ (ภาพที่ 3.6)

(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 3.6 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินปลวกของสารสกัดจากพืชทดสอบ
(ก) หยดสารละลายของสารกัดจากพืชทดสอบลงบนทรายอบฆ่าเชื้อ
(ข) กรอกทรายที่ผ่านการหยดสารสกัดในท่อแก้ว เชื่อมท่อแก้วระหว่างภาชนะพลาสติก 2 ใบ และย้ายปลวกทดสอบลงในภาชนะพลาสติกที่ไม่มีกระดาษ
(ค) เก็บภาชนะทดสอบไว้ในสภาพมืด
(ง) บันทึกระยะทางที่ปลวกเคลื่อนที่ในท่อแก้วจากด้านที่ใส่ปลวกไปยังด้านที่มีกระดาษ

3.5.4 ประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกต่อการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

นำสารสกัดที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ สารสกัดหยาบปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และใบชะพลู ความเข้มข้น 1% มาทดสอบประสิทธิภาพต่อการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ดัดแปลงจากวิธีทดสอบของ Manzoor et al. (2011) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 7 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ นำภาชนะทดสอบขนาด 13.5x18.5x6.3 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) มาแบ่งเป็น 3 ส่วน ใส่ทรายละเอียดที่อบฆ่าเชื้อปริมาณ 310 กรัม ในพื้นที่ส่วนที่หนึ่งเรียกว่า Introduction zone และใส่ทรายละเอียดที่อบฆ่าเชื้อปริมาณ 65 กรัม ซึ่งผ่านการหยดด้วยสารละลายของสารสกัดหยาบแต่ละชนิดความเข้มข้น 1% ลงในพื้นที่ส่วนที่สองหรือพื้นที่ตรงกลางซึ่งเรียกว่า barrier zone สำหรับพื้นที่ส่วนสุดท้ายใส่ทรายละเอียดที่อบฆ่าเชื้อปริมาณ 310 กรัม และวางกระดาษกรองขนาด 2x5 เซนติเมตร เป็นแหล่งอาหารของปลวก เรียกพื้นที่ส่วนนี้ว่า protected zone ย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัว และปลวกทหาร 2 ตัว ที่ผ่านการอดอาหารเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในพื้นที่ส่วนที่หนึ่ง (ภาพที่ 3.8)

ชุดควบคุมคือทรายละเอียดที่ผ่านการหยดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนเพียงอย่างเดียว เมื่อครบกำหนด 7 วัน นับ

จำนวนปลวกที่มีชีวิตในแต่ละพื้นที่ นำมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของปลวก

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3.7 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวกใต้ดิน สายพันธุ์ *C. curvignathus*

(ก) แบ่งพื้นที่ของภาชนะทดสอบเป็น 3 ส่วน พื้นที่ส่วนที่หนึ่งและสามใส่ทรายชื้น ปริมาณ 310 กรัม พื้นที่ตรงกลางใส่ทรายผสมสารสกัดจากพืชทดสอบปริมาณ 65 กรัม

(ข) ย้ายปลวกทดสอบลงในพื้นที่ส่วนที่หนึ่ง

(ค) การเคลื่อนที่ของปลวกทดสอบจากพื้นที่ส่วนที่หนึ่งไปยังพื้นที่ส่วนที่สาม

3.5.5 ประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ของสารสกัดที่คัดเลือก

การทดสอบประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ของสารสกัดจากพืชทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และใบชะพลู ความเข้มข้น 1% ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 7 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ ทดสอบโดยวิธีบังคับกิน ดัดแปลงจากวิธีทดสอบของ Olufemi et al. (2011) และ Roszaini (2017) การทดสอบทำโดยตัดไม้ยางให้มีขนาด 4×5×2 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) นำชิ้นไม้ยางอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นอบไม้อีกครั้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก นำชิ้นไม้แช่ในสารละลายของสารสกัดหยาบความเข้มข้น 1% ปริมาตร 400 มิลลิลิตร ที่บรรจุอยู่ในบิกเกอร์ปริมาตร 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำชิ้นไม้ออกมาตั้งทิ้งไว้ที่

อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก เติมทรายละเอียดจำนวน 150 กรัมที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ลงไปในบิกเกอร์ปริมาตร 600 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตั้งภาชนะทดสอบที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นวางชิ้นไม้ยางจำนวน 1 ชิ้นบนผิวของทรายชื้นในภาชนะทดสอบดังกล่าว แล้วย้ายปลวกงาน 20 ตัวและปลวกทหาร 2 ตัว ที่ผ่านการ อดอาหารเป็นเวลา 3 ชั่วโมงลงในภาชนะทดสอบ ปิดปากภาชนะทดสอบด้วยกระดาษฟลอยด์ แล้วเก็บภาชนะทดสอบในสภาพมืด (ภาพที่ 3.8) ชิ้นไม้ยางที่แช่ในตัวทำละลายอะซิโตนเป็นชุดควบคุม เมื่อครบกำหนด 30 วัน บันทึกผลการตายของปลวก และคำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกตามวิธีของ Niber (1994) เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบทำความสะอาดชิ้นไม้และอบอีกครั้ง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์การกินไม้ของปลวก

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

W1 = น้ำหนักไม้ก่อนการทดสอบ W2 = น้ำหนักไม้หลังการทดสอบ

(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 3.8 การทดสอบประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ของสารสกัดจากพืชทดสอบ

(ก) อบชิ้นไม้ยางที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และอบไม้อีกครั้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

(ข) แช่ชิ้นไม้ยางที่ผ่านการอบในสารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบ

(ค) วางชิ้นไม้ยางที่ผ่านการแช่สารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบบนทรายชื้นที่บรรจุในบิกเกอร์และย้ายปลวกลงในภาชนะทดสอบ

(ง) นำภาชนะทดสอบเก็บไว้ในสภาพมืด

3.5.6 ประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกผสมทรายละเอียดต่อการตายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกจำนวน 6 ชนิด ต่อการตายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 7 สิ่งทดลองๆ 4 ซ้ำ ดัดแปลงวิธีทดสอบจาก Alamu et al. (2018) โดยนำสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทา-นอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ผลดีปลี และใบชะพลู ความเข้มข้น 1% ปริมาตร 30 มิลลิลิตร หยดลงบนทรายละเอียดจำนวน 100 กรัมที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งบรรจุในบิกเกอร์ปริมาตร 600 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนตัวทำละลายระเหยหมด นำกระดาษกรอง Whatman No. 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนัก วางบนทรายผสมสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบ แล้วย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัวและปลวกทหารจำนวน 2 ตัว ที่ผ่านการอดอาหารเป็นเวลา 3 ชั่วโมงลงบนกระดาษกรอง ปิดปากภาชนะทดสอบด้วยกระดาษฟลอยด์เจาะรูเพื่อให้มีการระบายอากาศ แล้วเก็บภาชนะทดสอบในสภาพมืด ชุดควบคุมคือทรายละเอียดที่ผสมกับตัวทำละลายอะซิโตนเพียงอย่างเดียว หยดน้ำกลั่น 2-3 หยดทุกวันเพื่อให้ความชื้นกับปลวก (ภาพที่ 3.9) บันทึกผลการตายของปลวกเมื่อครบ 7 วัน เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ทำความสะอาดกระดาษกรอง นำมาอบและชั่งน้ำหนัก คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกตามวิธีของ Niber (1994) พร้อมทั้งคำนวณเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวกตามสมการดังกล่าวแล้วข้างต้น

(ก) (ข)

ภาพที่ 3.9 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบที่คัดเลือกผสมทรายต่อการตายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

(ก) หยดสารสกัดที่คัดเลือกลงบนทรายละเอียดที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ

(ข) ย้ายปลวกลงบนกระดาษกรองแล้วปิดปากภาชนะทดสอบด้วยกระดาษฟลอยด์

3.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง

นำสารสกัดจากพืชทดสอบจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำและผลดีปลีความเข้มข้น 1% ที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก การทดสอบประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ และการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดต่อการตายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ดังกล่าวเมื่อนำสารสกัดมาผสมกับทรายละเอียด มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง เปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลง

คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 1%
สิ่งทดลองที่ 2 สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 1%
สิ่งทดลองที่ 3 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีความเข้มข้น 1%
สิ่งทดลองที่ 4 สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีความเข้มข้น 1%
สิ่งทดลองที่ 5 สารฆ่าแมลงสังเคราะห์คลอร์ไพริฟอสความเข้มข้น 1% EC
สิ่งทดลองที่ 6 น้ำเปล่า (ชุดควบคุม)

การทดสอบทำโดยตัดไม้ยางให้มีขนาด 5×18×2 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) นำไปอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นอบไม้อีกครั้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก นำไม้ยางจำนวน 14 ชิ้น (แต่ละซ้ำ) มาแช่ในสารละลายของสารสกัดหยาบจากพืชทดสอบที่คัดเลือกหรือสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสความเข้มข้น 1% ปริมาตร 2500 มิลลิลิตรซึ่งบรรจุอยู่ในขวดโหล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำไม้ออกมาตั้งทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักไม้ นำไม้ยางทั้ง 14 ชิ้นมาใส่ในถังพลาสติกปริมาตร 4.5 ลิตรที่เจาะรูบริเวณก้นถังและด้านข้างเพื่อให้ปลวกเข้าไปในถัง นำกับดักถังพลาสติกฝังรอบต้นยางที่มีปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* โดยฝังกับดักเป็นเวลา 45, 90, 135 และ 180 วัน เมื่อครบกำหนดแต่ละช่วงเวลาขุดกับดักถังพลาสติก นับจำนวนปลวกที่พบในกับดักแล้วทำความสะอาดไม้ยาง อบไม้ตามขั้นตอนที่กล่าวแล้วข้างต้น ชั่งน้ำหนักไม้อีกครั้งเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไม้ที่สญหาย พร้อมทั้งประเมินความเสียหายของไม้ที่ถูกปลวกทำลายตามเกณฑ์ของ American Wood Protection Association (AWPA, 2009) โดยแบ่งคะแนนจาก 0-

10 ดังนี้ คะแนน 10 หมายถึง ไม้ปกติไม่ถูกทำลาย, 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 (ภาพที่ 3. 10)

(ก) (ข)

(ค)

(ง)

คะแนน 10 ไม้เปรียบไม่ถูกทำลาย

คะแนน 9.5 มีรูไม้ถูกแทะเล็กน้อย

คะแนน 9 ไม้ถูกทำลายเล็กน้อยไม่เกิน 3%

คะแนน 8 ไม้ถูกทำลายบางกลาง 3-10%

คะแนน 7 ไม้ถูกทำลายปานกลาง 10-30%

คะแนน 6 ไม้ถูกทำลายรุนแรง 30-50%

คะแนน 4 ไม้ถูกทำลายรุนแรงมาก 50-70%

คะแนน 0 ไม้ถูกทำลายทั้งหมด

(จ)

ภาพที่ 3.10 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบที่คัดเลือกเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง

(ก) ชั่งน้ำหนักไม้ที่อบแล้วก่อนแช่ในสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมี

(ข) เตรียมสารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมีความเข้มข้น 1%

(ค) แช่ไม้ยางในสารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมี

(ง) ฝังกับดักถังที่ใส่ไม้ยางผ่านการแช่สารละลายของสารสกัดจากพืชทดสอบหรือสารเคมีบริเวณต้นยางที่มีปลวก *C. curvignathus*

(จ) ประเมินความเสียหายของไม้ยางหลังเสร็จสิ้นการทดสอบตามเกณฑ์ AWPA (2009)

3.7 การจัดฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการควบคุมปลวกในสวนยางพาราโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชสู่เกษตรกร

จัดฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการควบคุมปลวกในสวนยางพาราโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชสู่เกษตรกร จำนวน 1 รุ่น ในงานเกษตรแห่งชาติประจำปี 2562 ณ ห้อง PS201 และ PS202 สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562 โดยจัดอบรมภาคทฤษฎีเรื่องวงจรชีวิตของปลวก นิเวศวิทยาของปลวก ชนิดปลวกที่พบในสวนยาง พืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวก และจัดอบรมภาคปฏิบัติเรื่องการวินิจฉัยชนิดปลวก การเตรียมสารสกัดและน้ำมันหอมระเหยจากพืช และเทคนิคการใช้สารสกัดและน้ำมันหอมระเหยจากพืชเพื่อควบคุมปลวกในสวนยาง

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. การสำรวจความเสียหายของสวนยางที่เกิดจากการทำลายปลวก

การสำรวจความเสียหายของสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่เกิดจากปลวก ในพื้นที่อำเภอถ้ำพรรณรา ทุ่งใหญ่ และนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้แบบสอบถามปรากฏข้อมูลดังนี้ (ตารางที่ 4.1)

1.1 ข้อมูลทั่วไป

1) เพศ

ผู้ตอบแบบสอบถามเรื่องความเสียหายของสวนยางที่เกิดจากปลวกในพื้นที่ อ.ถ้ำพรรณรา และ อ.ทุ่งใหญ่ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย 80 และ 88.89% ตามลำดับ ส่วน อ. นาบอน ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายคิดเป็น 54.55% (ตารางที่ 4.1)

2) อายุ

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 50 ปี คิดเป็น 60.00, 44.44 และ 54.55% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

3) สถานภาพ

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส 60.00, 100.00 และ 90.91% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

4) ระดับการศึกษา

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา 60.00 และ 45.45% ตามลำดับ ส่วน อ.ทุ่งใหญ่ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี 33.33% (ตารางที่ 4.1)

5) สถานภาพทางสังคม

ผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง อ. ถ้ำพรรณรา ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่ไม่มีสถานภาพการเป็นผู้นำทางสังคม 100.00, 88.89 และ 90.91% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

1.2 ข้อมูลการทำสวนยาง

1) ขนาดพื้นที่ในการปลูกยาง

ผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่ อ.ถ้ำพรรณรา และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่ มีสวนยางขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 1-10 ไร่ คิดเป็น 60.00 และ 36.36% ตามลำดับ ส่วน อ.ทุ่งใหญ่ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีสวนยางขนาดพื้นที่ 11-20 ไร่ คิดเป็น 55.56% (ตารางที่ 4.1)

2) สภาพถือครองพื้นที่

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่มีสวนยางเป็นของตนเอง 100.00, 88.89 และ 90.91% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

3) ลักษณะพื้นที่สวนยาง

พื้นที่สวนยางของผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ 80.00, 66.67 และ 100.00% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

4) สภาพดินภายในสวนยาง

ข้อมูลด้านสภาพดินของผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา ส่วนใหญ่ เป็นดินร่วนปนเหนียว 40.00% สำหรับ อ.ทุ่งใหญ่ สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย 44.44% ส่วนพื้นที่ใน อ.นาบอน สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วน 72.73% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

5) พันธุ์ยางภายในสวน

พันธุ์ยางที่ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน นิยมปลูกมากที่สุดคือพันธุ์ RRIM 600 คิดเป็น 80.00, 88.89, 72.73% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

6) อายุต้นยาง

ข้อมูลด้านอายุของต้นยางภายในสวนของผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่ อ.ถ้ำพรรณรา และ อ.ทุ่งใหญ่ ส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 20 ปี คิดเป็น 100.00 และ 77.78% ตามลำดับ ในขณะที่สวนยางของ อ.นาบอน ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 10-15 ปี คิดเป็น 72.73% (ตารางที่ 4.1)

7) พื้นที่เปิดกรีด

ข้อมูลพื้นที่เปิดกรีดของผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่ อ.ถ้ำพรรณรา และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่มีพื้นที่เปิดกรีดตั้งแต่ 1-10 ไร่ คิดเป็น 60.00 และ 54.55% ตามลำดับ ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใน อ.ทุ่งใหญ่ มีพื้นที่เปิดกรีดตั้งแต่ 11-20 ไร่ คิดเป็น 55.56% (ตารางที่ 4.1)

8) ระบบกรีดยาง

ข้อมูลด้านระบบกรีดยางภายในสวนยางของผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่ อ.ถ้ำพรรณรา ส่วนใหญ่ใช้ระบบสามวันเว้นวันคิดเป็น 80.00% สำหรับ อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่ใช้ระบบกรีดยางแบบสองวันเว้นวันคิดเป็น 55.56 และ 54.55% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

9) รูปแบบการขายผลผลิต

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่ นิยมขายผลผลิตในรูปของน้ำยางสด คิดเป็น 80.00, 88.89 และ 90.91% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

10) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่มีรายได้ตั้งแต่ 5,000-15,000 บาท คิดเป็น 80.00, 44.44 และ 54.55% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

1.3 ปัญหาสวนยางที่เกิดจากการทำลายของปลวก

1) ภายในสวนยางมีหรือมีปลวกเข้ามาทำลาย

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่ให้ข้อมูลเหมือนกันว่า ภายในสวนยางพบปลวกทั้ง 3 อำเภอ คิดเป็น 100.00% (ตารางที่ 4.1)

2) ภายในสวนมีปลวกเข้ามาทำลายระยะใด

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ให้ข้อมูลตรงกัน ว่าพบปลวกเข้ามาทำลายระยะเปิดกรีดทั้ง 3 อำเภอ คิดเป็น 100.00% (ตารางที่ 4.1)

3) บริเวณที่พบปลวก

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่ พบปลวกบนต้นยาง คิดเป็น 100.00, 77.78 และ 81.82% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

4) จำนวนต้นยางที่ถูกปลวกทำลาย

จากข้อมูลแบบสอบถามพบว่า อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่มีจำนวนต้นยางที่ถูกปลวกทำลายต่ำกว่า 10 ต้น คิดเป็น 80.00, 88.89 และ 81.82% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

