รายงานการวิจัย

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

The Efficiency of Extract Leaves from *Eupatorium odoratum* L. and *Melaleuca quinquenervia* for Elimination Wood Feeding Termite

สุธิตา แปะโพระ

อารียา ยามาเจริญ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2560

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ไปด้วยดี โดยการชี้แนะแนวทางให้ข้อคิดเห็นและ แก้ไขข้อบกพร่องตลอดการวิจัยโดยอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ หิรัญวดี สุวิบูรณ์ และขอขอบคุณคณาจารย์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณสอแหละ บางูสัน เจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์โปรแกรมวิชาเคมี และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกและให้ข้อเสนอแนะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทุกคนที่ร่วมเป็นกำลังใจ กำลังกาย ขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และช่วยเหลืองานวิจัยฉบับนี้ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่อุปถัมภ์กำลังทรัพย์ และให้กำลังใจเพื่อให้ทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ที่พึงได้จากงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นรางวัลแห่งความภาคภูมิใจแด่บิดา มารดา รวมทั้งผู้สนับสนุนทุกท่าน

สุธิตา แปะโพระ

อารียา ยามาเจริญ

14 กันยายน 2561

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ชื่องานวิจัย ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

ชื่อผู้วิจัย นางสาวสุธิตา แปะโพระ
นางสาวอารียา ยามาเจริญ

โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งด้วยเอทานอลร้อยละ 95 และประสิทธิภาพของสารสกัดในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้ (วรรณะปลวกงาน) ผ่านการกินกระดาษลูกฟูก ที่ฉีดพ่นสารสกัด 3 สูตร คือสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาว (1:1) ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 5.0 10.0 15.0 และ 20.0 โดยปริมาตร ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 48 และ 96 ชั่วโมง โดยพิจารณาจากอัตราการตายของปลวก

ผลการศึกษาพบว่าที่ระยะเวลาในการสกัด 9 วัน ที่อัตราส่วนของใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งต่อเอทานอล 1:9 ให้ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงสุดมีค่า 27.28 และ 48.39 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้ของสารสกัด พบว่าเมื่อปลวกกินกระดาษลูกฟูกที่ฉีดพ้นสารสกัดทุกสูตรจะมีอัตราการตายที่แท้จริงสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นในช่วงที่ทดสอบ โดยที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ 96 ชั่วโมง สารสกัดสูตรใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาว (1:1) มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกสูงสุดมีค่าเฉลี่ยร้อยละอัตราการตายที่แท้จริง (อัตราการตายสะสม) เท่ากับ 100.00 (100.00 ตัว) LC_{50} ร้อยละ 0.05 รองลงมาเป็นสูตรใบเสม็ดขาวและใบสาบเสือมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 85.25 (86.33±0.47 ตัว) LC_{50} ร้อยละ 3.63 และ 67.63 (70.00±0.82 ตัว) LC_{50} ร้อยละ 8.71 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายแท้จริงของปลวกจากการใช้สารสกัดทั้ง 3 สูตร ด้วยสถิติแบบ t-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดพบว่าสารสกัดสูตรใบสาบเสือมีต้นทุนการผลิตสูงสุด 4.72. บาท/มิลลิลิตร รองลงมาเป็นสูตรผสม และสูตรใบเสม็ดขาว 2.43 และ 1.62 บาท/มิลลิลิตร ตามลำดับ

Study Title	The Efficiency of Extract Leaves from *Eupatorium odoratum* L. and *Melaleuca quinquenervia* for Elimination Wood Feeding Termite
Authors	Miss Sutita Paepro Miss Areeya Yamacharern
Study Program	Environmental Science
Faculty	Science and Technology
Academic year	2017
Advisor	Miss Hirunwadee Suwibun

Abstract

This research aims to study the optimum extract condition of *Eupatorium* and *Melaleuca quinquenervia* leaves by 95% ethanol and efficiency of extracts for elimination wood feeding termite by feeding crepe paper. Crepe paper were sprayed 3 type of extractions which *Eupatorium odoratum* L., *Melaleuca quinquenervia* and mixed of *Eupatorium odoratum* L.: *Melaleuca quinquenervia* (1:1) by concentration 1.0, 5.0, 10.0, 15.0 and 20.00% (V/V). Extraction time 24, 48 and 96 hours then observed deceased rate of wood feeding.

Results showed the extraction time 9 days with ratio of dry *Eupatorium odoratum* L. and *Melaleuca quinquenervia* leaves and ethanol 1:9 gave maximum percentage of yield were 27.28 and 48.39 rapidly. Wood feeding termite elimination efficiency of extract showed every condition was actual deceased rate directly relate to testing concentration with extraction time 96 hours. Extract condition mixed (1:1) was the highest wood feeding termite elimination efficiency which average percentage of actual true mortality rate (cumulative death rate) equal to 100.00 (100.00) LC_{50} 0.05 %. Secondly efficiency condition were *Melaleuca quinquenervia* and *Eupatorium odoratum* L. were average percentage of actual true mortality rate (cumulative death rate) 85.25 (86.33 ±0.47) LC_{50} 3.63 % and 67.63 (70.00±0.82) LC_{50} 8.71 % rapidly. Compared actual deceased rate of wood feeding termite elimination from 3 conditions by t-test statistic found significant differentiate

at 95% confidence. Basic production cost of extract found *Eupatorium odoratum* L. extract condition had the highest production cost 4.72 THB/mL following by mixed condition and *Melaleuca quinquenervia* condition which 2.43 and 1.62 THB/mL rapidly.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ปลวก	5
2.2 วิธีการสกัดพืชสมุนไพร	12
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับใบสาบเสือ	13
2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับใบเสม็ดขาว	16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพืชสมุนไพรกำจัดปลวก	19
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	23
3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา	23
3.2 ขอบเขตการวิจัย	24
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	25
3.4 การเก็บและเตรียมตัวอย่าง	26
3.5 วิธีวิเคราะห์	28

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	33
4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้ง	33
4.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือ และใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก	35
4.3 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการวิจัย	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงการวิจัย	ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลสถิติ	ผค-1
ภาคผนวก ง การคำนวณต้นทุนการผลิต	ผง-1
ภาคผนวก จ ประวัติผู้วิจัย	ผจ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.3-1	องค์ประกอบทางเคมีของใบสาบเสือ	15
2.4-1	องค์ประกอบทางเคมีของใบเสม็ดขาว	18
2.5-1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดธรรมชาติกำจัดศัตรูพืช	19
3.5-1	อัตราส่วนพืชแห้งต่อเอทานอลร้อยละ 95	28
3.5-2	ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่ใช้ในการทดสอบ	29
4.1-1	อัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ด้วยเอทานอลร้อยละ 95	34
4.1-2	ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ด้วยเอทานอลร้อยละ 95	35
4.2-1	ประสิทธิภาพอัตราการตาย และอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกจาก สูตรใบสาบเสือ	36
4.2-2	ประสิทธิภาพอัตราการตาย และอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกจาก สูตรใบเสม็ดขาว	38
4.2-3	ประสิทธิภาพอัตราการตาย และอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกจาก สูตรผสม	40
4.3-1	ต้นทุนเบื้องต้นในการสกัดสารหยาบจากสูตรใบสาบเสือ	43
4.3-2	ต้นทุนเบื้องต้นในการสกัดสารหยาบจากใบเสม็ดขาว	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1-1	วงจรชีวิตปลวก	7
2.1-2	วรรณะสืบพันธ์หรือแมลงเม่า	7
2.1-3	วรรณะกรรมกรหรือปลวกงาน	8
2.1-4	วรรณะทหาร	8
2.3-1	ลักษณะใบสาบเสือ	14
2.3-2	โครงสร้างทางเคมีของ Caryophyllene	16
2.4-1	ลักษณะใบเสม็ดขาว	17
2.4-2	โครงสร้างทางเคมีของ Terpinolene และ Caryophllene	19
3.1-1	กรอบแนวความคิดการศึกษา	23
3.2-1	กลุ่มตัวอย่างปลวกที่ใช้ในการศึกษา	24
3.4-1	การเก็บตัวอย่างพืช	26
3.4-2	การเตรียมใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว	26
3.4-3	ผงใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว	27
3.4-4	การเก็บตัวอย่างปลวก	27
3.4-5	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	28
3.5-1	การเก็บรักษาตัวอย่างสารสกัดหยาบ	29
3.5-2	กล่องเก็บตัวอย่างปลวก	30
3.5-3	การวางแผนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง	31
4.2-1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก	37
4.2-2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก	39
4.2-3	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรผสมกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก	41
4.2-4	เปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก	42

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตมรสุมซึ่งเป็นเขตที่เหมาะสมสำหรับปลวกใต้ดิน ปลวกเป็นสัตว์ขนาดเล็กที่จัดว่าเป็นศัตรูสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเกษตรกรรม และป่าไม้ เนื่องจากปลวกสามารถทำลายต้นไม้ที่ยังไม่ตัดโค่น และที่โค่นแล้ว ทำความเสียหายแก่อาคารบ้านเรือน สิ่งก่อสร้างวัสดุต่างๆ ที่ทำด้วยไม้และฝ้าย ปลวกงานมีสีขาวนวล ไม่มีปีก ไม่มีเพศ ไม่มีตา ทำหน้าที่หาอาหารมาป้อนราชา ราชินี ตัวอ่อน และทหาร โดยปลวกงานจะกินเนื้อไม้และต้องพึ่งจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น โปโตรซัว แบคทีเรีย และเชื้อรา ที่อยู่ในกระเพาะอาหารส่วนหลังให้ผลิตน้ำย่อยที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายไม้และเซลลูโลส นอกจากนี้ปลวกงานยังมีความสามารถใช้แบคทีเรียในกระเพาะจับธาตุไนโตรเจนจากอากาศมาสร้างเป็นกรดอะมิโน และสร้างโปรตีนให้ตัวมันเองได้อีกด้วย (ภักดี เครือคล้าย, 2551)

การกำจัดปลวกในปัจจุบันนิยมใช้สารเคมีทั้งแบบฉีดพ่นเพื่อป้องกันก่อนสร้างอาคาร การฉีดพ่นที่รังปลวก และการอัดสารป้องกันกำจัดปลวกลงไปในพื้นดิน แต่สารเคมีเหล่านี้อาจตกค้างในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการแพร่กระจายของสารเคมีระหว่างการฉีดพ่นลงสู่พื้นดิน และบางส่วนระเหยอยู่ในอากาศไปสะสมอยู่ในพื้นดินและน้ำ (โชติมา วิไลวัลย์, 2549) ดังนั้นจึงมีการใช้สมุนไพรหลายชนิดในการกำจัดปลวกเพื่อลดผลกระทบจากสารเคมีตกค้าง สมุนไพรบางชนิดสามารถนำไปกำจัดกับวงจรชีวิตปลวกได้ โดยไปลดกระบวนการย่อยอาหาร ทำลายจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร และบางชนิดลดการขยายพันธุ์ เช่น หญ้าแห้วหมู มีประสิทธิภาพยับยั้งเอนไซม์ในปลวก เปลือกมังคุด มีผลต่อการทำลายระบบภูมิคุ้มกันในปลวก สะเดาอินเดีย มีสารที่ลดพัฒนาการของปลวก เมล็ดน้อยหน่า มีผลต่อการทำลายเนื้อเยื่อของสัตว์ ขมิ้นชัน มีผลต่อการหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่มีเชื้อราในพืชและสัตว์ (สุรพล วิเศษสวรรค์, 2548) และการศึกษาของงานอารักขาพืชสถาบันเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา (ม.ป.ป) ซึ่งศึกษาผลของสารสกัดหางไหลที่มีผลกับการหายใจของปลวกผ่านการดูดซึมเข้าไปในกระเพาะอาหาร โดยฉีดพ่นหางไหลลงบนตัวปลวก พบว่าที่ความเข้มข้น 10:90 (%v/v) ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง ทำให้ปลวกตายร้อยละ 100

ผู้วิจัยจึงสนใจใช้ใบสาบเสือจัดเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบของคาโยไพลีนร้อยละ 7.05 ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในลำไส้ปลวก (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559) และใบเสม็ดขาว มีสารเทอร์ปีนอยด์ร้อยละ 24.74 และคาโยไพลีนร้อยละ 2.95 มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และแบคทีเรีย ซึ่งส่งผล

กระทบต่อทางเดินในลำไส้ปลวก (สาเราะ นิยมเดชา, 2548 อ้างถึงใน ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง, 2556) และพืชทั้ง 2 ชนิด จัดเป็นพืชท้องถิ่นสามารถพบได้ง่ายแทบทุกจังหวัดในภาคใต้ โดยขึ้นบริเวณสวนผลไม้ สวนยางพารา หรือท้องทุ่งนา ที่ลุ่มน้ำขังด้านหลังป่าชายเลน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจจะใช้ใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ซึ่งเป็นพืชที่พบได้ตามในท้องถิ่นมาสกัดด้วยเอทานอล ร้อยละ 95 มาทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานผ่านวิธีการรับสัมผัสโดยการกิน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : สารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

ตัวแปรตาม : อัตราการตายของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

ตัวแปรควบคุม : ชนิดของปลวก (วรรณะปลวก) และจำนวนตัวปลวก

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 ปลวกงาน หมายถึง ปลวกเป็นสัตว์ขนาดเล็กมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Globitermes sulphureus* ซึ่งในวรรณะปลวกงานจะมีลักษณะ ไม่มีปีก ไม่มีเพศ และไม่มีตา อาศัยอยู่ในดินหรือเนื้อไม้ ที่มันกัด และทำลาย มีหน้าที่ก่อสร้าง หาอาหารมาเลี้ยงวรรณะอื่นๆ และทำงานทุกอย่างภายในรัง (ขวัญฤทัย บุตะเขียง และ สุมานัส บุญเรืองพเนาว์, 2554)

1.4.2 ใบสาบเสือ หมายถึง ใบของต้นสาบเสือมี ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eupatorium odoratum* L. มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว เป็นรูปหอก ปลายแหลม โคนใบสอบแคบ ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย ตัวใบจะมีขนปกคลุมทั่วทั้งใบมีสีเขียวขนาดของใบกว้างประมาณ 1-2.5 นิ้ว ยาว 2-4 นิ้ว ก้านใบยาว 1-2 นิ้ว (อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และคณะ, 2539)

1.4.3 ใบเสม็ดขาว หมายถึง ใบของต้นเสม็ดขาวมี ชื่อวิทยาศาสตร์ *Melaleuca quinquenervia* มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบรูปหอก กว้าง1.5-4 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ปลายใบและโคนใบแหลม สามารถขึ้นได้ทั้งบนบก ในน้ำจืด และน้ำกร่อย ขึ้นรวมกันเป็น

กลุ่มใหญ่ในป่าที่ลุ่มน้ำขัง ตามขอบป่าพรุ และป่าชายหาดทางภาคใต้ (ธนิต หนูยิ้ม และ บุญชุบ บุญทวี, 2542)

1.4.4 การสกัดด้วยตัวทำละลาย หมายถึง การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายเป็นการนำสารบางชนิดออกจากพืช ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลายในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้ง แช่ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด และระเหยตัวทำละลายออกโดยการกลั่นด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส

1.4.5 ประสิทธิภาพ หมายถึง ในงานวิจัยนี้เป็นความสามารถของสารสกัดจากพืชสมุนไพรแห้งในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน โดยคิดเป็นร้อยละอัตราการตายของปลวก

1.4.6 อัตราการตาย หมายถึง การตายสะสมของปลวกจะลดลงไปตามความเข้มข้นและช่วงเวลาที่กำหนดแล้วนำอัตราการตายสะสมของปลวกไปคำนวณหาอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกโดยใช้ Abbott’ s formula (Abbott, 1925)

1.4.7 กระดาษลูกฟูก 3 ชั้น ลอน B หมายถึง กระดาษแผ่นเรียบ 2 แผ่น ประกบกับลอนลูกฟูก 1 แผ่น โดยลอนลูกฟูก จะอยู่ตรงกลางระหว่างกระดาษแผ่นเรียบทั้ง 2 แผ่น ความสูงของลอน B 2.1-3.0 มิลลิเมตร (ภักดี เครือคล้าย, 2551)

1.5 สมมติฐาน

สารสกัดใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาวมีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานได้ดีกว่าสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวเพียงอย่างเดียว

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถทราบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว โดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลาย

1.6.2 สามารถทราบถึงประสิทธิภาพสารสกัดจาก ใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาว ในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานผ่านการรับสัมผัสโดยการกิน

1.6.3 สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสารสกัดจากพืชสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์กำจัดปลวกในอนาคต

1.7 ระยะเวลาดำเนินวิจัย

การศึกษานี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือน ธันวาคม 2558 ถึง เดือนกันยายน 2561 สำหรับแผนการดำเนินการศึกษา ดังแสดงรายละเอียดใน **ตารางที่ 1.7-1** สำหรับโครงร่างวิจัยทางสิ่งแวดล้อมในการศึกษานี้แสดงรายละเอียดไว้ใน**ภาคผนวก ก**

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย (เดือน/ปี)																	
	2558	2560								2561								
	ธ.ค.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาเอกสารและรวบรวบข้อมูล	▬	▬	▬	▬					┅	┅	┅	┅	┅					
2. สอบโครงร่างวิจัย	▲																	
3. ดำเนินงานวิจัย				▬	▬	▬	▬											
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง						┅	┅	┅	┅									
5. สอบความก้าวหน้าวิจัย							▲											
6. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา							▬	▬	▬	▬								
7. การสอบวิจัยฉบับสมบูรณ์														▲				
8. การจัดทำรูปเล่มวิจัยและแก้ไข											▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬

หมายเหตุ ▲ คือ ช่วงการดำเนินการสอบวิจัย

▬ คือ ระยะเวลาในการทำงานวิจัย

┅ คือ ช่วงเวลาขยายจากแผนดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลวก

2.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปลวก

ปลวก ชื่อวิทยาศาสตร์ *Globitermes sulphureus* ชื่อสามัญ Termite จัดเป็นแมลงสังคมชนิดหนึ่ง มีชีวิตความเป็นอยู่อย่างสลับซับซ้อน แบ่งออกเป็น 3 วรรณะ คือ วรรณะสืบพันธุ์ วรรณะปลวกงาน และวรรณะทหาร ซึ่งมีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แม้ว่าปลวกบางชนิดสามารถทำละลายความเสียหายให้แก่ไม้ หรือผลิตผลที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบได้ แต่ในทางนิเวศวิทยาแล้วปลวกกว่าร้อยละ 80 จัดเป็นแมลงที่มีประโยชน์ละมีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้มาก โดยปลวกจัดเป็นผู้ย่อยสลายในป่าธรรมชาติ ซึ่งทำหน้าที่ร่วมกันกับเชื้อราและแบคทีเรีย อาจประมาณการ 3 ใน 4 ของขยะธรรมชาติ (เช่น ซากพืช เศษไม้ ใบไม้ ท่อนไม้ หรือต้นไม้ที่หักล้มร่วงหล่นทับถมกันอยู่ในป่า) ปลวกจะทำหน้าที่ช่วยในการย่อยสลายให้ผุพังและเปลี่ยนแปลงไปเป็นฮิวมัสหรืออินทรียวัตถุในดิน ก่อให้เกิดการหมุนเวียนอย่างรวดเร็วของธาตุอาหารในดิน สร้างความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ (ภักดี เครือคล้าย, 2551)

2.1.2 ชนิดของปลวก

การจำแนกปลวก โดยใช้แหล่งที่อยู่อาศัยสามารถจำแนกอย่างกว้างๆ เป็น 2 ประเภท (ภักดี เครือคล้าย, 2551) ดังนี้

(1) ปลวกที่อาศัยอยู่ในไม้

ปลวกชนิดนี้ตลอดชีวิตจะอาศัยและกินอยู่ภายในเนื้อไม้ โดยมีการสร้างทางเดินมาติดต่อกับพื้นดินเลย ลักษณะทั่วไปที่บ่งชี้มีปลวกในกลุ่มนี้เข้าทำลายไม้คือ วัสดุแข็งเป็นเม็ดกลมรีอยู่ภายในเนื้อไม้ที่ถูกกินเป็นโพรง หรืออาจร่วงหล่นออกมาภายนอกตามรูที่ผิวไม้ อาจแบ่งปลวกประเภทนี้เป็นกลุ่มย่อยลงไปอีกตามลักษณะความชื้นของไม้ที่ปลวกเข้าทำลายดังนี้

(1.1) ปลวกไม้แห้ง (Dry-wood termites) ปลวกชนิดนี้อาศัยอยู่ในไม้ที่แห้งหรือไม้ที่มีอายุใช้การมานาน มีความชื้นต่ำ โดยปกติมักจะไม่ค่อยเห็นตัวปลวกชนิดนี้อยู่นอกชิ้นไม้ แต่จะพบวัสดุแข็งรูปกลมรี ก้อนเล็กๆกองอยู่บนพื้นบริเวณโคนเสาฝาผนัง หรือโครงสร้างไม้ที่ถูกทำลาย โดยทั่วไปปลวกชนิดนี้จะทำลายไม้เฉพาะภายในชิ้นไม้โดยเหลือชิ้นไม้ด้านนอกเป็นฟิล์มบางๆไว้ ทำให้มองดูภายนอกเหมือนไม้ยังอยู่ในสภาพดี

(1.2) ปลวกไม้เปียก (Damp-wood termites) ปลวกชนิดนี้มักอาศัย และกินอยู่ในเนื้อไม้ของไม้ยืนต้น หรือไม้ล้มตายที่มีความชื้นสูง

(2) ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน

ปลวกประเภทนี้จะอาศัยอยู่ในดิน แล้วออกไปหาอาหารที่อยู่ตามพื้นดินหรือเหนือพื้นดินขึ้นไป โดยส่วนใหญ่จะทำท่อทางเดินดินห่อหุ้มตัว เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นและหลบซ่อนตัวจากศัตรูที่จะมารบกวน จำแนกเป็น 3 พวก คือ

(2.1) ปลวกใต้ดิน (Subterranean termites) เป็นปลวกที่อาศัยและทำรังอยู่ใต้ดินเช่น ปลวกในสกุล Coptotermes Microtermes Ancistrotermes และ Hypotermes เป็นต้น

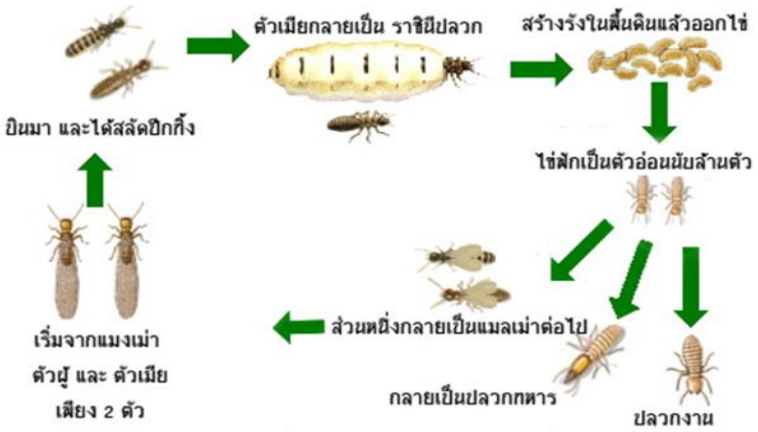
(2.2) ปลวกที่อาศัยอยู่ตามจอมปลวก (Mound-building termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดกลางถึงขนาดใหญ่อยู่บนพื้นดินเช่น ปลวกในสกุล Globitermes, Odontotermes และ Macrotermes เป็นต้น

(2.3) ปลวกที่อาศัยอยู่ตามรังขนาดเล็ก (Carton nest termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดเล็กอยู่บนดินหรือเหนือพื้นดินเช่น ตามกิ่งไม้ ต้นไม้ เสาไฟฟ้า หรือโครงสร้างอื่นๆ ภายในอาคารเช่น ปลวกในสกุล Microcerotermes Termes Dicuspiditermes Nasutitermes และ Hospitalitermes เป็นต้น

2.1.3 วงจรชีวิต และวรรณะของปลวก

(1) วงจรชีวิตของปลวก

วงจรชีวิตของปลวกเริ่มเมื่อถึงฤดูที่เหมาะสม แมลงเม่าจะบินออกจากรังเพื่อผสมพันธุ์แล้วจะเลือกสถานที่สร้างรังใหม่ภายใน 2-3 วัน (ปลวกสืบพันธุ์จะมีอายุ 15-50 ปี) จากนั้นเริ่มวางไข่ช่วงแรกจะมีไข่ไม่กี่ฟองแต่ต่อไปจะเพิ่มจำนวนไข่มากขึ้น ไข่จะฝักออกเป็นตัวอ่อนภายใน 7 วัน และตัวอ่อนจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยส่วนมากจะเป็นปลวกที่อยู่ในวรรณะปลวกทหารและปลวกงานจะมีอายุ 2-4 ปี (**ภาพที่2.1-1**) สำหรับในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ปลวกงาน เนื่องจากปลวกตัวเล็กไม่มีปีก ไม่มีเพศ และไม่มีตา อาศัยอยู่ในดินหรือเนื้อไม้ที่มันกัดและทำลายมีหน้าที่ก่อสร้าง หาอาหารมาเลี้ยงปลวกวรรณะอื่นๆ ปลวกชนิดนี้จะทำงานทุกอย่างภายในรัง



ภาพที่ 2.1-1 วงจรชีวิตของปลวก

ที่มา(ภาพ) : บริษัท เบสท์เทค เพสท์ คอนโทรล (2561)

(2) วรรณะของปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่มีชีวิตความเป็นอยู่แบบสังคมมักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ภายในรังโดยทั่วไปมีนิสัยไม่ชอบแสงสว่าง ชอบที่มืดและอับชื้น ประชากรปลวกมีการแบ่งแยกหน้าที่การทำงานออกเป็นวรรณะต่างๆ รวม 3 วรรณะ คือ

(2.1) วรรณะสืบพันธุ์หรือแมลงเม่า

ประกอบด้วยตัวเต็มวัยที่มีปีกทั้งเพศผู้และเพศเมีย ทำหน้าที่สืบพันธุ์และกระจายพันธุ์โดยจะบินออกจากรังเมื่อดินฟ้าอากาศเหมาะสมเพื่อจับคู่กันและจะสลัดปีกผสมพันธุ์กันและหาพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อวางไข่ (**ภาพที่ 2.1-2**)