5) ลักษณะการทำลายต้นยางของปลวก

ลักษณะการทำลายต้นยางของปลวกในสวนยาง อ.ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่พบปลวกนำดินมาพอกบริเวณที่กรีดยาง คิดเป็น 100.00, 66.67 และ 54.55% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

6) ทราบข้อมูลการกำจัดปลวกจากแหล่งใด

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ถ้ำพรรณรา ส่วนใหญ่ทราบข้อมูลจาก วิทยุ โทรทัศน์ และ สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง คิดเป็น 100.00% ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ทุ่งใหญ่ ส่วนใหญ่ทราบข้อมูลกำจัดปลวกจากโทรทัศน์ และ สำนักงาน

กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง คิดเป็น 88.89% ในส่วนของ อ.นาบอน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ทราบข้อมูลจากหนังสือพิมพ์ คิดเป็น 54.55% (ตารางที่ 4.1)

7) ใช้วิธีใดในการป้องกันกำจัดปลวก

ผู้ตอบแบบสอบถาม ใน อ.ถ้ำพรรณรา และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่ไม่ใช้วิธีการใดๆกำจัดปลวก คิดเป็น 100.00 และ 54.55% ตามลำดับ ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ของ อ.ทุ่งใหญ่ ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดปลวก 44.44% (ตารางที่ 4.1)

8) ชนิดของสารเคมี

ผู้ตอบแบบสอบถาม ใน อ.ทุ่งใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้สารเคมีในการกำจัดปลวกจำชื่อสารเคมีที่ใช้ไม่ได้ 75.00% ส่วนที่เหลือ 25.00% นิยมใช้สารฆ่าแมลงคาร์โบฟูแรน สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.นาบอน ที่มีการใช้สารเคมีกำจัดปลวก นิยมใช้สารคาร์โบฟูแรน 75% และคาร์โบซัลแฟน 25% (ตารางที่ 4.1)

9) วิธีใช้สารเคมี

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ส่วนใหญ่นำสารฆ่าแมลงคาร์โบฟูแรนมาห่อด้วยผ้าขาวบางแล้วฝังดิน 75.00 และ 50.00% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

10) วิธีใช้เชื้อจุลินทรีย์เมตาไรเซียม

ผู้ตอบแบบสอบถามเฉพาะใน อ.นาบอน เท่านั้นที่มีการใช้เชื้อจุลินทรีย์เมตาไรเซียมกำจัดปลวกโดยใช้ในรูปแบบหว่างลงดิน 100.00% (ตารางที่ 4.1)

11) กำจัดปลวกปีละกี่ครั้ง

ผู้ตอบแบบสอบถามใน อ.ทุ่งใหญ่ และ อ.นาบอน ซึ่งมีการป้องกันกำจัดปลวกในสวนยางส่วนใหญ่กำจัดปลวกปีละ 1-2 ครั้ง คิดเป็น 80.00 และ 83.33% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรชาวสวนยางและปัญหาของสวนยางที่เกิดจากการทำลายของปลวกของ อ. ถ้ำพรรณรา อ.ทุ่งใหญ่ และอ.นาบอน จ.นครศรีธรรมราช

ประเด็น	เปอร์เซ็นต์		
	อ.ถ้ำพรรณรา	**อ.ทุ่งใหญ่**	**อ.นาบอน**
1. ข้อมูลทั่วไป			
1.1 เพศ			
ชาย	80.00	88.89	45.45
หญิง	20.00	11.11	54.55
1.2 อายุ (ปี)			
31-40	20.00	22.22	18.18
41-50	20.00	33.33	27.27
มากกว่า50	60.00	44.44	54.55
1.3 สถานภาพ			
โสด	40.00	0	9.09
สมรส	60.00	100.00	90.91
1.4 ระดับการศึกษา			
ต่ำกว่าประถมศึกษา	20.00	0	9.09
ประถมศึกษา	60.00	22.22	45.45
มัธยมศึกษาตอนต้น	20.00	22.22	18.18
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	0	11.11	0
อนุปริญญา/ปวส.	0	11.11	27.27
ปริญญาตรี	0	33.33	0
1.5 สถานภาพทางสังคม			
ผู้นำองค์กรการปกครอง	0	11.11	9.09

ผู้นำกลุ่ม	0	0	0
ไม่มีสถานภาพการเป็นผู้นำ	100.00	88.89	90.91

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเด็น	เปอร์เซ็นต์		
	อ.ถ้ำพรรณรา	**อ.ทุ่งใหญ่**	**อ.นาบอน**
2. ข้อมูลการทำสวนยาง			
2.1 ขนาดพื้นที่ในการปลูกยาง (ไร่)			
ตั้งแต่ 1-10	60.00	11.11	36.36
11-20	40.00	55.56	27.27
21-30	0	0	18.18
31-40	0	0	0
41-50	0	0	0
มากกว่า50	0	33.33	18.18
2.2 สภาพถือครองพื้นที่			
ของตนเอง	100.00	88.89	90.91
เช่า	0	0	9.09
พื้นที่หน่วยงานราชการ	0	11.11	0
2.3 ลักษณะพื้นที่สวนยาง			
ที่ราบ	80.00	66.67	100
ที่ราบลุ่ม	20.00	22.22	0
อื่นๆ	0	0	0
ที่ลาดเชิงเขา	0	11.11	0
2.4 สภาพดินภายในสวน			
ดินร่วน	20.00	22.22	72.73
ดินร่วนปนทราย	20.00	44.44	0
ดินร่วนปนเหนียว	40.00	33.33	27.27

อื่นๆ	20.00	0	0
2.5พันธุ์ยางภายในสวน			
สถาบันวิจัยยาง 251	0	11.11	9.09
สถาบันวิจัยยาง 226	0	0	0
BPM 24	20.00	0	18.18
RRIM 600	80.00	88.89	72.73

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเด็น	เปอร์เซ็นต์		
	อ.ถ้ำพรรณรา	**อ.ทุ่งใหญ่**	**อ.นาบอน**
2.6 อายุต้นยาง (ปี)			
ต่ำกว่า 5	0	0	9.09
6-10	0	0	0
10-15	0	11.11	72.73
15-20	0	11.11	18.18
มากกว่า 20	100.00	77.78	0
2.7 พื้นที่เปิดกรีด (ไร่)			
ตั้งแต่ 1-10	60.00	11.11	54.55
11-20	40.00	55.56	27.27
21-30	0	0	9.09
31-40	0	0	9.09
41-50	0	0	0
มากกว่า 50	0	33.33	0
2.8 ระบบกรีดยาง			
วันเว้นวัน	0	22.22	18.18
สองวันเว้นวัน	20	55.56	54.55
สามวันเว้นวัน	80	22.22	27.27
2.9 รูปแบบการขายผลผลิต			
น้ำยางสด	80.00	88.89	90.91
ยางแผ่นดิบ	20.00	11.11	9.09
แผ่นยางรมควัน	0	0	0

ยางก้อนถ้วย	0	0	0
2.10 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน			
ตั้งแต่ 5,000-15,000	80.00	44.44	54.55
15,001-25,000	20.00	22.22	9.09
25,001-35,000	0	11.11	36.36
35,001-45,000	0	0	0
45,001-50,000	0	0	0
มากกว่า 55,000	0	22.22	0

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเด็น	เปอร์เซ็นต์		
	อ.ถ้ำพรรณรา	**อ.ทุ่งใหญ่**	**อ.นาบอน**
3. ปัญหาสวนยางที่เกิดจากการทำลายของปลวก			
3.1 ภายในสวนมี/ไม่มีปลวกเข้ามาทำลาย			
มี	100.00	100.00	100.00
ไม่มี	0	0	0
3.2 ภายในสวนมีปลวกเข้ามาทำลายระยะ			
ระยะต้นอ่อน	0	0	0
ระยะก่อนเปิดกรีด	0	0	0
ระยะเปิดกรีด	100.00	100.00	100.00
3.3 บริเวณที่พบปลวก			
บนต้นยาง	100.00	77.78	81.82
กิ่งไม้ที่อยู่บนพื้นดิน	0	11.11	9.09
สร้างรังบนพื้นดิน (จอมปลวก)	0	0	0
อื่นๆ	0	11.11	9.09
3.4 จำนวนต้นยางที่ถูกปลวกทำลาย (ต้น)			
ต่ำกว่า 10	80.00	88.89	81.82
11-20	20.00	11.11	0
21-30	0	0	9.09
31-40	0	0	9.09
มากกว่า 40	0	0	0
3.5 ลักษณะการทำลายต้นยางของปลวก			
กัดกินต้นยางจนยืนต้นตาย	0	0	27.27

กัดกินเปลือกยางเป็นโพรง	0	22.22	18.18
นำดินมาพอกบริเวณที่กรีดยาง	100.00	66.67	54.55
อื่นๆ (กัดกินไม้ยางที่ร่วงหล่นในสวนยาง)	0	11.11	0

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเด็น	เปอร์เซ็นต์		
	อ.ถ้ำพรรณรา	**อ.ทุ่งใหญ่**	**อ.นาบอน**
3.6 ทราบข้อมูลการกำจัดปลวกจากแหล่งใด			
วิทยุ	100.00	77.78	9.09
โทรทัศน์	100.00	88.89	18.18
หนังสือพิมพ์	80.00	44.44	54.55
วารสารเกษตร	80.00	44.44	18.18
สนง.กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง	100.00	88.89	27.27
เจ้าหน้าที่รัฐ	0	11.11	0
เพื่อน/ญาติ	0	0	27.27
อื่นๆ	0	11.11	18.18
3.7 ใช้วิธีใดในการป้องกันกำจัดปลวก			
ใช้สารเคมี	0	44.44	36.36
ใช้เชื้อจุลินทรีย์เมตาไรเซียม	0	0	9.09
ไม่ทำอะไร	100.00	33.33	54.55
อื่นๆ (แคะออกจากต้นยาง)	0	22.22	0
3.8 ชนิดของสารเคมี			
คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์)	0	0	25.00
คาร์โบฟูแรน (ฟูราดาน)	0	25.00	75.00
ฟิโปรนิล (แอสเซ็นต์)	0	0	0
คลอไพริฟอส (โรแลน)	0	0	0
อื่นๆ (จำชื่อไม่ได้)	0	75.00	0
3.9 วิธีใช้สารเคมี			

ราดดิน	0	25.00	25.00
ทาบนต้นยาง	0	0	25.00
เหยื่อพิษ	0	0	0
อื่นๆ (ฝังดิน)	0	75.00	50.00

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเด็น	เปอร์เซ็นต์		
	อ.ถ้ำพรรณรา	**อ.ทุ่งใหญ่**	**อ.นาบอน**
3.10 วิธีใช้เชื้อจุลินทรีย์เมตาไรเซียม			
หว่านลงดิน	0	0	100.00
ราดดิน	0	0	0
ทาบนต้นยาง	0	0	0
3.11 กำจัดปลวกปีละกี่ครั้ง			
1-2 ครั้ง	0	80.00	83.33
3-4 ครั้ง	0	0	16.67
5-6 ครั้ง	0	0	0
มากกว่า 6 ครั้ง	0	0	0
อื่นๆ (กำจัดปลวก 1 ครั้งในรอบ 30 ปี)	0	20.00	0

2. ลักษณะทางกายภาพและปริมาณผลผลิตของสารสกัดจากพืชทดสอบ

การสกัดสารออกฤทธิ์จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ด้วยวิธีการแช่ยุ่ยโดยใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิดเป็นตัวสกัด ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล ปรากฏผลดัง ตารางที่ 4.2 กล่าวคือ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีที่ได้มีลักษณะเป็นน้ำมันเหนียวสีส้ม ผลผลิตที่ได้ 3.50% ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล จากผลดีปลี มีลักษณะเป็นตะกอนน้ำมันสีส้ม ผลผลิตที่ได้ 7.52, 7.62 และ 8.49% ตามลำดับ สำหรับสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ มีลักษณะเป็นน้ำมันเหนียวสีเหลืองเข้ม ผลผลิตที่ได้ 3.63% สำหรับสารสกัดเอทิลอะซิเตต และอะซิโตน มีลักษณะเป็นตะกอนหยาบสีเขียวเข้ม ผลผลิตที่ได้ 5.44 และ 4.70% ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ มีลักษณะเป็นตะกอนหยาบสีเหลือง ผลผลิตที่ได้ 5.65% เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากใบชะพลู พบว่ามีลักษณะเหมือนกันคือ

เป็นของเหลวหนืดสีเขียวดำ และผลผลิตที่ได้เท่ากับ 2.86, 4.61, 4.76 และ 5.21% ตามลำดับ จากผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า สารสกัดเอทานอลจากพืชทดสอบทั้งสามชนิดให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดอะซิโตน และเอทิลอะซิเตต ส่วนสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ให้ผลผลิตต่ำสุด

ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพและปริมาณผลผลิตของสารสกัดหยาบจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู

พืช	ตัวทำละลาย	ลักษณะทางกายภาพ	น้ำหนัก (กรัม)	ผลผลิตที่ได้ (%)
ดีปลี	ปิโตรเลียมอีเทอร์	น้ำมันเหนียวสีส้ม	3.50	3.50
	เอทิลอะซิเตต	ตะกอนน้ำมันสีส้ม	7.52	7.52
	อะซิโตน	ตะกอนน้ำมันสีส้ม	7.62	7.62
	เอทานอล	ตะกอนน้ำมันสีส้ม	8.49	8.49
พริกไทยดำ	ปิโตรเลียมอีเทอร์	น้ำมันเหนียวสีเหลืองเข้ม	3.63	3.63
	เอทิลอะซิเตต	ตะกอนหยาบสีเขียวเข้ม	5.44	5.44
	อะซิโตน	ตะกอนหยาบสีเขียวเข้ม	4.70	4.70
	เอทานอล	ตะกอนหยาบสีเหลือง	5.65	5.65
ชะพลู	ปิโตรเลียมอีเทอร์	ของเหลวหนืดสีเขียวดำ	2.86	2.86
	เอทิลอะซิเตต	ของเหลวหนืดสีเขียวดำ	4.61	4.61
	อะซิโตน	ของเหลวหนืดสีเขียวดำ	4.76	4.76
	เอทานอล	ของเหลวหนืดสีเขียวดำ	5.21	5.21

3. ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากพืชทดสอบ

3.1 สารสกัดเมล็ดพริกไทยดำ

ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ซาโปนินและแอลคาลอยด์ ในขณะที่สารสกัดเอทิลอะซิเตต อะซิโตนและเอทานอล จากเมล็ดพริกไทยดำ พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และซาโปนิน (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 4 ชนิดจากเมล็ดพริกไทยดำ

สารพฤกษเคมี	สารสกัด			
	ปิโตรเลียมอีเทอร์	เอทิลอะซิเตต	อะซิโตน	เอทานอล
แอนทราควิโนน	-	-	-	-
เทอร์พีนอยด์	+	+	+	+
ฟลาโวนอยด์	-	+	+	+
ซาโปนิน	+	+	+	+
แอลคาลอยด์	+	-	-	-

+ หมายถึง ตรวจสอบพบ และ – หมายถึงตรวจสอบไม่พบ

3.2 สารสกัดใบชะพลู

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากใบชะพลู พบสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์และซาโปนิน ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตต พบเฉพาะสารในกลุ่มซาโปนิน ในขณะที่สารสกัดอะซิโตน ตรวจสอบไม่พบสารใดๆเป็นองค์ประกอบ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 4 ชนิดจากใบชะพลู

สารพฤกษเคมี	สารสกัด			
	ปิโตรเลียมอีเทอร์	เอทิลอะซิเตต	อะซิโตน	เอทานอล
แอนทราควิโนน	-	-	-	-
เทอร์พีนอยด์	-	-	-	-
ฟลาโวนอยด์	+	-	-	+
ซาโปนิน	+	+	-	+
แอลคาลอยด์	-	-	-	-

+ หมายถึง ตรวจสอบพบ และ – หมายถึงตรวจสอบไม่พบ

3.3 สารสกัดผลดีปลี

ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตนและเอทานอลจากผลดีปลี พบสาร 3 กลุ่ม ได้แก่ เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และซาโปนิน (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี

สารพฤกษเคมี	สารสกัด			
	ปิโตรเลียมอีเทอร์	เอทิลอะซิเตต	อะซิโตน	เอทานอล
แอนทราควิโนน	-	-	-	-
เทอร์พีนอยด์	+	+	+	+
ฟลาโวนอยด์	+	+	+	+
ซาโปนิน	+	+	+	+
แอลคาลอยด์	-	-	-	-

+ หมายถึง ตรวจสอบพบ และ – หมายถึงตรวจสอบไม่พบ

4. ผลการทดสอบฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากพืชทดสอบในห้องปฏิบัติการ

4.1 ฤทธิ์ฆ่าแมลง

4.1.1 พิษทางการกิน

ผลการทดสอบพิษทางการกินของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างสารสกัดแต่ละช่วงเวลาที่ทดสอบ (ตารางที่ 4.6) สารสกัดทุกชนิดมีพิษทางการกินต่ำ ทำให้ปลวกตายไม่เกิน 12.50% ในวันแรกของการทดสอบ รวมทั้งพบว่า สารสกัดอะซิโตนจากผลดีปลีไม่มีพิษทางการกินต่อปลวก *C. curvignathus* ในวันที่ 3 ของการทดสอบพบว่า สารสกัดทุกชนิดมีพิษทางการกินสูงขึ้น โดยสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลูมีพิษทางการกินสูงสุด ทำให้ปลวกตาย 55.00% รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู (51.25%) ส่วนสารสกัดที่เหลือมีพิษทางการกินต่ำกว่า 50% สำหรับวันที่ 5 ของการทดสอบ ยังคงพบว่า สารสกัดทุกชนิดมีพิษทางการกินสูงขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ 3 ของการทดสอบ โดยสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำมีพิษทางการกินสูงสุด ทำให้ปลวกตาย 82.50% รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดเอทานอลและสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลู ทำให้ปลวกตาย 81.25, 81.25 และ 80.00% ตามลำดับ ในขณะที่สาร