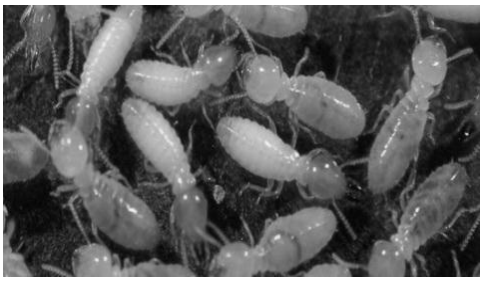
ภาพที่ 2.1-2 วรรณะสืบพันธุ์หรือแมลงเม่า

ที่มา(ภาพ) : บริษัท เจ.ซี.ซี (2561)

(2.2) วรรณะกรรมกรหรือปลวกงาน

เป็นปลวกตัวเล็กสีขาวนวลไม่มีปีก ไม่มีเพศ ไม่มีตา ใช้หนวดเป็นอวัยวะรับความรู้สึกคลำทาง ทำหน้าที่เกือบทุกอย่างภายในรัง เช่น หาอาหารมาป้อนราชินี ราชา ตัวอ่อนและ

ทหารซึ่งไม่หาอาหารกินเอง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่สร้างรัง ทำความสะอาดรัง ดูแลไข่เพาะเลี้ยงเชื้อรา และซ่อมแซมรังที่ถูกทำลาย เป็นต้น (**ภาพที่ 2.1-3**)



ภาพที่ 2.1-3 วรรณะกรรมกรหรือปลวกงาน

ที่มา(ภาพ) : บริษัท ซี.เอส.กรุ๊ป จำกัด (2561)

(2.3) วรรณะทหาร

เป็นปลวกที่มีหัวโต สีเข้ม และแข็งมีกรามขนาดใหญ่ ซึ่งดัดแปลงไปเป็นอวัยวะคล้ายคีมที่มีปลายเหลมคมเพื่อใช้ในการต่อสู้กับศัตรูที่มารบกวนสมาชิกภายในรัง ไม่มีปีก ไม่มีตา ไม่มีเพศบางชนิดจะดัดแปลงส่วนหัวให้ยื่นยาวออกไปเป็นงวงเพื่อกลั่นสารเหนียวปล่อยหรือพ่นไปติดตัวศัตรูทำให้เคลื่อนไหวไม่ได้ หรืออาจทำให้ตายได้ (**ภาพที่ 2.1-4**)

ภาพที่ 2.1-4 วรรณะทหาร

ที่มา(ภาพ) : บริษัท เอ็กซ์เปอร์ท เพสท์ ซิศเต็ม จำกัด (2561)

2.1.4 การกินอาหารของปลวก

อาหารหลักของปลวกคือ เซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของไม้ยืนต้น รวมถึงลำต้นและใบของพืชล้มลุกด้วย ปลวกเป็นผู้ย่อยสลายซากพืชให้กลับเป็นธาตุที่สำคัญในดิน นอกจากนี้ปลวกยังสามารถกินอาหารอื่น ได้แก่ ฟางหรือหญ้าแห้ง กระสอบป่าน เสื่อที่ทำจากวัสดุธรรมชาติต่างๆ รองเท้าเก่าทิ้งแล้วที่ปลวกสามารถกัดกินได้ หรือแม้แต่มูลสัตว์ และขยะมูลฝอย ปลวกบางชนิดเช่น *Psammotemes hybostoma* สามารถกินไฟเบอร์ที่เหลือทิ้งไว้ในมูลสัตว์ถ้าแหล่งอาหารอื่นหายากหรือขาดแคลน ปลวก *Odontotermes* ถูกเรียกว่าเป็นผู้ย่อยสลายขยะ เนื่องจากปลวกชนิดนี้สามารถกัดกินขยะที่เหลือทิ้งได้ทุกชนิด นอกจากนี้มูลของสัตว์กินหญ้า สัตว์ป่า

ขนาดใหญ่สามารถเป็นอาหารของปลวกได้เช่นกัน และยังรวมถึงพลาสติก โลหะ ที่มีลักษณะอ่อน เช่น ตะกั่วและอลูมิเนียมด้วย แต่ระบบย่อยอาหารของปลวกไม่สามารถย่อยโลหะเหล่านั้นได้ นิสัยการกินของปลวกมีพัฒนาการเฉพาะในแต่ละสายพันธุ์ ทำให้ปลวกสามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิด (ภักดี เครือคล้าย, 2551)

2.1.5 การกำจัดปลวก

การกำจัดปลวกสามารถดำเนินได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

(1) การกำจัดปลวกโดยใช้สารเคมี

(1.1) การใช้สารเคมีกำจัดปลวก (Termiticides) เป็นการป้องกันกำจัดโดยการฉีดพ่นหรืออัดสารป้องกันกำจัดปลวกลงไปในพื้นดินเพื่อทำให้ภายใต้อาคารเป็นพิษ ปลวกไม่สามารถเจาะผ่านทะลุขึ้นมาได้ หรืออาจใช้สารเคมีกำจัดปลวก โรย และฉีดพ่นโดยตรง วิธีการฉีดพ่นด้วยสารเคมีป้องกันปลวกก่อนการปลูกสร้างอาคารสามารถให้ผลในการป้องกันปลวกใต้ดินได้ดีที่สุดเช่น

- ไดคลอโรไดฟีนิลไตรคลอโรอีเทน (DDT) เป็นสารพิษที่มีส่วนในการทำให้สัตว์หลายชนิดเกือบสูญพันธุ์และทำลายระบบสืบพันธุ์ ระบบภูมิคุ้มกันของคน

- ดีลดริน (Dieldrin) และอัลดริน (Aldrin) สารเคมีในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่มีพิษต่อแมลงทุกชนิด และค่อนข้างที่จะสลายตัวช้า ทำให้พบสารตกค้างในห่วงโซ่อาหารและสิ่งแวดล้อมได้นาน เป็นต้น

(1.2) การใช้สารป้องกันเนื้อไม้ (Wood preservatives) ดำเนินการโดยการพ่น ทา แช่ จุ่ม หรืออัด โดยใช้กำลังอัดเพื่อให้สารเคมีแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ ได้แก่ อัลดริน คลอร์เดน คาร์บาริล และสารพวกไพรีทรอยด์ เป็นสารสังเคราะห์ที่ได้จากการเลียนแบบสารที่ได้จากธรรมชาติ (ไพรีทริน ไซเปอร์เมทริน) เป็นต้น

(2) การป้องกันโดยไม่ใช้สารเคมี

(2.1) การใช้แผ่นโลหะ โลหะผิวลื่นเช่น แผ่นอลูมิเนียม สารใช้เป็นแนวป้องกันไว้รอบๆเสา หรือรอยต่อระหว่างฐานล่างกับส่วนที่เป็นโครงสร้างไม้ เพื่อกั้นเส้นทางเดินของปลวกจากพื้นดินเข้าสู่อาคาร

(2.2) การใช้วัสดุอื่นๆ เช่น เศษหินบด เศษแก้วบด หรือแผ่นตะแกรงโลหะปูรองพื้นอาคารในส่วนที่ติดพื้นดินทั้งหมด

(3) การป้องกันและกำจัดโดยใช้เหยื่อพิเศษ

(3.1) เหยื่อที่มีสารเคมีออกฤทธิ์ ที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการขัดขวางกระบวนการตามธรรมชาติในการดำรงชีวิตของปลวก เช่น ยับยั้งขบวนการสร้างผนังลำตัว ซึ่งมีผลต่อการลดประชากรจำนวนลงไปจนถึงระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย

(3.2) มีคุณสมบัติพิเศษที่ดึงดูดให้ปลวกเข้ามากิน และสามารถคงรูปอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะเกิดการถ่ายทอดไปสู่สมาชิกอื่นๆภายในรังได้

(4) สมุนไพรกำจัดปลวกสกัดจากพืชสมุนไพรไทยเช่น ขมิ้นชัน เมล็ดน้อยหน่าสะเดาอินเดีย หางไหล สาบเสือ ต้นพริก หญ้าแห้วหมู เปลือกมังคุด ฯลฯ สมุนไพรเหล่านี้ เป็นพืชที่ปลวกไม่สามารถสร้างกลไก ในการย่อยสลายสารสำคัญจากพืชเหล่านี้ได้ สารสำคัญเหล่านี้ มีผลในการควบคุมประชากรปลวกโดยกลไกที่แตกต่างกันตั้งแต่การยับยั้ง การเจริญเติบโตของตัวอ่อน การวางไข่ การกินอาหาร ตลอดถึงการลดการพัฒนาของจุลินทรีย์ในลำไส้ปลวก ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความอยู่รอดและการทำลายของปลวก (สุรพล วิเศษสวรรค์, 2548)

2.1.6 ผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลง

สำหรับผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงรวมถึงปลวกจะมีผลกระทบทางสุขภาพ และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ทั้งทางตรงหรือทางอ้อมแล้วแต่ความรุนแรงในการนำสารเคมีมาใช้ประโยชน์

(1) ผลกระทบทางสุขภาพ

สารเคมีกำจัดปลวกที่นิยมใช้กันเป็นสารเคมีพวกฉีดพ่นโดยตรงและโรย เช่น ดีดีที ดีลดริน เป็นสารพิษอยู่ในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) เมื่อร่างกายได้รับมากจะไปสะสมอยู่ในไขมันส่วนต่างๆของร่างกายทำให้พิษทั้งแบบเรื้อรังและแบบเฉียบพลัน อาการพิษแบบเรื้อรังผู้ป่วยจะแสดงอาการผิดปกติต่อระบบทางเดินอาหาร มีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักลด เหน็ดเหนื่อย และเมื่อยตามร่างกาย ยังพบว่าพิษสะสมระยะยาวของดีดีทีเป็นสารก่อมะเร็งและทำให้โลหิตจาง นอกจากนี้สารที่ใช้ป้องกันเนื้อไม้ เช่น อัลดริน คลอเดน คาร์บาริน จัดเป็นสารเคมีที่มีพิษไม่เลือก (คือเป็นพิษต่อแมลงทุกชนิด) และค่อนข้างจะสลายตัวช้า ไม่ละลายน้ำ ทำให้มีการตกค้างในห่วงโซ่อาหารจะสะสมในดินและสิ่งแวดล้อมได้นาน เมื่อร่างกายได้รับสารกลุ่มนี้มีผลต่อระบบประสาทในระยะสั้น โดยกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และมีพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์ (สุธาสินี อั้งสูงเนิน, 2548)

(2) ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

สารเคมีกำจัดปลวกที่นิยมใช้กันเป็นสารเคมีพวกฉีดพ่นโดยตรงและโรย เช่น ดีดีที ดีลดริน เป็นการสะสมของสารเคมีในห่วงโซ่อาหาร สารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้นไม่ได้คงอยู่เฉพาะในบริเวณพื้นที่การเกษตร แต่มักจะแพร่กระจายออกไปในสิ่งแวดล้อม เพราะน้ำที่ไหลผ่านแปลงเกษตรที่มีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จะไหลลงไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในระบบนิเวศอย่างกว้างขวาง สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำอาจได้รับผลกระทบโดยตรงจากสารเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลต่อระบบภูมิต้านทานของปลา ทำให้ปลาเป็นโรคต่างๆ ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้สารเคมีในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ซึ่งย่อยสลายช้า อาจจะไปสะสมอยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตต่างๆ และถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตที่อยู่ด้านบนของห่วงโซ่อาหาร เกิดการสะสมของสารพิษในปริมาณที่เข้มข้นขึ้น (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2548)

2.1.7 ประโยชน์และโทษที่ได้รับจากปลวก

(1) ประโยชน์ที่ได้รับจากปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่สำคัญมากในระบบนิเวศวิทยาป่าไม้ คือ

(1.1) ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุ ได้แก่ เศษไม้ ท่อนไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ และส่วนต่างๆ ของพืชที่หักร่วงหล่อน หรือล้มตายทับถมอยู่ในป่า แล้วเปลี่ยนให้กลายสภาพเป็นฮิวมัสในดิน เป็นกำเนิดของขบวนการหมุนเวียนของธาตุอาหารจากพืชไปสู่ดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลให้พรรณพืชทุกระดับในป่าธรรมชาติเจริญเติบโตสมบูรณ์ดี

(1.2) มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ คือ ตัวปลวกเองยังเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีนของสัตว์ขนาดเล็กหลายชนิด เช่น ไก่ นก กบ คางคก และสัตว์เลื้อยคลานต่างๆ ซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์ใหญ่ต่อไปเป็นทอดๆ

(1.3) เป็นแหล่งผลิตโปรตีนที่สำคัญของมนุษย์ โดยปลวกบางชนิดสามารถสร้างเห็ดโคน ซึ่งเป็นอาหารอันโอชะ และมีราคาแพง สามารถเพิ่มรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรทั้งนี้โดนมีเชื้อราที่อยู่ร่วมกันภายในรังปลวกหลายชนิดช่วยในการผลิต

(1.4) จุลินทรีย์อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารปลวก ซึ่งสามารถผลิตเอนไซม์บางชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ด้านการเกษตร อุตสาหกรรมหรือใช้ในการแก้ไข และควบคุมมลภาวะสิ่งแวดล้อมในอนาคตต่อไป เช่น การย่อยสลายสารกำจัดศัตรูพืชที่มีฤทธิ์ตกค้างนาน หรือการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

(2) โทษที่เกิดจากปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่ก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดความเสียหาย คือ

(2.1) กล้าไม้และไม้ยืนต้น ในป่าธรรมชาติ และป่าสวน

(2.2) ไม่ใช่ประโยชน์ที่อยู่กลางแจ้ง

(2.3) ไม่ใช่ประโยชน์ที่เป็นโครงสร้างภายในอาคารบ้านเรือน

(2.4) วัสดุสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆที่ทำมาจากไม้ และพืชเส้นใยเช่นโต๊ะ ตู้ กระดาษหนังสือพรม และเสื้อผ้า เป็นต้น

(2.5) กัดทำลายรากของพืชเกษตร พืชไร่ พืชผัก พืชสวน และไม้ผล

2.2 วิธีการสกัดพืชสมุนไพร

การสกัด (Extraction) หมายถึง การดึงหรือชะส่วนที่ละลายออกจากส่วนที่ไม่ละลาย (สวนที่เหลือ) ซึ่งอาจเป็นของแข็ง หรือของเหลวก็ได้ด้วยการใช้ตัวสกัดที่เป็นของเหลวที่เหมาะสม ความสามารถของการสกัดจะขึ้นอยู่กับอัตราการซึมผ่านของส่วนที่ละลายผ่านชั้นสัมผัสของของเหลวที่ทำหน้าที่เป็นตัวสกัด ตัวทำละลายกับสารตั้งต้นที่จะสกัด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2546)

การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร (Extraction of active plant material) อาจทำได้หลายวิธี ได้แก

(1) การหมัก (Maceration) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร โดยนำสมุนไพรมาหมักแช่ในตัวทำละลายที่เหมาะสมในภาชนะปิด หมักไว้ในระยะเวลาที่กำหนดและในระหว่างการหมักให้มีการคนด้วยเมื่อครบกำหนดตามต้องการค่อยๆรินเอาสารสกัดออกและบีบเอาสารละลายออกจากกาก (Marc) รวมสารสกัดที่ได้นำไปกรอง ทำซ้ำจนกระทั่งการสกัดสมบูรณ

(2) การแช่ (Infusion) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญ โดยหมักแช่สมุนไพรในน้ำร้อนเป็นเวลานานตั้งแต่ 5 นาทีถึง 2 ชั่วโมง ไม่มีการบีบกากอุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสมุนไพรและชนิดหรือประเภทของสารสำคัญที่ต้องการสกัด

(3) การชง (Percolation) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญโดยใช้เครื่องต้มหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายพอชื้น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วค่อยๆบรรจุลงในเครื่องต้ม เติมตัวทำละลายลงไปให้ระดับตัวทำละลายอยู่เหนือสมุนไพรสูงประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงค่อยๆเริ่มไขเอาสารสกัดออก

(4) การต้ม (Decoction) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญ โดยต้มสมุนไพรกับให้เดือดนาน 30 นาทีคนบ่อยๆ เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำมากรอง และบีบกากเบา ๆ

(5) การสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้เครื่อง (Soxhlet extraction) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญโดยใช้ตัวทำละลาย ซึ่งมีจุดเดือดต่ำการสกัดทำไดโดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายในขวดรูปชมพู่ระเหยขึ้นไปแลวกลั่นตัวลงมาในหลอดกระดาษกรอง ซึ่งบรรจุสมุนไพรไวเมื่อตัวทำละลายในการสกัดสูงถึงระดับที่จะเกิดการถ่ายเทของเหลวออกจากภาชนะโดยใช้หลอดสารสกัดจะถูกถ่ายเทลงไปในขวดรูปชมพู่ การให้ความร้อนอาจใช้เตาหลุมให้ความร้อนหรืออ่างอังความร้อน ตัวทำละลายจะระเหยขึ้นไปทิ้งสารสกัดไวใน ขวดรูปชมพู่วนเวียนจนกระทั่งสมบูรณ

(6) การหมุนเหวี่ยง (Centrifugation) เป็นการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรโดยการเหวี่ยง ซึ่งผลจากการเหวี่ยงทำให้ของแข็งแยกออกจากของเหลวจะไดสารสกัดที่ใสโดยไมตองกรอง

(7) การสกัดโดยวิธีเทอร์โมไมโครดิสทิวเลชั่น (Extraction by thermomicro distillation) เป็นการสกัดสารโดยใชเครื่องมือวิเคราะห์เทอร์โมไมโครและเตาอบแยก เป็นการสกัดสารซึ่งมีปริมาณน้อยมากโดยนำสารใสลงในภาชนะ เมื่อใส่เข้าไปในตู้อบความร้อนจะทำให้สารระเหยหรือระเหิดออกมาทางรูเล็ก รองรับสารที่ระเหยหรือระเหิดออกมาด้วยแผ่นโครมาโตกราฟีแบบผิวบาง (TLC) แล้วจึงนำไปตรวจสอบ

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับใบสาบเสือ

2.3.1 ข้อมูลทั่วไปของใบสาบเสือ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Eupatorium odoratum* L.

ชื่อสามัญ : Siam weed, Bitter bush, Devil weed

ชื่อพ้อง : E. odoratum (L.f.) Koster ; Chromolaena odorata (L.) King & Robins.

วงศ์ : Compositae หรือ Asteraceae

ชื่อท้องถิ่นไทย : สาบเสือ (ทุกภาค)

สาบเสือเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา ถูกนำเข้ามาสู่ประเทศอินเดียประมาณปี ค.ศ. 1840 จากนั้นจึงมีการแพร่กระจายสู่อ่าวเบงกอล พม่า และไทยตามมา

2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สาบเสือเป็นไม้ขนาดเล็ก แตกกิ่งก้านจำนวนมากตั้งแต่ระดับล่างของลำต้น ทำให้มองเห็นเป็นทรงพุ่มหนาทึบ และกิ่งมีลักษณะยาวมากกว่าลำต้น ตามลำต้น โดยลำต้นสูงประมาณ 1-2 เมตร บริเวณลำต้นและกิ่งมีขนนุ่มปกคลุม มีลักษณะค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยม ลำต้นเป็นไม้เนื้อแข็งแต่ค่อนข้างเปราะ และหักง่าย เปลือกลำต้นมีสีขาวนวลแกมเขียว ใบสาบเสือแตกออกบริเวณข้อกิ่ง

เป็นใบเดี่ยวตรงข้ามเป็นคู่ๆ มีลักษณะเป็นรูปหอก ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ปลายใบแหลม โคนใบสอบเป็นรูปลิ่ม มีเส้นใบมองเห็นได้ชัดเจน ตัวใบด้านล่างและด้านบนมีขนปกคลุม มีสีเขียวสด กว้าง 3-6 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ก้านใบยาวประมาณ 6 เซนติเมตร ดอกของต้นสาบเสือมีลักษณะเป็นกระจุกคล้ายร่ม แทงออกบริเวณปลายยอด เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร มีสีม่วงแกมน้ำเงินหรือสีม่วงอ่อน หากมองในระยะไกลจะออกสีขาว โดยดอกจะออกในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน ผลของต้นสาบเสือ มีขนาดเล็ก เรียวยาว และบางสีดำเป็นเหลี่ยม 5 เหลี่ยม ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร (**ภาพที่ 2.3-1**) (อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และคณะ, 2535)

ภาพที่ 2.3-1 ลักษณะใบสาบเสือ

2.3.3 ประโยชน์ทางยาของต้นสาบเสือ

สำหรับประโยชน์ทางยาของต้นสาบเสือ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559) ดังนี้

(1) ใบสาบเสือแก้ผมหงอกทำให้ผมดกดำ โดยการใช้ใบสาบเสือนำมาตำแล้วใช้หมักผมเป็นประจำไม่นานจะทำให้เส้นผมดูดกดำ

(2) ใบสาบเสือมีฤทธิ์ในการกำจัดปลวก ไล่แมลง ฆ่าแมลงได้

(3) ต้นสาบเสือสามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเน่าเสียได้ ด้วยการเอาทั้งต้นและใบใส่ลงไปแช่ในบ่อน้ำเน่า เมื่อผ่านไป 2-3 สัปดาห์น้ำจะค่อยๆใสขึ้นเอง

(4) ต้นสาบเสือมีกลิ่นแรง การใช้ในปริมาณมากนอกจากจะนำไปใช้ทำเป็นยาฆ่าแมลงและการใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถนำมาใช้เป็นน้ำหอมได้

(5) ต้นสาบเสือเป็นตัวชี้วัดอุณหภูมิความแห้งแล้งของอากาศ คือถ้าหากอากาศแห้งแล้งต้นสาบเสือก็จะไม่ออกดอก

2.3.4 องค์ประกอบทางเคมีที่พบในใบสาบเสือ

องค์ประกอบทางเคมีของใบสาบเสือที่พบมีหลายชนิดด้วยกันที่มีปริมาณสูง แอลฟาพินีน (alpha-pinene) ร้อยละ 19.32 คาร์ดีน (Cadinene) ร้อยละ 19.09 แคมบรู (Camphor) ร้อยละ 15.46 ลิโมนีน (Limonene) ร้อยละ 15.46 ส่วนคาร์โยไพลีน (Caryophyllene) ร้อยละ 7.05 และอื่นๆ ตามลำดับ (**ตารางที่ 2.3-1**)

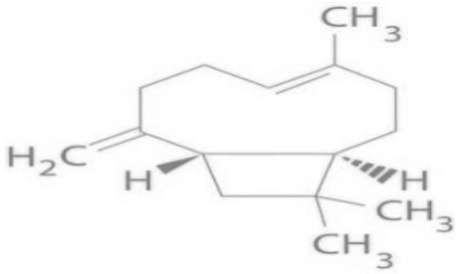
ตารางที่ 2.3-1 องค์ประกอบทางเคมีของใบสาบเสือ

ชนิดสารประกอบ	ร้อยละของสารประกอบ
Alpha-pinene	19.32%
Cadinene	19.09%
Camphor	15.46%
Limonene	15.46%
Caryophyllene	7.05%
Ceryl algohol	-
Betasitosterol	-
Terpenoids	-
Anisic acid	-
Trihydric algohol	-
Isosa kuranetin	-
Odaratin	-
Tannin	-
Saponin	-

ที่มา : อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และคณะ (2535)

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

จากการศึกษาพบว่าสารประกอบคาร์โยไพลีน (Caryophyllene) (**ภาพที่ 2.3-2**) ซึ่งในใบสาบเสือมีฤทธิ์ไปยับยั้งเอนไซม์ในตัวปลวก



ภาพที่ 2.3-2 โครงสร้างทางเคมีของคาร์โยไพลีน (Caryophyllene**)**

ที่มา(ภาพ) : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2561)

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับใบเสม็ดขาว

2.4.1 ข้อมูลทั่วไปของใบเสม็ดขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Melaleuca quinquenervia*
ชื่อสามัญ : Cajuput tree, Milk wood, Paper bark tree
ชื่อวงศ์ : Myrtaceae
ชื่อเรียกอื่น : เสม็ด กือแล เม็ด เหม็ด Cajuput tree, Milk wood

เสม็ดขาวพบทั่วไปบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น ชายทะเล ที่ลุ่มน้ำขัง และขอบป่าพรุ พบมากในภาคตะวันตกเฉียงใต้ ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะโดยรอบป่าพรุในจังหวัดนราธิวาส พบว่ามีเสม็ดขาวขึ้นหนาแน่นทดแทนพรรณพืชป่าพรุเดิมที่ถูกบุกรุกทำลาย ในต่างประเทศ พบในอินเดีย จีน พม่า เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย บอร์เนียวติมอร์ นิวกินี และออสเตรเลีย

2.4.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ต้นสูง 5-25 เมตร เปลือกชั้นนอกสีขาวนวล เป็นแผ่นบาง ๆ เรียงซ้อนกันเป็นปึกหนานุ่ม เปลือกชั้นในบาง สีน้ำตาล ยอดอ่อน กิ่งอ่อน และใบอ่อน มีขนสีขาวเป็นมันคล้ายเส้นไหม ใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบรูปหอก กว้าง 1.5-4 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ปลายใบและโคนใบแหลม ดอก ขนาดเล็ก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง สีขาว กลีบเลี้ยงยาว 0.3 เซนติเมตร โคนกลีบติดกัน กลีบดอกยาว 0.2–0.3 เซนติเมตร รูปช้อนแกมรูปไข่กลับ เกสรเพศผู้จำนวนมากยาวพ้น

กลีบดอกเป็นพู่ ผล เป็นผลแห้งแตก รูปถ้วย กว้างและยาวประมาณ 0.4 เซนติเมตร (**ภาพที่ 2.4-1**) (ธนิตย์ หนูยิ้ม, 2544)

ภาพที่ 2.4-1 ลักษณะใบเสม็ดขาว

2.4.3 ประโยชน์ทางยาของต้นเสม็ดขาว

(1) ใบของต้นเสม็ดขาวนำมาต้มกับน้ำดื่มแทนน้ำชา หรือนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น ควายและแพะ

(2) น้ำมันเสม็ดขาวสามารถใช้ไล่แมลงบางชนิดได้เช่น ยุง เห็บ หมัด เหา ปลวก สัตว์ดูดเลือด เช่น ทากได้ และยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มได้ เช่น สเปรย์ไล่ยุง สเปรย์ฆ่าปลวก สเปรย์ป้องกันทาก ธูปกันยุง แชมพูสุนัข เป็นต้น