สกัดอะซิโตนจากผลดีปลีมีพิษทางการกินต่อปลวก *C. curvignathus* ต่ำสุด (28.75%) ในวันสุดท้ายของการทดสอบผลปรากฏว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีมีพิษทางการกินสุดสุด ทำให้ปลวกตายสูงถึง 97.50% สารสกัดที่มีพิษทางการกินไม่แตกต่างจากสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี (92.50-96.25%) ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากใบชะพลู ในขณะที่สารสกัดอะซิโตนจากผลดีปลีมีพิษทางการกินต่อปลวก *C. curvignathus* ต่ำสุด (48.75%) ส่วนสารสกัดที่เหลือมีพิษทางการกินต่อปลวกปานกลาง (61.25-76.25%) รวมทั้งพบการตายสะสมของปลวกในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดเท่ากับ 6.25%

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากทดสอบพิษทางการกินด้วยวิธีบังคับกิน

พืช	ตัวทำละลาย	ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (Mean ± SE, %) [1/]			
		1 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน
ดีปลี	ปิโตรเลียมอีเทอร์	7.50±1.44^{a-d}	32.50±4.33^{b-e}	56.25±3.15^{b}	97.50±1.44^{a}
	เอทิลอะซิเตต	1.25±1.25^{cd}	17.50±3.23^{fg}	36.25±2.39^{cd}	76.25±5.54^{b}
	อะซิโตน	0.00±.000^{d}	8.75±1.25^{gh}	28.75±3.75^{d}	48.75±2.39^{d}
	เอทานอล	5.00±2.04^{a-d}	28.75±2.39^{c-f}	53.75±3.75^{b}	95.00±2.04^{a}
พริกไทยดำ	ปิโตรเลียมอีเทอร์	12.50±1.44^{a}	46.25±2.39^{ab}	82.50±1.44^{a}	96.25±2.39^{a}
	เอทิลอะซิเตต	5.00±2.04^{a-d}	27.50±4.79^{d-f}	48.75±5.15^{bc}	76.25±3.15^{b}
	อะซิโตน	3.75±2.39^{b-d}	20.00±3.54^{e-g}	37.50±4.33^{cd}	62.50±3.23^{c}
	เอทานอล	11.25±3.15^{ab}	42.50±4.33^{a-c}	81.25±3.75^{a}	96.25±2.39^{a}
ชะพลู	ปิโตรเลียมอีเทอร์	8.75±2.39^{a-c}	55.00±3.54^{a}	80.00±2.04^{a}	95.00±2.04^{a}
	เอทิลอะซิเตต	6.25±1.25^{a-d}	35.00±2.89^{b-d}	57.50±4.33^{b}	72.50±3.23^{bc}
	อะซิโตน	6.25±1.25^{a-d}	35.00±4.08^{b-d}	48.75±3.75^{bc}	61.25±3.75^{c}
	เอทานอล	7.50±1.44^{a-d}	51.25±3.15^{a}	81.25±1.25^{a}	92.50±2.50^{a}
ไม่ใช้สารสกัด	-	0.00±.000^{d}	2.50±1.44^{h}	3.75±1.25^{e}	6.25±1.25^{e}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* หลังการทดสอบพิษทางการกิน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างสารสกัด (ตารางที่ 4.7) กล่าวคือ สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดอะซิโตนจากผลดีปลี พบการกินกระดาษของปลวกสูงสุด 8.82% รองลงมาได้แก่ สิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัด (8.46%) ซึ่งแตกต่างจากสิ่งทดลองที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทิลอะซิเตตจากผลดีปลี พบการกินกระดาษของปลวกต่ำสุด 1.33%

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิด จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากทดสอบพิษทางการกินด้วยวิธีบังคับกิน

พืช	ตัวทำละลาย	ค่าเฉลี่ยการกินกระดาษ (Mean ± SE, %) [1/]
ดีปลี	ปิโตรเลียมอีเทอร์	1.86±0.36^{d}
	เอทิลอะซิเตต	1.33±0.05^{d}
	อะซิโตน	8.82±1.76^{a}
	เอทานอล	2.70±0.31^{cd}
พริกไทยดำ	ปิโตรเลียมอีเทอร์	5.73±0.54^{b}
	เอทิลอะซิเตต	4.81±0.43^{bc}
	อะซิโตน	3.20±0.52^{b-d}
	เอทานอล	3.93±0.62^{b-d}
ชะพลู	ปิโตรเลียมอีเทอร์	4.77±0.39^{bc}
	เอทิลอะซิเตต	1.84±0.10^{d}
	อะซิโตน	3.15±0.18^{b-d}
	เอทานอล	4.57±0.30^{bc}
ไม่ใช้สารสกัด	-	8.46±0.40^{a}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

เมื่อนำสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ซึ่งมีพิษทางการกินสูงมาก ทำให้ปลวก *C. curvignathus* ตาย 92.50-97.50% มาทดสอบต่อเพื่อหาค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ทางการกิน โดยใช้ควาเข้มข้น 6 ระดับได้แก่ 0.0125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.50 และ 1% ปรากฏผลดังนี้คือ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างสิ่งทดลองในแต่ละช่วงเวลาที่ทดสอบ

(ตารางที่ 4.8) สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากพืชทดสอบทั้งสามชนิดความเข้มข้นตั้งแต่ 0.25% ขึ้นไป มีพิษทางการกินต่อปลวก *C. curvignathus* ต่ำ ทำให้ปลวกตายเพียง 1.25-12.50% ในวันแรกของการทดสอบ ส่วนความเข้มข้นที่เหลือไม่มีพิษทางการกิน สำหรับวันที่ 3 ของการทดสอบพบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากใบชะพลูความเข้มข้น 1% มีพิษทางการกินสูงสุดอยู่ในระดับปานกลาง ทำให้ปลวกตาย 55.00 และ 51.25% ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลียังคงไม่มีพิษทางการกินต่อปลวก ส่วนสิ่งทดลองที่เหลือมีพิษทางการกินต่ำกว่า 50% สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ และสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลูความเข้มข้น 1% มีพิษทางกินสูงสุด ทำให้ปลวกตายสูงถึง 82.50, 81.25 และ 80.00% ตามลำดับ ในวันที่ 5 ของการทดสอบ สารสกัดที่มีพิษปานกลาง (53.75-78.75%) ได้แก่ สารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลีความเข้มข้น 1% ส่วนสิ่งทดลองที่เหลือมีพิษทางการกินต่ำกว่า 50% ในวันสุดท้ายของการทดสอบพบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีความเข้มข้น 1% มีพิษทางการกินสูงสุด ทำให้ปลวก *C. curvignathus* ตายสูงถึง 97.50% สารสกัดที่มีพิษทางการกินสูงเช่นกันได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลู สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและใบชะพลู โดยสารสกัดดังกล่าวที่ความเข้มข้น 1% ทำให้ปลวกตาย 96.25, 96.25, 95.00, 95.00 และ 92.50% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกลดต่ำลงตามการลดลงของความเข้มข้นของสารสกัด โดยสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีความเข้มข้น 0.0125% มีพิษทางการกินต่ำสุด ทำให้ปลวกตายเพียง 8.75% รวมทั้งไม่พบการตายของปลวก *C. curvignathus* ในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัด (ตารางที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นพิษของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยและใบชะพลู ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ พบว่า สารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู มีพิษทางการกินสูงสุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.15% รองลงมาเป็นสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำและผลดีปลี มีค่าความเป็นพิษเท่ากับ 0.16% สารสกัดปิโตรลียมอีเทอร์จากใบชะพลู และสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ พบค่า LC_{50} เท่ากับ 0.17% ส่วนสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีมีความเป็นพิษทางการกินต่ำสุด คือ 0.18% (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากก่ารทดสอบพิษทางการกินด้วยวิธีบังคับกิน

ตัวทำละลาย	พืช	ความเข้มข้น (%)	ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (Mean ± SE, %)[1/]			
			1 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	1	7.50±1.44^{b-d}	32.50±4.33^{d}	56.25±3.15^{b}	97.50±1.44^{a}
		0.5	0.00±0.00^{e}	11.25±1.25^{g-l}	30.00±3.54^{f-h}	57.50±4.79^{ef}
		0.25	1.25±1.25^{e}	7.50±3.23^{h-m}	20.00±2.04^{h-l}	36.25±3.15^{h-j}
		0.125	1.25±1.25^{e}	6.25±2.39^{i-m}	23.75±1.25^{g-j}	30.00±3.54^{i-k}
		0.0625	0.00±0.00^{e}	2.50±1.44^{lm}	15.00±2.04^{i-m}	17.50±1.44^{k-o}
		0.0125	0.00±0.00^{e}	1.25±1.25^{lm}	6.25±1.25^{mn}	8.75±2.39^{op}
	พริกไทยดำ	1	12.50±1.44^{a}	46.25±2.39^{bc}	82.50±1.44^{a}	96.25±2.39^{a}
		0.5	2.50±1.44^{de}	21.25±4.73^{ef}	42.50±5.95^{de}	80.00±4.08^{bc}
		0.25	1.25±1.25^{e}	10.00±2.04^{h-m}	23.75±3.15^{g-j}	53.75±5.15^{fg}
		0.125	0.00±0.00^{e}	7.50±1.44^{h-m}	17.50±1.44^{i-m}	40.00±5.40^{g-i}
		0.0625	0.00±0.00^{e}	2.50±1.44^{lm}	11.25±2.39^{k-n}	28.75±2.39^{i-l}
		0.0125	0.00±0.00^{e}	1.25±1.25^{lm}	12.50±1.44^{j-m}	21.25±2.39^{k-o}
	ชะพลู	1	8.75±2.39^{a-c}	55.00±3.54^{a}	80.00±2.04^{a}	95.00±2.04^{a}
		0.5	2.50±1.44^{de}	15.00±2.04^{f-i}	43.75±3.75^{cd}	73.75±3.75^{cd}
		0.25	1.25±1.25^{e}	11.25±1.25^{g-l}	33.75±3.75^{d-g}	53.75±5.54^{fg}
		0.125	0.00±0.00^{e}	7.50±1.44^{h-m}	25.00±4.56^{g-i}	46.25±5.$^{15f-h}$
		0.0625	0.00±0.00^{e}	3.75±1.25^{k-m}	15.00±2.04^{i-m}	27.50±2.50^{i-m}
		0.0125	0.00±0.00^{e}	1.25±1.25^{lm}	6.25±1.25^{mn}	15.00±4.08^{l-o}
เอทานอล	ดีปลี	1	5.00±2.04^{c-e}	28.75±2.39^{de}	53.75±3.75^{bc}	95.00±2.04^{a}
		0.5	1.25±1.25^{e}	16.25±3.15^{f-h}	38.75±3.75^{d-f}	73.75±3.15^{cd}
		0.25	1.25±1.25^{e}	13.75±2.39^{f-j}	33.75±2.39^{d-g}	58.75±3.75^{ef}
		0.125	0.00±0.00^{e}	5.00±2.04^{j-m}	17.50±2.50^{i-m}	41.25±1.25^{g-i}
		0.0625	0.00±0.00^{e}	1.25±1.25^{lm}	10.00±2.04^{k-n}	23.75±2.39^{j-n}
		0.0125	0.00±0.00^{e}	0.00±0.00^{m}	7.50±.2.50^{mn}	13.75±2.39^{m-o}
	พริกไทยดำ	1	11.25±3.15^{ab}	42.50±4.33^{c}	81.25±3.75^{a}	96.25±2.39^{a}
		0.5	3.75±1.25^{de}	20.00±2.04^{e-g}	41.25±3.15^{c-f}	71.25±3.15^{c-e}
		0.25	2.50±1.44^{de}	13.75±2.39^{f-j}	30.00±3.54^{f-h}	60.00±4.56^{d-f}
		0.125	1.25±1.25^{e}	8.75±2.39^{h-m}	23.75±3.75^{g-j}	47.50±4.33^{i-m}
		0.0625	0.00±0.00^{e}	6.25±1.25^{i-m}	13.75±1.25^{i-m}	27.50±1.44^{gh}
		0.0125	0.00±0.00^{e}	2.50±1.44^{lm}	8.25±2.39^{l-n}	11.25±1.25^{n-p}
	ชะพลู	1	7.50±1.44^{b-d}	51.25±3.15^{ab}	78.75±1.25^{a}	92.50±2.50^{ab}
		0.5	3.75±2.39^{de}	21.25±1.25^{ef}	38.75±2.39^{d-f}	71.25±5.15^{c-e}
		0.25	2.50±1.44^{de}	12.50±1.44^{f-k}	31.25±2.39^{e-h}	53.75±3.75^{fg}

	0.125	0.00±0.00^{e}	8.75±1.25^{h-m}	21.25±2.39^{h-k}	41.25±3.15^{g-i}
	0.0625	0.00±0.00^{e}	6.25±1.25^{i-m}	16.25±2.39^{i-m}	38.75±5.14^{hi}
	0.0125	0.00±0.00^{e}	3.75±1.25^{k-m}	11.25±2.39^{k-n}	22.50±1.44^{j-o}
ไม่ใช้สารสกัด	-	0.00±0.00^{e}	0.00±0.00^{m}	0.00±0.00^{n}	0.00±0.00^{p}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 4.9 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ทางการกินของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ

ตัวทำละลาย	พืช	LC_{50} (%)	95% CL	LC_{99} (%)	95% CL
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	0.16	0.03-0.36	5.9	1.25-590287.30
	พริกไทยดำ	0.16	0.04-0.35	6.52	1.39-60627.14
	ชะพลู	0.17	0.09-0.28	6.34	1.99-146.87
เอทานอล	ดีปลี	0.18	0.11-0.27	4.64	1.71-62.09
	พริกไทยดำ	0.17	0.10-0.25	4.83	1.84-44.10
	ชะพลู	0.15	0.06-0.31	19.04	3.22-7076.71

CL หมายถึง ค่า Confidence limit

4.1.2 พิษทางการรม

ผลการทดสอบพิษทางการรมของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างสิ่งทดลองแต่ละช่วงเวลาที่ทดสอบ (ตารางที่ 4.10) สารสกัดทุกชนิดมีพิษทางการรมต่อปลวกต่ำ ทำให้ปลวกตายเพียง 1.25-10.00% ในวันแรกของการทดสอบ สารสกัดทุกชนิดมีพิษทางการรมสูงขึ้นในวันที่ 3 ของการทดสอบ โดยสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีมีพิษทางการรมสูงสุด ทำให้ปลวกตายปานกลาง 52.50% ในขณะที่สารสกัดอะซิโตนจากใบชะพลูมีพิษทางการรมต่ำสุด (13.75%) สำหรับวันที่ 5 ของการทดสอบ พบว่า สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำมีพิษทางการรมต่อปลวก *C. curvignathus* สูงมาก ทำให้ปลวกตายถึง 92.50% รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี (87.50%) สารสกัดปิโตรเลียมจากเมล็ดพริกไทยดำ (86.25%) สารสกัดที่มีพิษทางการรมปานกลางทำให้ปลวกตาย 72.50-77.50% ได้แก่ สารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู รวมทั้งสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีและใบชะพลู ในวันสุดท้ายของการทดสอบผลปรากฏว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี รวมทั้งสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ทำให้ปลวก *C. curvignathus* ตายทั้ง 100% รองลงมาได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากใบชะพลู ทำให้ปลวกตาย

96.25-99.00% ส่วนสารสกัดที่เหลือมีพิษทางการรมปานกลาง ทำให้ปลวกตายในช่วง 51.25-67.50% รวมทั้งพบการตายสะสมของปลวกในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดเท่ากับ 2.50%

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการรม

พืช	ตัวทำละลาย	ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (Mean ± SE, %) [1/]			
		1 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน
ดีปลี	ปิโตรเลียมอีเทอร์	8.75 ± 2.39^{a-d}	42.50 ± 4.33^{a-c}	76.25 ± 6.57^{ab}	100.00 ± 0.00^{a}
	เอทิลอะซิเตต	2.50 ± 1.44^{c-e}	18.75 ± 3.15^{e}	38.75 ± 6.57^{cd}	67.50 ± 5.20^{b}
	อะซิโตน	1.25 ± 1.25^{de}	15.00 ± 2.04^{e}	38.75 ± 4.27^{cd}	62.50 ± 5.20^{b}
	เอทานอล	8.75 ± 1.25^{a-d}	52.50 ± 4.33^{a}	87.50 ± 5.20^{ab}	100.00 ± 0.00^{a}
พริกไทยดำ	ปิโตรเลียมอีเทอร์	13.75 ± 2.39^{ab}	43.75 ± 4.27^{a-c}	86.25 ± 3.15^{ab}	99.00 ± 1.00^{a}
	เอทิลอะซิเตต	10.00 ± 3.54^{a-c}	25.00 ± 3.54^{de}	48.75 ± 4.27^{c}	63.75 ± 5.15^{b}
	อะซิโตน	6.25 ± 1.25^{b-e}	18.75 ± 3.75^{e}	45.00 ± 8.42^{cd}	55.00 ± 8.42^{b}
	เอทานอล	16.25 ± 2.39^{a}	51.25 ± 5.54^{ab}	92.50 ± 3.23^{a}	100.00 ± 0.00^{a}
ชะพลู	ปิโตรเลียมอีเทอร์	10.00 ± 2.04^{a-c}	37.50 ± 3.23^{b-d}	72.50 ± 3.23^{b}	98.75 ± 1.25^{a}
	เอทิลอะซิเตต	3.75 ± 1.25^{c-e}	17.50 ± 3.23^{e}	35.00 ± 3.54^{cd}	57.50 ± 4.79^{b}
	อะซิโตน	2.50 ± 1.44^{c-e}	13.75 ± 2.39^{e}	26.25 ± 4.27^{d}	51.25 ± 6.25^{b}
	เอทานอล	8.75 ± 2.39^{a-d}	33.75 ± 1.25^{cd}	77.50 ± 1.44^{ab}	96.25 ± 3.75^{a}
ไม่ใช้สารสกัด	-	0.00 ± 0.00^{e}	0.00 ± 0.00^{f}	1.25 ± 1.25^{e}	2.50 ± 1.44^{c}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* หลังการทดสอบพิษทางการรม พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดมีการกินกระดาษสูงสุดเท่ากับ 22.73% แตกต่างจากสิ่งทดลองที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี พบการกินกระดาษต่ำสุดเท่ากับ 2.11% ไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทิลอะซิเตตและปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดอะซิโตนและเอทิลอะซิเตตจากเมล็ดพริกไทยดำ รวมทั้งสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทิลอะซิเตตจากใบชะพลู ซึ่งพบการกินกระดาษของปลวกในช่วง 2.80-3.59%

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการรม

พืช	ตัวทำละลาย	ค่าเฉลี่ยการกินกระดาษ (Mean ± SE, %) [1/]
ดีปลี	ปิโตรเลียมอีเทอร์	$3.27\pm0.21^{e-g}$
	เอทิลอะซิเตต	2.80 ± 0.12^{fg}
	อะซิโตน	8.55 ± 0.81^{c}
	เอทานอล	2.11 ± 0.14^{g}
พริกไทยดำ	ปิโตรเลียมอีเทอร์	11.33 ± 0.38^{b}
	เอทิลอะซิเตต	$3.58\pm0.14^{d-g}$
	อะซิโตน	$3.47\pm0.21^{d-g}$
	เอทานอล	$4.25\pm0.42^{d-f}$
ชะพลู	ปิโตรเลียมอีเทอร์	$4.71\pm0.22^{d-f}$
	เอทิลอะซิเตต	$3.59\pm0.23^{d-g}$
	อะซิโตน	5.48 ± 0.71^{d}
	เอทานอล	5.23 ± 0.22^{de}
ไม่ใช้สารสกัด	-	22.73 ± 1.09^{a}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

เมื่อนำสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ซึ่งมีพิษทางการรมสูงมาก ทำให้ปลวก *C. curvignathus* ตาย 96.25-100.00% มาทดสอบต่อเพื่อหาค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ทางการรม โดยใช้ความเข้มข้น 6 ระดับได้แก่ 0.0125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.50 และ 1% ปรากฏผลดังนี้คือ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างสิ่งทดลองแต่ละช่วงเวลาที่ทดสอบ (ตารางที่ 4.12) สารสกัดทุกชนิดและทุกความเข้มข้นมีพิษทางการรมต่ำมากในวันแรกของการทดสอบ ทำให้

ปลวกตายไม่เกิน 16.25% ปลวกมีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมสูงขึ้นในวันที่ 3 ของการทดสอบ โดยสารสกัดปิโตรเลียมจากผลดีปลีความเข้มข้น 1% มีพิษทางการรมสูงสุดทำให้ปลวกตาย 60.00% ในขณะที่สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีความเข้มข้น 0.0125% มีพิษทางการรมต่ำสุด ทำให้ปลวกตายเพียง 11.25% สำหรับวันที่ 5 ของการทดสอบพบว่า สารสกัดทุกชนิดและทุกความเข้มข้นมีพิษทางการรมต่อปลวก *C. curvignathus* สูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 1 และ 0.5% มีพิษสูงสุดทำให้ปลวกตายสูงถึง 92.50% และ 90.00% ไม่แตกต่างทางสถิติกับสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 0.125-1% สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีความเข้มข้น 0.25-1% สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีความเข้มข้น 1% สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 0.25% และสารสกัดเอทานอลจากใบชะพลูความเข้มข้น 0.5-1% ซึ่งสารสกัดดังกล่าวทำให้ปลวกตายในช่วง 76.25-88.75% ส่วนสารสกัดที่เหลือมีพิษทางการรมต่ำถึงปานกลาง (27.50-72.50%) ในวันสุดท้ายของการทดสอบพบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีความเข้มข้น 1% สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 0.25-1% สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีความเข้มข้น 0.5-1% ทำให้ปลวก *C. curvignathus* ตายทั้ง 100% สารสกัดที่มีพิษทางการรมสูง (87.50-98.75%) ไม่แตกต่างทางสถิติกับ 9 สารสกัดข้างต้น ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีความเข้มข้น 0.125-0.5% สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 0.125% สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากใบชะพลูความเข้มข้น 0.25-1% รวมทั้งสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีความเข้มข้น 0.25% ในขณะที่สารสกัดที่เหลือมีพิษทางการรมต่อปลวกปานกลาง

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นพิษทางการรมของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำ มีพิษทางการรมสูงสุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.01% รองลงมาเป็นสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลู สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำและใบชะพลู มีค่าความเป็นพิษเท่ากับ 0.02% ส่วนสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีมีความเป็นพิษทางการรมต่ำสุดเท่ากับ 0.03% (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยการตายสะสมของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอล จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู จากการทดสอบพิษทางการรม

ตัวทำละลาย	พืช	ความเข้มข้น (%)	ค่าเฉลี่ยการตายสะสม (Mean ± SE, %)[1/]			
			1 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	1	8.75±2.39^{c-h}	60.00±4.08^{a}	88.75±2.39^{ab}	100.00±0.00^{a}
		0.5	17.5±1.44^{a}	42.50±4.33^{b-i}	81.25±4.27^{a-e}	98.75±1.25^{a}
		0.25	13.75±2.39^{a-d}	51.52±5.54^{a-e}	76.25±6.57^{a-f}	96.25±2.39^{a}
		0.125	11.25±1.25^{a-f}	37.50±3.22^{e-k}	66.25±4.27^{e-h}	90.00±5.40^{ab}
		0.0625	8.75±2.39^{c-h}	28.75±2.39^{i-n}	53.75±2.39^{de}	73.75±2.39^{ef}
		0.0125	6.25±1.25^{e-j}	22.50±1.44^{l-o}	43.75±3.75^{i-k}	57.50±4.33^{g-i}
	พริกไทยดำ	1	13.75±2.39^{a-d}	48.75±4.27^{a-f}	88.75±2.39^{ab}	100.00±0.00^{a}
		0.5	16.25±1.25^{ab}	43.75±4.27^{b-h}	86.25±3.15^{a-c}	100.00±0.00^{a}
		0.25	12.50±1.44^{a-e}	47.50±1.44^{a-g}	83.75±3.75^{a-d}	100.00±0.00^{a}
		0.125	11.25±1.25^{a-f}	40.00±2.04^{d-j}	76.25±2.39^{a-f}	98.75±1.25^{a}
		0.0625	8.75±1.25^{c-h}	25.00±2.04^{k-o}	51.25±3.14^{h-j}	77.50±5.20^{b-e}
		0.0125	6.25±1.25^{e-j}	17.50±1.44^{m-o}	42.50±3.23^{i-l}	65.00±3.54^{e-h}
	ชะพลู	1	10.00±2.04^{b-g}	40.00±3.54^{d-j}	72.50±3.23^{b-f}	98.75±1.25^{a}
		0.5	10.00±2.04^{b-g}	37.50±3.23^{e-k}	67.50±4.33^{d-h}	93.75±3.15^{a}
		0.25	7.50±1.44^{d-i}	28.75±2.39^{i-n}	51.25±4.27^{h-j}	87.50±3.23^{a-d}
		0.125	6.25±1.25^{e-j}	25.00±2.04^{k-o}	47.50±5.20^{j-k}	76.25±5.54^{c-f}
		0.0625	3.75±2.39^{g-j}	17.50±3.23^{m-o}	35.00±6.12^{j-l}	67.50±3.23^{e-g}
		0.0125	0.00±0.00^{j}	15.50±3.33^{no}	35.00±5.40^{j-l}	52.50±6.61^{hi}
เอทานอล	ดีปลี	1	8.75±1.25^{c-h}	52.50±4.33^{a-d}	87.50±.5.20^{ab}	100.00±0.00^{a}
		0.5	8.75±1.25^{c-h}	35.00±2.04^{cd}	63.75±2.39^{f-h}	100.00±0.00^{a}
		0.25	5.00±2.04^{f-j}	31.25±3.75^{h-m}	55.00±3.54^{g-i}	88.75±3.15^{a-c}
		0.125	3.75±1.25^{g-j}	21.25±4.27^{l-o}	45.00±5.40^{i-k}	75.00±3.54^{d-f}
		0.0625	2.50±1.44^{h-j}	21.25±2.39^{l-o}	36.25±2.39^{j-l}	60.00±2.04^{gh}
		0.0125	1.25±1.25^{g}	11.25±2.39^{op}	27.50±.1.44^{l}	46.25±3.15^{i}
	พริกไทยดำ	1	16.25±2.39^{ab}	56.25±5.91^{ab}	92.50±3.23^{a}	100.00±0.00^{a}
		0.5	15.00±2.04^{a-c}	51.25±5.54^{a-e}	90.00±3.54^{a}	100.00±0.00^{a}
		0.25	13.75±1.25^{a-d}	51.25±5.15^{a-e}	82.50±3.23^{a-e}	100.00±0.00^{a}
		0.125	12.50±1.44^{a-e}	41.25±3.75^{c-i}	70.00±6.12^{c-g}	93.75±3.75^{a}
		0.0625	10.00±0.00^{a-g}	33.75±2.39^{cd}	53.75±2.39^{de}	77.50±8.66^{d-e}
		0.0125	5.00±0.00^{f-j}	16.25±1.25^{no}	33.75±1.25^{kl}	52.50±3.23^{hi}
	ชะพลู	1	8.75±2.39^{c-h}	50.00±2.89^{a-c}	82.50±3.23^{a-e}	96.25±3.75^{a}
		0.5	11.25±1.25^{a-f}	33.75±1.25^{cd}	77.50±1.44^{a-f}	98.75±1.25^{a}
		0.25	8.75±1.25^{c-h}	35.00±4.08^{cd}	63.75±3.75^{f-h}	93.75±2.39^{a}
		0.125	6.25±1.25^{e-j}	26.25±3.15^{j-n}	52.50±4.33^{de}	75.00±2.04^{d-f}

	0.0625	5.00±2.04^{f-j}	22.50±2.50^{l-o}	45.00±5.40^{j-k}	63.75±6.25^{f-h}
	0.0125	2.50±1.44^{ij}	16.25±1.25^{no}	31.25±1.25^{kl}	45.00±5.40^{i}
ไม่ใช้สารสกัด	-	0.00±0.00^{j}	0.00±0.00^{p}	0.00±0.00^{m}	0.00±0.00^{j}

1/ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 4.13 ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ทางการรมของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 7 วันหลังการทสอบ

ตัวทำละลาย	พืช	LC_{50} (%)	95% CL	LC_{99} (%)	95% CL
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	0.01	0.00-0.02	0.87	0.37-5.34
	พริกไทยดำ	0.01	0.00-0.03	0.35	0.11-211.81
	ชะพลู	0.02	0.01-0.03	3.95	1.93-11.66
เอทานอล	ดีปลี	0.03	0.00-0.06	1.67	0.49-91.71
	พริกไทยดำ	0.02	0.10-0.03	0.41	0.18-3.15
	ชะพลู	0.02	0.00-0.05	2.06	0.67-36.21

CL หมายถึง ค่า Confidence limit

4.2 ฤทธิ์ไล่แมลง

จากการทดสอบฤทธิ์ไล่ของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตนและเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำและใบชะพลู ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างสิ่งทดลองแต่ละช่วงเวลาที่ทดสอบ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีมีฤทธิ์ไล่ปลวก 72.50% ในชั่วโมงแรกของการทดสอบ ประสิทธิภาพการไล่เพิ่มสูงขึ้นจนถึง 85.00% ในชั่วโมงที่ 3 ของการทดสอบ และลดลงเหลือ 80.00% ในชั่วโมงที่ 4 ของการทดสอบ ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตตและอะซิโตนมีฤทธิ์ไล่ปลวกปานกลาง 42.50-65.00 และ 37.50-65.00% ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีมีฤทธิ์ไล่ปลวก 77.50% ในชั่วโมงแรกของการทดสอบ จากนั้นฤทธิ์ไล่ปลวกเพิ่มสูงขึ้นเป็น 90.00% ในชั่วโมงที่ 3 ของการทดสอบและมีฤทธิ์คงที่จนถึงชั่วโมงสุดท้ายของการทดสอบ (ตารางที่ 4.14)

เมื่อพิจารณาฤทธิ์ไล่ปลวกของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดจากเมล็ดพริกไทยดำ พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์มีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุดในชั่วโมงแรกของการทดสอบเท่ากับ 85.00% ฤทธิ์ไล่ปลวกลดลงเล็กน้อยในชั่วโมงที่ 2 (72.50%) จากนั้นฤทธิ์ไล่ปลวกเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 82.50% ในชั่วโมงสุดท้ายของการทดสอบ ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตตและอะซิโตนมีฤทธิ์ไล่ปลวกในระดับปานกลาง 65.00-72.50 และ 42.50-70.00 % ตามลำดับ สำหรับสารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ไล่ปลวก 75.00% ในชั่วแรกของการทดสอบ จากนั้นฤทธิ์ไล่ปลวกค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นจนถึงชั่วโมงสุดท้ายของการทดสอบซึ่งมีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุด 87.50% (ตารางที่ 4.14)

สำหรับฤทธิ์ไล่ปลวกของสารสกัดจากใบชะพลู พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์มีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงมาก 85.00-97.50% โดยมีฤทธิ์ไล่สูงสุดในชั่วโมงที่ 2 ของการทดสอบ และประสิทธิภาพคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ทำการ

ทดสอบ ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตตมีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุดในชั่วโมงแรกของการทดสอบเท่ากับ 82.50% และฤทธิ์ไล่ปลวกลดลงเหลือ 72.50% ในชั่วโมงสุดท้ายของการทดสอบ สารสกัดอะซิโตนมีฤทธิ์ไล่ปลวกปานกลางในระดับ 50.00-77.50% ในขณะที่สารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ไล่ปลวก 72.50-92.50% โดยมีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุดในชั่วโมงสุดท้ายของการทดสอบ (ตารางที่ 4.14)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไล่ปลวกของสารสกัดทั้ง 12 ชนิด พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลูมีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุด 89.38% รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี สารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สามารถไล่ปลวกได้ 85.00, 82.50, 81.88 และ 80.00% ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดที่เหลือสามารถไล่ปลวกได้ 53.75-78.75% (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 ฤทธิ์ไล่ของสารสกัด 4 ชนิดจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำและใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* จากการทดสอบแบบมีตัวเลือก

พืช	ตัวทำละลาย	ค่าเฉลี่ยการไล่แมลง (Mean ± SE, %)[1/]				
		1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย
ดีปลี	ปิโตรเลียมอีเทอร์	72.50±4.79^{ab}	77.50±4.79^{a-c}	85.00±2.89^{ab}	80.00±7.07^{a-c}	78.75±2.56^{ab}
	เอทิลอะซิเตต	57.50±7.50^{b}	42.50±4.79^{de}	65.00±6.45^{a-d}	50.00±4.08^{de}	53.75±3.40^{e}
	อะซิโตน	65.00±8.66^{ab}	37.50±9.46^{e}	55.00±8.66^{cd}	60.00±7.07^{c-e}	54.38±4.65^{e}
	เอทานอล	77.50±4.79^{ab}	82.50±2.50^{ab}	90.00±7.07^{a}	90.00±5.77^{ab}	85.00±2.74^{a}
พริกไทยดำ	ปิโตรเลียมอีเทอร์	85.00±2.89^{a}	72.50±4.79^{bc}	80.00±5.77^{a-c}	82.50±2.50^{a-c}	80.00±2.24^{ab}
	เอทิลอะซิเตต	72.50±8.54^{ab}	65.00±6.45^{b-d}	70.00±7.07^{a-d}	65.00±2.89^{b-e}	68.13±3.06^{b-d}
	อะซิโตน	70.00±7.07^{ab}	55.00±8.66^{c-e}	60.00±4.08^{b-d}	42.50±4.79^{e}	56.88±3.84^{de}
	เอทานอล	75.00±2.89^{ab}	82.50±4.79^{ab}	82.50±2.50^{a-c}	87.50±2.50^{ab}	81.88±1.87 ^{a}
ชะพลู	ปิโตรเลียมอีเทอร์	87.50±4.79^{a}	97.50±2.50^{a}	87.50±4.79^{ab}	85.00±9.57^{a-c}	89.38±2.95 ^{a}
	เอทิลอะซิเตต	82.50±8.54^{ab}	80.00±5.77^{ab}	70.00±9.13^{a-d}	72.50±4.79^{a-d}	76.25±3.52 $^{a-c}$
	อะซิโตน	77.50±2.50^{ab}	70.00±4.08^{bc}	50.00±7.07^{d}	60.00±10.80^{c-e}	64.38±4.08^{c-e}
	เอทานอล	72.50±2.50^{ab}	87.50±6.29^{ab}	77.50±6.29^{a-c}	92.50±4.79^{a}	82.50±3.10^{a}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.3 ฤทธิ์ของสารสกัดที่คัดเลือกต่อการยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก

ผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดที่คัดเลือกจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ต่อการยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดสามารถเคลื่อนที่ในท่อแก้วเป็นระยะทางยาวสุดเท่ากับ 145.00 มิลลิเมตร ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของสารสกัดทั้ง 6 ชนิดพบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถยับยั้งการเคลื่อนที่ของปลวกได้ (0.00 มิลลิเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู ซึ่งปลวกเคลื่อนที่ในท่อแก้วเป็น

ระยะทาง 42.50 มิลลิเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่เหลือ โดยปลวกเคลื่อนที่ในท่อแก้วเป็นระยะทาง 2.50-18.75 มิลลิเมตร ที่เวลา 14 วันหลังการทดสอบ พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดสามารถเคลื่อนที่เต็มความยาวของท่อแก้วเท่ากับ 150.00 มิลลิเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดทั้ง 6 ชนิด ซึ่งปลวกเคลื่อนที่ในท่อแก้วเป็นระยะทางเพิ่มขึ้นในช่วง 2.50-46.25 มิลลิเมตร โดยสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์มีฤทธิ์ยับยั้งการเคลื่อนที่ของปลวกสูงสุด (2.50 มิลลิเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู ซึ่งปลวกเคลื่อนที่ได้ยาวสุดเท่ากับ 46.25 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.15)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยการตายของปลวกเมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำตายสูงสุด 43.75% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัด ซึ่งปลวกตายต่ำสุด 3.75% รวมทั้งสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและใบชะพลู พบการตายของปลวก 22.50% แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่เหลือ ซึ่งพบการตายของปลวกในช่วง 25.00-33.75% (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 ระยะทางที่ปลวก *C. curvignathus* เคลื่อนที่ในท่อแก้วบรรจุทรายผสมสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู และค่าเฉลี่ยการตายของปลวกที่เวลา 14 วันหลังการทดสอบ

ตัวทำละลาย	พืช	ค่าเฉลี่ยระยะทางที่ปลวกเคลื่อนที่ (Mean ± SE, มม.)[1/]		ค่าเฉลี่ยการตาย (Mean ± SE, %)[1/]
		7 วัน	14 วัน	
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	18.75±12.97^{bc}	26.25±11.79^{bc}	25.00 ± 5.40^{ab}
	พริกไทยดำ	0.00±0.00^{c}	2.50±2.50^{c}	33.75 ± 5.54^{ab}
	ชะพลู	16.25±6.25^{bc}	23.75±4.27^{bc}	27.50 ± 5.95^{ab}
เอทานอล	ดีปลี	2.50±2.50^{c}	3.75±3.75^{c}	22.50 ± 7.77^{bc}
	พริกไทยดำ	7.50±4.79^{c}	15.00±8.66^{bc}	43.75 ± 7.46^{a}
	ชะพลู	42.50±14.22^{b}	46.25±12.14^{b}	22.50 ± 6.61^{bc}
ไม่ใช้สารสกัด	-	145.00±5.00^{a}	150.00±.00^{a}	3.75 ± 2.39^{c}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.4 ประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกในการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกจำนวน 6 ชนิด ต่อการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ปรากฏผลดังนี้ สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก โดยพบปลวกในพื้นที่ตั้งต้นที่ปล่อยปลวกหรือ introduction zone สูงสุดเท่ากับ 63.75 และ 60.00% ตามลำดับ และปลวกคลื่อนที่ข้ามพื้นที่ที่เป็นแนวป้องกัน (barrier zone) ไปสู่พื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหารหรือ protected zone ต่ำสุดเท่ากับ 26.25% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัด ซึ่งพบปลวกในพื้นที่ตั้งต้นที่ปล่อยปลวกต่ำสุด 27.50% โดยปลวกสามารถเคลื่อนที่ข้ามแนวป้องกันไปสู่พื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหารได้สูงสุด 53.75% นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ปลวกที่พบในพื้นที่ที่ปล่อยปลวกและพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหารระหว่างสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดชนิดอื่นๆ (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 ประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ต่อการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก *C. curvignathus* ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ

ตัวทำละลาย	พืช	ค่าเฉลี่ยปลวกที่มีชีวิต (Mean ± SE, %)[1/]		
		Introduction zone	Barrier zone	Protected zone
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	53.75 ± 7.46^{ab}	6.25 ± 2.39^{ab}	31.25 ± 6.88^{ab}
	พริกไทยดำ	57.50 ± 7.77^{ab}	2.50 ± 2.50^{b}	35.00 ± 5.00^{ab}
	ชะพลู	52.50 ± 5.20^{ab}	8.75 ± 2.39^{ab}	31.25 ± 1.25^{ab}
เอทานอล	ดีปลี	63.75 ± 8.51^{a}	10.00 ± 3.54^{ab}	26.25 ± 7.46^{b}
	พริกไทยดำ	60.00 ± 8.16^{a}	1.25 ± 1.25^{b}	26.25 ± 3.75^{b}
	ชะพลู	47.50 ± 7.77^{ab}	12.50 ± 3.23^{ab}	33.75 ± 8.51^{ab}
ไม่ใช้สารสกัด	-	27.50 ± 5.20^{b}	17.50 ± 3.23^{a}	53.75 ± 1.25^{a}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

Introduction zone หมายถึง พื้นที่ตั้งต้นที่ปล่อยปลวก
Barrier zone หมายถึง พื้นที่ที่เป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก (พื้นที่ที่มีสารสกัดจากพืช)
Protected zone หมายถึง พื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหาร

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ข้ามแนวป้องกันซึ่งผสมสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และ ใบชะพลู มายังพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหาร ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำ

มีการกินกระดาษต่ำสุดเท่ากับ 0.25% แตกต่างจากสิ่งทดลองชุดควบคุมและสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดปิโตรเลียมจากเมล็ดพริกไทยดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งปลวกกินกระดาษ 2.45 และ 1.65% ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดที่เหลือ ซึ่งปลวกกินกระดาษ 0.62-1.25% (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ข้ามแนวป้องกันซึ่งผสมสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ

ตัวทำละลาย	พืช	ค่าเฉลี่ยการกินกระดาษ (Mean ± SE, %)[1/]
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	0.62 ± 0.16^{bc}
	พริกไทยดำ	1.65 ± 0.40^{ab}
	ชะพลู	0.85 ± 0.29^{bc}
เอทานอล	ดีปลี	0.25 ± 0.05^{c}
	พริกไทยดำ	0.25 ± 0.06^{c}
	ชะพลู	1.25 ± 0.21^{bc}
ไม่ใช้สารสกัด	-	2.45 ± 0.37^{a}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.5 ประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ของสารสกัดที่คัดเลือก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ของสารสกัดที่คัดเลือก ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ของค่าเฉลี่ยการตายของปลวกระหว่างสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัด ซึ่งพบการตายของปลวกต่ำสุด 3.75% กับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด เมื่อพิจารณาพิษทางการกินของสารสกัดแต่ละชนิดที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามสารสกัดเอทา-นอลจากผลดีปลีมีพิษสูงสุด ทำให้ปลวกตาย 66.25% รองลงมาได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลู สารสกัดสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี สารสกัดปิโตรเลียมจากเมล็ดพริกไทยดำ และสารสกัดเอทา นอลจากเมล็ดพริกไทยดำและผลดีปลี ซึ่งสารสกัดทั้ง 5 ชนิดทำให้ปลวกตาย 58.75, 58.75, 52.50, 51.25 และ 43.75% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18)

เมื่อพิจารณาการกินไม้ของปลวกที่เวลา 30 วันหลังการทดสอบ พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดมีเปอร์เซ็นต์การกินไม้สูงสุด 14.70% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การกินไม้ระหว่างสารสกัดแต่ละชนิด โดยสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีมีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาเนื้อไม้ ซึ่งพบเปอร์เซ็นต์การกินไม้ต่ำสุดเพียง 3.73% ในขณะที่สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ พบเปอร์เซ็นต์การกินไม้ของปลวกสูงสุดเท่ากับ 7.44% เมื่อเทียบกับสารสกัดอีก 5 ชนิด (ตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยการตายและการกินไม้ของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่เวลา 30 หลังการทดสอบ

ตัวทำละลาย	พืช	ค่าเฉลี่ยการตาย (Mean ± SE, %)[1/]	ค่าเฉลี่ยการกินไม้ (Mean ± SE, %)[1/]
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	58.75 ± 6.88^{a}	6.91 ± 1.27^{b}
	พริกไทยดำ	52.50 ± 6.61^{a}	4.81 ± 1.27^{b}
	ชะพลู	58.75 ± 10.87^{a}	5.52 ± 1.27^{b}
เอทานอล	ดีปลี	66.25 ± 5.54^{a}	3.73 ± 1.27^{b}
	พริกไทยดำ	51.25 ± 8.75^{a}	7.44 ± 1.27^{b}
	ชะพลู	43.75 ± 6.88^{a}	6.01 ± 1.27^{b}
ไม่ใช้สารสกัด	-	3.75 ± 2.39^{b}	14.70 ± 1.27^{a}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.6 ประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกผสมทรายละเอียดต่อการตายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus*

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ผสมทรายละเอียดที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ของเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกระหว่างสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดซึ่งพบการตายของปลวกต่ำสุด 1.25% กับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของสารสกัดแต่ละชนิดไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสารสกัด โดยสารสกัด

ปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีมีประสิทธิภาพสูงสุดทำให้ปลวกตาย 52.50% ในขณะที่สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลูมีประสิทธิภาพต่ำสุดทำให้ปลวกตาย 32.50% (ตารางที่ 4.19)

สำหรับเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวกที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารสกัดมีเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษสูงสุดเท่ากับ 2.45% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด เมื่อพิจารณาการกินกระดาษของปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดแต่ละชนิด พบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำมีการกินกระดาษต่ำสุด 0.25% แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลูอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งปลวกกินกระดาษ 1.65% (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยการตายและการกินกระดาษของปลวก *C. curvignathus* ที่ได้รับสารสกัดที่คัดเลือกจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ผสมทรายละเอียด ที่เวลา 7 หลังการทดสอบ

ตัวทำละลาย	พืช	ค่าเฉลี่ยการตาย (Mean ± SE, %)[1/]	ค่าเฉลี่ยการกินกระดาษ (Mean ± SE, %)[1/]
ปิโตรเลียมอีเทอร์	ดีปลี	52.50 ± 3.23^{a}	0.25 ± 0.06^{c}
	พริกไทยดำ	43.75 ± 4.73^{a}	0.25 ± 0.05^{c}
	ชะพลู	32.50 ± 5.20^{a}	1.65 ± 0.40^{ab}
เอทานอล	ดีปลี	36.25 ± 7.47^{a}	0.85 ± 0.29^{bc}
	พริกไทยดำ	40.00 ± 6.46^{a}	0.63 ± 0.16^{bc}
	ชะพลู	36.25 ± 8.99^{a}	1.25 ± 0.21^{bc}
ไม่ใช้สารสกัด	-	1.25 ± 1.25^{b}	2.45 ± 0.37^{a}

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

5. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดที่คัดเลือกเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง

5.1 จำนวนปลวกในกับดัก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง เปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส โดยฝังกับดักเป็นเวลา 45, 90, 135 และ 180 วัน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.20 กล่าวคือ สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* เมื่อเทียบกับสารสกัดและชุดควบคุมจากการฝังกับดักเป็นเวลา 45 วัน โดยไม่พบปลวกในกับดัก แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งพบปลวกสูงสุดจำนวน 16,329.00 ตัว แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* ระหว่างสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสกับสารสกัดแต่ละชนิด เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของสารสกัดแต่ละชนิด พบว่า สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพสูงสุด พบปลวกในกับดักจำนวน 106.00 ตัว รองลงมาได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมและสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี ซึ่งพบปลวกจำนวน 378.33, 484.33 และ 603.33 ตัวตามลำดับ

ผลการฝังกับดักเป็นเวลา 90 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง โดยสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* ซึ่งไม่พบปลวกในกับดัก รองลงมาได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ และสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี พบปลวกจำนวน 16.33, 76.00, 125.00 และ 463.00 ตัว ตามลำดับในขณะที่ชุดควบคุมพบปลวกสูงสุดจำนวน 1,079.00 ตัว (ตารางที่ 4.20)

สำหรับการฝังกับดักเป็นเวลา 135 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลองเช่นกัน สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสยังคงมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยไม่พบปลวกในกับดัก รองลงมาได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี และสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ พบปลวกจำนวน 269.00, 1,483.33, 2,067.67 และ 2,239.67 ตัวตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมพบปลวกสูงสุดจำนวน 2,236.00 ตัว (ตารางที่ 4.20)

สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* โดยไม่พบปลวกในกับดักจากการฝังกับดักเป็นเวลา 180 วัน รองลงมาได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี และสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ พบปลวกจำนวน 136.33, 365.67, 405.33 และ 573.00 ตัว ในขณะที่ชุดควบคุมพบปลวกสูงสุดจำนวน 1,610.33 ตัว โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลองแต่ละชนิด (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยจำนวนปลวก *C. curvignathus* ที่พบในกับดักที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกและสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบ

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนปลวก (Mean ± SE)[1/]			
	45 วัน	90 วัน	135 วัน	180 วัน
1	378.33 ± 3281.11[b]	16.33 ± 478.55	269.00 ± 1,356.55	365.67 ± 475.61
2	106.00 ± 3281.11[b]	125.00 ±478.55	2,239.67 ± 1,356.55	573.00 ± 475.61
3	484.33 ± 3281.11[b]	76.00 ± 478.55	2,067.67 ± 1,356.55	136.33 ± 475.61
4	603.33 ± 3281.11[b]	463.00 ± 478.55	1,483.33 ± 1,356.55	405.33 ± 475.61
5	0.00 ± 3281.11[b]	0.00 ± 478.55	0.00 ± 1,356.55	0.00 ± 475.61
6	16,329.00 ± 3281.11[a]	1,079.00 ± 478.55	2,236.00 ± 1,356.55	1,610.33 ± 475.61
C.V. (%)	190.48	172.12	169.94	159.92

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

สิ่งทดลองที่ 1 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ
สิ่งทดลองที่ 2 สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ
สิ่งทดลองที่ 3 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี

สิ่งทดลองที่ 4 สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี
สิ่งทดลองที่ 5 สารฆ่าแมลงสังเคราะห์คลอร์ไพริฟอส
สิ่งทดลองที่ 6 น้ำเปล่า (ชุดควบคุม)

5.2 น้ำหนักไม้ที่สูญหาย

เมื่อพิจารณาน้ำหนักไม้ที่สูญหายแต่ละสิ่งทดลอง พบว่า สิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส ปลวกมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายต่ำสุดเท่ากับ 7.94% จากการฝังกับดักเป็นเวลา 45 วัน แตกต่างจากสิ่งทดลองชุดควบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายสูงสุดเท่ากับ 28.87% อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักไม้ที่สูญหายระหว่างสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสกับสารสกัดทั้ง 4 ชนิด โดยน้ำหนักไม้ที่สูญหายในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี สารเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ และสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี เท่ากับ 6.00, 8.10, 8.83 และ 10.81% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21)

ผลการฝังกับดักเป็นเวลา 90 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักไม้ที่สูญหายระหว่างสิ่งทดลอง ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายต่ำสุดเท่ากับ 2.35% รองลงมาได้แก่ สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ และสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี พบน้ำหนักไม้ที่สูญหายเท่ากับ 2.49, 2.49, 3.57 และ 3.60% ตามลำดับ ในขณะที่ปลวกในสิ่งทดลองชุดควบคุมมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายเท่ากับ 3.56% (ตารางที่ 4.21)

ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายต่ำสุดเท่ากับ 1.06% จากการฝังกับดักเป็นเวลา 135 วัน ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่เหลือ สิ่งทดลองที่น้ำหนักไม้ที่สูญหายรองลงมาได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี และชุดควบคุม ซึ่งพบน้ำหนักไม้ที่สูญหายเท่ากับ 1.69, 2.19, 2.86, 2.99 และ 3.90% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21)

ผลการฝังกับดักเป็นเวลา 180 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักไม้ที่สูญหายระหว่างสิ่งทดลอง ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายต่ำสุดเท่ากับ 0.93% รองลงมาได้แก่สิ่งทดลอที่ใช้สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี สารสกัดปิโตรเลียมจากผลดีปลี สารสกัดปิโตรเลียมจากเมล็ดพริกไทยดำ สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ และชุดควบคุม ซึ่งน้ำหนักไม้ที่สูญหายในช่วง 1.70-6.28% (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญหายในกับดักที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกและสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสเพื่อควบคุมปลวก *C. curvignaths* ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบ

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญหาย (Mean ± SE, %)[1/]			
	45 วัน	90 วัน	135 วัน	180 วัน
1	6.00 ± 4.25[b]	2.49 ± 0.50	1.69 ± 0.63	3.47 ± 1.87
2	8.83 ± 4.25[b]	3.57 ± 0.50	2.19 ± 0.63	5.53 ± 1.87
3	8.10 ± 4.25[b]	2.49 ± 0.50	2.86 ± 0.63	2.03 ± 1.87
4	10.81 ± 4.25[ab]	3.56 ± 0.50	2.99 ± 0.63	1.70 ± 1.87
5	7.94 ± 4.25[b]	2.35 ± 0.50	1.06 ± 0.63	0.93 ± 1.87