(3) ผลเสม็ดขาวแห้งใช้ทำพริกไทยดำ

(4) ใบเสม็ดขาวที่ได้จากการกลั่นน้ำมันหอมไปย้อมสีผ้าได้ โดยจะให้สีน้ำตาลอ่อน และช่วยทำให้ผ้าคงทนต่อการเข้าทำลายของแมลงที่กัดกินเนื้อผ้า

(5) ป่าเสม็ดจะเป็นแหล่งกระจายพันธุ์ของเห็ดเสม็ดและป่าเสม็ดยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของผึ้งและนกน้ำ ในเวียดนามจะใช้ป่าเสม็ดเป็นที่กักเก็บน้ำเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เป็นกรดให้มีความเป็นกรดลดลง ก่อนนำไปใช้ปลูกข้าว (ธนิต หนูยิ้ม และ บุญชุบ บุญทวี, 2542)

2.4.4 องค์ประกอบทางเคมีที่พบในใบเสม็ดขาว

องค์ประกอบทางเคมีของใบเสม็ดขาวที่พบมีหลายชนิดด้วยกันที่มีปริมาณสูง เทอร์พิโนลีน (Terpinolene) ร้อยละ 24.74 แกมม่าเทอร์พินีน (Gamma-terpinene) ร้อยละ 22.84 แอลฟาพินีน (Alpha-pinene) ร้อยละ 9.38 พีไซเมเน่ (P-cymene) ร้อยละ 8.41 ซีลินาดีน (Selinadiene-3-one) ร้อยละ 5.28 แอลฟาเทอร์พินีน (Alpha-terpinene) ร้อยละ 4.52 แอลฟาเพลลันดรีน (Alpha-phellandrene) ร้อยละ 3.92 คาร์โยไพลีน (Caryophyllene) ร้อยละ 2.95 ฮัมมูลีน (Humulene) ร้อยละ 2.61 เทอร์ปีน (Terpinen-4-ol) ร้อยละ 2.57 เบต้าเอเลเมน

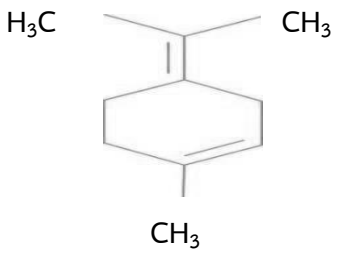
(Beta-elememe) ร้อยละ 1.51 ลีโมนีน (Limonene) ร้อยละ 1.10 และอื่นๆ ร้อยละ 10.17 ตามลำดับ (**ตารางที่ 2.4-1**)

ตารางที่ 2.4-1 องค์ประกอบทางเคมีของใบเสม็ดขาว

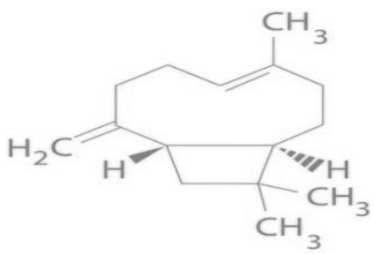
ชนิดสารประกอบ	ร้อยละของสารประกอบ
Terpinolene	24.74
Gamma-terpinene	22.84
Alpha-pinene	9.38
P-cymene	8.41
Selinadiene-3-one	5.28
Alpha-terpinene	4.52
Alpha-phellandrene	3.92
Caryophyllene	2.95
Humulene	2.61
Terpinen-4-ol	2.57
Beta-elememe	1.51
Limonene	1.10
อื่นๆ	10.17

ที่มา : J.J Brophy, ศิรินันท์ ทับทิมเทศ, ทรรศนีย์ กิติรัตน์ตระการ และ ชูจิตร อนันตโชค (2545) อ้างถึงใน ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง (2556)

จากการศึกษาพบว่าสารประกอบเทอร์ปีนอยด์ (Terpinolene) และคาร์โยไพลีน (Caryophyllene) (**ภาพที่ 2.4-2**) ที่พบได้ในสารสกัดจากใบเสม็ดขาวจัดอยู่ในกลุ่มเทอร์ปีน (Terpenes) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และแบคทีเรีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อทางเดินอาหารในลำไส้ปลวกในกระบวนการกินและการย่อย เนื่องจากปลวกจะไม่สามารถผลิตน้ำย่อยหรือเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารเองได้ แต่จะต้องพึ่งจุลินทรีย์ชนิดต่างๆที่อาศัยร่วมอยู่ภายในระบบทางเดินอาหารของปลวก เช่น โปรโตซัว แบคทีเรีย หรือเชื้อราให้ผลิตเอนไซม์ ย่อย Cellulose หรือ Lignin เปลี่ยนเป็นพลังงาน หรือสารประกอบในรูปที่ปลวกสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ (สะเราะ นิยมเดชา, 2548 อ้างถึงใน ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง, 2556)



(ก) Terpinolene



(ข) Caryophyllene

ภาพที่ 2.4-2 โครงสร้างทางเคมีของเทอร์ปีนอยด์ (Terpinolene)และ คาร์โยไพลีน (Caryophyllene)

ที่มา(ภาพ) : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2561)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาวิจัยการใช้สารสกัดธรรมชาติในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน และ การศึกษาวิธีการสกัดมีรายละเอียด (**ตารางที่ 2.5-1**)

ตารางที่ 2.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันเสม็ดที่สกัดจากใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้	สกัดน้ำมันเขียวจากใบเสม็ด ด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยใช้ใบเสม็ดขาวครั้งละ 500 กรัม ระยะเวลาในการสกัด 2 ชั่วโมง จะได้ผลผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักแห้งคิดเป็นร้อยละ 0.16 แล้วนำมาทดลองกับปลวกโดยการฉีดพ่นบนกระดาษลูกฟูกที่อัตราส่วนของน้ำมันเสม็ดขาวต่อน้ำกลั่น 5 อัตราส่วน (0:10, 0.1:99, 0.5:9.5 ,1.0:9.0 ,1.5:8.5) และใช้ระยะเวลาในการออกฤทธิ์กับปลวก 3 ช่วง (24 ชั่วโมง, 48 ชั่วโมง และ 96 ชั่วโมง) ซึ่งอัตราส่วนน้ำมันเสม็ดต่อน้ำกลั่น กลั่นที่ 1.5:8.5 และระยะเวลารับสัมผัส 96 ชั่วโมง สามารถกำจัดปลวกผ่านการกินอาหารได้มีประสิทธิภาพได้ร้อยละ 75.00±0.08 ซึ่งมีต้นทุน 4.34 บาท/มิลลิลิตร	ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง (2556)

ตารางที่ 2.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
ความเป็นไปได้ในการใช้สุรากลั่นชุมชนสกัดสารจากใบเสม็ดขาวเพื่อกำจัดปลวกกินเนื้อไม้	การศึกษานี้เป็นการศึกษาการใช้สุรากลั่นชุมชนในการสกัดสารจากใบเสม็ดขาวเพื่อใช้กำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน พบว่าอัตราส่วนระหว่างใบเสม็ดขาวและสุรากลั่นชุมชนที่ 1:5 ระยะเวลาในการสกัด 3 วัน ให้ร้อยละของสารสกัดหยาบทั้งแบบสดและแบบแห้งสูงสุด ร้อยละผลิตภัณฑ์ 36.23 และ 36.14 ตามลำดับ เมื่อฉีดพ้นสารสกัดหยาบใบเสม็ดขาวสดและสารสกัดหยาบใบเสม็ดขาวแห้งที่ความเข้มข้นร้อยละ15 โดยปริมาตรระยะเวลาในการออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานสูงสุดคิดเป็นร้อย 77.67±0.05และ 80.67±3.79 ตามลำดับ ซึ่งมีต้นทุน 0.37 บาท/มิลลิลิตร	กรีชฎา ปานแก้ว และ เบญจวรรณ พงค์ประยูร (2558)
สมุนไพรกำจัดปลวกชนิดน้ำ	สมุนไพรกำจัดปลวกชนิดน้ำ ศึกษาวิจัยสมุนไพรการกำจัดปลวกที่ได้จากการสกัดจากธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เพื่อการลดประชากรปลวกและหยุดการขยายพันธุ์ของปลวก กระบวนการทำงานนี้ของสมุนไพรสามารถนำไปใช้กับวงจรชีวิตของปลวก โดยไปลดกระบวนการย่อยอาหาร ทำลายจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร สำหรับพืชที่นำไปใช้ในการศึกษา ได้แก่ ขมิ้นชัน สะเดาอินเดีย หางไหล ใบขี้เหล็ก สาบเสือ หญ้าแห้วหมู ซึ่งเป็นน้ำมันสกัดสมุนไพรเข้มข้น เวลาเอาไปใช้งานต้องทำให้เจือจางในน้ำ อัตราส่วน สมุนไพร 1 ลิตร น้ำ 35 ลิตร ใช้ฉีดพ่น อัดใส่ท่อ และวิธีการเจาะอัดแทนการใช้สารเคมี มีผลออกฤทธิ์ในการสัมผัส ทำให้ปลวกค่อย ๆ อ่อนแอลง ตัวที่แข็งแรงกว่าจะมากัดกินตัวที่อ่อนแอ ทำให้สารนั้นแพร่กระจายในรังของมันโดยอัตโนมัติ ปริมาณประชากรปลวกจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนสูญพันธุ์ไปในที่สุด	สุรพล วิเศษสวรรค์ (2548)

ตารางที่ 2.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก	การพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก โดยใช้น้ำมันหอมระเหยแฝกและยูคาลิปตัส ที่สกัดด้วยวิธีต้มกลั่น เมื่อนำส่วนที่เหลือ ของแฝกและยูคาลิปตัวหลังการสกัดน้ำมันหอมระเหยแล้วผสมกับเยื่อคราฟเพื่อขึ้นรูปเป็นกระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก โดยใช้สัดส่วนของเยื่อแฝก หรือเยื่อยูคาลิปตัสใบต่อเยื่อคราฟ เท่ากับ ร้อยละ 30 40 50 60 และ 70 สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบชนิดและปริมาณน้ำมันหอมระเหย และวิธีเคลือบน้ำมันหอมระเหยลงบนกระดาษที่ผลิตจาก CP ผสม VP ร้อยละ 70 ในการป้องกันการทำลายจากปลวก เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า การพ่นน้ำมันหอมระเหยแฝกความเข้มข้นร้อยละ 5 ผสมสารยึดติดจากแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 ส่งผลการเข้าทำลายของปลวกแบบบังคับและแบบอิสระต่ำที่สุด โดยมีการสูญเสียน้ำหนักกระดาษ เท่ากับ ร้อยละ 8.6 และ 6.64 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยแฝก เท่ากับร้อยละ 7 10 15 และ 25 และ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ร้อยละ 10 15 25 และ 50 ทดสอบเป็นเวลา 3 เดือน เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพกระดาษลูกฟูกในการป้องกันการทำลายของปลวกพบว่า ในเดือนที่ 3 น้ำมันหอมระเหยแฝกความเข้มข้นร้อยละ 25 มีการเข้าทำลายของปลวกน้อยทีสุด ซึ่งน้ำหนักกระดาษสูญหาย เพียงร้อยละ 1.3 ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้นสูงร้อยละ 50 มีน้ำหนักกระดาษที่สูญหายจากการเข้าทำลายของปลวกสูงถึง ร้อยละ 67.07	ภักดี เครือคล้าย (2551)

ตารางที่ 2.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหางไหลในการกำจัดปลวก	การศึกษาการใช้สารสกัดหางไหลที่สกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมาใช้กำจัดปลวก โดยการฉีดพ่นสารสกัดบนตัวปลวกที่ความเข้มข้นของสารสกัดหางไหล (หางไหล : น้ำ) 0.25:99.75 0.50:99.50 0.75:99.25 1.00:99.00 และ 10.00:90.00 พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่ 10 โดยปริมาตร หรือ (10:90) ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง มีฤทธิ์ในการกำจัดปลวกร้อยละ 100	งานอารักขาพืช สถาบันเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (ม.ป.ป)

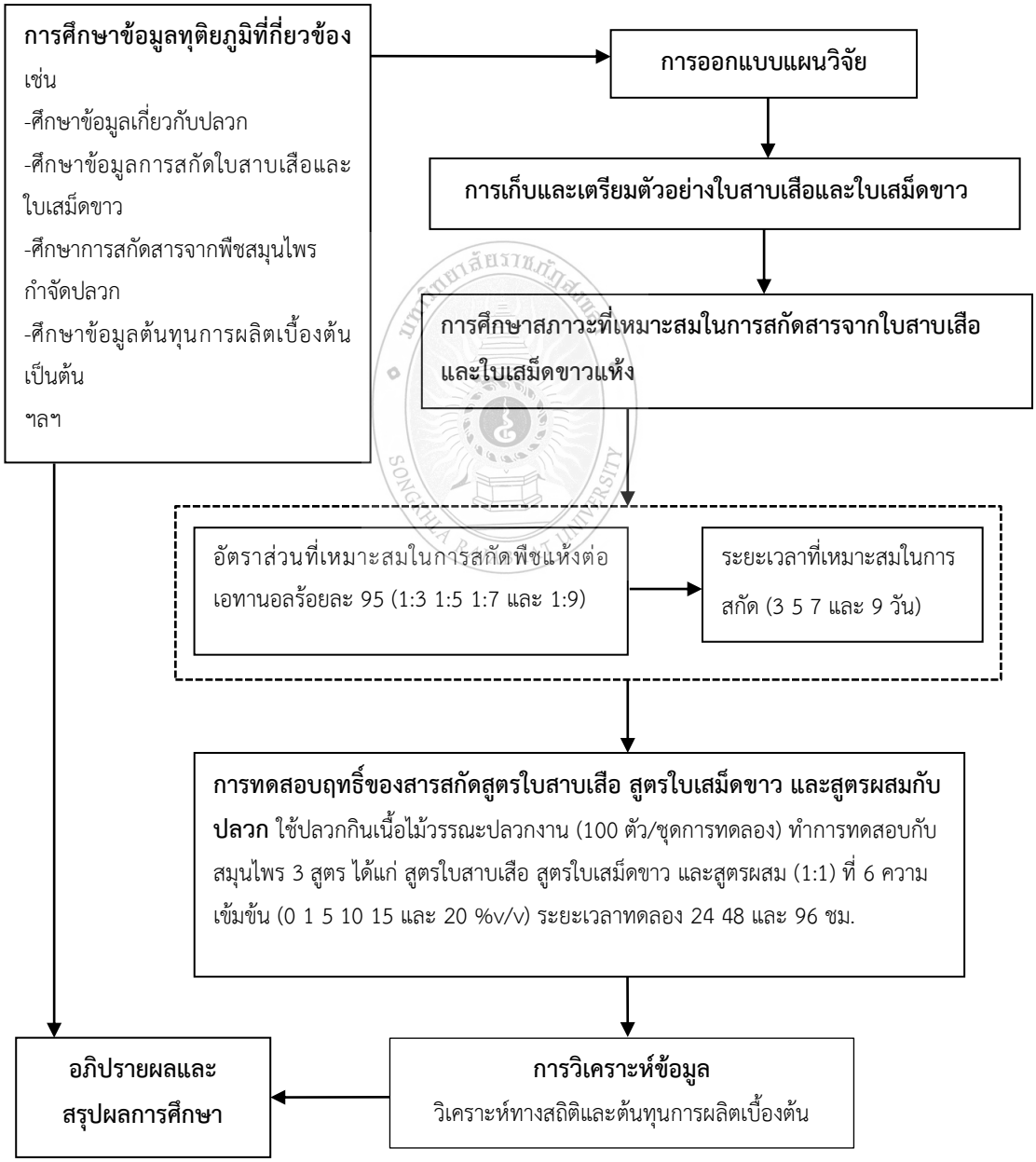
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า สมุนไพรหลายชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของปลวก ลดกระบวนการการย่อยอาหาร ทำลายจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของปลวก มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกได้สูง เป็นพืชตามท้องถิ่นที่หาได้ง่ายและเกษตรกรสามารถนำมาใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันปลวก เช่น กระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก เป็นต้น

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา

กรอบแนวคิดการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้ แสดงดัง**ภาพที่ 3.1-1**



ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดการศึกษา

3.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้ง ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 และนำสารสกัดสมุนไพรที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานผ่านการรับสัมผัสด้วยการกิน มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา

(1) พื้นที่เก็บตัวอย่าง

(1.1) ใบสาบเสือ จากบริเวณ หมู่ที่ 5 ตำบลควนโดน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล

(1.2) ใบเสม็ดขาว จากบริเวณ หมู่ที่ 5 ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

(1.3) ปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน บริเวณ หมู่ที่ 5 ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

(2) พื้นที่ทำการทดลอง

(2.1) ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

(2.2) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวกับปลวก บ้านเลขที่ 94/35 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน (จำนวน 100 ตัว/ ชุดการทดลอง) (**ภาพที่ 3.2-1**)

(ก) ปลวกที่อยู่ภายในรัง

(ข) ปลวกที่นำมาใช้ทดลอง

ภาพที่ 3.2-1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.3.1 วัสดุ

(1) วัสดุสำหรับการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

- กล่องพลาสติกสำหรับแช่พืช
- ผ้าขาวบาง
- ขวดสีชา
- กระบอกตวง

(2) วัสดุสำหรับการทดสอบการออกฤทธิ์กับปลวก

- กล่องพลาสติกขนาดกว้าง 9 × ยาว 10 × สูง 5 เซนติเมตร
- ตะแกรงขนาด 0.4 มิลลิเมตร
- แผ่นกระดาษลูกฟูกประเภท 3 ชั้น ลอน B
- ถาด
- ขวดสเปรย์ ขนาด 10 มิลลิลิตร
- บีกเกอร์
- ตู้เก็บกลุ่มตัวอย่างปลวก
- ปิเปต
- ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.3.2 อุปกรณ์

- เครื่องปั่น Blender รุ่น MX-T1PN ยี่ห้อ National
- เครื่องระเหยสุญญากาศ Rotary evaporator รุ่น Hed-1 ยี่ห้อ Heidolph
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น AL104 ยี่ห้อ Mettler toledo

3.3.3 สารเคมี

- เอทานอลร้อยละ 95 ยี่ห้อ ANTISEP (Grade AR)
- น้ำกลั่น

3.4 การเก็บและเตรียมตัวอย่างพืชและปลวก

3.4.1 การเก็บและเตรียมใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

(1) เก็บตัวอย่างใบสาบเสือ โดยเลือกเฉพาะส่วนใบสีเขียวแก่ ส่วนใบเสม็ดขาวเลือกเฉพาะใบสีเขียวอ่อนที่ถัดลงมาจากยอดอ่อนประมาณช่วงใบที่ 3-4 (**ภาพที่ 3.4-1**)

(ก) เก็บใบสาบเสือ

(ข) เก็บใบเสม็ดขาว

ภาพที่ 3.4-1 การเก็บตัวอย่างพืช

(2) นำใบพืชสมุนไพรที่เก็บได้ไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด สะเด็ดน้ำออก และนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม 2-3 วัน (**ภาพที่ 3.4-2**)

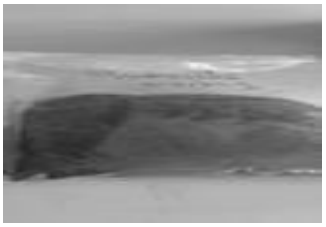
(ก) ผึ่งใบสาบเสือ

(ข) ผึ่งใบเสม็ดขาว

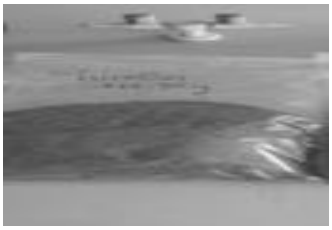
ภาพที่ 3.4-2 การเตรียมใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

(3) นำใบพืชสมุนไพรที่แห้งแล้วมาหั่นฝอย แล้วนำไปปั่นและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร ทดสอบความชื้นของสมุนไพรโดยการสัมผัสด้วยมือแล้วผงพืชจะร่วง ซึ่งใบสาบเสือแห้งจะมีสีน้ำตาลแก่และใบเสม็ดขาวแห้งจะมีสีน้ำตาลอ่อน

(4) เก็บผงใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งเก็บไว้ในถุงซิป (**ภาพที่ 3.4-3**) เตรียมนำไปสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95



(ก) ผงใบสาบเสือ

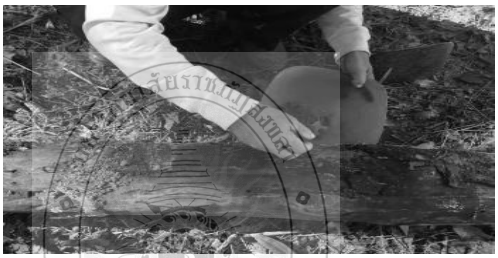


(ข) ผงใบเสม็ดขาว

ภาพที่ 3.4-3 ผงใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

3.4.2 การเก็บและเตรียมตัวอย่างปลวก

(1) เก็บตัวอย่างปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน โดยใช้ปลวกจากกองไม้แห้ง บริเวณบ้านเลขที่ 344 หมู่ที่ 5 ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา (**ภาพที่ 3.4-4**)



ภาพที่ 3.4-4 การเก็บตัวอย่างปลวก

(2) ทำการผ่ารังปลวกด้วยมีดเพื่อคัดเลือกเฉพาะปลวกวรรณะปลวกงาน สังเกตจากลักษณะของปลวกตัวเล็ก ไม่มีปีก ไม่มีตา สีขาวนวล โดยเลือกเฉพาะปลวกงานที่แข็งแรงจำนวน 100 ตัวต่อชุดทดสอบ แล้วนำไปพักไว้ในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 9×10×5 เซนติเมตร ที่ใส่กระดาษลูกฟูกลอน B ขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ 9×10 เซนติเมตร เพื่อเป็นอาหารปลวก ปิดฝากล่องด้วยตะแกรงขนาดตา 0.4 มิลลิเมตร กว้าง×ยาว เท่ากับ 12×12 เซนติเมตร ด้วยหนังยางเพื่อป้องกันไม่ให้ปลวกออกจากชุดสอบและนำไปพักไว้ 24 ชั่วโมง เตรียมสำหรับการทดลอง (ถ้ามีปลวกตายจะคัดเลือกปลวกที่แข็งแรงเข้าไปแทน) (**ภาพที่ 3.4-5**)

(ก) คัดเลือกปลวก

(ข) กล่องพักปลวก

ภาพที่ 3.4-5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.5 วิธีการวิเคราะห์

3.5.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้ง

(1) การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัด โดยนำใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งที่เตรียมจากข้อ 3.4 มาสกัดโดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ (**ตารางที่ 3.5-1**) เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำส่วนที่ใสไปประเหยเอทานอลร้อยละ 95 ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ส่วนที่เหลือจากการระเหยเก็บเป็นสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ชั่งและบันทึกผลการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 3.5-1 อัตราส่วนของพืชแห้งต่อเอทานอลร้อยละ 95

อัตราส่วน พืชแห้ง:เอทานอล ร้อยละ 95	น้ำหนักพืชแห้ง (กรัม)	ปริมาตรเอทานอลร้อยละ 95 (มิลลิลิตร)
1:3	10	30
1:5	10	50
1:7	10	70
1:9	10	90

(2) การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยนำอัตราส่วนที่เหมาะสมจากข้อ (1) มาทดสอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยนำใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งแช่ในเอทานอลร้อยละ 95 ตามระยะเวลาที่กำหนด 4 ช่วง ได้แก่ 3 5 7 และ 9 วัน นำสารสกัดที่ได้กรองด้วยผ้าขาวบางและนำส่วนที่ใสไปประเหยเอทานอลร้อยละ 95 ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ส่วนที่เหลือจากการระเหยจะได้เป็นสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ชั่งและบันทึกผลการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

(3) การเก็บรักษาสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวจะนำไปเก็บไว้ในขวดแก้วสีชา แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (**ภาพที่ 3.5-1**)

ภาพที่ 3.5-1 การเก็บรักษาตัวอย่างสารสกัดหยาบ

3.5.2 การเตรียมสารละลายจากสารสกัดหยาบ

นำสารสกัดหยาบจากสมุนไพรที่ได้ มาเตรียมสารละลายเพื่อใช้ในการทดสอบฤทธิ์กับปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานโดยทำการทดสอบ 3 สูตร ได้แก่ สูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาว (1:1) ที่ 6 ความเข้มข้น (0 (ควบคุม) 1 5 10 15 และ 20 %v/v) (**ตารางที่ 3.5-2**) เพื่อศึกษาปริมาณในการนำไปใช้ประโยชน์ เมื่อได้สารละลายตามความเข้มข้นที่เตรียมไว้นำสารละลาย 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดสเปรย์ เพื่อเตรียมไว้ฉีดพ่น

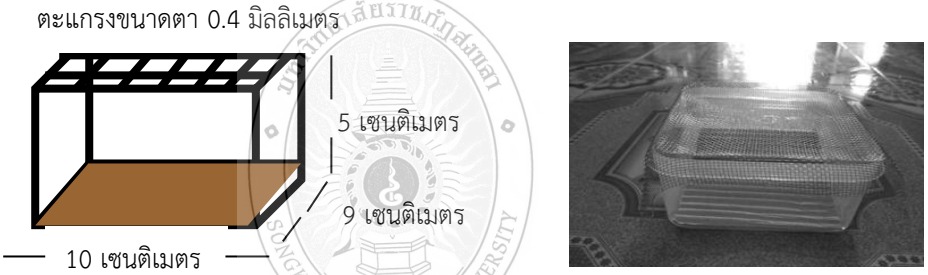
ตารางที่ 3.5-2 ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่ใช้ในการทดสอบ

ความเข้มข้นของสารละลายจากสารสกัดหยาบ (%v/v)	**ปริมาตรสารสกัดหยาบ (มิลลิลิตร)**	**ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)**	**ปริมาตรฤทธิ์ของสารละลาย (มิลลิลิตร)**
0 (ชุดควบคุม)	0	100	100
1.00	1	99	100
5.00	5	95	100
10.0	10	90	100
15.0	15	85	100
20.0	20	80	100