6	28.87 ± 4.25[a]	3.60 ± 0.50	3.90 ± 0.63	6.28 ± 1.87
C.V. (%)	62.61	28.53	44.84	97.35

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

สิ่งทดลองที่ 1 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ
สิ่งทดลองที่ 2 สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ
สิ่งทดลองที่ 3 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี
สิ่งทดลองที่ 4 สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี
สิ่งทดลองที่ 5 สารฆ่าแมลงสังเคราะห์คลอร์ไพริฟอส
สิ่งทดลองที่ 6 น้ำเปล่า (ชุดควบคุม)

5.3 การประเมินคะแนนความเสียหายของไม้

ผลการประเมินความเสียหายของไม้ที่เกิดจากการทำลายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ตามเกณฑ์ของ American Wood Protection Association (AWPA, 2009) จากการฝังกับดักที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกจำนวน 4 ชนิด และสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสเป็นเวลา 45, 90, 135 และ 80 วัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ของค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ระหว่างสิ่งทดลองชุดควบคุมกับสิ่งทดลองที่ใช้สารคลอร์ไพริฟอสและสารสกัดที่คัดเลือกทั้ง 4 ชนิด สิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้สูงสุดเท่ากับ 10 หมายถึงไม้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกปลวกทำลายตลอดระยะเวลา 45 วัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดทั้ง 4 ชนิด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้อยู่ในช่วง 9.54-9.80 หรือผิวไม้ถูกปลวกกัดแทะเล็กน้อย ในขณะที่สิ่งทดลองชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ต่ำสุดเท่ากับ 7.48 หมายถึง ไม้ถูกปลวกทำลายปานกลางไม่เกิน 10% (ตารางที่ 4.22)

จากการฝังกับดักเป็นเวลา 90 วันเพื่อควบคุมปลวก *C. curvignathus* พบว่า สิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสยังคงมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้สูงสุดเท่ากับ 10 หรือไม้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกปลวกทำลาย แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับสิ่งทดลองชุดควบคุม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ต่ำสุดเท่ากับ 7.83 หรือไม้ถูกปลวกทำลายไม่เกิน 10% นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกทั้ง 4 ชนิด มีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติในช่วง 9.35-9.70 ซึ่งไม้ถูกทำลายเล็กน้อยไม่เกิน 3% หรือผิวไม้ถูกกัดแทะเล็กน้อย รวมทั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกกับสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสและชุดควบคุม (ตารางที่ 4.22)

เมื่อพิจารณาผลการฝังกับดักเป็นเวลา 135 วัน พบว่า สิ่งทดลองชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ต่ำสุดเท่ากับ 6.47% ซึ่งไม้ถูกปลวกทำลายอย่างรุนแรง 30-50% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสและสารสกัดที่คัดเลือกทั้ง 4 ชนิด โดยสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้สูงสุดเท่ากับ 10 ซึ่งไม้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกปลวกทำลาย และไม่แตกต่างทางสถิติกับสารสกัดทั้ง 4 ชนิด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้อยู่ในช่วง 8.75-9.88 หมายถึงไม้ถูกทำลายปานกลางไม่เกิน 10% หรือผิวไม้ถูกปลวกแทะเล็กน้อย (ตารางที่ 4.22)

ผลการทดสอบการฝังกับดักเป็นเวลา 180 วันเพื่อควบคุมปลวก *C. curvignathus* พบว่า สิ่งทดลองชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ต่ำสุดเท่ากับ 7.02 ซึ่งไม้ถูกปลวกทำลายปานกลาง 10-30% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสและสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้สูงสุดเท่ากับ 10.00 (ไม้ยังคงอยู่ในสภาพดีไม่ถูกปลวกทำลาย) และ 8.99 (ไม้ถูกปลวกทำลายไม่เกิน 3%) ตามลำดับ ส่วนสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี สารสกัดปิโตรเลียมจากเมล็ดพริกไทยดำ และสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินความเสียหายของไม้ 7.02-8.16 ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินความเสียหายของไม้ยางที่เกิดจากการทำลายของปลวก *C. curvignathus* ในกับดักที่ใช้สารสกัดที่คัดเลือกและสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส ที่เวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบ

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินความเสียหายของไม้ (Mean ± SE)[1/]			
	45 วัน	90 วัน	135 วัน	180 วัน
1	9.74 ± 0.44^{a}	9.70 ± 0.40^{ab}	9.88 ± 0.34^{a}	7.72 ± 0.36^{bc}
2	9.49 ± 0.44^{a}	8.80 ± 0.40^{ab}	9.77 ± 0.34^{a}	7.02 ± 0.36^{c}
3	9.80 ± 0.44^{a}	9.67 ± 0.40^{ab}	8.75 ± 0.34^{a}	8.99 ± 0.36^{ab}
4	9.54 ± 0.44^{a}	9.35 ± 0.40^{ab}	8.99 ± 0.34^{a}	8.16 ± 0.36^{bc}
5	10.00 ± 0.44^{a}	10.00 ± 0.40^{a}	10.00 ± 0.34^{a}	10.00 ± 0.36^{a}
6	7.48 ± 0.44^{b}	7.83 ± 0.40^{b}	6.47 ± 0.34^{b}	7.02 ± 0.36^{c}
C.V. (%)	8.15	7.46	6.61	7.58

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

สิ่งทดลองที่ 1 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ
สิ่งทดลองที่ 2 สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ
สิ่งทดลองที่ 3 สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี
สิ่งทดลองที่ 4 สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี
สิ่งทดลองที่ 5 สารฆ่าแมลงสังเคราะห์คลอร์ไพริฟอส
สิ่งทดลองที่ 6 น้ำเปล่า (ชุดควบคุม)

6. ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การจัดฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืช ดำเนินการจัดอบรมในงานเกษตรแห่งชาติประจำปี 2562 ในวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562 ณ ห้อง PS 201-202 สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช มีผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 54 ราย การประเมินผลการฝึกอบรมใช้วิธีสังเกตพฤติกรรมของผู้เข้าร่วมอบรม และให้ผู้เข้าอบรมตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นในลักษณะค่าคะแนนดังนี้

- ระดับคะแนน 5 เป็นค่าคะแนนสูงสุด หมายถึง มีการเตรียมการที่ดีเยี่ยม หรือผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจมากที่สุด

- ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีการเตรียมการที่ดี หรือผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจมาก

- ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีการเตรียมการปานกลาง หรือผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจปานกลาง

- ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีการเตรียมการน้อยหรือผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจน้อย

- ระดับคะแนน 1 เป็นค่าคะแนนที่ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่ายังขาดการเตรียมการอย่างยิ่งควรปรับปรุงแก้ไข

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามที่ได้รับคืน โดยนับคะแนนเป็นรายหัวข้อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์และคิดค่าคะแนนเฉลี่ย ซึ่งจำแนกช่วงคะแนนได้ดังนี้

1.00 - 1.75	พอใจน้อยที่สุดหรือควรปรับปรุง
1.76 - 2.50	พอใจน้อยหรือดีน้อย
2.51 - 3.25	พอใจปานกลางหรือพอใช้
3.26 - 4.25	พอใจหรือดี
4.26 - 5.00	พอใจมากที่สุดหรือดีเยี่ยม

6.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรม

ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืช ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 58.62% และเป็นเพศชาย 41.38% ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไปคิดเป็น 55.17% และจบการศึกษาในระดับปริญญาตรี คิดเป็น 24.14% ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นเกษตรกร คิดเป็น 68.97% รองลงมาคือ ข้าราชการ ทำธุรกิจส่วนตัว นักเรียน/นักศึกษา พนักงานบริษัท และอื่นๆ คิดเป็น 13.79, 6.90, 3.45, 3.45 และ 3.45% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

6.2 ความพึงพอใจต่อการจัดอบรม วิทยากร ความรู้และประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรม

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชต่อการจัดอบรม พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อสถานที่/บรรยากาศของการจัดอบรม โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 การเตรียมการฝึกอบรมที่เกษตรกรมีความพึงพอใจรองลงมาได้แก่ การอำนวยความสะดวก/การต้อนรับของเจ้าหน้าที่ เอกสารประกอบการฝึกอบรม การลงทะเบียน/การรับเอกสาร สื่อ/โสตทัศนูปกรณ์ และอาหาร/อาหารว่าง โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจสูงในระดับ 4.45, 4.45, 4.38, 4.34 และ4.17 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.24)

การประเมินผลความพึงพอใจของวิทยากรที่ให้การฝึกอบรม พบว่า ผู้เข้ารับกาอบรมมีความพึงพอใจต่อวิทยากรมากในด้านความสามารถในการอธิบายเนื้อหาของวิทยากร การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน การเชื่อมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรม อธิบายเนื้อหาได้ครบถ้วน และสามารถใช้เวลาตามที่กำหนด โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 4.59, 4.55, 4.41, 4.34 และ 4.31 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.24)

ผลการประเมินความรู้และประโยชน์ที่ได้จากการฝึกอบรม ผลปรากฏว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจโดยคิดว่าสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดปลวกได้มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 4.41 นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจสูงต่อประโยชน์ที่ได้จากการอบรม มีความมั่นใจในการกำจัดปลวกโดยใช้สารธรรมชาติจากพืช ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 4.38 และ 4.38 ตามลำดับ

รวมทั้งมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาการฝึกอบรมสอดคล้องกับสิ่งที่คาดหวังคิดเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ผู้เข้ารับการอบรมยังมีความพึงพอใจมากต่อความรู้และประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรมในภาพรวมคิดเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจมากต่อการจัดอบรม วิทยากร ความรู้และประโยชน์ที่ได้รับในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 (ตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.23 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืช

ประเด็น	เปอร์เซ็นต์
1..เพศ	
ชาย	41.38
หญิง	58.62
2.อายุ	
ต่ำกว่า 21 ปี	0
21 -30 ปี	13.79
31 – 40 ปี	6.90
41 – 50 ปี	24.14
50 ปีขึ้นไป	55.17
3.ระดับการศึกษา	
ประถมศึกษา	20.69
มัธยมศึกษาตอนต้น	17.24
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	17.24
อนุปริญญา/ปวส.	3.45
ปริญญาตรี/เทียบเท่า	24.14
สูงกว่าปริญญาตรี	17.24
4.อาชีพ	
เกษตรกร	68.97
ค้าขาย	0
ข้าราชการ	13.79
ธุรกิจส่วนตัว	6.90
นักเรียน/นักศึกษา	3.45
พนักงานบริษัท	3.45
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	0
อื่นๆ	3.45

ตารางที่ 4.24 ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการควบคุมปลวกในสวนยางโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชในด้านการจัดอบรม วิทยากร ความรู้และประโยชน์ที่ได้รับ

ประเด็นความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ (%)					คะแนนเฉลี่ย
	5	4	3	2	1	
การจัดอบรม						
1.สถานที่/บรรยากาศของการจัดอบรม	48.28	51.72	0.00	-	-	4.48
2.การอำนวยความสะดวก/การต้อนรับของเจ้าหน้าที่	44.83	55.17	0.00	-	-	4.45
3. การลงทะเบียน/การรับเอกสาร	41.38	55.17	3.45	-	-	4.38
4. เอกสารประกอบการอบรม	51.72	41.38	6.90	-	-	4.45
5. สื่อ/โสตทัศนูปกรณ์	48.28	37.93	13.79	-	-	4.34
6. อาหาร/อาหารว่าง	34.48	48.28	17.24	-	-	4.17
วิทยากร						
1. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน	55.17	44.83	0.00	-	-	4.55
2. ความสามารถในการอธิบายเนื้อหา	48.28	51.72	3.45	-	-	4.59
3. การเชื่อมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรม	41.38	58.62	0.00	-	-	4.41
4. มีความครบถ้วนของเนื้อหาในการฝึกอบรม	34.48	65.52	0.00	-	-	4.34
5.การใช้เวลาตามที่กำหนดไว้	34.48	62.07	3.45	-	-	4.31
ความรู้และประโยชน์ที่ได้รับ						
1. เนื้อหาการฝึกอบรมสอดคล้องกับสิ่งที่คาดหวัง	31.03	62.07	3.45	-	-	4.14
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม	37.93	62.07	0.00	-	-	4.38
3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดปลวก	41.38	58.62	0.00	-	-	4.41
4. มีความมั่นใจในการกำจัดปลวกโดยใช้สารธรรมชาติจากพืช	37.93	62.07	0.00	-	-	4.38
5. ความพึงพอใจต่อประโยชน์และความรู้ที่ได้รับในภาพรวม	37.93	62.07	0.00	-	-	4.38

เฉลี่ย	**4.39**

การสำรวจความเสียหายของสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ที่เกิดจากปลวกในพื้นที่อำเภอถ้ำพรรณรา ทุ่ง-ใหญ่ และนาบอน โดยใช้แบบสอบถาม พบปลวกในสวนยางทั้ง 3 พื้นที่ในระยะเปิดกรีด โดยมีจำนวนต้นยางที่ถูกปลวกทำลายไม่เกิน 10 ต้น ลักษณะการทำลายต้นยางของปลวกส่วนใหญ่นำดินมาพอกบริเวณที่กรีดทำให้เสียเวลาในการกรีด เกษตรกรในอำเภอถ้ำพรรณรา ไม่ได้ทำการกำจัดเพราะคิดว่าเป็นปัญหาเพียงเล็กน้อย รวมทั้งเกษตรส่วนใหญ่ของอำเภอนาบอน สำหรับเกษตรกรส่วนใหญ่ในอำเภอทุ่งใหญ่และบางส่วนของอำเภอนาบอนป้องกันกำจัดปลวกโดยใช้สารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้ได้แก่คาร์โบฟูแรนและคาร์โบซัลแฟนเนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีเกือบทุกบ้านที่ทำการเกษตร

ปัจจุบันการศึกษาวิจัยฤทธิ์ชีวภาพของพืชสมุนไพร เพื่อนำมาใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมแมลงศัตรูพืชทวีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากพืชสมุนไพรเป็นพืชที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์หลักในการรักษาโรค จึงมีความปลอดภัยต่อมนุษย์รวมทั้งสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์อื่นๆ เช่น ผึ้ง ปลา เป็นต้น การนำพืชสมุนไพรมาประยุกต์ใช้เพื่อการควบคุมแลงศัตรูพืช มีวิธีการใช้ง่ายเช่น ใช้ในรูปแบบการฉีดพ่นเหมือนการใช้สารฆ่าแมลงทั่วไป พืชสมุนไพรยังมีฤทธิ์ชีวภาพในการควบคุมแมลงได้หลายรูปแบบ เช่น มีฤทธิ์ไล่แมลง ฆ่าแมลง ยับยั้งการเจริญเติบโต ยับยั้งการวางไข่ เป็นต้น นอกจากนี้สารธรรมชาติจากพืชยังมีสารออกฤทธิ์หลายชนิดปนกัน จึงช่วยชะลอการสร้างความต้านทานของแมลงต่อสาร การนำพืชสมุนไพรที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช ยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตพืชให้กับเกษตรกรในการซื้อสารฆ่าแมลงที่มีราคาแพงอีกด้วย

ผลการสกัดสารออกฤทธิ์จากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ด้วยวิธีการแช่ยุ่ยโดยใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิดเป็นตัวสกัดสารออกฤทธิ์ เรียงลำดับจากตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำไปยังตัวทำละลายที่มีขั้วสูง ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิละซิเตต อะซิโตน และเอทานอล พบว่า สารสกัดเอทานอลจากพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิด ให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดอะซิโตน เอทิลอะซิเตต และปิโตรเลียมอีเทอร์ตามลำดับ สอดคล้องกับ Ibrahim et al. (2017) สกัดสารออกฤทธิ์จากรากและเปลือกของต้นนุ่นด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเมทานอล และพบว่าตัวทำละลายแต่ละชนิดสามารถสกัดสารได้ในปริมาณ 0.8, 1.52, 4.8 และ 7.75% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกันสามารถสกัดสารได้ในปริมาณแตกต่างกัน ปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำ สามารถสกัดสารออกฤทธิ์ได้เฉพาะที่มีขั้วต่ำ จึงให้ปริมาณผลผลิตน้อย ส่วนตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตและอะซิโตนเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วปานกลาง จึงสารสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีขั้วต่ำและขั้วปานกลาง ในขณะที่ตัวทำละลายเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูง สกัดสารออกฤทธิ์ได้ทั้งมีขั้วต่ำ มีขั้วปานกลาง และมีขั้วสูง จึงได้ปริมาณผลผลิตสูงสุด

ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำ พบสารเทอร์พีนอยด์ ซาโปนินและแอลคาลอยด์ ในขณะที่สารสกัดเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ตรวจสอบพบสารเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และซาโปนิน แตกต่างจาก Varsha and Sonali (2014) รายงานผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และอะซิโตนจากเมล็ดพริกไทยดำ พบแอลคาลอยด์ ซาโปนิน แทนนินและฟลาโวนอยด์ ในขณะที่สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ ตรวจสอบพบแอลคาลอยด์ ซาโปนิน และแทนนิน ส่วนผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากใบชะพลู พบสารฟลาโวนอยด์และซาโปนิน ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตต พบเฉพาะสารซาโปนินเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่สารสกัดอะซิโตนตรวจสอบไม่พบสาร

ใดเป็นองค์ประกอบ แตกต่างจากรายงานของ Hussain et al. (2010) ซึ่งพบฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากใบชะพลู ในขณะที่ Ee et al. (2009) รายงานพบแอลคาลอยด์เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอลจากราก ใบและผลของชะพลู

ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากผลดีปลี จากการวิจัยครั้งนี้ พบสาร 3 กลุ่ม ได้แก่ เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์และซาโปนิน แตกต่างจากรายงานของ Manosi et al. (2016) ซึ่งพบสารแอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แทนนินและเทอร์พีนอยด์เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากผลดีปลี ในขณะที่สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีตรวจสอบพบแอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน แต่ไม่พบสารเทอร์พีนอยด์เป็นองค์ประกอบ สาเหตุสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู พบสารพฤษเคมีแตกต่างจากรายงานวิจัยข้างต้นอาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมในการปลูกพืช พันธุ์พืช ระยะเก็บเกี่ยวพืชแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อชนิดและปริมาณสารพฤกษเคมีที่พบในพืช

ผลการทดสอบฤทธิ์ชีวภาพประกอบด้วยพิษทางการกิน พิษทางการรม และฤทธิ์ไล่ของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิด มีพิษทางกินและพิษทางการรมต่อปลวกสายพันธุ์ดังกล่าวสูงมาก โดยพบการตายของปลวก 92.50-97.50% และ 96.25-100.00% ตามลำดับ ส่วนสารสกัดที่เหลืออีก 6 ชนิด มีพิษทางกินและพิษทางการรมปานกลาง 48.75-76.25% และ 51.25-67.50% ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ยังมีฤทธิ์ไล่ปลวก *C. curvignathus* สูงมากเช่นกัน 78.75-89.38% ในขณะที่สารสกัดเอทิลอะซิเตตและอะซิโตนของพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิด มีฤทธิ์ไล่ปลวกปานกลางในช่วง 53.75-76.25%

จากผลการทดสอบสอดคล้องกับรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพิษทางการกิน พิษทางการรม และฤทธิ์ไล่ของสารสกัดเมล็ดพริกไทยดำที่มีต่อแมลงศัตรูพืช ตัวอย่างเช่น Moein and Farrag (2000) พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลมีพิษทางการกินต่อปลวกไม้แห้ง (*Cryototermes brevis*) Khani et al. (2011) ทดสอบพิษทางการกินของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และน้ำ ที่มีต่อการตายของตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าว และพบว่าสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์มีพิษสูงสุดโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.61 ไมโครลิตร/กรัม ที่เวลา 72 ชั่วโมง รองลงมาได้แก่ สารสกัดคลอโรฟอร์มและน้ำ Khani et al. (2012) รายงานพิษทางการกินของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ต่อตัวหนอนของผีเสื้อข้าวสารเท่ากับ 12.52 ไมโครลิตร/มิลลิลิตร Hussein et al. (2017) สรุปไว้ว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลความเข้มข้น 10% มีพิษทางการกินสูงต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว โดยสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ทำให้แมลงตาย 76.6, 81.1, 86.6, 93.3, 100, 100 และ 100% ที่เวลา 2, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันตามลำดับ ส่วนสารสกัดเอทานอลทำให้แมลงตาย 63.3, 73.3, 76.6, 80.0, 90, 97.7 และ 100% ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลยังมีพิษทางทางกินต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้งอีกด้วย พัชราภรณ์ และคณะ (2562) รายงานพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำที่มีต่อมอดข้าวเปลือกเท่ากับ 264.16 ไมโครลิตร/ลิตรอากาศ ที่เวลา 72 ชั่วโมง Briones and Garbo (2016) รายงานค่า LC_{50} ของสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำที่มีต่อระยะไข่ ลูกน้ำวัย 3 และ 4 และดักแด้ของยุงลายบ้าน เท่ากับ 24.0, 19.3 และ 3,546.1 ไมโครลิตร/ลิตร ตามลำดับ Chaubey (2017) สรุปไว้ว่า น้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดพริกไทยมีทั้งพิษทางการรมและพิษทางสัมผัสต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด โดยค่า LC_{50} ของพิษทางการรมเท่ากับ 0.287 และ 0.152 ไมโครลิตร/ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ส่วน

ค่า LC_{50} ของพิษทางสัมผัสเท่ากับ 0.208 และ 0.126 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ผลการทดสอบครั้งนี้ยังพบว่า สารสกัดจากเมล็ดพริกไทยดำยังมีฤทธิ์ไล่ปลวก *C. curvignathus* เช่นเดียวกับงานทดลองของ Khani et al. (2011) พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมจากเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 5% มีประสิทธิภาพไล่ด้วงงวงข้าว 84, 88, 100, 100 และ 88% ที่เวลา 1, 2, 3, 4 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ Ilzamunnabil et al. (2018) รายงานค่าเฉลี่ยการไล่ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยความเข้มข้น 1% เท่ากับ 88.00, 91.00, 85.00 และ 67.00% ตามลำดับ

สำหรับผลการทดสอบพิษทางการกิน พิษทางการรม และฤทธิ์ไล่ของสารสกัดจากใบชะพลู ที่มีต่อปลวก *C. curvignathus* สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Chieng et al. (2008) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูความเข้มข้น 1% มีพิษทางสัมผัสต่อปลวกใต้ดิน (*Coptotermes* sp.) โดยทำให้ปลวกตาย 100 % ภายในเวลา 2 วัน นทีและสุภาณี (2546) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูมีพิษสัมผัสตายต่อด้วงถั่วเขียว อรทัยและศิริพรรณ (2551) รายงานพิษทางการกินของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่มีต่อหนอนใยผัก โดยมีค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 4.34% Choochote et al. (2006) ทดสอบพิษทางสัมผัสของสารสกัดเอทานอลจากใบชะพลูที่มีต่อยุงลาย และรายงานค่า LD_{50} เท่ากับ 0.14 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมของยุงเพศเมีย Hematpoor et al. (2013) เปรียบเทียบพิษทางการกินของสารสกัดเฮกเซน ไดคลอโรมีเธน และเมทานอล จากใบชะพลูความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่มีต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าว พบว่า สารสกัดเฮกเซนมีพิษสูงสุดทำให้ด้วงงวงข้าวตาย 100% Feng et al. (2014) สรุปว่า สารสกัดเอทานอลจากต้นชะพลูมีพิษทางการกินทั้งต่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาวใยเกลียว (*Aleurodicus disperses*) โดยมีค่า LC_{50} ต่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเท่ากับ 224.31 และ 336.68 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ Liu et al. (2014) รายงานค่า LC_{50} ของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบชะพลูที่มีต่อไข่ของหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 1.9787% นอกจากนี้ Hidayatulfathi et al. (2017) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูความเข้มข้น 0.4% ในรูปแบบเจล มีฤทธิ์ไล่ยุงลายบ้านมากกว่า 80% ในเวลา 4 ชั่วโมง

สารสกัดจากผลดีปลีมีพิษทางการกิน พิษทางการรม และฤทธิ์ไล่ปลวกสายพันธุ์ *C. curvignathus* สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tripathi et al. (1999) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากผลดีปลี มีฤทธิ์สูงในการไล่มอดแป้งในระดับ 52, 76 และ 90% ที่อัตราความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2% Chansang et al. (2005) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยน้ำจากพืช 9 ชนิด ในการควบคุมลูกน้ำวัย 4 ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดจากผลดีปลีมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} ต่อลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญเท่ากับ 79 และ 135 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ Saenmanot et al. (2018) รายงานพิษ (LD_{50}) ทางสัมผัสของเอทานอลจากผลดีปลีที่มีต่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงสาบเยอรมัน (*Blattella germanica*) เท่ากับ 89.1 และ 62.4 ไมโครกรัม/ตัว ตามลำดับ

จากรายงานวิจัยพบว่า piperine เป็นสารออกฤทธิ์ควบคุมแมลงที่พบในพืชสกุลพริกไทย โดยเมล็ดพริกไทยดำมีสาร piperine ปริมาณ 2-7% ส่วนผลดีปลีพบสารดังกล่าว 4.5% (Peter, 2006) Khani et al. (2011) ศึกษาองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำโดยเทคนิค GC-MS และพบสาร piperine (74.34%) caryophyllene (18.53%) และ cinamic acid (5.20%) Sharma et al. (2012) รายงานว่า ผลดีปลีมีสาร piperine เป็นองค์ประกอบ 0.49 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม Feng et al. (2014) กล่าวว่า piperine เป็นสารออกฤทธิ์ควบคุมแมลงที่พบในต้นชะพลู Peter (2006) กล่าวว่า สภาพแวดล้อม ได้แก่ สภาพอากาศ แหล่งปลูก เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีผลต่อปริมาณสาร piperine ที่พบในพืช piperine เป็นสารในกลุ่มแอลคาลอยด์ มีสีเหลืองเข้ม กลิ่นหอม ฉุน และมีรสขมเล็กน้อย piperine เป็นสารที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เอทานอล และเมทานอล แต่ไม่ละลายใน

น้ำ จากรายงานวิจัยพบว่า piperine มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงหลายชนิด เช่น แมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) แมลงหวี่ขาวใยเกลียว หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (*Spodoptera frugiperda*) ลูกน้ำยุงก้นปล้อง (*Anopheles gambiae*, *A. arabiensis*, *A. coluzzii*) (Feng et al., 2014: Samuel at al., 2016)

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอีกกลุ่มหนึ่งที่พบในพืชสกุลพริกไทย และมีฤทธิ์ชีวภาพในการควบคุมแมลง ศัตรูพืช พัชราภรณ์ และคณะ (2562) รายงานว่าสารที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดพริกไทยดำคือ β-caryophyllene (23.84%) δ-3-carene (20.95%), limonene (12.98%), β-pinene (8.15%) สำหรับสารที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากผลดีปลีได้แก่ β-caryophyllene ปริมาณ 12.53% มัตตนา และคณะ (2561) พบสาร 1,3-benzodioxole, 4-methoxy-6-(2-propenyl)-, β-caryophyllene และ β-pinene เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลู รวมทั้งพบ limonene ในปริมาณค่อนข้างน้อย Park and Shin (2005) รายงานพิษทางการรมของสาร β-caryophyllene ที่มีต่อปลวก *Reticulitermes speratus* โดยความเข้มข้น 5 ไมโครลิตร/ลิตร ทำให้ปลวกตาย 6% ที่เวลา 72 ชั่วโมง Raina et al. (2007) รายงานว่า limonene มีพิษทางการรมต่อปลวก *C. formosanus* Pal et al. (2011) สรุปไว้ว่า β-pinene และ limonene ปริมาณ 5 มิลลิกรัม/กรัม ทำให้ปลวก *Microcerotermes beesoni* ตาย 28.7 และ 10.0% ที่เวลา 14 วันจากการทดสอบพิษทางการกิน นอกจากนี้ Almeida et al. (2015) รายงานพิษทางการกินของ limonene และ β-pinene ปริมาณ 3.5 มิลลิกรัม/กรัม ทำให้ปลวก *Heterotermes sulcatus* ตาย 100 และ 76% ที่เวลา 14 วัน ดังนั้นสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิด มีพิษทางการกิน พิษทางการรม และฤทธิ์ไล่ปลวก *C. curvignathus* สูง อาจเนื่องมาจากตัวทำละลายทั้งสองชนิดสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ออกมาจากพืชทดสอบได้มาก จึงส่งผลทำให้ปลวกตายมากและมีฤทธิ์ปลวกสูง

การคัดเลือกสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู นำมาทดสอบผลต่อการสร้างท่อทางเดินของปลวก การเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก รวมทั้งประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ พบว่า สารสกัดทั้ง 6 ชนิดมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก *C. curvignathus* เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งปลวกสามารถเคลื่อนที่เต็มความยาวของท่อแก้ว 150 มิลลิเมตร ภายในเวลา 10 วัน และพบการตายของปลวกเพียง 3.75% ส่วนปลวกที่รอดชีวิตยังคงเคลื่อนที่ได้ตามปกติ เมื่อพิจารณาผลของสารสกัดแต่ละชนิดต่อการสร้างท่อทางเดินของปลวก พบว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์จากเมล็ดพริกไทยดำมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวกสูงสุด ซึ่งปลวกเคลื่อนที่ในท่อแก้วได้เพียง 2.50 มิลลิเมตรที่เวลา 14 วัน และพบการตายของปลวก 33.75% สารที่มีประสิทธิภาพรองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลี และสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดพริกไทยดำ สอดคล้องกับ Nisar et al. (2012) รายงานว่าสารสกัดอะซิโตน เอทานอล และน้ำจากเมล็ดพริกไทยดำมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวกสายพันธุ์ *Odontotermes* sp. และ *Microtermes* sp. สาเหตุหลักที่สารสกัดทั้ง 6 ชนิดมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก อาจเนื่องจากสารสกัดมีฤทธิ์ไล่ปลวกไม่ให้เคลื่อนที่ในท่อแก้ว และจากการสังเกตพบว่าปลวกที่ตายในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเริ่มจากเคลื่อนที่ช้าลง ขนาดลำตัวตัวเล็กลงและตายในที่สุด อาจเนื่องจากพิษทางการรมของสารสกัดที่มีต่อปลวก

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก *C. curvignathus* พบว่าสารสกัดทั้ง 6 ชนิด มีประสิทธิภาพในการเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวก โดยสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและและเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยปลวกข้ามแนวป้องกันไปอยู่ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหารได้เพียง 26.25% แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งพบปลวกข้ามไปอยู่ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาหารสูงถึง 53.75% จากการสังเกตพบว่าปลวกในสิ่งทดลองชุดควบคุมสามารถข้ามแนวป้องกันไปยังแหล่ง

อาหารในวันที่ 2 ของการทดสอบ ในขณะที่ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดไม่สามารถข้ามแนวป้องกันไปยังแหล่งอาหารโดยตรง แต่สร้างท่อทางเดินบริเวณด้านข้างของภาชนะซึ่งเรียกว่า edge effect เพื่อเคลื่อนที่ไปยังแหล่งอาหารในวันที่ 2 ของการทดสอบ สอดคล้องกับการทดสอบของ Manzoor et al. (2011) นอกจากนี้ยังพบว่า ปลวกในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงและสร้างท่อทางเดินน้อยกว่าชุดควบคุม อาจเนื่องจากพิษทางการรมและฤทธิ์ไล่ของสารสกัดที่มีต่อปลวก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ของสารสกัด พบว่า สารสกัดทั้ง 6 ชนิด มีพิษต่อปลวก *C. curvignathus* โดยพบการตายของปลวก 43.75-66.25% ที่เวลา 30 วันของการทดสอบ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับชุดควบคุมซึ่งพบการตายของปลวก 3.75% เมื่อพิจารณาพิษทางการกินของสารแต่ละชนิด พบว่า สารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีมีพิษทางการกินสูงสุด และปลวกมีเปอร์เซ็นต์การกินไม้ 3.73% ในขณะที่ปลวกในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การกินไม้สูงถึง 14.70% Himmi et al. (2013) รายงานว่า สารธรรมชาติจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้จากการทำลายของปลวกที่ดี ควรมีพิษทำให้ปลวกตาย 100% และน้ำหนักของไม้ที่สูญหายจากการทำลายของปลวกไม่ควรเกิน 3% รวมทั้งรายงานเพิ่มเติมว่า สารสกัด azadirachtin 10% มีประสิทธิภาพต่ำในการรักษาเนื้อไม้จากการทำลายของปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. gestroi* เนื่องจากทำให้ปลวกตาย 52.67% และปลวกกินไม้ 3.24% ที่เวลา 12 วันของการทดสอบ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสารสกัดเอทานอลจากผลดีปลีและสารสกัดที่เหลืออีก 5 ชนิด มีประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้จากการทำลายของปลวก *C. curvignathus* ต่ำ

ผลการคัดเลือกสารสกัดจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำ นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* ในสวนยาง เปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส โดยพิจารณาจากจำนวนปลวกที่พบในกับดัก น้ำหนักไม้ที่สูญหาย และความเสียหายของไม้ที่เกิดจาการทำลายของปลวกในช่วงเวลา 45, 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบ พบว่า สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก *C. curvignathus* แต่ละช่วงเวลาที่ทดสอบ โดยไม่พบปลวกในกับดัก และคะแนนประเมินความเสียหายของไม้เท่ากับ 10 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าไม้ไม่ถูกปลวกทำลายเนื่องจากไม่พบปลวกในกับดัก คลอร์ไพริฟอสเป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต มีพิษทางสัมผัสต่อแมลง ออกฤทธิ์ช้า รวมทั้งมีฤทธิ์ปกป้องเนื้อไม้ นิยมใช้ราดดินเพื่อป้องกันการทำลายไม้ของปลวก (Venkateswara et al., 2005) Ahmed et al. (2005) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาและคลอร์ไพริฟอสในการควบคุมปลวกในแปลงอ้อยโดยวิธีราดสารลงในร่องที่ปลูกท่อนพันธุ์อ้อย ผลการทดสอบพบว่า คลอร์ไพริฟอสมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมปลวก โดยพบปลวก 2 ตัวที่เวลา 5 สัปดาห์หลังการทดสอบ ในขณะที่สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดสะเดาและไม่ใช้สารพบปลวก 104 และ 162 ตัว ตามลำดับสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในกาควบคุมปลวก *C. curvignathus* ไม่แตกต่างจากสารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสในทุกช่วงเวลาที่ทดสอบ เนื่องจากสารสกัดมีฤทธิ์ไล่และมีพิษทางการรมต่อปลวก อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของจำนวนปลวกที่พบในกับดักระหว่างสิ่งทดลองที่เวลา 90, 135 และ 180 วันหลังการทดสอบ เนื่องจากช่วงเวลาที่ทดสอบประสิทธิภาพของสารเพื่อควบคุมปลวก *C. curvignathus* อยู่ในช่วงฤดูฝน (มีนาคม-ตุลาคม) เมื่อทำการขุดกับดักในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่า ในสิ่งทดลองชุดควบคุมมีน้ำขังอยู่ในกับดักรวมทั้งมีมดเข้ามาทำรังและพบไม้ถูกปลวกกัดกินปานกลางแต่ไม่พบตัวปลวก อาจเนื่องจากการมีน้ำขังในกับดักทำให้ปลวกขาดออกซิเจนในการหายใจและตายในที่สุด ส่วนมดที่อยู่ในกับดักจะกัดกินปลวกทำให้ปลวกตาย จึงเป็นสาเหตุให้พบปลวกในสิ่งทดลองชุดควบคุมน้อยกว่าความเป็นจริง ส่งผลให้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของจำนวนปลวกระหว่างสิ่งทดลองที่ใช้สารกับไม่ใช้สาร ดังนั้นประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงและสารสกัดเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม

สอดคล้องกับ Ahmed et al. (2017) รายงานว่าประสิทธิภาพของสารเคมีในการควบคุมปลวกใต้ดินขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เนื้อดิน และปริมาณความชื้นในดิน ในกรณีที่ดินเป็นกรดอ่อนๆ เนื้อดินไม่เป็นดินเหนียว และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ สารเคมีจะคงประสิทธิภาพอยู่ในดินได้นาน เมื่อพิจารณาความเสียหายของไม้ในสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด พบว่า ไม้ถูกปลวกทำลายเล็กน้อยในช่วงเวลา 45, 90 และ 135 วันหลังการทดสอบ ส่วนการฝังกับดักเป็นเวลา 180 วัน พบว่า ไม้ถูกปลวกทำลาย 10-30% แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของสารสกัดลดลงตามระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ ส่วนไม้ในสิ่งทดลองชุดควบคุมพบความเสียหายที่เกิดจากการทำลายปลวกปานกลาง-รุนแรงในช่วง 30-50% เมื่อพิจารณาน้ำหนักไม้ที่สูญหาย พบว่าสิ่งทดลองที่ใช้สารฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอสมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายแม้นไม่พบการทำลายของปลวก ในขณะที่สิ่งทดลองชุดควบคุมมีน้ำหนักไม้ที่สูญหายสูงสุด ดังนั้นน้ำหนักไม้ที่สูญหายขึ้นอยู่กับจำนวนปลวกที่เข้ามาในกับดัก ถ้ามีปลวกเข้าทำลายมากจะส่งผลให้น้ำหนักไม้สูญหายมาก นอกจากนี้อาจขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์ในดินทำหน้าที่ย่อยสลายไม้ให้กลายเป็นอินทรีย์วัตถุด้วย

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดผลดีปลี เมล็ดพริกไทยดำ และใบชะพลู ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. curvignathus* สรุปได้ว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำมีพิษทางการกิน พิษทางการรม ฤทธิ์ไล่ปลวกสูง รวมทั้งมีประสิทธิภาพเป็นแนวป้องกันการเคลื่อนที่ของปลวกและยับยั้งการสร้างท่อทางเดินปลวก แต่มีประสิทธิภาพในการรักษาเนื้อไม้ต่ำ สารสกัดทั้ง 4 ชนิดยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกสายพันธุ์ดังกล่าวในสวนยาง ดังนั้นสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากผลดีปลีและเมล็ดพริกไทยดำมีศักยภาพในการนำไปใช้ควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ *C. Curvignathus* ผสมผสานกับวิธีการอื่นๆ เพื่อลดปริมาณการใช้สารฆ่าแมลง อย่างไรก็ตามควรศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพสารสกัด เช่น ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื้อดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน รวมทั้งการพัฒนารูปแบบของสารสกัดให้คงประสิทธิภาพและสะดวกต่อการใช้งาน เพื่อให้การใช้สารสกัดควบคุมปลวกเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

จารุณี วงศ์ข้าหลวง และ ขวัญชัย เจริญกรุง. 2551. ปลวก การป้องกันและกำจัด. ห้างหุ้นส่วนจำกัดอักษร-สยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

นที ชาวนา และ สุภาณี พิมพ์สมาน. 2546. พิษสัมผัสตายของน้ำมันระเหยง่ายจากผักพื้นบ้านต่อด้วงถั่วเขียว, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34 (พิเศษ): 180-182.

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

พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์, มัตตนา กล้าคง และยืนยง วาณิชย์ปกรณ์. 2562. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดพริกไทยดำที่มีต่อมอดข้าวเปลือก. แก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1): 357-364.

มัตตนา กล้าคง, ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์ และ พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์. 2561. องค์ประกอบทางเคมีและความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากใบชะพลูที่มีต่อด้วงงวงข้าว. แก่นเกษตร 46 (ฉบับพิเศษ 1): 189-194.

ยุพาพร สรนุวัตร และ จารุณี วงศข่าหลวง. 2536. การใช่หินบดเพื่อปองกันปลวกใต่ดิน. *ใน* เอกสารประชุมวิชาการปาไมป 2536. กรมปาไม, กรุงเทพฯ.

ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์, อัชรอวี บิลหมัน, อนิรุฒม์ โอชุม และพัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์. 2558. ฤทธิ์ชีวภาพของผงเมล็ดพริกไทยดำต่อการควบคุมด้วงถั่วเขียว. แก่นเกษตร 43 (ฉบับพิเศษ 1): 138- 142.

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสาคัญจากสมุนไพร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

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

อภิชาติ ศรีสะอาด. 2551. สมุนไพรไล่แมลงและกำจัดศัตรูพืชและพรรณไม้พิษ. บริษัทนาคาอินเตอร์มีเดีย-จำกัด, กรุงเทพฯ.

อรุณรัตน์ ฉวีราช. 2548. พืชสกุลพริกไทยในประเทศไทย. ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น.

อรทัย วรสุทธิ์พิศาล และ ศิริพรรณ ตันตาคม. 2551. ประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าหนอนใยผักของน้ำมันหอมระเหยจากใบใบชะพลู. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39: 309-312.

Aboua, L.R.N., Seri-Kouassi, B.P. and Koua, H.K. 2010. Insecticidal activity of essential oils from three aromatic plants on *Callosobruchus maculatus* F. in Côte D'ivoire. European. Journal of Scientific Research 39: 243-250.

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. Termite (Isoptera of Thailand). Bulletin of the American Museum of Natural History 131: 1-113.

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.

Ahmed, S., Naseer, A. and Fiaz, S. 2005. Comparative efficacy of botanicals and insecticides on termites in sugarcane at Faisalabad. Pakistan Entomologist 27: 23-25.

Alamu, O.T., Ewete, F.K. and Alabi, O.Y. 2018. Laboratory evaluation of the termiticidal efficacy of three tropical plant oils on *Macrotermes bellicosus* (Blattodea: Termitidae). Academic Journal of Entomology 11: 11-17.

Almeida, M., Casarin, L.S., Oliveira, A.S., Rodrigues, A.A., Carvalho, G.S., Silva, L.B., Lago, J.G. and Casarin, F.E. 2015. Antitermititic activity of plant essential oils and their major constituents against termite *Heterotermes sulcatus* (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Medicinal Plants Research 9: 97-103.

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 Birmingham, Alabama, 5 p.

Backer, C.A. and Bakhuizen Van Den Brink Jr, R.C. 1963. Flora of Java (Spermatophytes only) Flora of Java, Vol.1, Gronigen, N.V.P. Noordhoff.

Briones, A.V. and Garbo, A.G. 2016. Bioactivity of the aqueous and ethanolic extracts/pellet form of Philippine *Piper nigrum* L. on the duration of egg, larval and pupal development stages of *Aedes aegypti* mosquitoes. Journal of Entomology and Zoology Studies 4: 196-202.

Chansang, U., Zahiri, N.S., Bansiddhi, J., Boonruad, T., Thongsrirak, P., Mingmuang, J., Benjapong, N. and Mulla, M.S. 2005. Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*Piper retrofractum* Vahl) from Thailand. Journal of Vector Ecology 30: 195-200.

Chaubey, M.K. 2017. Evaluation of insecticidal properties of *Cuminum cyminum* and *Piper nigrum* essential oils against *Sitophilus zeamais*. Journal of Entomology 14: 148-154.

Chieng, T.C., Assim, Z.B. and Fasihuddin, B.A. 2008. Toxicity and antitermite activities of the essential oils from *Piper sarmentosum*. The Malaysian Journal of Analytical Sciences 12: 234-239.

Choochote, W., Chaithong, U., Kamsuk, K., Rattanachanpichai, E., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Chaiyasit, D., Champakaew, D., Tuetun, D. and Pitasawat, B. 2006. Adulticidal activity against *Stegomyia aegypti* (Dptera: Culicidae) of three *Piper* spp. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo 48: 33-37.

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

Ee, G.C.L., Lim, C.M., Kiang, L.C. and Rahmani, M. 2009. Alkaloids from *Piper sarmentosum* and *Piper nigrum*. Natural product research 23: 1416-1423.

Feng, G., Ye, H., Yuan, E., Zhang, J., Yan, C., Jin, Q., Peng, Z. and Fu, Y. 2014. Insecticidal activity of piperine isolated from *Piper sarmentosum*. Plant Diseases and Pests 5: 38-41.

Hematpoor, A., Azirun, M.S. and Awang, K. 2013. Isolation and identification of active compounds from *Piper Sarmentosum* against several storage pests. The Open Conference Proccedings Journal 4: 37.

Henderson, G., Laine, R.A., Heumann, D.O., Chen, F. and Zhu, B.C.R. 2001. Vetiver Oil extracts as Termite Repellent and Toxicant. World Intellectual Property Organization. Publication Number: WO/2001/028343. International Application No.: PCT/US2000/029006.

Hidayatulfathi, O., Shamsuddin, A.F., Rajab, N.F., Nor Zafirah, A.B., Nur Hazwani, A.A., Nur Afriza, M.F.O., Lau, S.Y. and Nor Azwani, M.N. 2017. Three repellent gels that contain essential oils from local Malaysian plants against dengue vector. Tropical Biomedicine 34: 540–549.

Himmi, S.K., Tarmadi, D., Ismayati, M. and Yusui, S. 2013. Bioeffecacy performance of neem-based formulation on wood protection and soil barrier against subterranean termite. *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae). Precedia Environmental Science 17: 135-141.

Huang, Y., Tan, J.M.W.L., Kini, R.M. and Ho, S.H. 1997. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Stored Products Research 33: 289-298.

Hussain K, Ismail Z, Sadikun A, Ibrahim P. 2010. Standardization and in vivo antioxidant activity of ethanol extracts of fruit and leaf of *Piper sarmentosum*. Planta Medica 76: 418-425.

Hussein, A.E., Abd, E.H., Mohamed, R.A., Abdel, M.M. and Abou, E.Z. 2017. Toxicity of three chemical extracts of black pepper fruits against two stored grain insect pest. International Journal of Pharmaceutical Science Invention 6: 20-29.

Ibrahim, R., Abubakar, E.M., Modibbo, S.M. and Lamaran, B.G. 2017. Percentage yield and acute toxicity of the plant extracts of *Ceiba pentandra* grown in Bauchi State, North Eastern Nigeria. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6: 1777-1779.

Ilzamunnabil, M., Saefuloh, F., Vanichpakorn, Y. and Vanichpakorn, P. 2018. Phytochemical screening and bioactivity of *Piper nigrum* seed extract against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). 6th Asian Academic Society International Conferenc (AASIC): A Transformative Community: Asia in Dynamism, Innovation, and Globalization. 8-10 November 2018 Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand, 611-618 pp.

Isman, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection 19: 603-608.

Khani, M., Muhamad, A.R., Omar, D., Rahmani, M. and Rezazadeh, S. 2011. Tropical medicinal plant extracts against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. Journal of Medicinal Plant Research 11: 97-110.

Khani, M., Muhamad, A.R., Oma, D. and Rahmani, M. 2012. Bioactivity effect of *Piper nigrum* L. and *Jatropha curcas* L. extracts against *Corcyra cephalonica*. Jounal of Agrotechnology 2: 1-6.

Liu, C.H., Mishra, A.K., Tan, R.X., Tang, C., Yang, H. and Shen, Y.H. 2006. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. Bioresource Technology 97: 1969–1973.

Liu, H.F., Di, S.Z. and Fu, Y.G. 2014. Effect of different extracts of *Piper sarmentosum* on from polarity position on biological activity of *Spodoptera litura*. Journal of Southern Agriculture 45: 995-999.

Manosi, D., Kumar, R.K., Sreya, D., Mondal, D.N and Jayram, H. 2016. Comparative pharmacognostical, phytochemical and HPTLC study of some common medicinal Piper species. International Journal of Research in Ayurveda Pharmacy 7: 19-24.

Manzoor, F., Pervez, M., Adeyemi, M.M.H. and Malik, A.M. 2011. Effects of three plant extracts on the repellency, toxicity and tunneling of subterranean termite *Heterotermes Indicola* (Wasmann). Journal of Applied Environmental and Biological Sciences 1: 107-114.

Michaelraj, S. and Sharma, P.K. 2006. Fumigant toxicity of neem formulations against *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica*. Journal of Agricultural Technology 2: 1-16.

Moein, S.I. and Farrag, R.M. 2000. Susceptibility of the dry-wood termite *Cryptotermes brevis* Walker to the black pepper extracts. Egyptian Journal of Agricultural Research 78: 1135-1140.

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

Nair, M.G. and Burke, B.A., 1990, Antimicrobial Piper Metabolite and Related Compounds Journal of Agriculture and Food Chemistry 38: 1093-1096.

Niber, B.T. 1994. The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain from attack by *Prostephanus truncatus* horn (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research 30: 297-301.

Nisar, M.S., Ahmed, S., Rashid, A. and Ahmed, M.M., 2012. Toxicity of *Piper nigrum* L. seed extracts and effect on tunnel formation in termites. Pakistan Entomological 34: 55-58.

Olufemi, A.S., Gabriel, O.Y., Bamidele, D.Z. and Abubakar, U. 2011. Termiticidal effect of neem extracts on the wood of Khaya senegalensis. Research Journal of Forestry 5: 128-138.

Pal, M., Verma, R.K. and Tewari, SK. 2011. Anti-termite activity of essential oil and its components from *Myristica fragrans* against *Microcerotermes beesoni*. Journal of Applied Sciences and Environmental Management 15: 597-599.

Park, I.K. and Shin, S.C. 2005. Fumigant activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and clove bud (*Eugenia caryophyllata*) oils against the Japanese Termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 4388–4392.

Peter KV. 2006. Handbook of Herbs and Spices. Woodhead Publishing, UK.

Qin, W., Huang, S., Li, C., Chen, S. and Peng, Z., 2010. Biological activity of the essential oil from the leaves of Piper sarmentosum Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on Brontispa longissima (Gestro) (Coleoptera: Hispidae). Pesticide Biochemistry and Physiology 96: 130-139.

Ridtitid, W., Rattanaporn, W., Thaina, P., Chittrakarn, S. and Sunbhanich, M. 1998. neuromuscular blocking activity of methanolic extract of *Piper sarmentosum* leaves in the rat phrenic nerve-hemidiaphragm Preparation. Journal of Ethnopharmacology 61: 135-142.

Roszaini, K., Nor Azah, M.A., Mailina, J., Zaini, S. and Faridz, Z.M. 2013. Toxicity and antitermite activity of the essential oils from *Cinnamomum camphora*, *Cymbopogon nardus*, Melaleuca cajuputi and *Dipterocarpus* sp. against *Coptotermes curvignathus*. Wood Science and Technology 47: 1273-128.

Saenmanot, S., Insung, A., Pumnuan, J., Tawatsin, A., Thavara, U., Phumee, A., Gay, F., Tachaboonyakiat, W. and Siriyasatien, P. 2018. Insecticidal activity of Thai botanical extracts against development stages of German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Orthoptera: Blattellidae). The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health 49: 46-49.

Samuel, M., Oliver, S.V., Coetzee, M. and Brooke, B.D. 2016. The larvicidal effects of black pepper (*Piper nigrum* L.) and piperine against insecticide resistant and susceptible strains of *Anopheles* malaria vector mosquitoes. Parasit Vectors 9: 1-9.

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.

Sharma, V., Renuka, K., Palak, V., Harish, R.C. and Prajapati, P.K. 2012. Pharmacognostical & phytochemical study of *Piper longum* and *Piper retrofractum* Vahl. Journal of Pharmaceutical & Scientific Innovation 1: 62-66.

Sharma, R.N. and Raina, R.M. 1998. Evaluating chemicals for eco-friendly pest management-I: terpenoids and fatty acids for building termites. Journal of Scientific and Industrial Research 57: 306-309.

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

Trease, G.E. and Evans, W.C. 2002. Pharmacognosy. 15th ed. Edinburgh: W.B. Saunders.

Tripathi, A.K., Prajapati, V., Gupta, R. and Kumar, S. 1999. Herbal material for the insect pest management in stored grain under tropical conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 21: 408-420.

Tripathi, A.K. and Upadhyay, S. 2009. Repellent and insecticidal activities of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) leaf essential oil against four stored-grain coleopteran pests. International Journal of Tropical Insect Science 29: 219–228.

Varsha, H. and Sonali, H. 2014. Studies on qualitative phytochemical analysis of selected species of *Piper* . International Journal of Life Sciences Special Issue A2: 156-158.

Venkateswara, R., Parvathi, K., Kavitha, P., Jakka, N.M. and Pallela, R. 2005. Effect of chlorpyrifos and monocrotophos on locomotor behaviour and acetylcholinesterase activity of subterranean termites, *Odontotermes obesus*. Pest Management Science 61: 417–421.

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

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

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.