3.5.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก

(1) เตรียมอาหารกำจัดปลวก โดยใช้กระดาษลูกฟูกประเภท 3 ชั้น ลอน B ขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ 9×10 เซนติเมตร ฉีดพ่นด้วยสารสกัดที่เตรียมไว้ เช่น ทดสอบสารสกัดสูตรใบสาบเสือความเข้มข้นร้อยละ 20 (v/v) จะดำเนินการโดยนำสารสกัดที่เตรียมไว้ 10 มิลลิลิตรฉีดพ่นลงบนกระดาษลูกฟูกจนชุ่มแล้วนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม สำหรับความเข้มข้นอื่นๆ จะทำเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนความเข้มข้น ส่วนชุดควบคุมจะใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ฉีดพ่นแทนสารสกัด ก่อนนำไปใช้งานจะตรวจสอบความแห้งของกระดาษลูกฟูกโดยใช้กระดาษซับมัน ซับที่ผิวของกระดาษลูกฟูกถ้าไม่ขึ้นวงแสดงว่าแห้งสนิทจะได้เป็นอาหารปลวกผสมสารสกัดสมุนไพรที่พร้อมใช้งาน

(2) เตรียมชุดทดสอบโดยใช้กล่องพลาสติกขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 9×10×5 เซนติเมตร (**ภาพที่ 3.5-2**)

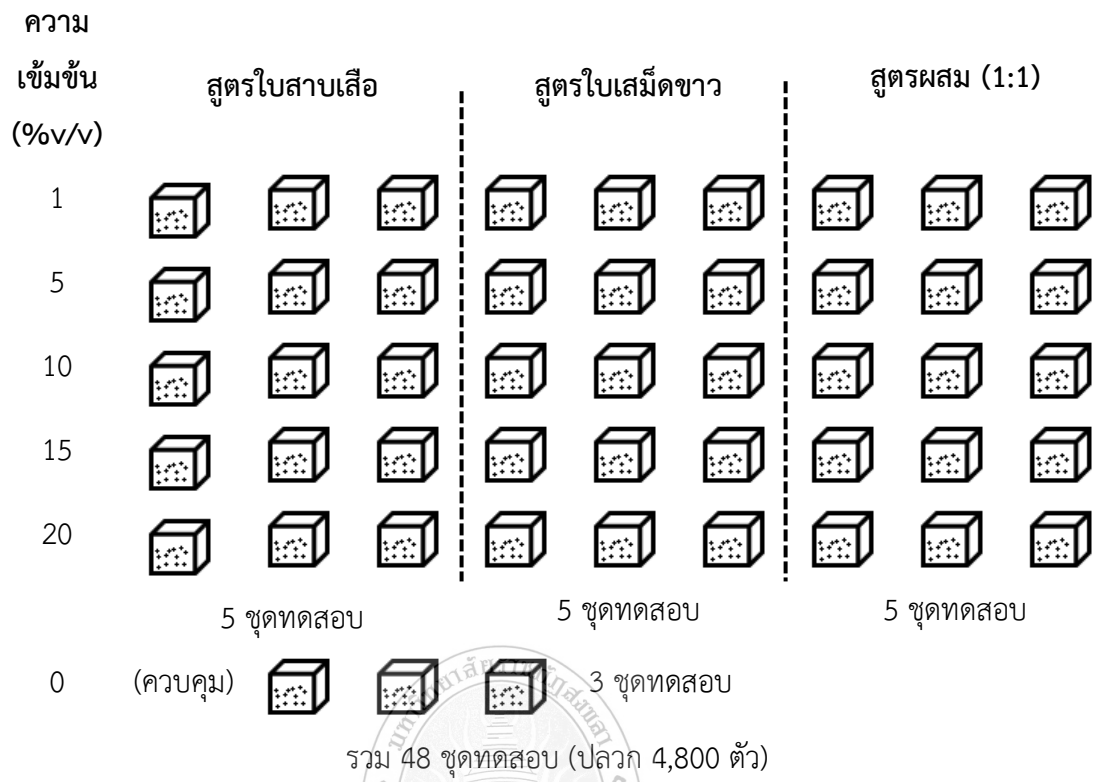


(ก) แบบจำลองกล่องเก็บตัวอย่างปลวก (ข) กล่องเก็บกลุ่มตัวอย่างปลวกจริง

ภาพที่ 3.5-2 กล่องเก็บตัวอย่างปลวก

ใส่อาหารปลวกผสมสารสกัดสมุนไพรไว้ และนำปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานที่แข็งแรง (พักไว้ 24 ชั่งโมง) ใส่ในชุดทดสอบกล่องละ 100 ตัว ปิดปากกล่องด้วยตะแกรงขนาดตา 0.4 มิลลิเมตร กว้าง×ยาว เท่ากับ 12×12 เซนติเมตร รัดด้วยหนังยางเพื่อป้องกันปลวกออกจากชุดทดสอบ

(3) นำชุดทดสอบไปเก็บไว้ในตู้เพื่อให้พ้นแสง บันทึกผลการศึกษา บันทึกจำนวนปลวกตายที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ เมื่อบันทึกกลุ่มตัวอย่างครบแล้วนำปลวกไปทำลายทิ้ง ดังนั้นในการศึกษานี้ใช้ชุดทดสอบทั้งหมด 48 ชุด (จำนวนปลวกที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 4,800 ตัว) (**ภาพที่ 3.5-3**)



ภาพที่ 3.5-3 การวางแผนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

(1.1) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อเสนอผลการศึกษาอัตราการตายของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน ในช่วงความเข้มข้นและเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่น

สูตรการคำนวณอัตราการตายสะสม

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{จำนวนปลวกทดสอบที่ตาย}}{\text{จำนวนปลวกที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

สูตรการคำนวณอัตราการตายที่แท้จริง

$$\text{อัตราการตายที่แท้จริง} = \frac{(A-B)}{(100-B)} \times 100$$

A = อัตราการตายของกลุ่มทดลอง

B = อัตราการตายของกลุ่มควบคุม

(ที่มา : สุพรรณ สายหลัก และคณะ, 2559)

(1.2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติแบบ T-test เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาออกฤทธิ์ของสารสกัดจากใบสาบเสือ ใบเสม็ดขาว และใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

(1.3) การคำนวณหาค่า LC_{50} เป็นการคำนวณเพื่อหาค่าความเป็นพิษของสารสกัดที่สัตว์ทดลองได้รับร้อยละ 50 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

(2) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การศึกษาต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ซึ่งวิเคราะห์โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิต คือ ค่าดำเนินการ ได้แก่ ค่าไฟฟ้า และค่าสารเคมี ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 95 ที่ใช้ในการวิจัยนำมาใช้ในการสรุปผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลและอภิปรายผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งด้วยเอทานอลร้อยละ 95 พร้อมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน โดยทำการทดสอบ 3 สูตร คือ สารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสม (สารสกัดจากใบสาบเสือ:ใบเสม็ดขาวที่อัตราส่วน 1:1) สำหรับผลการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การศึกษาอัตราส่วนของใบพืชแห้งต่อเอทานอลร้อยละ 95 แล้วนำผลของอัตราส่วนที่ให้ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงสุดไปศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

ผลการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ที่อัตราส่วน 1:3 1:5 1:7 และ 1:9 กำหนดระยะเวลาในการสกัดคงที่ ที่ระยะเวลา 5 วัน พบว่าที่อัตราส่วนของใบสาบเสือแห้งต่อเอทานอล 1:9 จะให้ร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักของสารสกัดสูงสุด คือ 16.92 รองลงมาคือที่อัตราส่วน 1:7 1:5 และ 1:3 ให้ร้อยละผลิตภัณฑ์เท่ากับ 13.69 8.19 และ 2.52 ตามลำดับ (**ตารางที่ 4.1-1**) สำหรับใบเสม็ดขาวพบว่าที่อัตราส่วนของใบเสม็ดขาวแห้งต่อเอทานอล 1:9 จะให้ร้อยละผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักของสารสกัดสูงสุด คือ 46.76 รองลงมาคือที่อัตราส่วน 1:7 1:5 และ 1:3 ให้ร้อยละผลิตภัณฑ์เท่ากับ 43.74 39.10 และ 9.50 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบร้อยละผลิตภัณฑ์ของสารสกัดทั้ง 2 ชนิดพบว่าสารสกัดจากใบเสม็ดขาวให้ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงกว่าสารสกัดจากใบสาบเสือที่อัตราส่วนเดียวกัน โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P=0.003) (**ภาคผนวก ค**)

ตารางที่ 4.1-1 อัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือ และใบเสม็ดขาวด้วยเอทานอลร้อยละ 95

อัตราส่วน พืชแห้ง : เอทานอล ร้อยละ 95	ใบสาบเสือแห้ง		ใบเสม็ดขาวแห้ง	
	น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (กรัม)	ร้อยละผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนัก	น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (กรัม)	ร้อยละผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนัก
1:3	0.25±0.22	2.52	0.95±0.37	9.50
1:5	0.82±0.13	8.19	3.91±0.39	39.10
1:7	1.37±0.13	13.69	4.37±0.45	43.74
1:9	1.70±0.16	16.92	4.67±0.41	46.76

4.1.2 ผลการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

เมื่อได้อัตราส่วนที่ดีที่สุดในการสกัดสารจากใบสาบเสือ และใบเสม็ดขาว (1:9) จะนำอัตราส่วนดังกล่าวมาศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดที่ 4 ช่วงเวลา ได้แก่ 3 5 7 และ 9 วัน ผลการศึกษาพบว่าเมื่อสกัดใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ที่ระยะเวลา 9 วัน สารสกัดจากใบสาบเสือจะมีร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดคือ 27.28 รองลงมาคือที่ระยะเวลา 7 5 และ 3 วัน มีร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักเฉลี่ย 23.91 21.59 และ 20.72 ตามลำดับ (**ตารางที่ 4.1-2**) ส่วนสารสกัดจากใบเสม็ดขาวที่ระยะเวลาสกัด 9 วัน จะให้ร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดคือ 48.39 รองลงมาคือที่ระยะเวลาสกัด 7 5 และ 3 วัน มีร้อยละของผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักเฉลี่ย 43.89 43.23 และ 42.06 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบร้อยละผลิตภัณฑ์ของสารสกัดทั้ง 2 ชนิดพบว่าสารสกัดจากใบเสม็ดขาวจะให้ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงกว่าสารสกัดจากใบสาบเสือ โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P=0.001) (**ภาคผนวก ค**)

ตารางที่ 4.1-2 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือ และใบเสม็ดขาวด้วยเอทานอล ร้อยละ 95

ระยะเวลาในการสกัดพืชแห้ง (วัน)	ใบสาบเสือแห้ง		ใบเสม็ดขาวแห้ง	
	น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (กรัม)	ร้อยละผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนัก	น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (กรัม)	ร้อยละผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนัก
3	2.07±0.17	20.72	4.20±0.36	42.06
5	2.16±0.27	21.59	4.32±0.20	43.23
7	2.39±0.09	23.91	4.39±0.06	43.89
9	2.73±0.23	27.28	4.84±0.66	48.39

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละผลิตภัณฑ์ของสารสกัดจากใบเสม็ดขาว จากการศึกษาครั้งนี้กับผลการศึกษาของกรีชฎา ปานแก้ว และ เบญจวรรณ พงศ์ประยูร (2558) ที่สกัดใบเสม็ดขาวแห้งด้วยสุรากลั่นชุมชนพบว่าที่อัตราส่วนของพืชต่อสุรากลั่นชุมชน 1:5 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด 3 วัน ให้ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงสุดเท่ากับ 36.14 ซึ่งต่ำกว่าในการศึกษานี้ ในช่วงระยะเวลาเดียวกันอาจเนื่องมาจากความเข้นของตัวทำละลายที่ต่ำกว่า

4.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก

นำสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งที่ได้มาผลิตเป็นสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร คือ สูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสม (ผสมสารสกัดจากใบสาบเสือ:ใบเสม็ดขาวที่อัตราส่วน 1:1) สำหรับกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน โดยใช้ปลวกงาน จำนวน 100 ตัว/ชุดการทดลอง ผ่านรับสัมผัสจากการกินอาหาร ด้วยการฉีดพ้นสารสกัดสมุนไพรลงบนกระดาษลูกฟูก ซึ่งใช้เป็นอาหาร ที่ 5 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ ร้อยละ (v/v) 1.00 5.00 10.00 15.00 20.00 และมีชุดควบคุม 1 ชุด (ใช้น้ำกลั่น) ศึกษาที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 3 ช่วงเวลา คือ 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีผลการศึกษามีดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรใบสาบเสือในการกำจัดปลวก

(1) ผลของสารสกัดสูตรใบสาบเสือในการกำจัดปลวก

ผลการเปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานเมื่อใช้สารสกัดสูตรใบสาบเสือทั้ง 5 ความเข้มข้นที่ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือร้อยละ (v/v) 20 ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง

มีอัตราการตายที่แท้จริง (อัตราการตายสะสม) ของปลวกสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 67.63 (70.00±0.82 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับร้อยละ 8.71 และที่ความเข้มข้นร้อยละ (v/v) 1 ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง มีอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 12.76 (15.67±0.41 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับร้อยละ 81.28 ซึ่งจะเห็นว่าแนวโน้มอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือ และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกในช่วงเวลา 24 48 และ 96 ชั่วโมง ด้วยสถิติแบบ T-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P=0.001) (**ภาคผนวก ค**) โดยมีค่า LC_{50} ที่ลดลงทุกช่วงเวลาแสดงให้เห็นถึงความเป็นพิษของสารสกัดที่ทำให้สัตว์ทดลองได้รับความเป็นพิษร้อยละ 50

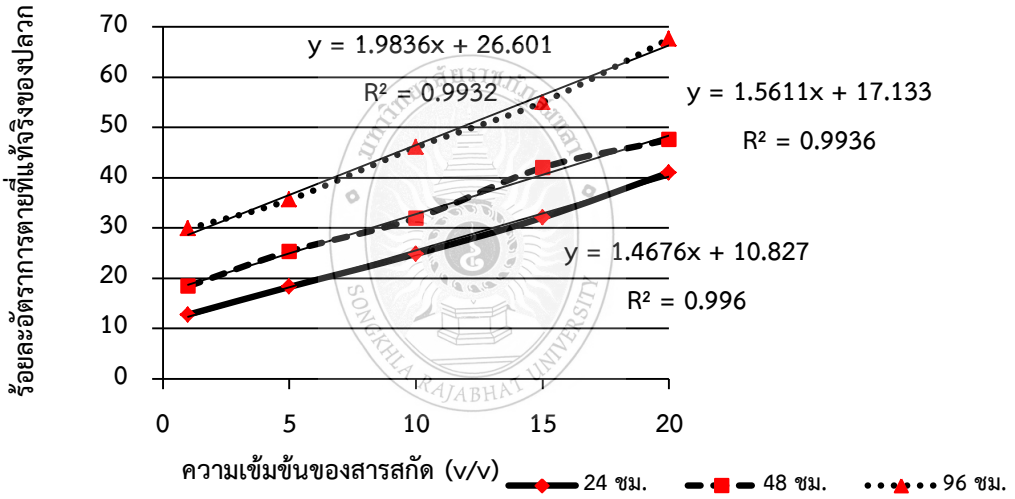
เมื่อชั่งน้ำหนักกระดาษลูกฟูก ที่ใช้เป็นอาหารปลวก พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 1.5345 กรัม ครบ 96 ชั่วโมง น้ำหนักของกระดาษลูกฟูกลดลงไปในทุกชุดทดสอบ จึงชี้ให้เห็นว่าปลวกมีการรับสัมผัสผ่านการกิน (**ตารางที่ 4.2-1**) โดยชุดควบคุมปลวกกินกระดาษลูกฟูกไปสูงสุด (น้ำหนักกระดาษลูกฟูกหายไป 1.0102 กรัม) และปลวกกินกระดาษลูกฟูกลดลงตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งต่ำสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 (v/v) (น้ำหนักกระดาษลูกฟูกหายไป 0.0756 กรัม)

ตารางที่ 4.2-1 ประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรใบสาบเสือในการกำจัดปลวก

ความเข้มข้น (v/v)	24 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ยน้ำหนักกระดาษลูกฟูกที่ใช้ไป (กรัม)
	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	
0	3.33±0.41	-	4.00±0.71	-	7.33±0.42	-	1.0102
1	15.67±0.41	12.76	21.67±0.41	18.41	35.00±0.71	29.86	0.0991
5	21.00±0.82	18.28	28.33±0.94	25.34	40.33±0.47	35.61	0.0976
10	27.33±0.47	24.83	34.67±0.47	31.95	50.00±0.82	46.04	0.0885
15	34.33±0.41	32.07	44.33±1.08	42.01	58.33±0.41	55.03	0.0813
20	43.00±0.82	41.04	49.67±0.47	47.57	70.00±0.82	67.63	0.0756
LC_{50}	-	81.28	-	39.00	-	8.71	-

(2) ผลของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานที่ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่าค่า R^2 สูงกว่า 0.99 ในทุกช่วงเวลาแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 1-20 (v/v) มีผลกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกโดยตรง คือเมื่อใช้สารสกัดสูตรใบสาบเสือเพิ่มขึ้นในทุกระยะเวลาการรับสัมผัสจะมีอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ 24 ชั่วโมงจะมีค่า R^2 สูงที่สุดคือ 0.9960 รองลงมาคือที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 48 และ 96 ชั่วโมง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9936 และ 0.9932 ตามลำดับ (**ภาพที่ 4.2-1**)



ภาพที่ 4.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก

4.2.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก

(1) ผลของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก

ผลการเปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน เมื่อใช้สารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวทั้ง 5 ความเข้มข้น ที่ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวร้อยละ (v/v) 20 ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง มีอัตราการตายที่แท้จริง (อัตราการตายสะสม) ของปลวกสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 85.25 (86.33±0.47 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับร้อยละ 3.63 และที่ความเข้มข้นร้อยละ (v/v) 1 ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง มีอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 18.97

(21.67±0.41 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับร้อยละ 17.38 ซึ่งจะเห็นว่าแนวโน้มอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาว และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกในช่วงเวลา 24 48 และ 96 ชั่วโมง ด้วยสถิติแบบ T-test จะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P=0.001) (**ภาคผนวก ค**) โดยมีค่า LC_{50} ที่ลดลงทุกช่วงเวลาแสดงให้เห็นถึงความเป็นพิษของสารสกัดที่ทำให้สัตว์ทดลองได้รับความเป็นพิษร้อยละ 50

เมื่อน้ำหนักกระดาษลูกฟูกที่ใช้เป็นอาหารปลวก พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 1.5350 กรัม ครบ 96 ชั่วโมง น้ำหนักของกระดาษลูกฟูกลดลงไปในทุกชุดทดสอบ จึงชี้ให้เห็นว่าปลวกมีการรับสัมผัสผ่านการกิน (**ตารางที่ 4.2-2**) โดยชุดควบคุมปลวกกินกระดาษลูกฟูกสูงสุด (น้ำหนักกระดาษลูกฟูกหายไป 1.0102 กรัม) และปลวกกินกระดาษลูกฟูกลดลงตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งต่ำสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 (v/v) (น้ำหนักกระดาษลูกฟูกหายไป 0.0501 กรัม)

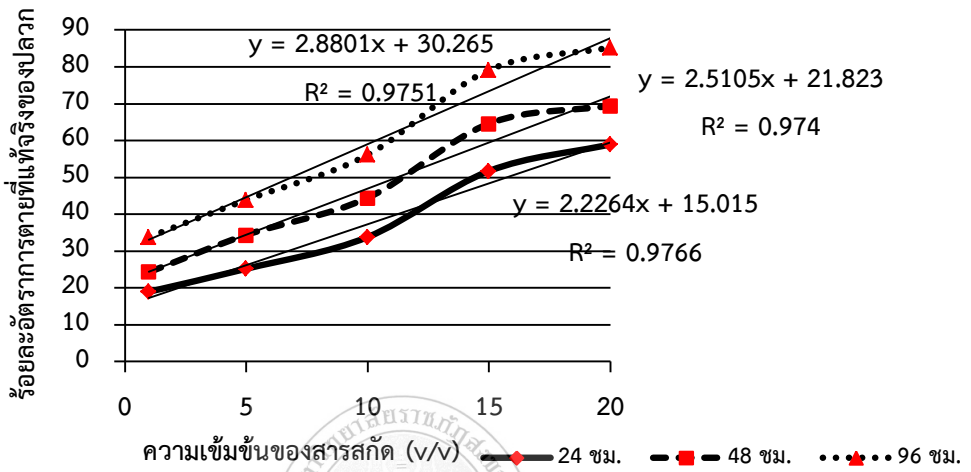
ตารางที่ 4.2-2 ประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก

ความเข้มข้น (v/v)	24 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ยน้ำหนักกระดาษลูกฟูกที่ใช้ไป (กรัม)
	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	
0	3.33±0.41	-	4.00±0.71	-	7.33±0.42	-	1.0102
1	21.67±0.41	18.97	27.33±0.41	24.30	38.67±0.41	33.82	0.0823
5	27.67±0.47	25.18	37.00±0.82	34.37	48.00±0.82	43.89	0.0760
10	36.00±0.82	33.79	46.67±0.47	44.45	59.33±0.47	56.11	0.0722
15	53.33±0.41	51.72	66.00±0.71	64.58	80.67±0.41	79.14	0.0575
20	60.33±1.25	58.96	70.67±0.47	69.45	86.33±0.47	85.25	0.0501
LC_{50}	-	17.38	-	8.32	-	3.63	-

(2) ผลของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานที่ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่าค่า R^2 สูงกว่า 0.97 ในทุกช่วงเวลาแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 1-20 (v/v) มีผลกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้

วรรณะปลวกงานโดยตรง คือเมื่อใช้สารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวเพิ่มขึ้นในทุกระยะเวลาการรับสัมผัสจะมีอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ 24 ชั่วโมงจะมีค่า R^2 สูงที่สุด คือ 0.9766 รองลงมาคือที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 96 และ 48 ชั่วโมง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9751 และ 0.9740 ตามลำดับ (**ภาพที่ 4.2-2**)



ภาพที่ 4.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก

4.2.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสูตรผสมในการกำจัดปลวก

(1) ผลของสารสกัดสูตรผสมในการกำจัดปลวก

ผลการเปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน เมื่อใช้สารสกัดสูตรผสมทั้ง 5 ความเข้มข้น ที่ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัดสูตรผสมร้อยละ (v/v) 20 ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง มีอัตราการตายที่แท้จริง (อัตราการตายสะสม) ของปลวกสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 100.00 (100.00±0.00 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับร้อยละ 0.05 และที่ความเข้มข้นร้อยละ (v/v) 1 ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง มีอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 33.79 (36.00±0.71 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับร้อยละ 6.46 ซึ่งจะเห็นว่าแนวโน้มอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดสูตรผสม และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกในช่วงเวลา 24 48 และ 96 ชั่วโมงด้วยสถิติแบบ T-test จะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P=0.001) (**ภาคผนวก ค**) โดยมีค่า LC_{50} ที่ลดลงทุกช่วงเวลาแสดงให้เห็นถึงความเป็นพิษของสารสกัดที่ทำให้สัตว์ทดลองได้รับความเป็นพิษร้อยละ 50

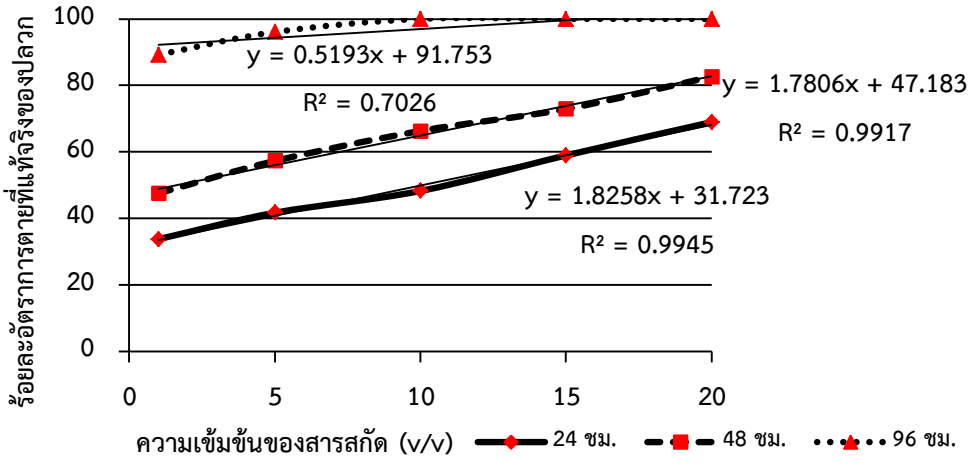
เมื่อน้ำหนักกระดาษลูกฟูกที่ใช้เป็นอาหารปลวก พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 1.5355 กรัม ครบ 96 ชั่วโมง น้ำหนักของกระดาษลูกฟูกลดลงไปในทุกชุดทดสอบ จึงชี้ให้เห็นว่าปลวกมีการรับสัมผัสผ่านการกิน (**ตารางที่ 4.2-3**) โดยชุดควบคุมปลวกกินกระดาษลูกฟูกสูงสุด (น้ำหนักกระดาษลูกฟูกหายไป.0102 กรัม) และปลวกกินกระดาษลูกฟูกลดลงตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น ต่ำสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 (v/v) (น้ำหนักกระดาษลูกฟูกหายไป 0.0568 กรัม)

ตารางที่ 4.2-3 ประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรผสมในการกำจัดปลวก

ความเข้มข้น (v/v)	24 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ยน้ำหนักกระดาษลูกฟูกที่ใช้ไป (กรัม)
	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	อัตราการตายสะสม (ตัว)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)	
0	3.33±0.41	-	4.00±0.71	-	7.33±0.42	-	1.0102
1	36.00±0.71	33.79	49.67±0.41	47.57	90.00±0.71	89.21	0.0762
5	43.67±0.47	41.73	59.00±0.82	57.29	96.33±1.25	96.04	0.0724
10	50.00±0.00	48.28	67.67±0.47	66.32	100.00±0.00	100.00	0.0670
15	60.33±0.41	58.96	74.00±0.71	72.92	100.00±0.00	100.00	0.0600
20	70.00±0.82	68.97	83.33±0.47	82.63	100.00±0.00	100.00	0.0568
LC_{50}	-	6.46	-	1.78	-	0.05	-

(2) ผลของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรผสมกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดสูตรผสมกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานที่ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่าค่า R^2 สูงกว่า 0.99 ในทุกช่วงเวลา แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารสกัดสูตรผสม ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 1-20 (v/v) มีผลกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกโดยตรง คือเมื่อใช้สารสกัดสูตรผสมเพิ่มขึ้นในทุกระยะเวลาการรับสัมผัสจะมีอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ ที่ 24 ชั่วโมง จะมีค่า R^2 สูงที่สุดคือ 0.9945 รองลงมาคือที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์ 48 และ 96 ชั่วโมง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9917 และ 0.7026 ตามลำดับ (**ภาพที่ 4.2-3**) ซึ่งระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ 96 ชั่วโมง มีค่า R^2 ต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากในช่วงเวลานี้ปลวกตายทั้งหมดที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 และ 20 (v/v)



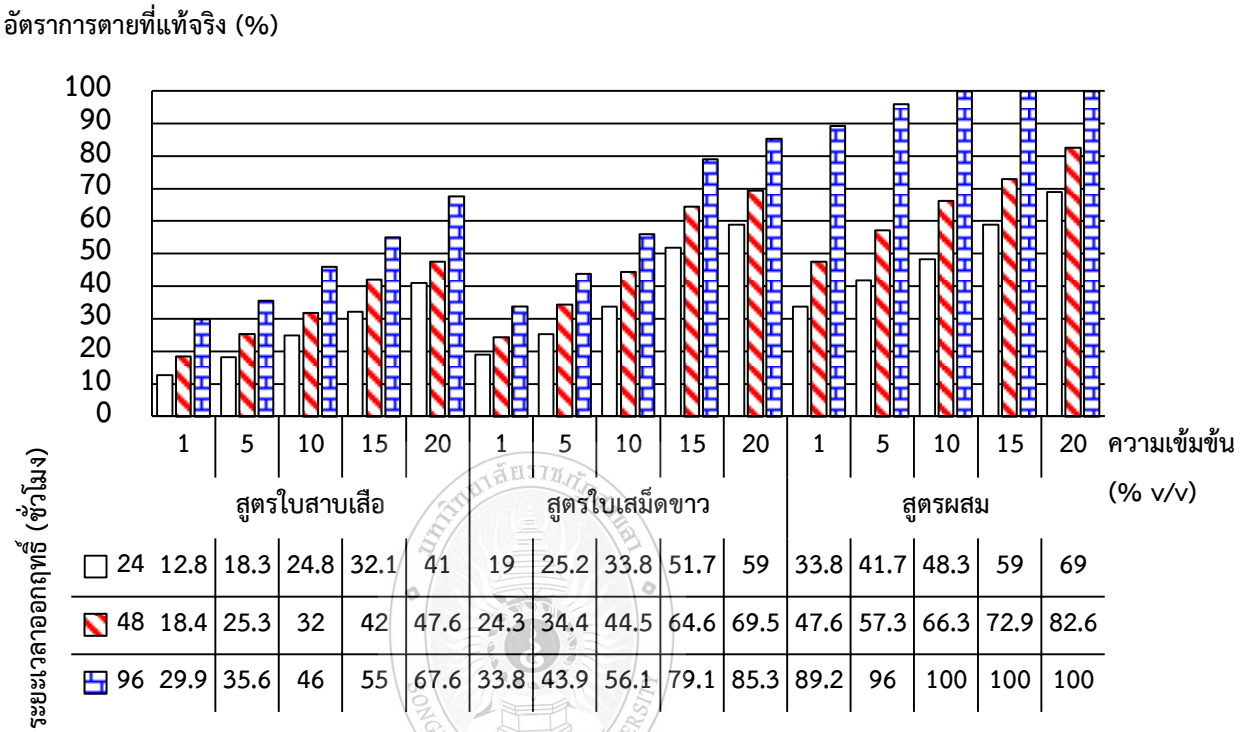
ภาพที่ 4.2-3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากสูตรผสมกับอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสมกับปลวก

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานทั้ง 3 สูตร พบว่าสารสกัดสูตรผสมมีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกสูงกว่าสูตรใบสาบเสือและสูตรใบเสม็ดขาวเพียงอย่างเดียวในทุกช่วงเวลาออกฤทธิ์ โดยเฉพาะที่ระยะเวลาออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารสกัดร้อยละ 10 15 และ 20 (v/v) สามารถกำจัดปลวกได้ทั้งหมด (ร้อยละ 100) (**ภาพที่ 4.2-4**) โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) (**ภาคผนวก ค**)

เมื่อนำมาเปรียบเทียบผลการทดสอบฤทธิ์กับการศึกษาของ กรีชฎา ปานทอง และเบญจวรรณ พงศ์ประยูร (2558) ซึ่งใช้สารสกัดจากใบเสม็ดขาวมาสกัดโดยใช้ตัวสุรากลั่นชุมชนเป็นตัวทำละลายและทดสอบกับปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานผ่านการรับสัมผัสด้วยการกินเช่นเดียวกัน ในระยะเวลา 24 48 และ 96 ชั่วโมง ใบเสม็ดขาวที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 v/v มีประสิทธิภาพการตายของปลวกสูงสุด เป็นร้อยละ 53.00 67.00 และ 80.67 ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยครั้งนี้ และยังต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของงานอารักขาพืชสถาบันเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา (ม.ป.ป) ซึ่งศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหางไหลในการกำจัดปลวก ซึ่งสกัดโดยวิธีการใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ระยะเวลาเวลาในการออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง ทำการสกัดทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง (สารสกัดหางไหล:น้ำ 0.25:99.75 0.50:99.50 0.75:99.25 1.00:99.00 และ 10.00:90.00)

ซึ่งที่ 10.00:90.00 มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกสูงสุดคือมีผลทำให้ปลวกตายร้อยละ 100 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่างานวิจัยครั้งนี้ในช่วงระยะเวลาการออกฤทธิ์เดียวกันอาจเนื่องจากรับสัมผัสโดยตรงกับตัวปลวก



ภาพที่ 4.2-4 เปรียบเทียบอัตราการตายที่แท้จริงของปลวก

4.3 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

สำหรับการคำนวณการศึกษาต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสม จะพิจารณาจากต้นทุนเฉพาะ 2 ส่วน ค่าดำเนินการ โดยประเมินค่าจากค่าไฟฟ้าที่อุปกรณ์ใช้ไปในกระบวนการสกัด รวมถึงค่าสารเคมี (ค่าเอทานอลร้อยละ 95)

4.3.1 ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นสารสกัดสูตรใบสาบเสือ

สำหรับการคำนวณต้นทุนเบื้องต้นในการผลิตสารสกัดจากสูตรใบสาบเสือที่ผลิตได้ โดยใช้อัตราส่วนของพืชแห้งต่อเอทานอล 1:9 และระยะเวลาในการสกัด 9 วัน ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่าการผลิตสารสกัดจากสูตรใบสาบเสือได้เฉลี่ยเท่ากับ 17.49 กรัม มีต้นทุนการผลิตจากการดำเนินการ ซึ่งในการศึกษานี้จะดำเนินการค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตพบว่าใช้ไฟฟ้า 3.55 หน่วย ซึ่งมาจากการใช้ไฟฟ้าในการปั่นสมุนไพรแห้งและการระเหยเอทานอลด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ ประเมินค่าไฟฟ้าที่ใช้ 17.61 บาท (ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย 4.96 บาท การไฟฟ้า

ส่วนภูมิภาค, 2561) สำหรับต้นทุนค่าสารเคมีประเมินจากปริมาณของเอทานอลร้อยละ 95 ที่ใช้ในการผลิตจำนวน 0.90 ลิตร (เอทานอลร้อยละ 95 ราคาลิตรละ 72.22 บาท ออนไลน์เข้าถึงได้จาก www.chemipan.com., 2561) คิดเป็นต้นทุนสารเคมี 64.99 บาท รวมมีต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรใบสาบเสือหนัก 17.49 กรัม เท่ากับ 82.60 บาท หรือมีต้นทุน 4.72 บาท/กรัม (**ตารางที่ 4.3-1**) (**ภาคผนวก ง**)

ตารางที่ 4.3-1 ต้นทุนเบื้องต้นในการสกัดสารหยาบจากใบสาบเสือ

ลำดับ	**รายการ**	**ราคา/หน่วย (บาท)**		**ปริมาณที่ใช้ในการผลิต/หน่วย**	**ต้นทุนเบื้องต้น (บาท)**
1	**ค่าดำเนินการ**				
	ค่าไฟ	4.96	1 หน่วย	3.55 หน่วย	17.61
รวมค่าดำเนินการ (1)					**17.61**
2	**ค่าสารเคมี**				
	เอทานอลร้อยละ 95	72.22	1 ลิตร	0.90 ลิตร	64.99
รวมราคาดำเนินการ (2)					**64.99**
ราคาต้นทุนรวมดังนี้ (1)+ (2) =17.61 + 64.99 =82.60 บาท ประมาณ 4.72 บาท/กรัม					

4.3.2 ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาว

สำหรับการคำนวณต้นทุนเบื้องต้นในการผลิตสารสกัดจากสูตรใบเสม็ดขาวที่ผลิตได้โดยใช้อัตราส่วนของพืชแห้งต่อเอทานอล 1:9 และระยะเวลาในการสกัด 9 วัน ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่าการผลิตสารสกัดจากสูตรใบเสม็ดขาวได้เฉลี่ยเท่ากับ 49.40 กรัม มีต้นทุนการผลิตจากการดำเนินการ ซึ่งในการศึกษานี้จะดำเนินการค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตพบว่าใช้ไฟฟ้า 0.51 หน่วย ซึ่งมาจากการใช้ไฟฟ้าในการปั่นสมุนไพรแห้งและการระเหยเอทานอลด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ ประเมินค่าไฟฟ้าที่ใช้ 14.88 บาท (ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย 4.96 บาท การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2561) สำหรับต้นทุนค่าสารเคมีประเมินจากปริมาณของเอทานอลร้อยละ 95 ที่ใช้ในการผลิตจำนวน 0.90 ลิตร (เอทานอลร้อยละ 95 ราคาลิตรละ 72.22 บาท ออนไลน์เข้าถึงได้จาก www.chemipan.com., 2561) คิดเป็นต้นทุนสารเคมี 64.99 บาท รวมมีต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวหนัก 49.40 กรัม เท่ากับ 79.87 บาท หรือมีต้นทุน 1.62 บาท/กรัม (**ตารางที่ 4.3-2**) (**ภาคผนวก ง**)

ตารางที่ 4.3-2 ต้นทุนเบื้องต้นในการสกัดสารหยาบจากใบเสม็ดขาว

ลำดับ	รายการ	ราคา/หน่วย (บาท)		ปริมาณที่ใช้ในการผลิต/หน่วย	ต้นทุนเบื้องต้น (บาท)
1	**ค่าดำเนินการ**				
	ค่าไฟ	4.96	1 หน่วย	0.51 หน่วย	14.88
รวมค่าดำเนินการ (1)					**14.88**
2	**ค่าสารเคมี**				
	เอทานอลร้อยละ 95	72.22	1 ลิตร	0.90 ลิตร	64.99
รวมราคาดำเนินการ (2)					**64.99**
ราคาต้นทุนรวมดังนี้ (1)+ (2) =14.88 + 64.99 = 79.87 บาท ประมาณ 1.62 บาท/กรัม					

4.3.3 ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นสารสกัดสูตรผสม

สำหรับการคำนวณต้นทุนเบื้องต้นในการผลิตสารสกัดสูตรผสม (1:1) 1 กรัม จะคำนวณราคาต้นทุนของสารสกัดสูตรใบสาบเสือ 0.5 กรัมและสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาว 0.5 กรัม มาผสมกัน คิดเป็นต้นทุนการผลิตของสารสกัดสูตรผสม 2.43 บาท/กรัม (สำหรับรายละเอียดการคำนวณต้นทุนการผลิตเบื้องต้นแสดงไว้ใน (**ภาคผนวก ง**)

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสม พบว่าสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวมีราคาต่ำสุด 1.62 บาท/กรัม รองลงมาเป็นสารสกัดสูตรผสม (1:1) และสูตรใบสาบเสือ มีค่า 2.43 และ 4.72 บาท/กรัม ถึงแม้สารสกัดสูตรใบเสม็ดขาวมีต้นทุนต่ำกว่าแต่สารสกัดสูตรผสมสามารถกำจัดปลวกได้ดีกว่า และต้นทุนการผลิตแตกต่างกันไม่มากนักเพียง 0.81 บาท/กรัม ผู้วิจัยจึงเลือกสารสกัดสูตรผสม (1:1) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 (v/v) เป็นสูตรที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์นอกจากนี้หากเปรียบเทียบกับต้นทุนสารเคมีกำจัดปลวกที่ขายในท้องตลาด 1,300 บาท/ลิตร (บริษัท เพสท์อินเด็กซ์, 2561) จะพบว่ามีราคาแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาในแง่ของผลกระทบหากใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลานานอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้และเกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อม

บทที่ 5
สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการวิจัย

5.1.1 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95 พบว่าที่อัตราส่วนของพืชแห้งต่อเอทานอล 1:9 และระยะเวลาในการสกัด 9 วัน ให้ร้อยละผลิตภัณฑ์สูงสุดมีค่าร้อยละ 27.28±0.23 และ 48.39±0.66 ตามลำดับ

5.1.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดใบสาบเสือ และใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน พบว่าสารสกัดสูตรผสม (สารสกัดจากใบสาบเสือต่อใบเสม็ดขาวที่ 1:1) มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกสูงสุดคือ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 และ 20 โดยปริมาตร ระยะเวลาในการออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง กำจัดปลวกได้ร้อยละ 100.00 (100±0.00 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.05 รองลงมาพบว่าสูตรใบเสม็ดขาว ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 ระยะเวลาในการออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง กำจัดปลวกได้ร้อยละ 85.25 (86.33±0.47 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.63 และ สูตรใบสาบเสือ กำจัดจัดปลวกได้ร้อยละ 67.63 (70.00±0.82 ตัว) มีค่า LC_{50} เท่ากับ 8.71 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกของสารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสม (สารสกัดจากใบสาบเสือต่อใบเสม็ดขาวที่ 1:1) ด้วยสถิติแบบ T-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สำหรับต้นทุนการผลิตโดยจะพิจารณาต้นทุนของการผลิต 2 ส่วนคือ ค่าดำเนินการ (ค่าไฟฟ้า) และค่าสารเคมี (เอทานอลร้อยละ 95) พบว่าต้นทุนในการผลิตสารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสม (1:1) มีราคา 4.72 1.62 และ 2.43 บาท/กรัม ตามลำดับ ซึ่งราคาไม่ต่างกันมากกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด และยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำผลิตภัณฑ์สารสกัดสูตรผสม ที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 มากำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานโดยรับสัมผัสด้วยการกิน เนื่องจากที่ความเข้มข้นของสารสกัดสูตรผสมที่ร้อยละ 10 (v/v) ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีฤทธิ์ในการกำจัดปลวกได้ร้อยละ 100

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาประเด็นต่อไปนี้

(1) ควรมีการศึกษาที่ความเข้มข้นของสารสกัดที่น้อยลง เช่น 0.25 0.50 และ 0.75 เป็นต้น

(2) ควรมีการศึกษาเพื่อทดลองใช้ตัวทำละลายชนิดอื่นๆ เพื่อสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

(3) ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นๆ เช่น การนำสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวไปทำสารเคลือบบรรจุภัณฑ์ป้องกันปลวก

(4) ควรมีการปรับวิธีการฉีดพ่นสารสกัดจากพืชสมุนไพรบนรังปลวกโดยตรง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบเสนอโครงร่างวิจัย

โครงร่างวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

1 **ชื่อโครงการวิจัย** การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

The Efficiency of Extract Leaves from *Eupatorium odoratum* L. and *Melaleuca quinquenervia* for Elimination Wood Feeding Termite.

2 **สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

3 **ชื่อผู้วิจัย**

นางสาวสุธิตา แปะโพระ รหัสนักศึกษา 564231045
นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาวอารียา ยามาเจริญ รหัสนักศึกษา 564231052
นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4 **คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5 ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตมรสุมซึ่งเป็นเขตที่เหมาะสมสำหรับปลวกใต้ดิน ปลวกเป็นสัตว์ขนาดเล็กที่จัดว่าเป็นศัตรูสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเกษตรกรรม และป่าไม้ เนื่องจากปลวกสามารถทำลายต้นไม้ที่ยังไม่ตัดโค่น และที่โค่นแล้วทำความเสียหายแก่อาคารบ้านเรือน สิ่งก่อสร้างวัสดุต่างๆที่ทำด้วยไม้และฝ้าย ปลวกงานมีสีขาวนวล ไม่มีปีก ไม่มีเพศ ไม่มีตา ทำหน้าที่หาอาหารมาป้อน ราชา ราชินี ตัวอ่อนและทหาร โดยปลวกงานจะกินเนื้อไม้และต้องพึ่งจุลินทรีย์ชนิดต่างๆเช่น โปโตรซัว แบคทีเรีย และเชื้อรา ที่อยู่ในกระเพาะอาหารส่วนหลังให้ผลิตน้ำย่อยที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายไม้และเซลลูโลส นอกจากนี้ปลวกงานยังมีความสามารถใช้แบคทีเรียในกระเพาะจับธาตุไนโตรเจนจากอากาศมาสร้างเป็นกรดอะมิโน และสร้างโปรตีนให้ตัวมันเองได้อีกด้วย (ภักดี เครือคล้าย, 2551)

การกำจัดปลวกในปัจจุบันนิยมใช้สารเคมีทั้งแบบฉีดพ่นเพื่อป้องก่อนสร้างอาคาร การฉีดพ่นที่รังปลวก และการอัดสารป้องกันกำจัดปลวกลงไปในพื้นดิน แต่สารเคมีเหล่านี้อาจตกค้างในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการแพร่กระจายของสารเคมีระหว่างการฉีดพ่นลงสู่พื้นดิน และบางส่วนระเหยอยู่ในอากาศไปสะสมอยู่ในพื้นดินและน้ำ (โชติมา วิไลวัลย์, 2549) ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะใช้สมุนไพรหลายชนิดในการกำจัดปลวกเพื่อลดผลกระทบจากสารเคมีตกค้าง สมุนไพรบางชนิดสามารถนำไปใช้กับวงจรชีวิตปลวกได้ โดยไปลดกระบวนการย่อยอาหาร ทำลายจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร และบางชนิดลดการขยายพันธ์ เช่น หญ้าแห้วหมู มีประสิทธิภาพยับยั้งเอนไซม์ในปลวกเปลือกมังคุด มีผลต่อการทำลายระบบภูมิคุ้มกันในปลวก สะเดาอินเดีย มีสารที่ลดพัฒนาการของปลวก เมล็ดน้อยหน่า มีผลต่อการทำลายเนื้อเยื่อของสัตว์ ขมิ้นชัน มีผลต่อการหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่มีเชื้อราในพืช และสัตว์ (สุรพล วิเศษสวรรค์, 2548) และการศึกษาของงานอารักขาพืช สถาบันเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา, (ม.ป.ป) ซึ่งศึกษาผลของสารสกัดหางไหลที่มีผลกับการหายใจของปลวกผ่านการดูดซึมเข้าไปในกระเพาะอาหารโดยฉีดพ่นหางไหลลงบนตัวปลวก พบว่าที่ความเข้มข้น 10:90.00 (%v/v) ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง ทำให้ปลวกตายร้อยละ 100

ผู้วิจัยจึงสนใจใช้ใบสาบเสือจัดเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบของคาโยไพลีนร้อยละ 7.05 ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในลำไส้ปลวก (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559) และใบเสม็ดขาว มีสารเทอร์ปีนอยด์ร้อยละ 24.74 และคาโยไพลีนร้อยละ 2.95 มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และแบคทีเรีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อทางเดินในลำไส้ปลวก (สาเราะ นิยมเดชา, 2548 อ้างอิงใน ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง, 2556) และพืชทั้ง 2 ชนิด จัดเป็นพืชท้องถิ่นสามารถพบได้ง่ายแทบทุกจังหวัดในภาคใต้ โดยขึ้นบริเวณสวนผลไม้ สวนยางพารา หรือท้องทุ่งนา ที่ลุ่มน้ำขังด้านหลังป่าชายเลน ดังนั้นผู้วิจัยจึง

สนใจจะใช้ใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ซึ่งเป็นพืชที่พบได้ตามในท้องถิ่นมาสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 มาทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานผ่านวิธีการรับสัมผัสจากการกิน

6 วัตถุประสงค์

6.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

6.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

7 ตัวแปร

7.1 ตัวแปรต้น : สารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

7.2 ตัวแปรตาม : อัตราการตายของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

7.3 ตัวแปรควบคุม : ชนิดของปลวก (วรรณะปลวกหรือจำนวนตัวปลวก)

8 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

8.1 ปลวกงาน หมายถึง ปลวกเป็นสัตว์ขนาดเล็กมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Globitermes sulphureus* ซึ่งในวรรณะปลวกงานจะมีลักษณะ ไม่มีปีก ไม่มีเพศ และไม่มีตา อาศัยอยู่ในดินหรือเนื้อไม้ ที่มันกัด และทำลาย มีหน้าที่ก่อสร้าง หาอาหารมาเลี้ยงวรรณะอื่นๆ และทำงานทุกอย่างภายในรัง (ขวัญฤทัย บุตะเขียง และสุมานัส บุญเรืองพเนาว์, 2554)

8.2 ใบสาบเสือ หมายถึง ใบของต้นสาบเสือมี ชื่อวิทยาศาสตร์ *Chromolaena odorata* (L.) มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว เป็นรูปหอก ปลายแหลม โคนใบสอบแคบ ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย ตัวใบจะมีขนปกคลุมทั่วทั้งใบ มีสีเขียวขนาดของใบกว้างประมาณ 1-2.5 นิ้ว ยาว 2-4 นิ้ว ก้านใบยาว 1-2 นิ้ว (อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และคณะ, 2539)

8.3 ใบเสม็ดขาว หมายถึง ใบของต้นเสม็ดขาว ชื่อวิทยาศาสตร์ *Melaleuca quinquenervia* มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบรูปหอก กว้าง1.5-4 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ปลายใบและโคนใบแหลม สามารถขึ้นได้ทั้งบนบก ในน้ำจืด และน้ำกร่อย ขึ้นรวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ในป่าที่ลุ่มน้ำขัง ตามขอบป่าพรุ และป่าชายหาดทางภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงใต้ (ธนิต หนูยิ้ม และ บุญชุบ บุญทวี, 2542)

8.4 การสกัดด้วยตัวทำละลาย หมายถึง การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายเป็นการนำสารบางชนิดออกจากพืช ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลายในการสกัดสารจาก

ใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้ง แช่ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด และระเหยตัวทำละลายออกโดยการกลั่นด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส

8.5 ประสิทธิภาพ หมายถึง ในงานวิจัยนี้เป็นความสามารถของสารสกัดจากพืชสมุนไพรแห้งในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน โดยคิดเป็นร้อยละอัตราการตายของปลวก

8.6 อัตราการตาย หมายถึง การตายสะสมของปลวกจะลดลงไปตามความเข้มข้นและช่วงเวลาที่กำหนดแล้วนำอัตราการตายสะสมของปลวกไปคำนวณหาอัตราการตายที่แท้จริงของปลวกโดยใช้ Abbott' s formula (Abbott, 1925)

8.7 กระดาษลูกฟูก 3 ชั้น ลอน B หมายถึง กระดาษแผ่นเรียบ 2 แผ่น ปะกบกับลอนลูกฟูก 1 แผ่น โดยลอนลูกฟูก จะอยู่ตรงกลางระหว่างกระดาษแผ่นเรียบทั้ง 2 แผ่น ความสูงของลอน B 2.1-3.0 มิลลิเมตร

9 สมมติฐาน

สารสกัดใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาวมีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกได้ดีกว่าสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวเพียงอย่างเดียว

10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

10.1 สามารถทราบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวโดยใช้เอทานอลร้อยละ95 เป็นตัวทำละลาย

10.2 สามารถทราบถึงประสิทธิภาพสารสกัดจาก ใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาว ในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานผ่านการกิน

10.3 สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสารสกัดจากพืชสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์กำจัดปลวกในอนาคต

11 ตรวจเอกสาร

11.1 ปลวก

(1) ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปลวก

ปลวก ชื่อวิทยาศาสตร์ *Globitermes sulphureus* ชื่อสามัญ Termite จัดเป็นแมลงสังคมชนิดหนึ่ง มีชีวิตความเป็นอยู่อย่างสลับซับซ้อน แบ่งออกเป็น 3 วรรณะ คือ วรรณะสืบพันธุ์ วรรณะปลวกงาน และวรรณะทหาร ซึ่งมีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แม้ว่าปลวกบางชนิดสามารถทำละลายความเสียหายให้แก่ไม้ หรือผลิตผลที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบได้

แต่ในทางนิเวศวิทยาแล้วปลวกกว่าร้อยละ 80 จัดเป็นแมลงที่มีประโยชน์และมีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้มาก โดยปลวกจัดเป็นผู้ย่อยสลายในป่าธรรมชาติ ซึ่งทำหน้าที่ร่วมกันกับเชื้อราและแบคทีเรีย พบว่าประมาณ 3 ใน 4 ของขยะธรรมชาติ (เช่น ซากพืช เศษไม้ ใบไม้ ท่อนไม้ หรือต้นไม้ที่หักล้มร่วงหล่นทับถมกันอยู่ในป่า) ปลวกจะทำหน้าที่ช่วยในการย่อยสลายให้ผุพังและเปลี่ยนแปลงไปเป็นฮิวมัสหรืออินทรียวัตถุในดิน ก่อให้เกิดการหมุนเวียนอย่างรวดเร็วของธาตุอาหารในดิน สร้างความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินในป่า ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ (ภักดี เครือคล้าย, 2551)

(2) ชนิดของปลวก

ซึ่งการจำแนกปลวกโดยใช้แหล่งที่อยู่อาศัยสามารถจำแนกอย่างกว้างๆ เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(2.1) ปลวกที่อาศัยอยู่ในไม้

ปลวกชนิดนี้ตลอดชีวิตจะอาศัยและกินอยู่ภายในเนื้อไม้ โดยมีการสร้างทางเดินมาติดต่อกับพื้นดินเลย ลักษณะทั่วไปที่บ่งชี้มีปลวกในกลุ่มนี้เข้าทำลายไม้คือ วัสดุแข็งเป็นเม็ดกลมรีอยู่ภายในเนื้อไม้ที่ถูกกินเป็นโพรง หรืออาจร่วงหล่นออกมาภายนอกตามรูที่ผิวไม้ อาจแบ่งปลวกประเภทนี้เป็นกลุ่มย่อยลงไปอีกตามลักษณะความชื้นของไม้ที่ปลวกเข้าทำลายดังนี้

(2.1.1) ปลวกไม้แห้ง (Dry-wood termites) ปลวกชนิดนี้อาศัยอยู่ในไม้ที่แห้งหรือไม้ที่มีอายุใช้การมานาน มีความชื้นต่ำ โดยปกติมักจะไม่ค่อยเห็นตัวปลวกชนิดนี้อยู่นอกชิ้นไม้ แต่จะพบวัสดุแข็งรูปกลมรี ก้อนเล็กๆกองอยู่บนพื้นบริเวณโคนเสาฝาผนัง หรือโครงสร้างไม้ที่ถูกทำลาย โดยทั่วไปปลวกชนิดนี้จะทำลายไม้เฉพาะภายในชิ้นไม้โดยเหลือชิ้นไม้ด้านนอกเป็นฟิล์มบางๆไว้ ทำให้มองดูภายนอกเหมือนไม้ยังอยู่ในสภาพดี

(2.1.2) ปลวกไม้เปียก (Damp-wood termites) ปลวกชนิดนี้มักอาศัยและกินอยู่ในเนื้อไม้ของไม้ยืนต้น หรือไม้ล้มตายที่มีความชื้นสูง

(2.2) ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน

ปลวกประเภทนี้จะอาศัยอยู่ในดิน แล้วออกไปหาอาหารที่อยู่ตามพื้นดินหรือเหนือพื้นดินขึ้นไป โดยส่วนใหญ่จะทำท่อทางเดินดินห่อหุ้มตัว เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นและหลบซ่อนตัวจากศัตรูที่จะมารบกวน จำแนกเป็น 3 พวก คือ

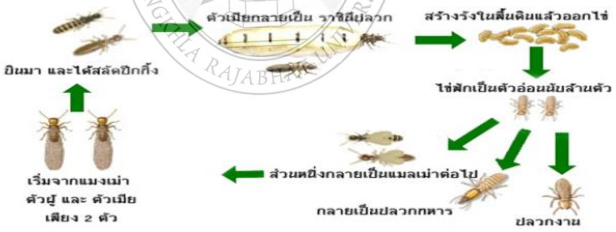
(2.2.1) ปลวกใต้ดิน (Subterranean termites) เป็นปลวกที่อาศัยและทำรังอยู่ใต้ดินเช่น ปลวกในสกุล Coptotermes Microtermes Ancistrotermes และ Hypotermes เป็นต้น

(2.2.2) ปลวกที่อาศัยอยู่ตามจอมปลวก (Mound-building termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดกลางถึงขนาดใหญ่อยู่บนพื้นดินเช่น ปลวกในสกุล Globitermes Odontotermes และ Macrotermes เป็นต้น

(2.2.3) ปลวกที่อาศัยอยู่ตามรังขนาดเล็ก(Carton nest termites) เป็นปลวกที่สร้างรังขนาดเล็กอยู่บนดินหรือเหนือพื้นดินเช่น ตามกิ่งไม้ ต้นไม้ เสาไฟฟ้า หรือโครงสร้างอื่นๆ ภายในอาคารเช่น ปลวกในสกุล Microcerotermes Termes Dicuspiditermes Nasutitermes และ Hospitalitermes เป็นต้น

(3) วงจรชีวิต และวรรณะของปลวก

วงจรชีวิตปลวกเริ่มเมื่อถึงฤดูที่เหมาะสมแมลงเม่าจะบินออกจากรังเพื่อผสมพันธุ์แล้วจะเลือกสถานที่สร้างรังใหม่ภายใน 2-3 วัน (ปลวกสืบพันธุ์จะมีอายุ 15-50 ปี) จากนั้นเริ่มวางไข่ครั้งแรกๆจะมีไข่ไม่กี่ฟองแต่ต่อไปจะเพิ่มจำนวนไข่มากขึ้นเรื่อยๆตลอดอายุการเจริญเติบโตของมัน ไข่จะฝักออกเป็นตัวอ่อนภายใน 7 วัน และตัวอ่อนจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่วนมากจะเป็นปลวกที่อยู่ในวรรณะปลวกทหารและปลวกงานจะมีอายุ 2-4 ปี (**ภาพที่ 3-1**) ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ปลวกงาน เนื่องจากปลวกตัวเล็ก ไม่มีปีก ไม่มีเพศ และไม่มีตา อาศัยอยู่ในดินหรือเนื้อไม้ที่มันกัดและทำลายมีหน้าที่ก่อสร้าง หาอาหารมาเลี้ยงปลวกวรรณะอื่นๆ ปลวกชนิดนี้จะทำงานทุกอย่างภายในรัง



ภาพที่ 3-1 วงจรชีวิตของปลวก

ที่มา(ภาพ) : บริษัท เบสท์เทค เพสท์ คอนโทรล (2561)

ปลวกเป็นแมลงที่มีชีวิตความเป็นอยู่แบบสังคมมักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ภายในรังโดยทั่วไปมีนิสัยไม่ชอบแสงสว่าง ชอบที่มืดและอับชื้น ประชากรปลวกมีการแบ่งแยกหน้าที่การทำงานออกเป็นวรรณะต่างๆ รวม 3 วรรณะคือ

(1) วรรณะสืบพันธุ์หรือแมลงเม่า

ประกอบด้วยตัวเต็มวัยที่มีปีกทั้งเพศผู้และเพศเมีย ทำหน้าที่สืบพันธุ์และกระจายพันธุ์โดยจะบินออกจากรังเมื่อดินฟ้าอากาศเหมาะสมเพื่อจับคู่กันและจะสลัดปีกผสมพันธุ์กันและหาพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อวางไข่ (**ภาพที่ 3-2**)

ภาพที่ 3-2 วรรณะสืบพันธุ์หรือแมลงเม่า

ที่มา(ภาพ) : บริษัท เจ.ซี.ซี (2561)

(2) วรรณะกรรมกรหรือปลวกงาน

เป็นปลวกตัวเล็กสีขาวนวล ไม่มีปีก ไม่มีเพศ ไม่มีตา ใช้หนวดเป็นอวัยวะรับความรู้สึกคลำทาง ทำหน้าทีเกือบทุกอย่างภายในรังเช่น หาอาหารมาป้อนราชินี ราชา ตัวอ่อนและทหารซึ่งไม่หาอาหารกินเองนอกจากนี้ยังทำหน้าที่สร้างรัง ทำความสะอาดรัง ดูแลไข่เพาะเลี้ยงเชื้อราและซ่อมแซมรังที่ถูกทำลาย (**ภาพที่ 3-3**)

ภาพที่ 3-3 วรรณะกรรมกรหรือปลวกงาน

ที่มา(ภาพ) : บริษัท ซี.เอส.กรุ๊ป จำกัด (2561)

(3) วรรณะทหาร

เป็นปลวกที่มีหัวโต สีเข้ม และแข็งมีกรามขนาดใหญ่ ซึ่งดับแปลงไปเป็นอวัยวะคล้ายคีมที่มีปลายเหลมคมเพื่อใช้ในการต่อสู้กับศัตรูที่มารบกวนสมาชิกภายในรัง ไม่มีปีก ไม่มีตา ไม่มีเพศบางชนิดจะดัดแปลงส่วนหัวให้ยื่นยาวออกไปเป็นงวงเพื่อกลั่นสารเหนียวปล่อยหรือพ่นไปติดตัวศัตรูทำให้เคลื่อนไหวไม่ได้ หรืออาจทำให้ตายได้ **(ภาพที่ 3-4)**

ภาพที่ 2.1-4 วรรณะทหาร

ที่มา(ภาพ) : บริษัท เอ็กซ์เปอร์ท เพสท์ ซิศเต็ม จำกัด (2561)

(4) การกินอาหารของปลวก

อาหารหลักของปลวกคือ เซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของไม้ยืนต้น รวมถึงลำต้นและใบของพืชล้มลุกด้วย ปลวกเป็นผู้ย่อยสลายซากพืชให้กลับเป็นธาตุที่สำคัญในดิน นอกจากนี้ปลวกยังสามารถกินอาหารอื่น ได้แก่ ฟางหรือหญ้าแห้ง กระสอบป่าน เสื่อที่ทำจากวัสดุธรรมชาติต่างๆ รองเท้าเก่าทิ้งแล้วที่ปลวกสามารถกัดกินได้ หรือแม้แต่มูลสัตว์ และขยะมูลฝอย ปลวกบางชนิดเช่น *Psammotemes hybostoma* สามารถกินไฟเบอร์ที่เหลือทิ้งไว้ในมูลสัตว์ถ้าแหล่งอาหารอื่นหายากหรือขาดแคลน ปลวก *Odontotermes* ถูกเรียกว่าเป็นผู้ย่อยสลายขยะ เนื่องจากปลวกชนิดนี้สามารถกัดกินขยะที่เหลือทิ้งได้ทุกชนิด นอกจากนี้มูลของสัตว์กินหญ้าสัตว์ ป่าขนาดใหญ่สามารถเป็นอาหารของปลวกได้เช่นกัน และยังรวมถึงพลาสติก โลหะ ที่มีลักษณะอ่อนเช่น ตะกั่วและอลูมิเนียมด้วย แต่ระบบย่อยอาหารของปลวกไม่สามารถย่อยโลหะเหล่านั้นได้ นิสัยการกินของปลวกมีพัฒนาการเฉพาะในแต่ละสายพันธุ์ ทำให้ปลวกสามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิด (ภักดี เครือคล้าย, 2551)

(5) การกำจัดปลวก

การกำจัดปลวกสามารถดำเนินได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

(1) การกำจัดปลวกโดยใช้สารเคมี

(1.1) การใช้สารเคมีกำจัดปลวก (Termiticides) เป็นการป้องกันกำจัดโดยการฉีดพ่นหรืออัดสารป้องกันกำจัดปลวกลงไปในพื้นดินเพื่อทำให้ภายใต้อาคารเป็น พิษ ปลวกไม่สามารถเจาะผ่านทะลุขึ้นมาได้ หรืออาจใช้สารเคมีกำจัดปลวก โรย และฉีดพ่นโดยตรง วิธีการฉีดพ่นด้วยสารเคมีป้องกันปลวกก่อนการปลูกสร้างอาคารสามารถให้ผลในการป้องกันปลวกกันปลวกใต้ดินได้ดีที่สุดเช่น

- ไดคลอโรไดฟีนิลไตรคลอโรอีเทน เป็นสารพิษที่มีส่วนในการทำให้สัตว์หลายชนิดเกือบสูญพันธ์และทำลายระบบสืบพันธุ์ ระบบภูมิคุ้มกันของคน
- ดีลดริน และอัลดริน สารเคมีในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่มีพิษต่อแมลงทุกชนิด และค่อนข้างที่จะสลายตัวช้า ทำให้พบสารตกค้างในห่วงโซ่อาหาร และสิ่งแวดล้อมได้นาน เป็นต้น

(1.2) การใช้สารป้องกันเนื้อไม้(Wood preservatives) ดำเนินการโดยการพ่น ทา แช่ จุ่ม หรืออัด โดยใช้กำลังอัดเพื่อให้สารเคมีแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ ได้แก่ อัลดริน คลอร์เดน คาร์บาริล และสารพวกไพรีทรอยด์ เป็นสารสังเคราะห์ที่ได้จากการเลียนแบบสารที่ได้จากธรรมชาติ (ไพรีทริน ไซเปอร์เมทริน) เป็นต้น

(2) การป้องกันโดยไม่ใช้สารเคมี

(2.1) การใช้แผ่นโลหะ โลหะผิวลื่นเช่น แผ่นอลูมิเนียม สารใช้เป็นแนวป้องกันไว้รอบๆเสา หรือรอยต่อระหว่างฐานล่างกับส่วนที่เป็นโครงสร้างไม้ เพื่อกั้นเส้นทางเดินของปลวกจากพื้นดินเข้าสู่อาคาร

(2.2) การใช้วัสดุอื่นๆเช่น เศษหินบด เศษแก้วบด หรือแผ่นตะแกรงโลหะ ปูรองพื้นอาคารในส่วนที่ติดพื้นดินทั้งหมด

(3) การป้องกันและกำจัดโดยใช้เหยื่อพิเศษ เป็นแนวทางใหม่ในการป้องกันกำจัดปลวก โดยมีหลักการดังนี้

(3.1) เหยื่อที่มีสารเคมีออกฤทธิ์ ที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการขัดขวางกระบวนการตามธรรมชาติในการดำรงชีวิตของปลวก เช่น ยับยั้งขบวนการสร้างผนังลำตัว ซึ่งมีผลต่อการลดประชากรจำนวนลงไปจนถึงระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย

(3.2) มีคุณสมบัติพิเศษที่ดึงดูดให้ปลวกเข้ามากิน และสามารถคงรูปอยู่ภายในตัวปลวกได้ดีในระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะเกิดการถ่ายทอดไปสู่สมาชิกอื่นๆภายในรังได้ (นิพันธ์ รัตนวรพันธ์ และคณะ, 2546)

(4) สมุนไพรกำจัดปลวกสกัดจากพืชสมุนไพรไทยเช่น ขมิ้นชัน เมล็ดน้อยหน่า สะเดาอินเดีย หางไหล สาบเสือ ต้นพริก หญ้าแห้วหมู เปลือกมังคุด ฯลฯ สมุนไพรเหล่านี้ เป็นพืชที่ปลวกไม่สามารถสร้างกลไก ในการย่อยสลายสารสำคัญจากพืชเหล่านี้ได้ สารสำคัญเหล่านี้ มีผลในการควบคุมประชากรปลวกโดยกลไกที่แตกต่างกันตั้งแต่การยับยั้ง การเจริญเติบโตของตัวอ่อน การวางไข่ การกินอาหาร ตลอดถึงการลดการพัฒนาของจุลินทรีย์ในลำไส้ปลวก ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความอยู่รอดและการทำลายของปลวก (สุรพล วิเศษสวรรค์, 2548)

(6) ผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลง

สำหรับผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงรวมถึงปลวกจะมีผลกระทบทางสุขภาพ และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ทั้งทางตรงหรือทางอ้อมแล้วแต่ความรุนแรงในการนำสารเคมีมาใช้ประโยชน์

(1) ผลกระทบทางสุขภาพ

สารเคมีกำจัดปลวกที่นิยมใช้กันเป็นสารเคมีพวกฉีดพ่นโดยตรงและโรย เช่น ดีดีที ดีลดริน เป็นสารพิษอยู่ในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) เมื่อร่างกายได้รับมากจะไปสะสมอยู่ในไขมันส่วนต่างๆของร่างกายทำให้พิษทั้งแบบเรื้อรังและแบบเฉียบพลัน อาการพิษแบบเรื้อรังผู้ป่วยจะแสดงอาการผิดปกติต่อระบบทางเดินอาหาร มีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักลด เหน็ดเหนื่อย และเมื่อยตามร่างกาย ยังพบว่าพิษสะสมระยะยาวของดีดีทีเป็นสารก่อ

มะเร็งและทำให้โลหิตจาง นอกจากนี้สารที่ใช้ป้องกันเนื้อไม้ เช่น อัลดริน คลอเดน คาร์บาริน จัดเป็นสารเคมีที่มีพิษไม่เลือก (คือเป็นพิษต่อแมลงทุกชนิด) และค่อนข้างจะสลายตัวช้า ไม่ละลายน้ำ ทำให้มีการตกค้างในห่วงโซ่อาหารจะสะสมในดินและสิ่งแวดล้อมได้นาน เมื่อร่างกายได้รับสารกลุ่มนี้มีผลต่อระบบประสาทในระยะสั้น โดยกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และมีพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์ (สุธาสินี อั้งสูงเนิน, 2548)

(2) ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

สารเคมีกำจัดปลวกที่นิยมใช้กันเป็นสารเคมีพวกฉีดพ่นโดยตรงและโรย เช่น ดีดีที ดีลดริน เป็นการสะสมของสารเคมีในห่วงโซ่อาหาร สารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้นไม่ได้คงอยู่เฉพาะในบริเวณพื้นที่การเกษตร แต่มักจะแพร่กระจายออกไปในสิ่งแวดล้อม เพราะน้ำที่ไหลผ่านแปลงเกษตรที่มีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จะไหลลงไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในระบบนิเวศอย่างกว้างขวาง สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำอาจได้รับผลกระทบโดยตรงจากสารเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลต่อระบบภูมิต้านทานของปลา ทำให้ปลาเป็นโรคต่างๆ ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้สารเคมีในกลุ่มออร์กาโนคลอไรน์ ซึ่งย่อยสลายช้า อาจจะไปสะสมอยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตต่างๆ และถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตที่อยู่ด้านบนของห่วงโซ่อาหาร เกิดการสะสมของสารพิษในปริมาณที่เข้มข้นขึ้น (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2548)

(7) ประโยชน์และโทษที่ได้รับจากปลวก

(1) ประโยชน์ที่ได้รับจากปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่สำคัญมากในระบบนิเวศวิทยาป่าไม้ คือ

(1.1) ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุต่างๆได้แก่ เศษไม้ ท่อนไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ และส่วนต่างๆของพืชที่หักร่วงหล่อน หรือล้มตายทับถมอยู่ในป่า แล้วเปลี่ยนให้กลายสภาพเป็นฮิวมัสในดินเป็นกำเนิดของขบวนการหมุนเวียนของธาตุอาหารจากพืชไปสู่ดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลให้พรรณพืชทุกระดับในป่าธรรมชาติเจริญเติบโตสมบูรณ์ดี

(1.2) มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ คือ นอกจากจะช่วยให้พืชในป่าเจริญเติบโตดี เป็นอาหารของสัตว์ป่าแล้ว ตัวปลวกเองยังเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีนของสัตว์ขนาดเล็กหลายชนิดเช่น ไก่ นก กบ คางคก และสัตว์เลื้อยคลานต่างๆ ซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์ใหญ่ต่อไปเป็นทอดๆ

(1.3) เป็นแหล่งผลิตโปรตีนที่สำคัญของมนุษย์โดยปลวกบางชนิดสามารถสร้างเห็ดโคน ซึ่งเป็นอาหารอันโอชะ และมีราคาแพง สามารถเพิ่มรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรทั้งนี้เห็ดโคนมีเชื้อราที่อยู่ร่วมกันภายในรังปลวกหลายชนิดช่วยในการผลิต

(1.4) จุลินทรีย์อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารปลวก ซึ่งสามารถผลิตเอนไซม์บางชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ด้านการเกษตร อุตสาหกรรมหรือใช้ในการแก้ไข และควบคุมมลภาวะสิ่งแวดล้อมในอนาคตต่อไปเช่น การย่อยสลายสารกำจัดศัตรูพืชที่มีฤทธิ์ตกค้างนาน หรือการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

(2) โทษที่เกิดจากปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่ก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดความเสียหาย คือ

(2.1) กล้าไม้และไม้ยืนต้น ในป่าธรรมชาติ และป่าสวน

(2.2) ไม่ใช่ประโยชน์ที่อยู่กลางแจ้ง

(2.3) ไม่ใช่ประโยชน์ที่เป็นโครงสร้างภายในอาคารบ้านเรือน

(2.4) วัสดุสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆที่ทำมาจากไม้ และพืชเส้นใยเช่น โต๊ะ ตู้ กระดาษหนังสือพรม และเสื้อผ้า เป็นต้น

(2.5) กัดทำลายรากของพืชเกษตร พืชไร่ พืชผัก พืชสวน และไม้ผล

11.2 วิธีการสกัดพืชสมุนไพร

การสกัด (Extraction) หมายถึง การดึงหรือชะส่วนที่ละลายออกจากส่วนที่ไม่ละลาย (สวนที่เหลือ) ซึ่งอาจเป็นของแข็ง หรือของเหลวก็ได้ด้วยการใช้ตัวสกัดที่เป็นของเหลวที่เหมาะสม ความสามารถของการสกัดจะขึ้นอยู่กับอัตราการซึมผ่านของส่วนที่ละลายผ่านชั้นสัมผัสของของเหลวที่ทำหน้าที่เป็นตัวสกัด ตัวทำละลายกับสารตั้งต้นที่จะสกัด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2546)

การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร (Extraction of active plant material) อาจทำไดหลายวิธี ไดแก

(1) การหมัก (Maceration) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร โดยนำสมุนไพรมาหมักแชในตัวทำละลายที่เหมาะสมในภาชนะปิด หมักไวในระยะเวลาที่กำหนดและในระหว่างการหมักให้มีการคนด้วยเมื่อครบกำหนดตามต้องการค่อยๆรินเอาสารสกัดออกและบีบเอาสารละลายออกจากกาก (Marc) รวมสารสกัดที่ไดนำไปกรอง ทำซ้ำจนกระทั่งการสกัดสมบูรณ

(2) การแช่ (Infusion) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญ โดยหมักแชสมุนไพรในน้ำร้อนเป็นเวลานานตั้งแต่ 5 นาทีถึง 2 ชั่วโมง ไมมีการบีบกากอุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาที่ใช้ในการแชจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสมุนไพรและชนิดหรือประเภทของสารสำคัญที่ตองการสกัด

(3) การชง (Percolation) เป็นกระบวนการสกัดสาระสำคัญโดยใช้เครื่องต้มหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายพอชื้น ทิ้งไว 1 ชั่วโมง แล้วค่อยๆบรรจุลงในเครื่องต้ม เติมตัวทำละลายลงไป

ให้ระดับตัวทำละลายอยู่เหนือสมุนไพรสูงประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงค่อยๆเริ่มไขเอาสารสกัดออก

(4) การต้ม (Decoction) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญ โดยต้มสมุนไพรกับให้เดือดนาน 30 นาทีคนบ่อยๆ เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำมากรอง และบีบกากเบา ๆ

(5) การสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้เครื่อง (Soxhlet extraction) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญโดยใช้ตัวทำละลาย ซึ่งมีจุดเดือดต่ำการสกัดทำไดโดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายในขวดรูปชมพู่ระเหยขึ้นไปแลวกลั่นตัวลงมาในหลอดกระดาษกรอง ซึ่งบรรจุสมุนไพรไวเมื่อตัวทำละลายในการสกัดสูงถึงระดับที่จะเกิดการถ่ายเทของเหลวออกจากภาชนะโดยใช้หลอดสารสกัดจะถูกถ่ายเทลงไปในขวดรูปชมพู่ การให้ความร้อนอาจใช้เตาหลุมให้ความร้อนหรืออ่างอังความร้อน ตัวทำละลายจะระเหยขึ้นไปทิ้งสารสกัดไวใน ขวดรูปชมพู่วนเวียนจนกระทั่งสมบูรณ

(6) การหมุนเหวี่ยง (Centrifugation) เป็นการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรโดยการเหวี่ยง ซึ่งผลจากการเหวี่ยงทำให้ของแข็งแยกออกจากของเหลวจะไดสารสกัดที่ใสโดยไมตองกรอง

(7)การสกัดโดยวิธีเทอร์โมไมโครดิสทิวเลชั่น (Extraction by thermomicrodistillation) เป็นการสกัดสารโดยใชเครื่องมือวิเคราะห์เทอร์โมไมโครและเตาอบแยก (Thermomicro Analysis and Separation Ovens) เป็นการสกัดสารซึ่งมีปริมาณน้อยมากโดยนำสารใสลงในภาชนะ เมื่อใส่เข้าไปในตู้อบความร้อนจะทำให้สารระเหย หรือระเหิดออกมาทางรูเล็กรองรับสารที่ระเหยหรือระเหิดออกมาด้วยแผ่นโครมาโตกราฟีแบบผิวบาง (TLC) แล้วจึงนำไปตรวจสอบ

11.3 ความรูทั่วไปเกี่ยวกับใบสาบเสือ

11.3.1 ข้อมูลทั่วไปของใบสาบเสือ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Eupatorium odoratum* L.

ชื่อสามัญ : Siam weed, Bitter bush, Devil weed

ชื่อพ้อง : E. odoratum (L.f.) Koster ; Chromolaena odorata (L.) King & Robins.

วงศ์ : Compositae หรือ Asteraceae

ชื่อท้องถิ่นไทย : สาบเสือ (ทุกภาค)

สาบเสือเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา ถูกนำเข้ามาสู่ประเทศอินเดียประมาณปี ค.ศ. 1840 จากนั้นจึงมีการแพร่กระจายสู่อ่าวเบงกอล พม่า และไทยตามมา

11.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สาบเสือเป็นไม้ขนาดเล็ก แตกกิ่งก้านจำนวนมากตั้งแต่ระดับล่างของลำต้น ทำให้มองเห็นเป็นทรงพุ่มหนาทึบ และกิ่งมีลักษณะยาวมากกว่าลำต้น ตามลำต้น โดยลำต้นสูงประมาณ 1-2 เมตร บริเวณลำต้นและกิ่งมีขนนุ่มปกคลุม มีลักษณะค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยม ลำต้นเป็นไม้เนื้อแข็งแต่ค่อนข้างเปราะ และหักง่าย เปลือกลำต้นมีสีขาวนวลแกมเขียว ใบสาบเสือแตกออกบริเวณข้อกิ่งเป็นใบเดี่ยวตรงข้ามเป็นคู่ๆ มีลักษณะเป็นรูปหอก ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ปลายใบแหลม โคนใบสอบเป็นรูปลิ่ม มีเส้นใบมองเห็นได้ชัดเจน ตัวใบด้านล่างและด้านบนมีขนปกคลุม มีสีเขียวสด กว้าง 3-6 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ก้านใบยาวประมาณ 6 เซนติเมตร ดอกของต้นสาบเสือมีลักษณะเป็นกระจุกคล้ายร่ม แทงออกบริเวณปลายยอด เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร มีสีม่วงแกมน้ำเงินหรือสีม่วงอ่อน หากมองในระยะไกลจะออกสีขาว โดยดอกจะออกในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน ผลของต้นสาบเสือ มีขนาดเล็ก เรียวยาว และบางสีดำ เป็นเหลี่ยม 5 เหลี่ยม ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร (**ภาพที่ 11.3-1**) (อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และคณะ, 2535)

ภาพที่ 11.3-1 ลักษณะใบสาบเสือ

11.3.3 ประโยชน์ทางยาของต้นสาบเสือ

(1) ใบแก้ผมหงอกทำให้ผมดกดำ โดยการใช้ใบสาบเสือนำมาตำแล้วใช้หมักผมเป็นประจำไม่นานจะทำให้เส้นผมดูดกดำ

(2) ใบสาบเสือมีฤทธิ์ในการกำจัดปลวก ไล่แมลง ฆ่าแมลงได้

(3) ต้นสาบเสือสามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเน่าเสียได้ ด้วยการเอาทั้งต้นและใบใส่ลงไปแช่ในบ่อน้ำเน่า เมื่อผ่านไป 2-3 สัปดาห์น้ำจะค่อยๆใสขึ้นเอง

(4) ต้นสาบเสือมีกลิ่นแรง การใช้ในปริมาณมากนอกจากจะนำไปใช้ทำเป็นยาฆ่าแมลงแล้ว การใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถนำมาใช้เป็นน้ำหอมได้

(5) ต้นสาบเสือเป็นตัวชี้วัดอุณหภูมิความแห้งแล้งของอากาศ คือถ้าหากอากาศแห้งแล้งต้นสาบเสือก็จะไม่ออกดอก (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559)

11.3.4 องค์ประกอบทางเคมีที่พบในใบสาบเสือ

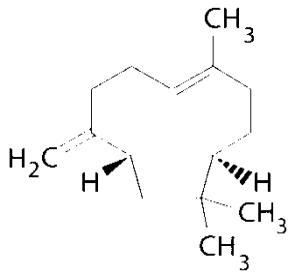
องค์ประกอบทางเคมีของใบสาบเสือที่พบมีหลายชนิดด้วยกันที่มีปริมาณสูง แอลฟาพินีน (alpha-pinene) ร้อยละ 19.32 คาร์ดีน (Cadinene) ร้อยละ 19.09 แคมบรู (Camphor) ร้อยละ 15.46 ลิโมนีน (Limonene) ร้อยละ 15.46 ส่วนคาร์โยไพลีน (Caryophyllene) ร้อยละ 7.05 และอื่นๆ ตามลำดับ (**ตารางที่ 11.3-1**)

ตารางที่ 11.3-1 องค์ประกอบทางเคมีของใบสาบเสือ

ชนิดสารประกอบ	ร้อยละของสารประกอบ
Alpha-pinene	19.32%
Cadinene	19.09%
Camphor	15.46%
Limonene	15.46%
Caryophyllene	7.05%
Ceryl algohol	-
Betasitosterol	-
Terpenoids	-
Anisic acid	-
Trihydric algohol	-
Isosa kuranetin	-
Odaratin	-
Tannin	-
Saponin	-

ที่มา: อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และคณะ (2535)

จากการศึกษาพบว่าสารประกอบคาร์โยไพลีน (Caryophyllene) (**ภาพที่ 11.3-2**) ซึ่งในใบสาบเสือมีฤทธิ์ไปยับยั้งเอนไซม์ในตัวปลวก



ภาพที่ 11.3-2 โครงสร้างทางเคมีของ Caryophyllene

ที่มา(ภาพ) : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2561)

11.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับใบเสม็ดขาว

11.4.1 ข้อมูลทั่วไปของใบเสม็ดขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Melaleuca quinquenervia*
ชื่อสามัญ : Cajuput tree, Milk wood, Paper bark tree
ชื่อวงศ์ : Myrtaceae
ชื่อเรียกอื่น : เสม็ด กือแล เม็ด เหม็ด Cajuput tree, Milk wood

เสม็ดขาวพบทั่วไปบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำเช่น ชายทะเล ที่ลุ่มน้ำขัง และขอบป่าพรุ พบมากในภาคตะวันตกเฉียงใต้ ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะโดยรอบป่าพรุในจังหวัดนราธิวาส พบว่ามีเสม็ดขาวขึ้นหนาแน่นทดแทนพรรณพืชป่าพรุเดิมที่ถูกบุกรุกทำลาย ในต่างประเทศ พบในอินเดีย จีน พม่า เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย บอร์เนียวติมอร์ นิวกินี และออสเตรเลีย

11.4.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ต้นสูง 5-25 เมตร เปลือกชั้นนอกสีขาวนวล เป็นแผ่นบาง ๆ เรียงซ้อนกันเป็นปึกหนานุ่ม เปลือกชั้นในบาง สีน้ำตาล ยอดอ่อน กิ่งอ่อน และใบอ่อน มีขนสีขาวเป็นมันคล้ายเส้นไหม ใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบรูปหอก กว้าง 1.5-4 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ปลายใบและโคนใบแหลม ดอก ขนาดเล็ก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง สีขาว กลีบเลี้ยงยาว 0.3 เซนติเมตร โคนกลีบติดกัน กลีบดอกยาว 0.2–0.3 เซนติเมตร รูปช้อนแกมรูปไข่กลับ เกสรเพศผู้จำนวนมากยาวพ้นกลีบดอกเป็นพู่ ผล เป็นผลแห้งแตก รูปถ้วย กว้างและยาวประมาณ 0.4 เซนติเมตร (**ภาพที่ 11.4-1**) (ธนิตย์ หนูยิ้ม, 2544)

ภาพที่ 11.4-1 ลักษณะใบเสม็ดขาว

11.4.3 ประโยชน์ทางยาของต้นเสม็ดขาว

(1) ใบของต้นเสม็ดขาวนำมาต้มกับน้ำดื่มแทนน้ำชา หรือนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เช่น ควายและแพะ

(2) น้ำมันเสม็ดขาวสามารถใช้ไล่แมลงบางชนิดได้เช่น ยุง เห็บ หมัด เหา ปลวก สัตว์ดูดเลือดเช่น ทากได้ และยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มได้เช่น สเปรย์ไล่ยุง สเปรย์ฆ่าปลวก สเปรย์ป้องกันทาก ธูปกันยังแชมพูสุนัข เป็นต้น

(3) ผลเสม็ดขาวแห้งใช้ทำพริกไทยดำ

(4) ใบเสม็ดขาวที่ได้จากการกลั่นน้ำมันหอมไปย้อมสีผ้าได้ โดยจะให้สีน้ำตาลอ่อนและช่วยทำให้ผ้าคงทนต่อการเข้าทำลายของแมลงที่กัดกินเนื้อผ้า

(5) ป่าเสม็ดจะเป็นแหล่งกระจายพันธุ์ของเห็ดเสม็ดและป่าเสม็ดยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของผึ้งและนกน้ำ ในเวียดนามจะใช้ป่าเสม็ดเป็นที่กักเก็บน้ำเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เป็นกรดให้มีความเป็นกรดลดลง ก่อนนำไปใช้ปลูกข้าว (ธนิต หนูยิ้ม และ บุญชุบ บุญทวี, 2542)

11.4.4 องค์ประกอบทางเคมีที่พบในใบเสม็ดขาว

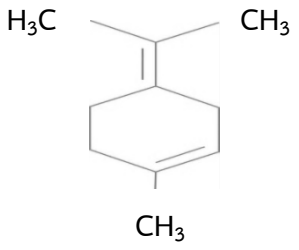
องค์ประกอบทางเคมีของใบเสม็ดขาวที่พบมีหลายชนิดด้วยกันที่มีปริมาณสูงเทอร์พิโนลีน (Terpinolene) ร้อยละ 24.74 แกมม่าเทอร์พินีน (Gamma-terpinene) ร้อยละ 22.84 แอลฟาพินีน (Alpha-pinene) ร้อยละ 9.38 พีไซเมเน่ (P-cymene) ร้อยละ 8.41 ซีลินาดีน (Selinadiene-3-one) ร้อยละ 5.28 แอลฟาเทอร์พินีน (Alpha-terpinene) ร้อยละ 4.52 แอลฟาเพลลันดรีน (Alpha-phellandrene) ร้อยละ 3.92 คาร์โยไพลีน (Caryophyllene) ร้อยละ 2.95 ฮัมมูลีน (Humulene) ร้อยละ 2.61 เทอร์ปีน (Terpinen-4-ol) ร้อยละ 2.57 เบต้าเอเลเมน (Beta-elememe) ร้อยละ 1.51 ลีโมนีน (Limonene) ร้อยละ 1.10 และอื่นๆ ร้อยละ 10.17 ตามลำดับ (**ตารางที่ 2.4-1**)

ตารางที่ 11.4-1 องค์ประกอบทางเคมีของใบเสม็ดขาว

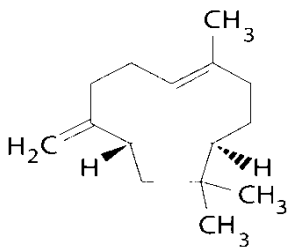
ชนิดสารประกอบ	ร้อยละของสารประกอบ
Terpinolene	24.74
Gamma-terpinene	22.84
Alpha-pinene	9.38
P-cymene	8.41
Selinadiene-3-one	5.28
Alpha-terpinene	4.52
Alpha-phellandrene	3.92
Caryophyllene	2.95
Humulene	2.61
Terpinen-4-ol	2.57
Beta-elememe	1.51
Limonene	1.10
อื่นๆ	10.17

ที่มา : J.J Brophy, ศิรินันท์ ทับทิมเทศ, ทรรศนีย์ กิติรัตน์ตระการ และ ชูจิตร อนันตโชค (2545) อ้างอิงใน ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง (2556)

จากการศึกษาพบว่าสารประกอบเทอร์ปีนอยด์ (Terpinolene) และคาร์โยไพลีน (Caryophyllene) (**ภาพที่ 11.4-2**) ที่พบได้ในสารสกัดจากใบเสม็ดขาวจัดอยู่ในกลุ่มเทอร์ปีน (Terpenes) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และแบคทีเรีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อทางเดินอาหารในลำไส้ปลวกในกระบวนการกินและการย่อย เนื่องจากปลวกจะไม่สามารถผลิตน้ำย่อยหรือเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารเองได้ แต่จะต้องพึ่งจุลินทรีย์ชนิดต่างๆที่อาศัยร่วมอยู่ภายในระบบทางเดินอาหารของปลวกเช่น โปรโตซัว แบคทีเรีย หรือเชื้อราให้ผลิตเอนไซม์ ย่อย Cellulose หรือ Lignin เปลี่ยนเป็นพลังงาน หรือสารประกอบในรูปที่ปลวกสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ (สะเราะ นิยมเดชา, 2548 อ้างอิงใน ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง, 2556)



(ก) Terpinolene



(ข) Caryophyllene

ภาพที่ 11.4-2 โครงสร้างทางเคมีของTerpinolene และ Caryophyllene

ที่มา(ภาพ) : วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2561).

11.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาวิจัยการใช้สารสกัดธรรมชาติในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน และ การศึกษาวิธีการสกัดมีรายละเอียดดังแสดงใน **ตารางที่ 11.5-1**

ตารางที่ 11.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหางไหลในการกำจัดปลวก	การศึกษาการใช้สารสกัดหางไหลที่สกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมาใช้กำจัดปลวก โดยการฉีดพ่นสารสกัดบนตัวปลวกที่ความเข้มข้นของสารสกัดหางไหล (หางไหล : น้ำ) 0.25:99.75 0.50:99.50 0.75:99.25 1.00:99.00 และ 10.00:90.00 พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่ 10 โดยปริมาตร หรือ (10:90) ระยะเวลาออกฤทธิ์ 24 ชั่วโมง มีฤทธิ์ในการกำจัดปลวกร้อยละ 100	งานอารักขาพืช สถาบันเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (ม.ป.ป)

ตารางที่ 11.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก	การพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก โดยใช้น้ำมันหอมระเหยแฝกและยูคาลิปตัส ที่สกัดด้วยวิธีต้มกลั่น เมื่อนำส่วนที่เหลือ ของแฝกและยูคาลิปตัวหลังการสกัดน้ำมันหอมระเหยแล้วผสมกับเยื่อคราฟเพื่อขึ้นรูปเป็นกระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก โดยใช้สัดส่วนของเยื่อแฝก หรือเยื่อยูคาลิปตัสใบต่อเยื่อคราฟ เท่ากับ ร้อยละ 30 40 50 60 และ 70 สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบชนิดและปริมาณน้ำมันหอมระเหย และวิธีเคลือบน้ำมันหอมระเหยลงบนกระดาษที่ผลิตจาก CP ผสม VP ร้อยละ 70 ในการป้องกันการทำลายจากปลวก เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า การพ่นน้ำมันหอมระเหยแฝกความเข้มข้นร้อยละ 5 ผสมสารยึดติดจากแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 ส่งผลการเข้าทำลายของปลวกแบบบังคับและแบบอิสระต่ำที่สุด โดยมีการสูญเสียน้ำหนักกระดาษ เท่ากับ ร้อยละ 8.6 และ 6.64 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยแฝก เท่ากับร้อยละ 7 10 15 และ 25 และ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ร้อยละ 10 15 25 และ 50 ทดสอบเป็นเวลา 3 เดือน เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพกระดาษลูกฟูกในการป้องกันการทำลายของปลวกพบว่า ในเดือนที่ 3 น้ำมันหอมระเหยแฝกความเข้มข้นร้อยละ 25 มีการเข้าทำลายของปลวกน้อยทีสุด ซึ่งน้ำหนักกระดาษสูญหาย เพียงร้อยละ 1.3 ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้นสูงร้อยละ 50 มีน้ำหนักกระดาษที่สูญหายจากการเข้าทำลายของปลวกสูงถึง ร้อยละ 67.07	ภักดี เครือคล้าย (2551)

ตารางที่ 11.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันเสม็ดที่สกัดจากใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้	สกัดน้ำมันเขียวจากใบเสม็ด ด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยใช้ใบเสม็ดขาวครั้งละ 500 กรัม ระยะเวลาในการสกัด 2 ชั่วโมง จะได้ผลผลิตภัณฑ์โดยน้ำหนักแห้งคิดเป็นร้อยละ 0.16 แล้วนำมาทดลองกับปลวกโดยการฉีดพ่นบนกระดาษลูกฟูกที่อัตราส่วนของน้ำมันเสม็ดขาวต่อน้ำกลั่น 5 อัตราส่วน (0:10, 0.1:99, 0.5:9.5 ,1.0:9.0 ,1.5:8.5) และใช้ระยะเวลาในการออกฤทธิ์กับปลวก 3 ช่วง (24 ชั่วโมง, 48 ชั่วโมง และ 96 ชั่วโมง) ซึ่งอัตราส่วนน้ำมันเสม็ดต่อน้ำกลั่น กลั่นที่ 1.5:8.5 และระยะเวลารับสัมผัส 96 ชั่วโมง สามารถกำจัดปลวกผ่านการกินอาหารไดมีประสิทธิภาพได้ร้อยละ 75.00±0.08 ซึ่งมีต้นทุน 4.34 บาท/มิลลิลิตร	ปัทวดี ศรีสุธรรม และ ศศิมา สอนทอง (2556)
ความเป็นไปได้ในการใช้สุรากลั่นชุมชนสกัดสารจากใบเสม็ดขาวเพื่อกำจัดปลวกกินเนื้อไม้	การศึกษานี้เป็นการศึกษาการใช้สุรากลั่นชุมชนในการสกัดสารจากใบเสม็ดขาวเพื่อใช้กำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานพบว่าอัตราส่วนระหว่างใบเสม็ดขาวและสุรากลั่นชุมชนที่ 1:5 ให้ร้อยละของสารสกัดหยาบทั้งแบบสดและแบบแห้งสูงสุดและในเวลาการสกัด 3 วันเป็นเวลาที่เหมะสมที่สุด (ร้อยละผลิตภัณฑ์ 36.23 และ 36.14 ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อฉีดพ้นสารสกัดหยาบใบเสม็ดขาวสดและสารสกัดหยาบใบเสม็ดขาวแห้งที่ความเข้มข้น15% โดยปริมาตร ระยะเวลาในการออกฤทธิ์ 96 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานสูงสุดคิดเป็นร้อย 77.67±0.05และ 80.67±3.79ตามลำดับ ซึ่งมีต้นทุน 0.37 บาท/มิลลิลิตร	กรีชฎา ปานแก้ว และ เบญจวรรณ พงค์ประยูร (2559)

ตารางที่ 11.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อกำจัดศัตรูพืช (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
สมุนไพรกำจัดปลวกชนิดน้ำ	สมุนไพรกำจัดปลวกชนิดน้ำ ศึกษาวิจัยสมุนไพรการกำจัดปลวกที่ได้จากการสกัดจากธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เพื่อการลดประชากรปลวกและหยุดการขยายพันธุ์ของปลวก กระบวนการทำงานนี้ของสมุนไพรสามารถนำไปใช้กับวงจรชีวิตของปลวก โดยไปลดกระบวนการย่อยอาหาร ทำลายจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร สำหรับพืชที่นำไปใช้ในการศึกษาได้แก่ ขมิ้นชัน สะเดาอินเดีย หางไหล ใบขี้เหล็ก สาบเสือ หญ้าแห้วหมู ซึ่งเป็นน้ำมันสกัดสมุนไพรเข้มข้น เวลาเอาไปใช้งานต้องทำให้เจือจางในน้ำอัตราส่วน สมุนไพร 1 ลิตร น้ำ 35 ลิตร ใช้ฉีดพ่น อัดใส่ท่อ และวิธีการเจาะอัดแทนการใช้สารเคมี มีผลออกฤทธิ์ในการสัมผัส ทำให้ปลวกค่อย ๆ อ่อนแอลง ตัวที่แข็งแรงกว่าจะมากัดกินตัวที่อ่อนแอ ทำให้สารนั้นแพร่กระจายในรังของมันโดยอัตโนมัติ ปริมาณประชากรปลวกจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนสูญพันธุ์ไปในที่สุด	สุรพล วิเศษสวรรค์ (2548)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า สมุนไพรหลายชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของปลวก ลดกระบวนการการย่อยอาหาร ทำลายจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของปลวก มีประสิทธิภาพในการกำจัดปลวกได้สูง เป็นพืชตามท้องถิ่นที่หาได้ง่ายและเกษตรกรสามารถนำมาใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันปลวก เช่น กระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก เป็นต้น

12 ขอบเขตการวิจัย

12.1 ขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา

(1) พื้นที่เก็บตัวอย่าง

-ใบสาบเสือ เก็บตัวอย่างใบสาบเสือจากบริเวณ ต.ควนโดน อ.ควนโดน จ.สตูล

-ใบเสม็ดขาว เก็บตัวอย่างใบเสม็ดขาวจากบริเวณ ต. พะวง อ. เมือง จ. สงขลา

(2)พื้นที่ทำการทดลอง

-การสกัดสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ทำการสกัดสารที่ห้องปฏิบัติการของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

-การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบกับปลวกทำการทดสอบที่บ้านเลขที่ 94/35 ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา

12.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

-ปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน บริเวณบ้านในพื้นที่ ม.5 ต. พะวง อ. เมือง จ.สงขลา

13 วิธีการดำเนินการวิจัย

(1) ขั้นตอนการเก็บและเตรียมใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

(1.1) เก็บตัวอย่างใบสาบเสือ โดยเลือกเฉพาะส่วนใบสีเขียวแก่ ส่วนใบเสม็ดขาวเลือกเฉพาะใบสีเขียวอ่อนที่ถัดลงมาจากยอดอ่อนประมาณช่วงใบที่ 3-4

(1.2) นำใบพืชสมุนไพรที่เก็บได้ไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด แล้วไปสะเด็ดน้ำออกและนำไปผึ่งไว้ในที่ร่ม 2-3 วัน

(1.3) นำใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวที่แห้งแล้วมาหั่นแล้วนำไปปั่นแล้วนำไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร ทดสอบความชื้นของสมุนไพรโดยการสัมผัสด้วยมือและผงจะร่วง ซึ่งใบสาบเสือแห้งจะมีสีน้ำตาลแก่และใบเสม็ดขาวแห้งจะมีสีน้ำตาลอ่อนกว่า

(1.4) เก็บผงใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งเก็บไว้ในถุงซิบ เตรียมนำไปสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95

(2) ขั้นตอนการเก็บและเตรียมตัวอย่างปลวก

(2.1) เก็บตัวอย่างปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน โดยใช้ปลวกจากกองไม้แห้งบริเวณบ้านเลขที่ 344 หมู่ที่ 5 ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

(2.2) ผ่ารังปลวกเพื่อคัดเลือกเฉพาะปลวกวรรณะปลวกงานที่แข็งแรง โดยสังเกตจากลักษณะของปลวกตัวเล็ก ไม่มีปีก ไม่มีตา สีขาวนวล นำไปพักไว้ในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 9×10×5 เซนติเมตร จำนวน 100 ตัว/กล่อง แล้วนำกระดาษลูกฟูกลอน B ขนาดกว้าง×ยาว เท่ากับ 9×10 เซนติเมตร ใส่ไว้เป็นอาหารปลวก ปิดฝากล่องด้วยตะแกรงและนำไปพักไว้ 24 ชั่วโมง เตรียมสำหรับการทดลอง (ถ้ามีปลวกตายจะคัดเลือกปลวกที่แข็งแรงเข้าไปแทน)

(3) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้ง

(3.1) การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัด โดยนำใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งที่เตรียมจากข้อ 3.4 มาสกัดโดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ (ดังแสดงใน **ตารางที่ 3.1-1**) เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำส่วนที่ใสไประเหยเอทานอลออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ส่วนที่เหลือจากการระเหยเก็บเป็นสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวมาชั่งและบันทึกผลการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 3.1-1 อัตราส่วนของพืชแห้งต่อเอทานอลร้อยละ 95

อัตราส่วนพืชแห้ง:เอทานอลร้อยละ 95	น้ำหนักพืชแห้ง (กรัม)	ปริมาตรเอทานอลร้อยละ 95 (มิลลิลิตร)
1:3	10	30
1:5	10	50
1:7	10	70
1:9	10	90

(3.2) การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยนำอัตราส่วนที่เหมาะสมจากข้อ (1) มาทดสอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยนำใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวแห้งแช่ในเอทานอลร้อยละ 95 ตามระยะเวลาที่กำหนด 4 ช่วง ได้แก่ 3 5 7 และ 9 วัน นำสารสกัดที่ได้กรองด้วยผ้าขาวบางและนำส่วนที่ใสไประเหยเอทานอลร้อยละ 95 ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ส่วนที่เหลือจากการระเหยจะได้เป็นสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ชั่งและบันทึกผลการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

(3.3) การเก็บรักษาสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวจะนำไปเก็บไว้ในขวดแก้วสีชา แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส

(4) การเตรียมสารละลายจากสารสกัดหยาบ

นำสารสกัดหยาบจากสมุนไพรที่ได้ มาเตรียมสารละลายเพื่อใช้ในการทดสอบฤทธิ์กับปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานโดยทำการทดสอบ 3 สูตร ได้แก่ สูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาว (1:1) ที่ 6 ความเข้มข้น (0 (ควบคุม) 1 5 10 15 และ 20 %v/v) (**ตารางที่ 4.1**) เพื่อศึกษาปริมาณในการนำไปใช้ประโยชน์ เมื่อได้สารละลายตามความเข้มข้นที่เตรียมไว้นำสารละลาย 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดสเปรย์ เพื่อเตรียมไว้ฉีดพ่น

ตารางที่ 4-1 ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่ใช้ในการทดสอบ

ความเข้มข้นของสารละลายจากสารสกัดหยาบ	ปริมาตรสารสกัดหยาบ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลายฤทธิ์ (มิลลิลิตร)
0 (ชุดควบคุม)	0	100	100
1.00	1	99	100
5.00	5	95	100
10.0	10	90	100
15.0	15	85	100
20.0	20	80	100

(5) การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก

(5.1) เตรียมอาหารกำจัดปลวก โดยใช้กระดาษลูกฟูกประเภท 3 ชั้น ลอน B ขนาดกว้าง×ยาว เท่ากับ 9×10 เซนติเมตร ที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดที่เตรียมไว้ เช่น ทดสอบสารสกัดสูตรใบสาบเสือ ความเข้มข้นร้อยละ 20 (v/v) จะดำเนินการโดยนำสารสกัดที่เตรียมไว้ฉีดพ่นลงบนกระดาษจนชุ่ม แล้วนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ฉีดพ่นแทนการสกัด ทดสอบว่าแห้งเหมาะกับการนำไปใช้งานโดยสังเกตจากสีของกระดาษ

(5.2) เตรียมกล่องทดสอบโดยใช้กล่องพลาสติกขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 9×10×5 เซนติเมตร ปิดฝาด้วยตะแกรงขนาดตา 0.4 มิลลิเมตร รัดด้วยยางเพื่อให้ตะแกรงแน่น

(5.3) ใส่อาหารปลวกผสมสารสกัดสมุนไพรไว้และนำปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงานที่แข็งแรง (พักไว้ 24 ชั่งโมง) ใส่ในชุดทดสอบกล่องละ 100 ตัว ปิดปากกล่องด้วยตะแกรงที่เตรียมไว้

(5.4) จากนั้นนำกล่องทดสอบไปเก็บไว้ในตู้เพื่อให้พ้นแสง บันทึกผลการศึกษา นับจำนวนปลวกตายที่ระยะเวลา 24 48 และ 96 ชั่วโมง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ เมื่อบันทึกกลุ่มตัวอย่างครบแล้วนำปลวกไปทำลายทิ้ง ทุกชุดการทดสอบ ดังนั้นในการศึกษานี้ใช้ชุดทดสอบทั้งหมด 48 ชุด จำนวนปลวกที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 4,800 ตัว

14 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

(1.1) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อเสนอผลการศึกษาอัตราการตายของปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน ในช่วงความเข้มข้นและเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่น

สูตร การคำนวณอัตราการตายสะสม

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{จำนวนปลวกทดสอบที่ตาย}}{\text{จำนวนปลวกที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

สูตร การคำนวณอัตราการตายที่แท้จริง

$$\text{อัตราการตายที่แท้จริง} = \frac{(A-B)}{(100-B)} \times 100$$

A = อัตราการตายของกลุ่มทดลอง

B = อัตราการตายของกลุ่มควบคุม

(1.2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติแบบ T-test เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาออกฤทธิ์ของสารสกัดจากใบสาบเสือ ใบเสม็ดขาว และใบสาบเสือผสมใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้วรรณะปลวกงาน

(1.3) การคำนวณหาค่า LC_{50} เป็นการคำนวณเพื่อหาค่าความเป็นพิษของสารสกัดที่สัตว์ทดลองได้รับร้อยละ 50 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

(2) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การศึกษาต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว ซึ่งวิเคราะห์โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิต คือ ค่าดำเนินการ ได้แก่ ค่าไฟฟ้า และค่าสารเคมี ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 95 ที่ใช้ในการวิจัยนำมาใช้ในการสรุปผลการศึกษา

15 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

การศึกษานี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนธันวาคม 2558 ถึง เดือนมิถุนายน 2561

ตารางที่ 15-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	**ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย (เดือน/ปี)**														
	2558	**2560**								**2561**					
	ธ.ค.	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**
1. ศึกษาเอกสารและรวบรวบข้อมูล	━	━	━	━					┅	┅	┅	┅	┅		
2. สอบโครงร่างวิจัย	▲														
3. ดำเนินงานวิจัย				━	━	━	━								
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง						┅	┅	┅	┅						
5. สอบความก้าวหน้าวิจัย							▲								
6. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา							━	━	━	━					
7. การสอบวิจัยฉบับสมบูรณ์														▲	
8. การจัดทำรูปเล่มวิจัยและแก้ไข											━	━	━	━	━

หมายเหตุ ▲ คือ ช่วงการดำเนินการสอบวิจัย

━ คือ ระยะเวลาในการทำงานวิจัย

┅ **คือ** ช่วงเวลาขยายจากแผนดำเนินงานวิจัย

16 งบประมาณค่าจ่ายตลอดโครงการ

16.1 ค่าใช้สอย

ค่าถ่ายเอกสารสำหรับศึกษาค้นคว้า	500 บาท
ค่าถ่ายเอกสาร เข้าปกเย็บเล่ม	1,000 บาท
ค่าเดินทาง	500 บาท

16.2 ค่าวัสดุ

ค่าวัสดุสำหรับงานวิจัย	1,500 บาท
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	**3,500 บาท**

17 เอกสารอ้างอิง

กรีชฎา ปานแก้ว และ เบญจวรรณ พงศ์ประยูร. 2558. **ความเป็นไปได้ในการใช้สุรากลั่นชุมชนสกัดสารจากใบเสม็ดขาวเพื่อกำจัดปลวกกินเนื้อไม้**. รายงานการวิจัยปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ขวัญฤทัย บุตะเขียว และ สุมานัส บุญเรืองพเนาว์. 2554. **ขี้เหล็กมีฤทธิ์ร้ายทำลายปลวก.** รายงานการวิจัยปริญญาตรี คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

เจ.ซี.ซี. (ม.ป.ป.) **ปลวกวรรณะสืบพันธุ์.** แหล่งที่มา www.jcc2u.com., 15 กันยายน 2560.

ซี.เอส.กรุ๊ป.จำกัด. (ม.ป.ป.) **ปลวกวรรณะงาน.** แหล่งที่มา www.csgroup.co.th., 15 กันยายน 2560.

โชติมา วิไลวัลย์. 2549. **ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี**. แหล่งที่มา : http://www.chemtrack.org., 10 กันยายน 2560.

ธนิต หนูยิ้ม และ บุญชุบ บุญทวี. 2542. **ไม้เสม็ดขาว.** แหล่งที่มา : www.forest.go.th., 20 มกราคม 2561.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2548. **ดีดีที:สารเคมีมหัตภัยต่อมนุษย์.** แหล่งที่มา : http://www.uniservbuu.ac.th., 25 มกราคม 2561.

เบสท์เทค เพสท์ คอนโทรล. (ม.ป.ป.) **วงจรชีวิตของปลวก.** แหล่งที่มา www.bt-pct.com 15 กันยายน 2560.

ปัทวดี ศรีสุธรรม และศศิมา สอนทอง. 2556. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันเสม็ดที่สกัดจากใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวกกินเนื้อไม้**. รายงานการวิจัยปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ภักดี เครือคล้าย. 2551. **การพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกป้องกันปลวก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย

1) ภาพประกอบขั้นตอนการเตรียมใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว (แห้ง)

ภาพการเก็บใบสาบเสือ

ภาพการเก็บใบเสม็ดขาว

ภาพการล้างทำความสะอาด

ภาพการนำไปสะเด็ดน้ำ

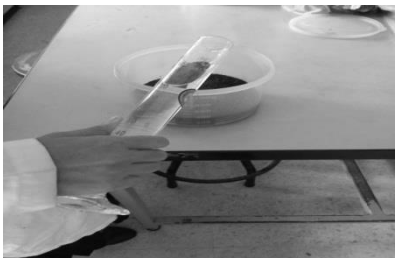
ภาพการผึ่งใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในที่ร่ม

ภาพการปั่นให้เป็นผงโดยใช้เครื่องปั่นยี่ห้อ National

ภาพการทำผงโดยร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร

2) ภาพประกอบการเตรียมสารสกัดจากใบสาบเสือและใบเสม็ดขาว

ภาพการชั่งผงสมุนไพรอย่างละ 100 กรัม



ภาพการผสมเอทานอล 95% ปริมาตร 900 มิลลิลิตร ในกล่องพลาสติกที่เตรียมไว้

ภาพการแช่สมุนไพรแห้งในเอทานอล 95%

ภาพการกรองด้วยผ้าขาวบาง

ภาพการได้สารสกัดที่มีเอทานอล

ภาพการระเหยเอทานอลโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศ

ภาพสารสกัดหยาบที่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้ม

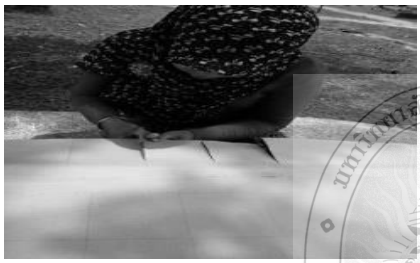
ภาพการเก็บไว้ในขวดสีชา พร้อมกำกับชื่อ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3) ภาพประกอบการเตรียมชุดทดสอบประสิทธิภาพของใบสาบเสือและใบเสม็ดขาวในการกำจัดปลวก

ภาพกล่องพลาสติกขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 9×10×5 เซนติเมตร

ภาพการตัดแผ่นตะแกรงขนาดตา 0.4 มิลลิเมตร ขนาดเท่ากับ 12×12 เซนติเมตร



ภาพการตัดแผ่นกระดาษลูกฟูกแบบ 3 ชั้น ขนาดกว้าง×ยาว เท่ากับ 9×10 เซนติเมตร

ภาพชุดทดสอบที่เตรียมไว้ใช้พักปลวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

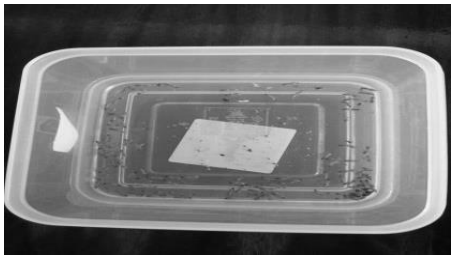
ปลวกอาศัยอยู่บริเวณบ้าน

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างปลวก

ภาพการพักกลุ่มตัวอย่างปลวกไว้ 24 ชั่วโมง

4) ภาพประกอบขั้นตอนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

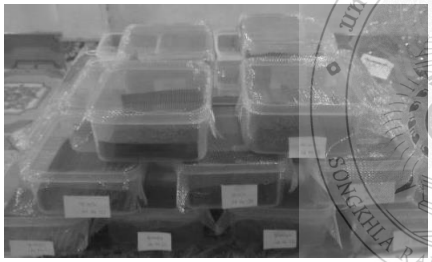
ภาพการนับกลุ่มตัวอย่างปลวกที่เตรียมไว้



ภาพกล่องพลาสติกกล่องละ 100 ตัว

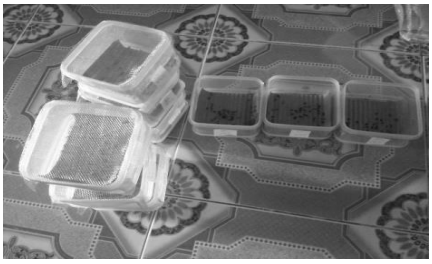
ภาพการฉีดพ่นกระดาษลูกฟูก

ภาพการตั้งทิ้งไว้ที่ในร่มให้แห้ง

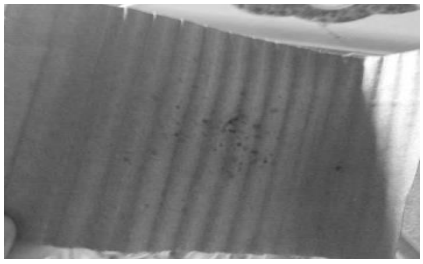


ภาพการใส่ในชุดทดลอง

ภาพการครบระยะเวลาที่กำหนดเปิดตู้



ภาพการนำกลุ่มตัวอย่างมานับ



ภาพการนำกระดาษลูกฟูกมาชั่งหลังการทดลอง

ภาพการบันทึกผล (ทำ 3 ซ้ำ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ผลสถิติ แบบ T-test

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสูตรใบสาบเสือในการกำจัดปลวก ที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ Paired Samples T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อเปรียบเทียบสูตรใบสาบเสือ ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig<0.05)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม.	25.7960	5	11.17031	4.99551
	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม.	33.0560	5	11.89638	5.32022
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม.	25.7960	5	11.17031	4.99551
	สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	46.8340	5	15.11930	6.76156
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม.	33.0560	5	11.89638	5.32022
	สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	46.8340	5	15.11930	6.76156

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม. & สูตรใบสาบเสือ 48 ชม.	5	.992	.001
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม. & สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	5	.999	.000
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม. & สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	5	.989	.001

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม. – สูตรใบสาบเสือ 48 ชม.	-7.26000	1.60989	.71997	-9.25894	-5.26106	-10.084	4	.001
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม. – สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	-21.03800	3.99392	1.78613	-25.99710	-16.07890	-11.779	4	.000
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม. – สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	-13.77800	3.80332	1.70090	-18.50045	-9.05555	-8.100	4	.001

ผลการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสูตรใบเสม็ดขาว ในการกำจัดปลวก ที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ Paired Samples T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อเปรียบเทียบสูตรใบเสม็ดขาว ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig<0.05)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.	37.7240	5	17.11284	7.65309
	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	47.4300	5	19.32255	8.64131
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.	37.7240	5	17.11284	7.65309
	สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	59.6420	5	22.15467	9.90787
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	47.4300	5	19.32255	8.64131
	สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	59.6420	5	22.15467	9.90787

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.& สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	5	.996	.000
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม. & สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	5	.997	.000
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม. & สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	5	1.000	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม. – สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	-9.70600	2.77885	1.24274	-13.15640	-6.25560	-7.810	4	.001
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม. – สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	-21.91800	5.23918	2.34303	-28.42330	-15.41270	-9.355	4	.001
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม. – สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	-12.21200	2.88033	1.28812	-15.78841	-8.63559	-9.480	4	.001

ผลการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสูตรผสมในการกำจัดปลวก ที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ Paired Samples T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อเปรียบเทียบสูตรผสม ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig<0.05)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	สูตรผสม 24 ชม.	50.3460	5	13.90737	6.21956
	สูตรผสม 48 ชม.	65.3460	5	13.58249	6.07427
Pair 1	สูตรผสม 24 ชม.	50.3460	5	13.90737	6.21956
	สูตรผสม 96 ชม.	97.0500	5	4.70620	2.10468
Pair 1	สูตรผสม 48 ชม.	65.3460	5	13.58249	6.07427
	สูตรผสม 96 ชม.	97.0500	5	4.70620	2.10468

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	สูตรผสม 24 ชม. & สูตรผสม 48 ชม.	5	.991	.001
Pair 1	สูตรผสม 24 ชม. & สูตรผสม 96 ชม.	5	.813	.095
Pair 1	สูตรผสม 48 ชม. & สูตรผสม 96 ชม.	5	.875	.052

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	สูตรผสม 24 ชม. – สูตรผสม 48 ชม.	-15.00000	1.86553	.83429	-17.31636	-12.68364	-17.979	4	.000
Pair 1	สูตรผสม 24 ชม. – สูตรผสม 96 ชม.	-46.70400	10.44911	4.67298	-59.67828	-33.72972	-9.994	4	.001
Pair 1	สูตรผสม 48 ชม. – สูตรผสม 96 ชม.	-31.70400	9.73550	4.35385	-43.79222	-19.61578	-7.282	4	.002

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสมในการกำจัดปลวก ที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง

1) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างสูตรใบสาบเสือกับสูตรใบเสม็ดขาวที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ Paired Samples T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อเปรียบเทียบสูตรใบสาบเสือกับสูตรใบเสม็ดขาว ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig<0.05)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม.	25.7960	5	11.17031	4.99551
	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.	37.7240	5	17.11284	7.65309
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม.	33.0560	5	11.89638	5.32022
	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	47.4300	5	19.32255	8.64131
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	46.8340	5	15.11930	6.76156
	สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	59.6420	5	22.15467	9.90787

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม. & สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.	5	.986	.002
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม. & สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	5	.996	.000
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 96 ชม. & สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	5	.978	.004

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม. – สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.	-11.92800	6.37022	2.84885	-19.83767	-4.01833	-4.187	4	.014
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม. – สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	-14.37400	7.54259	3.37315	-23.73937	-5.00863	-4.261	4	.013
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 96 ชม. – สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	-12.80800	8.01837	3.58592	-22.76412	-2.85188	-3.572	4	.023

2) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างสูตรใบสาบเสือกับสูตรผสม ที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ Paired Samples T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อเปรียบเทียบสูตรใบสาบเสือกับสูตรผสม ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 (Sig<0.05)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม.	25.7960	5	11.17031	4.99551
	สูตรผสม 24 ชม.	50.3460	5	13.90737	6.21956
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม.	33.0560	5	11.89638	5.32022
	สูตรผสม 48 ชม.	65.3460	5	13.58249	6.07427
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 96 ชม.	46.8340	5	15.11930	6.76156
	สูตรผสม 96 ชม.	97.0500	5	4.70620	2.10468

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม & สูตรผสม 24 ชม.	5	.999	.000
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม. & สูตรผสม 48 ชม.	5	.990	.001
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 96ชม. & สูตรผสม 96 ชม.	5	.800	.104

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 24 ชม. – สูตรผสม 24 ชม.	-24.55000	2.81560	1.25917	-28.04603	-21.05397	-19.497	4	.000
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 48 ชม. – สูตรผสม 48 ชม.	-32.29000	2.44009	1.09124	-35.31977	-29.26023	-29.590	4	.000
Pair 1	สูตรใบสาบเสือ 96 ชม. – สูตรผสม 96 ชม.	-50.21600	11.70228	5.23342	-64.74630	-35.68570	-9.595	4	.001

3) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างสูตรใบเสม็ดขาวกับสูตรผสม ที่ 24 48 และ 96 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ Paired Samples T-test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อเปรียบเทียบสูตรใบเสม็ดขาวกับสูตรผสม ทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig<0.05)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.	37.7240	5	17.11284	7.65309
	สูตรผสม 24 ชม.	50.3460	5	13.90737	6.21956
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม.	47.4300	5	19.32255	8.64131
	สูตรผสม 48 ชม.	65.3460	5	13.58249	6.07427
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม.	59.6420	5	22.15467	9.90787
	สูตรผสม 96 ชม.	97.0500	5	4.70620	2.10468

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม.& สูตรผสม 24ชม.	5	.990	.001
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม. & สูตรผสม 48 ชม.	5	.975	.005
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม. & สูตรผสม 96 ชม.	5	.818	.091

Paired Samples Test

		Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 24 ชม. – สูตรผสม 24 ชม.	-12.62200	3.85805	1.72537	-17.41241	-7.83159	-7.316	4	.002
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 48 ชม. – สูตรผสม 48 ชม.	-17.91600	6.77253	3.02877	-26.32521	-9.50679	-5.915	4	.004
Pair 1	สูตรใบเสม็ดขาว 96 ชม. – สูตรผสม 96 ชม.	-37.40800	18.50619	8.27622	-60.38647	-14.42953	-4.520	4	.011

ภาคผนวก ง
การคำนวณต้นทุนการผลิต

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดสูตรใบสาบเสือ สูตรใบเสม็ดขาว และสูตรผสม

1) ต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรใบสาบเสือ

โดยใช้ผงใบสาบเสือแห้ง 100 กรัม กับเอทานอล 900 มิลลิลิตร คือที่อัตราส่วนของใบสาบเสือต่อเอทานอล 1:9 ระยะเวลาในการสกัด 9 วัน ปริมาณสารสกัดหยาบที่ผลิตได้ 17.49 กรัม

1.1) ค่าดำเนินการ

โดยคำนวณจากค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต คือ การปั่นสมุนไพรและกรระเหยเอทานอล

สูตรการคำนวณ

$$\text{จำนวนหน่วย} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า(วัตต์)} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 วัน}}{1000}$$

(**ที่มา** : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าถึงใน www.pea.ac.th, วันที่ 16 มิถุนายน 2561)

ก) การคำนวณยูนิตไฟฟ้าจากการปั่นใบสาบเสือโดยใช้เครื่องปั่น ยี่ห้อ National กำลังวัตต์ 220 วัตต์/ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการปั่น 5 ชั่วโมง ในการปั่นใบสาบเสือแห้ง 308 กรัม มีรายละเอียดดังนี้

$$\text{จำนวนยูนิตที่ใช้การปั่น} = \frac{220\ (\text{วัตต์}) \times 1\ (\text{เครื่อง}) \times 5\ (\text{ชั่วโมง})}{1{,}000}$$

$$= 1.10\ \text{หน่วย}$$

ดังนั้น เฉลี่ยผงใบสาบเสือแห้ง 1 กรัม ใช้ไฟฟ้าในการปั่น 0.003 หน่วย

หรือ เฉลี่ยผงใบสาบเสือแห้ง 100 กรัม ใช้ไฟฟ้าในการปั่น 0.3 หน่วย

ข) การคำนวณยูนิตไฟฟ้าจากการแยกสารสกัดหยาบจากผงใบสาบเสือแห้ง 100 กรัม ได้สารสกัดหยาบ 17.49 กรัม โดยใช้เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ ยี่ห้อ Heldolph รุ่น Hed-1 กำลังวัตต์ 1,300 วัตต์/ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการแยก 2.5 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

$$\text{จำนวนยูนิตที่ใช้ในการแยกสาร} = \frac{1{,}300\ (\text{วัตต์}) \times 1\ (\text{เครื่อง}) \times 2.5\ (\text{ชั่วโมง})}{1{,}000}$$

$$= 3.25\ \text{หน่วย}$$

ค) รวมจำนวนยูนิตของไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือ 17.49 กรัม

= จำนวนยูนิตจากการปั่นใบสาบเสือ + จำนวนยูนิตจากการแยกสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือ

= 0.30 หน่วย + 3.25 หน่วย

= 3.55 หน่วย

ง) การคำนวนค่าไฟฟ้าจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสกัดสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือ 17.49 กรัม อยู่ในประเภทที่ไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน (ช่วงหน่วยที่ 1-5 หน่วย) ดังนั้นจึงคำนวณค่าไฟฟ้าที่หน่วยละ 4.96 บาท

สูตรการคำนวณ

ค่าไฟฟ้า (บาท) = จำนวนหน่วยหรือยูนิต x ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)

(ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าถึงใน www.pea.ac.th, วันที่ 16 มิถุนายน 2561)

ดังนั้น

ค่าดำเนินการโดยคำนวณจากค่าไฟฟ้าในการสกัดสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือ 17.49 กรัม

= 3.55 x 4.96 = 17.61 บาท _____ **(1)**

1.2) ค่าสารเคมี โดยคำนวณจากปริมาณของเอทานอลที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบที่ผลิตได้ 17.49 กรัม ซึ่งในการศึกษานี้ต้องใช้เอทานอลทั้งหมด 900 มิลลิลิตร

เอทานอลร้อยละ 95 (2) = ราคา (บาท/ลิตร) × จำนวนที่ใช้ (ลิตร)

= 72.22 × 0.90 = 64.99 บาท _____ **(2)**

1.3) ราคาต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรใบสาบเสือ

นำต้นทุนค่าดำเนินการมารวมกับต้นทุนค่าสารเคมีจะได้ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดจากใบสาบเสือดังนี้

ค่าดำเนินการ (1) + ค่าสารเคมี (2) = 17.61 + 64.99 = 82.60 บาท

หรือคิดเป็น = 4.72 บาท/กรัม

หมายเหตุ

1) ราคาค่าไฟที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าถึงใน www.pea.ac.th, วันที่ 16 มิถุนายน 2560

2) ราคาค่าเอทานอลร้อยละ 95 (ที่มา : www. chemipan.com, วันที่ 25 กันยายน 2561)

2) ต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาว

โดยใช้ผงใบเสม็ดขาวแห้ง 100 กรัม กับเอทานอล 900 มิลลิลิตร คือที่อัตราส่วนของใบเสม็ดขาวต่อเอทานอล 1:9 ระยะเวลาในการสกัด 9 วัน ปริมาณสารสกัดหยาบที่ผลิตได้ 49.40 กรัม

2.1) ค่าดำเนินการ

โดยคำนวณจากค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต คือการปั่นสมุนไพรและการระเหยเอทานอล

สูตรการคำนวณ

$$\text{จำนวนหน่วย} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า(วัตต์)} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 วัน}}{1000}$$

(**ที่มา** : :การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าถึงใน www.pea.ac.th, วันที่ 16 มิถุนายน 2561)

ก) การคำนวณยูนิตไฟฟ้าจากการปั่นใบเสม็ดขาว โดยใช้เครื่องปั่น ยี่ห้อ National กำลังวัตต์ 220 วัตต์/ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการปั่นแห้ง 6.5 ชั่วโมง ในการปั่นใบเสม็ดขาวแห้ง 366 กรัม มีรายละเอียดดังนี้

$$\text{จำนวนยูนิตที่ใช้ในการปั่น} = \frac{220\ (\text{วัตต์}) \times 1\ (\text{เครื่อง}) \times 6.5\ (\text{ชั่วโมง})}{1{,}000}$$

$$= 1.43\ \text{หน่วย}$$

ดังนั้น เฉลี่ยผงใบเสม็ดขาวแห้ง 1 กรัม ใช้ไฟฟ้าในการปั่น 0.004 หน่วย

หรือ เฉลี่ยผงใบเสม็ดขาวแห้ง 100 กรัม ใช้ไฟฟ้าในการปั่น 0.40 หน่วย

ข) การคำนวณยูนิตไฟฟ้าจากการแยกสารสกัดหยาบจากผงใบเสม็ดขาวแห้ง 100 กรัม ได้สารสกัดหยาบ 49.40 กรัม โดยใช้เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ ยี่ห้อ Heldolph รุ่น Hed-1 กำลังวัตต์ 1,300 วัตต์/ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการแยก 1.5 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

$$\text{จำนวนยูนิตที่ใช้ในการแยกสาร} = \frac{1{,}300\ (\text{วัตต์}) \times 1\ (\text{เครื่อง}) \times 2\ (\text{ชั่วโมง})}{1{,}000}$$

$$= 2.60\ \text{หน่วย}$$

ค) รวมจำนวนยูนิตของไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาว 49.40 กรัม

= จำนวนยูนิตจากการปั่นใบเสม็ดขาว + จำนวนยูนิตจากการแยกสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาว

= 0.40 หน่วย + 2.60 หน่วย

= 3.00 หน่วย

ง) การคำนวนไฟฟ้าจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสกัดสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาว 49.40 กรัม อยู่ในประเภทที่ไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน (ช่วงหน่วยที่ 1-5 หน่วย) ดังนั้นจึงคำนวณค่าไฟฟ้าที่หน่วยละ 4.96 บาท

สูตรการคำนวณ

ค่าไฟฟ้า (บาท) = จำนวนหน่วยหรือยูนิต x ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)

(ที่มา :การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าถึงใน www.pea.ac.th, วันที่ 16 มิถุนายน 2561)

ดังนั้น

ค่าดำเนินการโดยคำนวณจากค่าไฟฟ้าในการสกัดสารสกัดหยาบจากใบเสม็ดขาว 49.40 กรัม

= 3.00 **x 4.96 = 14.88 บาท** _____ **(1)**

2.2) ค่าสารเคมี โดยคำนวณจากปริมาณของเอทานอลที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบที่ผลิตได้ 49.40 กรัม ซึ่งในการศึกษานี้ต้องใช้เอทานอลทั้งหมด 900 มิลลิลิตร

เอทานอลร้อยละ 95 (2) = ราคา (บาท/ลิตร) × จำนวนที่ใช้ (ลิตร)

= 72.22 × 0.90 = 64.99 บาท _____ **(2)**

2.3) ราคาต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาว

นำต้นทุนการค่าดำเนินการมารวมกับต้นทุนค่าสารเคมีจะได้ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดจากใบเสม็ดขาวดังนี้

ค่าดำเนินการ (1) + ค่าสารเคมี (2) = 14.88 + 64.99 = 79.87 บาท

หรือคิดเป็น = 1.62 บาท/กรัม

หมายเหตุ

1) ราคาค่าไฟที่มา :การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าถึงใน www.pea.ac.th, วันที่ 16 มิถุนายน 2560

2) ราคาค่าเอทานอลร้อยละ 95 ที่มา : www. chemipan.com, วันที่ 25 กันยายน 2561

3) ต้นทุนการผลิตสารสกัดสูตรผสม

สำหรับการศึกษาการคำนวณต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัดสูตรผสม (สูตรใบสาบเสือต่อสูตรใบเสม็ดขาวที่อัตราส่วน 1:1) ซึ่งจะคิดต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของสารสกัด 1 กรัม โดยใช้สารสกัดสูตรใบสาบเสือ 0.5 กรัม และสารสกัดสูตรใบเสม็ดขาว 0.5 กรัม มาผสมกัน คิดเป็นต้นทุนการผลิตของสารสกัดสูตรผสม 81.23 บาท หรือ 2.43 บาท/กรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก จ
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวสุธิตา แปะโพระ
เกิดวันที่ 29 สิงหาคม 2537
รหัสนักศึกษา 564231045
โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เบอร์โทรศัพท์ 090-1805793
E-mail: Sutita_2908@hotmail.com
ที่อยู่ 133.หมู่ 5 ตำบลควนโดน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล 91160

นางสาวอารียา ยามาเจริญ
เกิดวันที่ 03 กรกฎาคม 2537
รหัสนักศึกษา 564231052
โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เบอร์โทรศัพท์ 084-2682313
E-mail: Ariya_yama@hotmail.com
ที่อยู่ 344หมู่ 5 ตำบล พะวง อำเภอ เมือง จังหวัด สงขลา 90000

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY