



โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์

เรื่อง

ประสิทธิผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูด
เขียวต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* Linnaeus

Fumigation effects of peppermint oil, lemon grass oil and kaffir lime oil against
housefly, *Musca domestica* Linnaeus (Diptera: Muscidae)

โดย

นสภ. ลลิตา	ถาวรทศพันธ์	55210076
นสภ. จินตภา	ภาวนานนท์	56210006
นสภ. กฤตภาส	ศรีระทุ	56210040

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาบัณฑิต

ปีการศึกษา 2560

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์

เรื่อง

ประสิทธิผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูด
เขี้ยวต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* Linnaeus

Fumigation effects of peppermint oil, lemon grass oil and kaffir lime oil against
housefly, *Musca domestica* Linnaeus (Diptera: Muscidae)

โดย

นสภ. ลลิตา	ถาวรทศพันธ์	55210076
นสภ. จินตภา	ภาวนานนท์	56210006
นสภ. กฤตภาส	ศรีระทุ	56210040

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาบัณฑิต

ปีการศึกษา 2560

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คำนำ

รายงานการวิจัย เรื่อง “ประสิทธิผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียวต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* Linnaeus” จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียวในการกำจัดแมลงวันบ้าน *M. domestica* ด้วยวิธีการรม (fumigation) เพื่อเป็นการพัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้ในด้านการใช้ประโยชน์จากสารสกัดธรรมชาติสำหรับการควบคุมแมลงพาหะนำเชื้อก่อโรคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ และช่วยลดการปนเปื้อนตกค้างของสารเคมีซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่อไป

รายงานการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน นักศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจต่อไป

คณะผู้วิจัย

29 กันยายน 2560

โครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์ปีการศึกษา 2560

เรื่อง ประสิทธิภาพของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียวต่อ

แมลงวันบ้าน *Musca domestica* Linnaeus

ผู้จัดทำโครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์

1. นสภ. ลลิตา ถาวรทศพันธ์ รหัสนิสิต 55210076
2. นสภ. จินตภา ภาวนานนท์ รหัสนิสิต 56210006
3. นสภ. กฤตภาส ศรีระทุ รหัสนิสิต 56210040

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยทางเภสัชศาสตร์

1. ทนพ.ดร. วรโชติ บุญศรีวงศ์
2. รศ.ดร. กันทิมา สุวรรณพงศ์ (ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา)

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน มะกรูดเขียว และสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ต่อแมลงวันบ้าน ด้วยวิธีการรม ใช้แมลงวันบ้านจำนวน 1,080 ตัว (เพศผู้ 540 ตัวและเพศเมีย 540 ตัว) ในแต่ละการทดสอบ แมลงวันบ้านเพศเดียวกันจำนวน 10 ตัว ถูกนำไปใส่ในภาชนะปิดที่มีความจุอากาศปริมาตร 1 ลิตร และติดตั้งอุปกรณ์ที่ช่วยให้มีการไหลเวียนของอากาศอยู่ภายในได้ (fumigation chamber) หยดสารที่ต้องการทดสอบ (ความเข้มข้น 200 และ 600 µl/l air ลงบนกระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาด 1×1 นิ้ว จากนั้นปล่อยแมลงวันบ้านถูกรมด้วยไอของน้ำมันหอมระเหยเป็นเวลา 20 นาที บันทึกการตอบสนองและการเคลื่อนไหวทุก 5 นาที สำหรับแมลงวันบ้านกลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นในการทดสอบ ทำซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นย้ายแมลงวันบ้านใส่กรงเลี้ยงขนาดเล็ก บันทึกการเคลื่อนไหวอีกครั้งหลังครบ 24 ชั่วโมง ผลพบว่าแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียสลับจากผลของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมากกว่าตะไคร้บ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ความเข้มข้น 200 และ 600 µl/l air และสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมีผลทำให้แมลงวันบ้านสลบได้มากกว่าสารผสมชนิดอื่น ส่วนผลหลังครบ 24 ชั่วโมง พบว่า แมลงวันบ้านตายจากผลของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียวและสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมากที่สุด

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก.....

ทนพ.ดร. วรโชติ บุญศรีวงศ์

Senior Project Academic Year 2017

Fumigation effects of peppermint oil, lemon grass oil and kaffir lime oil against housefly,

Musca domestica Linnaeus (Diptera: Muscidae)

By

1. Miss Lalita	Tavorntodsapan	ID	55210076
2. Miss Jintapar	Pavananon	ID	56210006
3. Mr. Krittapas	Sriratu	ID	56210040

Advisor:

- | | |
|---------------------------|-------------|
| 1. Dr. Worachote | Boonsriwong |
| 2. Assoc.Prof.Dr. Guntima | Suwannapong |

(Department of Biology ,Faculty of Science, Burapha University)

ABSTRACT

Fumigation effects of peppermint oil , lemon grass oil ,kaffir lime oil and their 1:1 mixture were evaluated against the housefly, (*Musca Domestica*) . A total of 1,080 flies were used in the experiment ; 540 of each sex. For each assay, 10 houseflies were in a small chamber at the center of 1-liter fumigation chamber. Distilled water (control), peppermint oil, lemon grass oil, kaffir lime oil and their 1:1 mixture were separately dropped on filter paper No. 1 size 1×1 inches locating at the bottom of each chamber. The chambers were then closed with tightly cap. The air inside the chamber was homogenized by a small electrical stirrer placing at the inner side of the cap. Houseflies were left within a chamber for 20 minutes while their movement was observed every 5 minutes. All assays were done in triplicate. After the fumigation periods, houseflies were transferred into the rearing cage, and their movement was observed again at 24 hours. The result showed that both of male and female houseflies were significantly anesthetized by peppermint oil and kaffir lime oil more than lemon grass oil. Peppermint oil and Kaffir lime oil (1:1) at concentration 200 and 600 µl/l air had more efficacy than the other groups. The 24 hours assessment maximum houseflies died from kaffir lime oil and the mixture of peppermint oil and kaffir lime oil (1:1) at concentration 200 and 600 µl/l air

Major Advisor.....

Dr.Worachote Boonsriwong

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ซึ่งต้องขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ คือ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.วรโชติ บุญศรีวงศ์ อาจารย์คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันทิมา สุวรรณพงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อาจารย์ที่ปรึกษา และเป็นผู้ที่ให้คำแนะนำ คำเสนอแนะ แนวคิด ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ จนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ที่ให้ความห่วงใย ให้กำลังใจ ตลอดจนคำปรึกษาเรื่องต่างๆเสมอมา

ขอขอบคุณพี่ๆปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ จนงานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความสนับสนุนด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ลลิตา ถาวรทศพันธ์

จินตภา ภาวนานนท์

กฤตภาส ศรีระทุ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	5
1.3 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย	5
1.4 สมมติฐานการทำวิจัย	5
1.5 ขอบเขตการทำวิจัย	5
1.6 สถานที่ทำการศึกษา	6
1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา	7
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	8
1. แมลงวันบ้าน	8
1.1 อนุกรมวิธานและการกระจายทางภูมิศาสตร์	8
1.2 สัณฐานของแมลงวันบ้าน	10
1.3 โครงสร้างภายในของตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน	13
1.4 ความสำคัญและการทำลาย	13
1.5 วงจรชีวิตแมลงวัน	14
1.6 อาหารของแมลงวัน	15
1.7 การดำรงชีวิต	16
1.8 คุณประโยชน์และโทษของแมลงวัน	19
1.9 ผลกระทบจากแมลงวัน	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม (ต่อ)	
1.10 วิธีแพร่เชื้อของแมลงวัน	20
1.11 การแยกเพศของแมลงวัน	21
1.12 ระดับความเป็นพิษ	22
1.13 การจำแนกระดับความเป็นพิษ	23
1.14 กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง	23
2. สารเคมีสำคัญที่พบในพืชสมุนไพร	24
3. สารออกฤทธิ์ป้องกันกำจัดแมลงจากสมุนไพร	27
4. น้ำมันหอมระเหย	29
4.1 ความหมายของน้ำมันหอมระเหย	29
4.2 แหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย	30
4.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย	30
4.4 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย	32
4.5 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย	32
4.6 ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย	35
4.7 ชนิดน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในงานวิจัย	37
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	42
1. วัสดุอุปกรณ์	42
2. สารเคมีที่ใช้ (Chemicals)	44
3. อาหารสัตว์ทดลอง (Animal test food)	46
4. ตัวอย่างศึกษา (Specimens)	46
5. วิธีการทดลอง (Methodology)	47

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	67
4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> (ความเข้มข้น 200 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย	68
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> (ความเข้มข้น 600 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย	73
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 200 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย	76
4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 600 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย	80
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	85
5.1 สรุปงานวิจัย	85
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	86
เอกสารอ้างอิง	91

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 รายงานการสำรวจแมลงวันบ้านในประเทศไทย	9-10
ตารางที่ 3.1 แสดงการทดลองชุดที่ 1 : การศึกษาฤทธิ์น้ำมันหอมระเหย สะระแหน่ต่อแมลงวันบ้าน	54
ตารางที่ 3.2 แสดงการทดลองชุดที่ 2 : การศึกษาฤทธิ์น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านต่อแมลงวันบ้าน	55
ตารางที่ 3.3 แสดงการทดลองชุดที่ 3 : การศึกษาฤทธิ์น้ำมันหอมระเหย มะกรูดเขียวต่อแมลงวันบ้าน	56
ตารางที่ 3.4 แสดงการทดลองชุดที่ 4 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน (อัตราส่วน 1:1) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i>	57
ตารางที่ 3.5 แสดงการทดลองชุดที่ 4 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับน้ำมันหอมระเหมยมะกรูดเขียว (อัตราส่วน 1:1) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i>	58
ตารางที่ 3.6 แสดงการทดลองชุดที่ 4 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหมยมะกรูดเขียว (อัตราส่วน 1:1) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i>	59
ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลัง การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 200 µl/l air ที่ระยะเวลา 5,10,15 และ 20 นาที	69
ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 200 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.3 อัตราการตายของแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียจากการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยและสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i>, ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 200 และ 600 µl /l air) โดยวิธีการรม (fumigation) หลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)	72
ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 600 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที	74
ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 600 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที	75
ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 200 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที	78
ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 200 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที	79
ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 600 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที	81
ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 600 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที	83

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 4.1 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> (ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)	71
แผนภูมิที่ 4.2 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> (ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)	76
แผนภูมิที่ 4.3 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)	80
แผนภูมิที่ 4.4 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i> , ตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i> และมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i> ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน <i>M. domestica</i> ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)	84

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปภาพที่ 2.1 แมลงวันบ้าน	8
รูปภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะตาของแมลงวันบ้าน (ซ้าย) คือตาแมลงวันบ้านเพศผู้ (ขวา) คือ ตาแมลงวันบ้านเพศเมีย	11
รูปภาพที่ 2.3 แสดงกายวิภาคของแมลงวัน	12
รูปภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของ limonene และ β -myrcene	31
รูปภาพที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของ Humulene และ Zingiberene	31
รูปภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะของการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ	33
รูปภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ	34
รูปภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของการสกัดด้วยตัวทำละลาย	35
รูปภาพที่ 3.1 กรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 30×30×30 เซนติเมตร	42
รูปภาพที่ 3.2 กรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 3.5 ×3.5×10 เซนติเมตร	42
รูปภาพที่ 3.3 กระดาษกรอง (filter paper; Whatman, England) เบอร์ 1 ขนาด 1×1 นิ้ว	43
รูปภาพที่ 3.4 แสดงหลอดทดลองขนาด 13 ×100 มิลลิเมตร	43
รูปภาพที่ 3.5 แสดง ก. Micropipette p1000 และ ข. Plastic tip	44
รูปภาพที่ 3.6 แสดงน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ <i>M. piperita</i>	44
รูปภาพที่ 3.7 แสดงน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน <i>C. citratus</i>	45
รูปภาพที่ 3.8 แสดงน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว <i>C. hystrix</i>	45
รูปภาพที่ 3.9 ก. แสดงfumigation chamberพร้อมอุปกรณ์การไหลเวียนของอากาศ ข. แสดงอุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศติดตั้งอยู่ภายในที่บริเวณฝาปิด	52
รูปภาพที่ 3.10 แสดง Fumigation chamber บรรจุกรงผ้าเลี้ยงแมลงวันขนาด 3.5×3.5×10 เซนติเมตรและกระดาษกรองขนาดเบอร์ 1 ขนาด 1×1 นิ้ว	53
รูปภาพที่ 3.11 แสดงการย้ายแมลงวัน	60
รูปภาพที่ 3.12 แสดงการย้ายแมลงวันใส่ในกรงผ้าขนาด 3.5×3.5×10 เซนติเมตรบรรจุแมลงวันจำนวน 10 ตัว	61

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปภาพที่ 3.13 แสดงการพักแมลงวันใน fumigation chamber	62
รูปภาพที่ 3.14 แสดงการสังเกตการตอบสนองการเคลื่อนไหวของแมลงวัน	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แมลงวันบ้าน *Musca domestica* เป็นแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์และการสาธารณสุขในหลายประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากแมลงวันตัวเต็มวัยมีการดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับมนุษย์และเป็นพาหะเชิงกลที่สามารถนำพาเชื้อโรคหลายชนิด^{1,2} ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว หรือแม้กระทั่งไข่ของหนอนพยาธิมาสู่มนุษย์³⁻⁷ การรบกวนของแมลงวันตัวเต็มวัยยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพจิตและการสูญเสียทางเศรษฐกิจด้านการท่องเที่ยว ทำให้รู้สึกถึงสุขลักษณะอนามัยและสภาพแวดล้อมที่ไม่สะอาด^{8,9} นอกจากนี้การไข่ของตัวอ่อนแมลงวันเข้าไปในเนื้อเยื่อของคนและสัตว์ขณะที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน (myiasis) ได้¹⁰⁻¹² ดังนั้นการควบคุมประชากรของแมลงวันจึงนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญอย่างยิ่ง วิธีการทั่วไปที่นิยมใช้ควบคุมประชากรของแมลงวันคือการใช้สารเคมีฆ่าแมลง อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนและตกค้างของสารเคมีที่ใช้ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม¹³⁻¹⁷

ในปัจจุบันพบว่าสารสกัดธรรมชาติจากสมุนไพรหรือพืชหลายชนิดสามารถให้ผลในการขับไล่หรือออกฤทธิ์ฆ่าแมลงได้ โดยสารเหล่านี้สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ในการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารสกัดธรรมชาติจากพืชสมุนไพรหรือน้ำมันหอมระเหยสามารถเลือกใช้วิธีการทดสอบที่เหมาะสมได้หลากหลายวิธีแตกต่างกัน ดังตัวอย่างรายงานการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารสกัดจากกานพลู *Syzygium aromaticum* และงา *Sesamum indicum* ในการออกฤทธิ์ขับไล่ (repellent activity) และกำจัดตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 4 รวมทั้งตัวเต็มวัยของแมลงสาปอเมริกัน *Periplaneta americana* โดยพบว่า สารสกัดจากกานพลูที่ความเข้มข้น 2, 8 และ 10% และสารสกัดจากงาที่ความเข้มข้น 6, 10 และ 10% สามารถออกฤทธิ์ขับไล่ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 4

และตัวเต็มวัยของแมลงสาปอเมริกันได้ในอัตราร้อยละ 100 ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ของการทดสอบ¹⁸ ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกของผลมะกรูดเขียว *Citrus hystrix* ในการออกฤทธิ์ขับไล่ยุงลาย *Aedes aegypti* และ *Aedes albopictus* ซึ่งเป็นพาหะสำคัญของโรคไข้เลือดออก (Dengue Haemorrhagic Fever) พบว่า สารสกัดจากเปลือกของผลมะกรูดเขียวมีฤทธิ์ป้องกันการเกาะของยุงลาย *A. aegypti* และ *A. albopictus* ตลอดช่วงระยะเวลาของการทดสอบเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในอัตราร้อยละ 34.82 และ 41.44 ตามลำดับ¹⁹ และผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 15 ชนิด ได้แก่ ใบสะระแหน่ *Metha cordifolia*, ผิวมะนาว *Citrus aurantifolia*, ผลสน *Dacydium elatum*, ใบผกากรอง *Lantana camara*, เหง้าขิง *Zingiber officinale*, ลำต้นตะไคร้ต้น *Litsea cubeba*, ดอกโป๊ยกั๊ก *Illicium verum*, ผิวมะกรูด *C. hystrix*, เมล็ดยี่ห่วย *Foeniculum vulgare*, เปลือกกำยาน *Styrax apricus*, ดอกเสม็ดขาว *Melaleuca quinquenervia*, เปลือกกานพลู *S. aromaticum*, ใบโหระพา *Ocimum basilicum*, เปลือกส้มโอ *Citrus maxima* และเมล็ดจันทน์เทศ *Myristica fragrans* ในการเป็นสารไล่ (repellency), สารรวม (fumigant), สารสัมผัส (contact) และสารยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) ของด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขิงมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ดีที่สุด โดยมียุทธการขับไล่ในอัตราร้อยละ 84 และร้อยละ 80 ที่ความเข้มข้น 1.5 และ 2.0% ในชั่วโมงที่ 3 และชั่วโมงที่ 5 หลังการทดสอบ ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพามีประสิทธิภาพในการเป็นสารรวมดีที่สุด โดยทำให้ด้วงงวงข้าวโพดมีอัตราการตายร้อยละ 100 ภายหลังการทดสอบที่ปริมาตรสาร 55, 70 และ 85 μ l ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดจันทน์เทศมีประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสดีที่สุด โดยพบอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับร้อยละ 56 ที่ความเข้มข้น 2.5% ในเวลา 72 ชั่วโมง หลังการทดสอบ และน้ำมันหอมระเหยจากผลสนแสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารสูงที่สุด โดยแสดงดัชนีการยับยั้งการกินถึงร้อยละ 46.08 ที่ความเข้มข้น 2.0% ในเวลา 72 ชั่วโมง หลังการทดสอบ ตามลำดับ²⁰

นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่าสารสกัดธรรมชาติจากพืชบางชนิดมีประสิทธิภาพในการช่วยกำจัดแมลงวันซึ่งเป็นพาหะเชิงกลที่สำคัญในการนำเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคมานุษย์ เช่น รายงานการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันยูคาลิปตัสในการกำจัดแมลงวันบ้าน *M. domestica* และแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya megacephala* ด้วยวิธีสัมผัส (topical application) พบว่าแมลงวันเพศผู้ทั้งสองชนิดมีความไวต่อน้ำมันยูคาลิปตัสมากกว่าแมลงวันเพศเมีย โดยแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้และเพศเมียมีค่า LD_{50} เท่ากับ 118 $\mu\text{g}/\text{fly}$ และ 177 $\mu\text{g}/\text{fly}$ ส่วนแมลงวันหัวเขียว *C. megacephala* เพศผู้และเพศเมียมีค่า LD_{50} เท่ากับ 197 $\mu\text{g}/\text{fly}$ และ 221 $\mu\text{g}/\text{fly}$ ตามลำดับ²¹ และการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบของต้นโกฐจุฬาลัมพาหรือต้นผักชีล้อมสองชนิดคือต้น *Artemisia dracunculus* และ *Artemisia annua* ต่อแมลงวันหัวเขียว *Calliphora vomitoria* พบว่า ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบของต้น *A. dracunculus* และ *A. annua* เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีสัมผัสจะได้ค่า LD_{50} เท่ากับ 0.49 $\mu\text{l}/\text{fly}$ และ 0.79 $\mu\text{l}/\text{fly}$ ตามลำดับ ส่วนการทดสอบด้วยวิธีการรม (fumigation) จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 49.55 $\mu\text{l}/\text{l air}$ และ 88.09 $\mu\text{l}/\text{l air}$ ตามลำดับ²² อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับสารสกัดธรรมชาติจากสมุนไพรหรือพืชที่อยู่ในรูปของน้ำมันหอมระเหยซึ่งออกฤทธิ์ในการกำจัดแมลงวันบ้าน *M. domestica* ยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดพืชสมุนไพรพื้นบ้านในรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่น

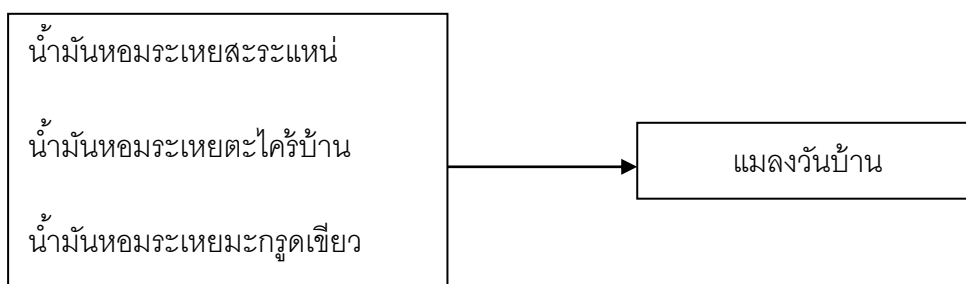
ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางด้านสายพันธุ์ของพืชสมุนไพรอยู่เป็นจำนวนมาก ตลอดจนมีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านหลายชนิดมาใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหารรวมทั้งการปรุงตำรับยาสมุนไพรสำหรับบรรเทาอาการเจ็บป่วยและใช้ในการรักษาโรคตามภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสระแหน่ *Mentha piperita*, ตะไคร้บ้าน *Cymbopogon citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ซึ่งมีสรรพคุณในด้านการช่วยกำจัดอนุมูลิสรระ ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ ขับลม บรรเทาอาการจุกเสียด แน่นท้อง วิงเวียนศีรษะ เป็นต้น และถือเป็นพืชสมุนไพรประจำบ้านที่นิยมปลูกกันมากในทุกพื้นที่ของประเทศ^{23,24} จากตัวอย่างการศึกษาในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาประสิทธิผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในรูปแบบของน้ำมันหอมระเหยพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากสระแหน่ (*M. piperita*)²⁵, ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)²⁶ และมะกรูดเขียว (*C. hystrix*)²⁷ มีองค์ประกอบหลักทางเคมี ได้แก่ Menthol, Geranial และ Citronellal ตามลำดับ ซึ่งสารดังกล่าวพบว่ามีคุณสมบัติช่วยในการออกฤทธิ์ขับไล่และกำจัดแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์และเศรษฐกิจ เช่น รายงานการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอม

ระเหยจากสะระแหน่ *M. cordifolia*, มะกรูดเขียว *C. hystrix* และแมงลัก *Hyptis suaveolens* ต่อด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* พบว่า มีฤทธิ์ในการขับไล่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวในอัตราสูงถึงประมาณร้อยละ 80 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ โดยมีค่า EC_{50} ของน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูด สะระแหน่ และแมงลัก อยู่ที่ 13.23 mg/ml, 15.63 mg/ml และ 18.95 mg/ml ตามลำดับ²⁸ และการศึกษาฤทธิ์ในการขับไล่ ตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ในตู้ Peet Grady Chamber (repellent test method) โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืช 8 ชนิด ซึ่งได้แก่ โหระพา *Ocimum basilium*, ตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus*, กานพลู *S. aromaticum*, ยูคาลิปตัส *Eucalyptus globulus*, ตะไคร้ต้น *Litsea cubeba*, มะกรูด *C. hystrix*, ขิง *Zingiber officinale*, และกระชาย *Boesenbergia rotunda* พบว่า ที่ความเข้มข้น 15% น้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการขับไล่ตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้านเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา, ตะไคร้หอม, ยูคาลิปตัส, กานพลู, ตะไคร้ต้น, มะกรูด, ขิง และกระชาย โดยมีฤทธิ์ของการขับไล่ในอัตราร้อยละ 93.01 ± 0.46 , 91.30 ± 0.58 , 89.54 ± 1.05 , 87.39 ± 1.62 , 86.40 ± 0.69 , 80.04 ± 0.65 , 73.52 ± 1.87 และ 71.79 ± 0.59 ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมง ของการทดสอบ²⁹ ตามลำดับ นอกจากนี้รายงานการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 20 ชนิด ในการกำจัดระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน โดยใช้วิธี susceptibility test พบว่า ที่ความเข้มข้น 10% ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน *C. citratus*, สะระแหน่ *M. piperita* และลาเวนเดอร์ *Lavandula angustifolia* มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการทำให้ตัวเต็มวัยของแมลงวันสลบภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง และมีอัตราตายสูงถึงร้อยละ 100 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ³⁰ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบว่ามีรายงานการศึกษาถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ทำการสกัดจากใบสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ในการกำจัดตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ด้วยวิธีการรม (fumigation) มาก่อน ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ในการกำจัดแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียด้วยวิธีการรม เพื่อเป็นการพัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้ในด้านการใช้ประโยชน์จากสารสกัดธรรมชาติสำหรับการควบคุมแมลงพาหะนำเชื้อก่อโรคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ช่วยลดการปนเปื้อนตกค้างของสารเคมีซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และเป็นโอกาสในการพัฒนารูปแบบของการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว ต่อแมลงวันบ้านโดยวิธีการรมควัน (Fumigation)

1.3 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย



1.4 สมมติฐานการทำวิจัย

สมมติฐานหลัก: ประสิทธิภาพของการรม (fumigation) ด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียวต่อแมลงวันบ้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานรอง: ประสิทธิภาพของการรม (fumigation) ด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียวต่อแมลงวันบ้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1. ทำการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* และสารผสมของน้ำมันหอมระเหยทั้งสามชนิดในอัตราส่วน 1:1 ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการรม (fumigation) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Rice และ Coats (1994) โดยใช้แมลงวันบ้านตัวเต็มวัย อายุ 3 วัน จำนวนทั้งสิ้น 1,080 ตัว (เพศผู้ 540 ตัว และเพศเมีย 540 ตัว) แต่ละการทดลองจะใช้

แมลงวันเพศเดียวกันจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม ซึ่งจำแนกเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 12 กลุ่ม และกลุ่มทดลองจำนวน 24 กลุ่ม ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

1.5.2 ทำการบันทึกการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวัน เมื่อระยะเวลาผ่านไปครบในนาที่ที่ 5 10 15 และ 20 นาที ของระยะเวลาการทดสอบ โดยพิจารณาได้จากการสังเกตแมลงวันทั้งกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมียที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบ หรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber

1.5.3 หลังจากทำการบันทึกการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันเมื่อระยะเวลาของการทดสอบผ่านไปครบ 20 นาที ให้ทำการย้ายกรงเลี้ยงแมลงวันที่ได้รับการทดสอบเรียบร้อยแล้วไปใส่ในตู้เลี้ยงแมลงวันซึ่งมีการปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% โดยให้สารละลายน้ำตาล 10 % ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อมเป็นอาหารสำหรับแมลงวันที่อาจฟื้นจากการสลบหรือยังคงมีชีวิตอยู่

1.5.4 ทำการสังเกตและบันทึกการเคลื่อนไหวของแมลงวันอีกครั้งหลังจากครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง นับจากระยะเวลาเริ่มต้นของการทดสอบ สำหรับการประเมินประสิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ที่ใช้ในการทดสอบต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ในการศึกษาครั้งนี้ พิจารณาจากอัตราการตายที่เกิดขึ้นของแมลงวันกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับแมลงวันกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ Chi's Square test (ค่าความเชื่อมั่น 95%)

1.6 สถานที่ทำการศึกษา

ห้องปฏิบัติการ BS 3108 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต. แสนสุข อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

หมายเลขทะเบียนห้องปฏิบัติการ 2-0110-0210-9 โครงการยกระดับความปลอดภัย
ห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory
in Thailand: ESPReL)

1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาของการศึกษา คือ เดือนมกราคม 2560 – เดือนธันวาคม 2560

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ทราบถึงประสิทธิผลของการรมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และ
มะกรูดเขียว ด้วยวิธี Fumigation ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

1.8.2 ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางเภสัชศาสตร์และผลที่ได้รับจากการศึกษาในการ
พิจารณานำเอาสารสกัดจากธรรมชาติและพืชสมุนไพรท้องถิ่นมาใช้ในการควบคุมประชากร
แมลงวันบ้าน เพื่อลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศและลดการปนเปื้อนของสารเคมีซึ่ง
เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.8.3 ต่อยอดองค์ความรู้และการศึกษาวิจัยในการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์
จากสารสกัดจากธรรมชาติและพืชสมุนไพรท้องถิ่น เช่น ครีม เจล และสเปรย์ ตามวิถีของภูมิ
ปัญญาชาวบ้านในเชิงพาณิชย์ สำหรับใช้ในการควบคุมและกำจัดแมลงวันเพื่อช่วยลดอุบัติ
การณ์ของโรคติดเชื้อที่มีแมลงวันเป็นพาหะ

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

1. แมลงวันบ้าน

1.1 อนุกรมวิธานและการกระจายทางภูมิศาสตร์³²

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Musca domestica*

ชื่อภาษาอังกฤษ : House Flies

ชื่อไทย : แมลงวันบ้าน

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Diptera

Suborder : Cyclorrhapha

Family : Muscidae

Genus : Musca

Species : *Musca domestica*



รูปภาพที่ 2.1 แมลงวันบ้าน

ที่มา ; <http://www.thaieditorial.com/wp-content/uploads/2011/01/แมลงวันบ้าน.jpg>

แมลงวันพบการกระจายทั่วโลก พบมากที่สุดในทวีปแอฟริกา สำหรับประเทศไทย แมลงวันบ้านเป็นแมลงที่พบได้มากที่สุด โดยมีรายงานการสำรวจแมลงวันบ้านในประเทศไทยในหลายพื้นที่ทั้งภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและภาคใต้ ซึ่งพบได้หลายบริเวณ ได้แก่ ตลาด กองขยะ โรงฆ่าสัตว์ คอกเลี้ยงสัตว์ และป่าละเมาะ เป็นต้น³³ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รายงานการสำรวจแมลงวันบ้านในประเทศไทย

จังหวัด	บริเวณที่สำรวจ	ร้อยละที่สำรวจได้	ปี (ค.ศ.)
กรุงเทพมหานคร พระนครศรีอยุธยา นนทบุรี สมุทรปราการ ชลบุรี ปราจีนบุรี ระยอง นครปฐม สมุทรสาคร	- ตลาดสด - กองขยะ	81.97	1976
เชียงใหม่	- ระดับความสูง แตกต่างกัน ของดอย อินทนนท์	83.00	1976
ภาคเหนือ (เชียงใหม่ ลำปาง อุตรดิตถ์,แพร่) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ศรีสะเกษ อุบลราชธานี, ขอนแก่น อุตรธานี) ภาคกลาง (นครสวรรค์ สระบุรี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชลบุรี ระยอง จันทบุรี)	- ตลาด - กองขยะ - โรงฆ่าสัตว์ - คอกเลี้ยงสัตว์	88.00	1981

จังหวัด	บริเวณที่สำรวจ	ร้อยละที่สำรวจได้	ปี (ค.ศ.)
เชียงใหม่	- เขตป่าละเมาะ 3 แห่ง รอบเมือง	0.05	2003
อุบลราชธานี	- ตลาดสด, ร้านอาหาร - โรงอาหารของ โรงเรียน - กองขยะ - ท่งนา	22.00	2012

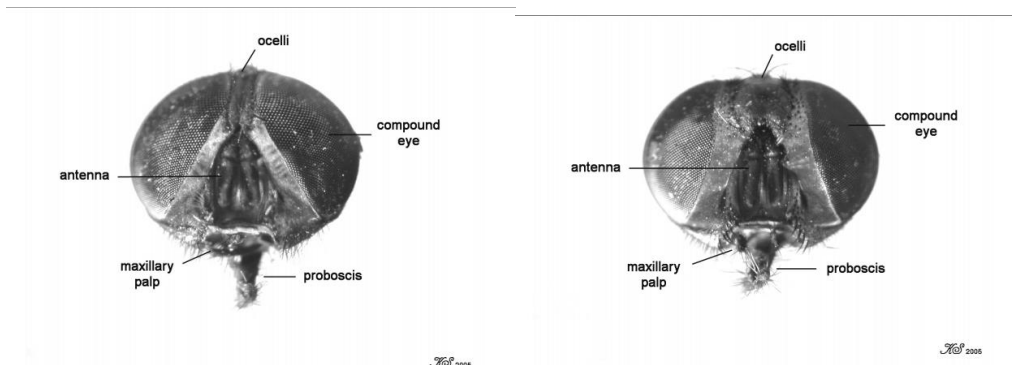
1.2 สัณฐานวิทยาของแมลงวัน^{32, 33}

แมลงวันบ้านมีความยาวส่วนหัวถึงปลายส่วนท้องประมาณ 6-9 มิลลิเมตร ส่วนอกมีสีเทาถึงสีเทาเข้ม อกด้านหลังจะมีส่วนแถบสีเข้มตามยาว 4 เส้น แต่ละเส้นจะมีความกว้างเท่ากัน ท้องมีสีน้ำตาลเทา โครงสร้างของโครงร่างแข็งภายนอกมีไคติน (chitin) และ ไนโตรเจนพอลิแซ็กคาไรด์ (nitrogen polysaccharide) ซึ่งถูกสร้างมาจากผิวหนังเป็นส่วนประกอบหลัก

แมลงวันบ้านมีส่วนประกอบ 3 ส่วนดังนี้

1.3.1 ส่วนหัว (head) ประกอบด้วย

1) ตา (eyes) มีลักษณะเป็นตาประกอบ (compound eyes) ขนาดใหญ่ 1 คู่บริเวณหน้าสุดค่อนไปทางส่วนบนของหัว ตาประกอบทั้ง 2 ตาของแมลงวันบ้านเพศผู้ยู่ติดกัน (holoptic) แต่ตาของเพศเมียจะอยู่ห่างกัน (dichoptic) ลักษณะของตาประกอบเป็นรูปหกเหลี่ยมขนาดเล็กชิดกัน แต่ละอันจะเรียกว่า facet โดยเพศผู้จะมีจำนวน facet มากกว่าเพศเมียเล็กน้อย แต่จำนวน facet ระหว่างตาซ้ายและตาขวาในเพศเดียวกันมีจำนวนใกล้เคียงกัน



รูป ที่ 2.3 แสดงลักษณะตาของแมลงวันบ้าน (ซ้าย) คือตาแมลงวันบ้านเพศผู้ (ขวา) คือตาแมลงวันบ้านเพศเมีย

ที่มา ; คม สุคนธรรพ์ และ กาบแก้วสุคนธรรพ์.แมลงวันที่มีความสำคัญทางการแพทย์ในประเทศไทย เล่ม 1.เชียงใหม่ ; เชียงใหม่ดิจิตอลเวิร์ส ; 2005;12

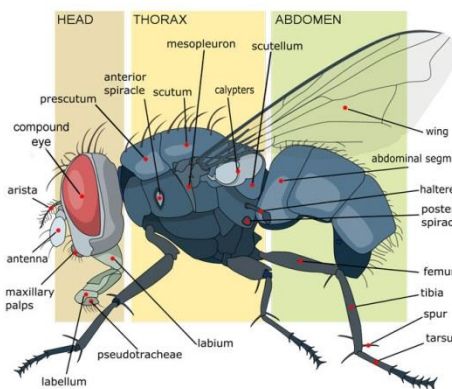
2) หนวด (antennae) มี 3 ปล้อง ปล้องแรกที่อยู่ติดกับลำตัว เรียกว่า scape พื้นผิวส่วนนี้จะปกคลุมไปด้วยขนขนาดเล็กปลายแหลม เรียกว่า microtrichia ส่วนหนวดปล้องที่ 2 เรียกว่า suture หรือ cleft อยู่ตามความยาวของหนวดปล้องที่ 2 และยังพบอวัยวะรับความรู้สึก มีลักษณะเป็นแผ่นปลายเรียวยื่นออกมาจากฐานที่ไค่งนูนซึ่งมีหน้าที่รับความรู้สึกเชิงกลหรือเชิงเคมี ส่วนหนวดปล้องสุดท้าย คือ flagella หรือ funiculi จะมีความยาวมากที่สุด พื้นผิวส่วนนี้จะปกคลุมด้วย microtrichia ส่วนต้นของปล้องพบว่ามีความยาวแต่ไม่เป็นพู่ ยื่นออกมาที่ตำแหน่งส่วนบนของปล้อง เรียกว่า arista พบอวัยวะรับความรู้สึก ลักษณะเป็นขนยาวปลายมน เรียกว่า basiconic sensilla ทำหน้าที่รับกลิ่นและยังพบอวัยวะรับความรู้สึกที่มีลักษณะเป็นตุ่มยื่นออกมาจากโพรงเล็ก อาจอยู่เดี่ยวหรือกลุ่ม เรียกว่า coeloconic sensilla ทำหน้าที่รับรู้ความร้อนหรือรับกลิ่น อีกทั้งอาจพบอวัยวะรับความรู้สึกที่มีลักษณะเป็นโพรงกว้าง ภายในมีลักษณะเป็นตุ่มหลายอัน เรียกว่า sensory pit

3) ปาก (proboscis) มีลักษณะเป็นแบบซับซ้อนประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ส่วนโคน มีลักษณะเป็นกรวย ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวก ซึ่งทำให้แมลงวันสามารถยืดปากได้ยาวและรวดเร็ว ส่วนต่อมาก็คือ haustellum เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับปาก ทำหน้าที่ช่วยพุง labella ซึ่งเป็นอวัยวะปลายสุดของปาก ทำหน้าที่เป็นอวัยวะหลักในการดูดอาหารเหลว ในส่วนลึกลงมา

ระหว่างช่องอาหารจะพบฟัน มีลักษณะการเรียงตัวตามแนวยาว 2-3 แถว ส่วนปลายของฟันมีลักษณะแหลม 2 แฉก ลักษณะฟันของเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างกัน

1.2.2 อก (thorax) ประกอบด้วย 3 ปล้อง ได้แก่ ปล้องแรก (prothorax) อกปล้องกลาง (mesothorax) และอกปล้องท้าย (metathorax) ด้านหลังอกเรียกว่า mesonotum อวัยวะที่สำคัญคือ ปีก (wings) ปีกของแมลงวันเห็นได้ชัด 1 คู่คือปีกคู่หน้ามีลักษณะบางใส ส่วนท้ายของปีกคู่หน้าจะมีแผ่น 2 แผ่นคือด้านบน (upper squama) และด้านล่าง (lower squama) โดยปีกจะคลุมในส่วนอกด้านหลังและส่วนต้นของท้องแมลงวัน ในขณะที่แมลงวันพักปีก ปีกทั้ง 2 จะวางชิดกันแต่ไม่ซ้อนทับกัน ปีกคู่หลังของแมลงวันจะหดตัวจนมีขนาดเล็กและเรียวยาว เรียกว่า halter ซึ่งทำหน้าที่ในการทรงตัวของการบิน เส้นปีกของแมลงวันมีการจัดเรียงตัวลักษณะเฉพาะตัว ตามระบบ comstock-needham system ปีกนี้มีเส้นปีกหลักตามยาว 6 เส้น และขาของแมลงวันมีทั้งหมด 6 ปล้อง เรียกว่า coxa, trochanter, femur, tibia, tarsus และ pretarsus ตามลำดับถัดจากติดกับลำตัว ทุกปล้องปกคลุมด้วยขนแข็ง ซึ่งเป็นอวัยวะรับรู้เชิงกล ขาของ tarsus ประกอบด้วยปล้องย่อย 5 ปล้อง เชื่อมต่อกันด้วยเยื่อบางๆระหว่างรอยต่อปล้อง ปล้องย่อยที่ 1 มีความยาวมากที่สุด สามารถเคลื่อนไปมาได้ทางหน้าท้อง ทำให้ปลายขามีความยืดหยุ่นและเคลื่อนไหวได้ ดังนั้นแมลงวันจึงสามารถเกาะพื้นผิวและเคลื่อนไหวได้

1.2.3 ท้อง (abdomen) มี 8 ปล้อง แต่ตรงปลายสุดของปล้องสุดท้ายมีลักษณะเป็นแผ่นบางสั้นๆ เรียกว่า cerci 1 คู่ ในแมลงวันเพศเมียที่ส่วนปลายสุดของท้องมีอวัยวะสำหรับวางไข่ (ovipositor) แมลงวันมีรูหายใจ (spiracles) อยู่ที่ด้านข้างของส่วนท้องปล้องละ 1 คู่



รูปภาพที่ 2.2 แสดงสัณฐานของแมลงวัน

ที่มา ; http://www.theanimalfiles.com/images/housefly_anatomy.jpg

1.3 โครงสร้างภายในของตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน³⁴

1.3.1 ระบบประสาท ประกอบด้วยปมประสาทและเส้นประสาท โดยปมประสาทที่สำคัญที่สุดคือ สมอ ปมประสาทใต้หลอดอาหาร และปมประสาทอก ตำแหน่งของสมออยู่ที่ภายในหัว ระหว่างตาประกอบทั้ง 2 ข้าง ด้านล่างเชื่อมกับเส้นประสาท และต่อมายังปมประสาทใต้หลอดอาหาร และปมประสาทอก ไม่พบปมประสาทที่ท้อง ขบวนการทางสรีรวิทยาและพฤติกรรมของแมลงวันมีเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาของวัน คาดว่าอาจจะเป็นผลจาก pigment-dispersing factor (PDF)-immunoactive

1.3.2 ระบบหายใจ มีระบบหายใจเป็นระบบเปิด โดยมีท่อลมเป็นอวัยวะหลัก ท่อลมจะแตกแขนงเป็นท่อขนาดเล็กไปทั่วร่างกาย ท่อลมจะเปิดออกภายนอกร่างกายผ่านรูหายใจ 2 คู่ที่ส่วนอกและ 8 คู่ที่ส่วนท้อง ท่อลมที่มีขนาดเล็กมากเรียกว่า tracheole เป็นท่อลมที่อยู่ใกล้เนื้อเยื่อและเปิดสู่เซลล์ รูหายใจที่ตัวเต็มวัยมี 2 ตำแหน่ง คือ รูหายใจหน้าและหลัง อีกทั้งยังพบรูหายใจปล้องละ 1 คู่ที่ปล้องท้องของตัวเต็มวัย แต่ละท่อจะมีปุ่มขนาดเล็กยื่นออกมา ทำหน้าที่ในการกรองฝุ่นไม่ให้เข้าไปในรูหายใจ

แมลงวันยังมีอวัยวะอีกชิ้นหนึ่ง คือ ถุงลม พบที่ส่วนต้นของปล้องท้อง ซึ่งโป่งพองมาจากแขนงของท่อลม ทำหน้าที่ในการช่วยระบายอากาศ

1.4 ความสำคัญและการทำลาย³⁴

1.4.1 ความสำคัญ

แมลงวันบ้านเป็นแมลงวันสายพันธุ์หนึ่งที่มีการระบาดอย่างกว้างขวาง ทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเหนือเขตร้อนชื้น จึงมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแมลงวัน และยังเป็นสัตว์ที่ก่อความรำคาญแก่มนุษย์ และสัตว์เลี้ยง อีกทั้งยังเป็นพาหะของโรคหลายชนิดที่ติดต่อสู่มนุษย์ และสัตว์อื่นๆ

1.4.2 การทำลาย

1) กรณีแมลงวันบ้านในระยะตัวอ่อน จะมีลักษณะเป็นตัวหนอน มักพบอยู่ตามแหล่งเพาะพันธุ์ เช่น กองขยะมูลสัตว์ กองขยะมูลฝอย เป็นต้น สามารถทำลายโดยโรยปูนขาวให้ทั่วในบริเวณที่พบตัวหนอน

2) กรณีแมลงวันบ้านในระยะตัวเต็มวัย สามารถทำลายโดยใช้กรงดักแมลงวัน การดักแมลงวัน หรือสามารถใช้สารเคมีประเภทเหยื่อมีพิษ นำมาวางล่อให้แมลงวันมากิน แต่การใช้สารเคมีควรที่จะคำนึงถึงความปลอดภัยทั้งต่อตนเองและสัตว์เลี้ยง และควรที่จะปฏิบัติตามเอกสารประกอบการใช้สารเคมีอย่างเคร่งครัด

1.5 วงจรชีวิตแมลงวันบ้าน³²

1.5.1 ระยะไข่ (Eggs) แมลงวันบ้านนิยมวางไข่ในบริเวณที่ความชื้นสูงหรือมีน้ำท่วมขัง เช่น มูลสัตว์ กองขยะ สิ่งปฏิกูลต่างๆ โดยไข่แมลงวันมีลักษณะเรียวยาว สีขาวขุ่นหรือสีครีม มีลักษณะคล้ายผลกล้วยหอม (banana shape) ยาวประมาณ 1 – 1.2 มิลลิเมตร ระยะนี้อาศัยความชื้นประมาณ 90% ในกรณีหากอุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียสหรืออุณหภูมิมากกว่า 42 องศาเซลเซียส อาจทำให้เจริญเติบโตกลายเป็นตัวอ่อนบนกองสิ่งปฏิกูลนั้นๆ ภายใน 6 – 8 ชั่วโมง

1.5.2 ระยะตัวหนอน (Larva) แมลงวันบ้านจะมีระยะตัวหนอน 3 ระยะโดยใช้ความยาวลำตัวเป็นเกณฑ์ ซึ่งเปลี่ยนระยะตัวหนอนด้วยการลอกคราบ แบ่งเป็น ระยะที่ 1 มีความยาวประมาณ 1-3 มิลลิเมตร ระยะที่ 2 มีความยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร และระยะที่ 3 ยาวประมาณ 5-13 มิลลิเมตร ตัวหนอนจะมีลักษณะกลมยาว รูปร่างคล้ายเมล็ดข้าวสาร หัวจะค่อนข้างแบน ท้ายตัวกลม ไม่มีรยางค์ มีปากคล้ายตะขอเรียกว่า mouth hook ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดและกัดกินอาหาร

ในตัวหนอนระยะที่ 1 ถึงต้นระยะที่ 3 มีลักษณะลำตัวใส สีลำตัวเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีเหลือง ระยะที่ 3 ตอนท้ายเรียกว่า prepupae ก่อนจะเข้าดักแด้ มักอาศัยเป็นกลุ่มในกองขยะที่มืดและมีความชื้น โดยอาหารของตัวหนอน เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ เศษสิ่งปฏิกูลที่เป็นของเหลวไหลออกมาจากการเน่าสลาย เป็นต้น

ตัวหนอนระยะที่ 3 เป็นระยะก่อนเข้าสู่วัยดักแด้จะหยุดกินอาหาร อุณหภูมิประมาณ 15-20 องศาเซลเซียสเหมาะแก่การเจริญเติบโต หากพบว่าความชื้นในอากาศน้อย จะอพยพไปอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นและความชื้นสูง เช่น ฝังตัวตามดิน ใต้กองขยะ เป็นต้น เป็นผลให้เห็นดักแด้

แมลงวันเป็นกลุ่มในแหล่งเดียว มักพบตัวหนอนที่ความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร เพราะได้กองขยะ ลึกๆ ซึ่งเกิดการหมักจะมีอุณหภูมิสูงในกรณีที่เป็นกองขยะ หรือกองสิ่งปฏิกูลต่างๆ

1.5.3 ดักแด้ (Pupa) เป็นระยะที่เปลี่ยนแปลงจากตัวหนอนระยะ 3 โดยตอนปลายมี ลักษณะสมบูรณ์เป็นตัวดักแด้ ลักษณะภายนอกจะพบผิวหนังเริ่มแข็ง รูปร่างเปลี่ยนแปลงเป็น คล้ายถุงหมักเปียๆ ผนังดักแด้มีลักษณะนิ่มมีสีขาวหรือเหลืองอ่อนในเวลา 1-2 ชั่วโมงของ ระยะแรก หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลเข้ม และสีดำ ตามลำดับ เมื่อมีการ เปลี่ยนแปลงภายใน 24 ชั่วโมงหรือ 1 วัน ภายในเปลือกหุ้มจะมีตัวหนอนระยะที่ 4 ซึ่งมีขนาดสั้นลง และจะพัฒนาเป็นดักแด้หรือตัวไม่่ง

ปัจจัยการเจริญเติบโตจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัยประกอบด้วย 2 ประการ คือ ความชื้นและอุณหภูมิ หากในสภาพความชื้นร้อยละ 90 และมีอุณหภูมิระหว่าง 35-40 องศาเซลเซียส ระยะดักแด้สามารถทนต่อภาวะความชื้นต่ำได้ดีกว่าตัวหนอน จะใช้เวลา 3-4 วัน แต่ถ้าหากความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 75 จะทำให้ตัวดักแด้ตายและมีอัตราในการรอดชีวิตน้อยกว่าร้อยละ 40 และในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส อาจมีผลทำให้ตัวดักแด้ตายเช่นเดียวกับตัว หนอน แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส ดักแด้จะไม่เจริญเติบโต

1.5.4 แมลงวันตัวเต็มวัย (Adult) เมื่อดักแด้เจริญเต็มที่ ptilinal sac ซึ่งเป็นอวัยวะ ของดักแด้จะขยายออกอย่างรวดเร็ว แล้วตัวเต็มวัยจะออกมาเกาะพักประมาณ 0.5-1.5 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น ดังนั้นสถานที่ที่แมลงวันเกาะพักในระยะแรก จึงมีความสำคัญในการควบคุม แมลงวันที่เกิดใหม่ที่ยังบินไม่ได้จะมีลักษณะนิสัย 2 ประการคือ มักจะไม่ชอบแสงและพยายาม เคลื่อนที่ตัวขึ้นที่สูง ดังนั้นเมื่อแมลงวันเกิดใหม่จะพยายามเข้าหาที่มีดเสมือ และลักษณะการเกาะ พักมักจะเอาส่วนหัวลง เมื่อเวลาระหว่าง 2-24 ชั่วโมง หลังจากออกจากผนังดักแด้ แมลงวันจะ สามารถเริ่มกินอาหารและบินได้ แต่เวลาที่ไม่นานจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

1.6 อาหารของแมลงวันบ้าน³²

อาหารของแมลงบ้าน ได้แก่ ของสด สิ่งบูดเน่า เป็นต้น อาทิเช่น ผลไม้เน่า ซาก สัตว์เน่า เศษอาหาร ขนมหวาน น้ำตาล โดยการหาอาหารจะใช้การมองเห็นและการได้รับกลิ่นเป็น หลัก แมลงวันจะกินอาหารในส่วนที่เป็นของเหลวอย่างเช่น น้ำหวาน น้ำเลือด น้ำเหลือง เพราะ

แหล่งอาหารเหล่านี้จะมีการย่อยสลาย และมีสารน้ำไหลออกมา ทำให้ง่ายต่อการดูดกิน
การกินอาหารของแมลงวัน หากเป็นอาหารเหลว แมลงวันจะใช้ปากดูดกลืน
อาหารเข้าปากโดยตรง หากเป็นอาหารชนิดแข็ง แมลงวันจะปล่อยน้ำลายใช้ย่อยอาหาร แล้วดูด
กินกลับเข้าไป โดยแมลงวันตัวเมียจะต้องการอาหารประเภทโปรตีน เพื่อใช้ในการเข้าหาอาหาร
โดยการบินสู่มและช่วยพัฒนาไข่

1.7 การดำรงชีวิต³²

1.7.1 การผสมพันธุ์ (Mating) ในสภาพที่อุณหภูมิเหมาะสม แมลงวันบ้านทั้งตัวผู้
และตัวเมียจะมีระยะการผสมพันธุ์ที่แตกต่างกัน โดยแมลงวันตัวผู้จะผสมพันธุ์ได้เมื่ออายุประมาณ
1 วันหรือมีชีวิตในระยะตัวเต็มวัยอย่างน้อย 18 ชั่วโมง แมลงวันตัวเมียจะสามารถผสมพันธุ์ได้เมื่อ
มีอายุมากกว่า 1 วันหรือมีชีวิตในระยะตัวเต็มวัยอย่างน้อย 30 ชั่วโมง

ปัจจัยในการผสมพันธุ์ของแมลงวันบ้าน ได้แก่ การมองเห็น และฟีโรโมน
(Pheromone) โดยพบว่าฟีโรโมนมูสคาเลอ (Muscalure) ซึ่งผลิตจากแมลงวันตัวเมีย ใช้ในการ
ดึงดูดแมลงวันตัวผู้ให้มาผสมพันธุ์ และช่วยทำให้แมลงวันตัวผู้และตัวเมียมาพบและผสมพันธุ์กัน
แต่ในปัจจุบันฟีโรโมนไม่ได้มีผลกับการผสมพันธุ์มากนัก เนื่องจากแมลงวันบ้านตัวเมียจะผสมพันธุ์
เพียงครั้งเดียว เพราะสารบางอย่างในน้ำอสุจิจะยับยั้งการผสมพันธุ์ครั้งต่อไป พร้อมกับกระตุ้นให้
แมลงวันตัวเมียวางไข่ ส่วนเพศผู้นั้นจะใช้ lovespot ที่บริเวณจอประสาทตาด้านหลังส่วนบน ใน
การจับภาพเพศเมียเพื่อการผสมพันธุ์ การผสมพันธุ์จะเริ่มจากพฤติกรรมเกี้ยวเพศเมียของแมลงวัน
บ้านเพศผู้ที่ได้ตามเพศเมียเพื่อที่จะผสมพันธุ์ เพศผู้จะกระพือปีกและใช้ปีกจับหัวของเพศเมียไว้
ส่วนแมลงวันบ้านเพศเมียจะตอบสนองโดยการแผ่ปีกให้เป็นมุม 90 องศา กับลำตัว จากนั้น
แมลงวันเพศผู้จะใช้ขาคู่หน้าพยายามยกขาคู่หน้าของเพศเมีย ตามด้วยการกระพือปีกอย่างรุนแรง
การเกี้ยวนี้เกิดประมาณ 2 วินาทีก่อนที่จะสับพันธุจะสัมผัสกัน หลังจากผสมพันธุ์แล้วเชื้อตัวผู้
จะถูกเก็บไว้ในถุงเก็บน้ำเชื้อ (Spermatheca) ของตัวเมีย ซึ่งเชื้อตัวผู้จะสามารถผสมไข่ได้นาน 3
อาทิตย์หรือมากกว่านั้นตามระยะเวลาการออกไข่

1.7.2 การวางไข่ (Oviposition) แมลงวันตัวเมียจะวางไข่ได้เร็วที่สุด เมื่ออุณหภูมิ 35
องศาเซลเซียสโดยการวางไข่จะใช้เวลาน้อยที่สุด 1.8 วัน แต่หากที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

อาจต้องใช้เวลา 9 วันในวางไข่ พื้นที่ที่เหมาะสมในการวางไข่ของแมลงวันบ้านตัวเมีย ได้แก่ กองขยะ แหล่งน้ำเน่าเสีย หรือบริเวณที่มีกลิ่นเหม็นของสิ่งปฏิกูลต่างๆ ซึ่งกลิ่นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และกลิ่นเหม็นอื่นๆจากสิ่งปฏิกูลจะเป็นตัวดึงดูดให้แมลงวันบ้านตัวเมียเข้ามาวางไข่ ลักษณะการวางไข่แมลงวันบ้าน จะวางไข่ไว้ได้ร่มเงาและไม่สัมผัสแสงแดดโดยตรง ทั้งนี้เพื่อป้องกันความร้อน ความแห้ง ทำให้ตัวหนอนหยุดการเจริญเติบโต โดยปกติแมลงวันจะออกไข่ครั้งละประมาณ 120 ฟอง (หากไม่มีสิ่งรบกวน) แมลงวันตัวหนึ่งจะวางไข่เป็นกลุ่มในที่เดียว และจะพบเสมอว่าแมลงวันจำนวนมากจะเลือกวางไข่ในแหล่งเดียวกัน โดยการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าแมลงวันตัวเมียสามารถวางไข่เฉลี่ย 10 ครั้ง หรือมากกว่านี้ แต่ในสภาพปัจจุบัน แมลงวันนิยมวางไข่เพียง 1 หรือ 2 ครั้งเท่านั้น เนื่องจากแมลงวันในธรรมชาติจะมีอายุสั้นกว่าในห้องปฏิบัติการมาก

1.7.3 อายุขัยแมลงวัน (Longevity) จากการศึกษาในต่างประเทศพบว่าภายในเวลา 3-6 วันแรก แมลงวันจะตายถึงร้อยละ 50 และมีจำนวนน้อยมากที่จะมีอายุยืนยาวถึง 8-10 วัน จึงพออนุมานได้ว่าแมลงวันมีอายุสั้น แต่ในทางกลับกัน จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าแมลงวันตัวผู้และตัวเมียมีอายุขัยเฉลี่ยที่แตกต่างกันประมาณ 12 วัน โดยในตัวผู้จะมีอายุขัยเฉลี่ย 17 วันและในตัวเมีย 29 วัน (ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 45 และสภาวะอื่นๆคงที่) ซึ่งถือว่ามีอายุขัยเฉลี่ยสั้น และส่วนใหญ่จะตายไปก่อนที่จะมีการวางไข่ขยายพันธุ์ ดังนั้นเพื่อความสมบูรณ์ในการควบคุมแมลงวันจึงควรถืออายุขัยของแมลงวันเป็นประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ก็มีส่วนสำคัญในการดำเนินการควบคุม และอาจคาดว่าจะมีจำนวนแมลงวันไม่มากนักที่จะสามารถวางไข่ได้เกินกว่า 2 - 3 ครั้ง ส่วนหนึ่งสืบเนื่องมาจาก เชื้อราบางชนิด เช่น *Entomophthora muscae* เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบว่าลักษณะโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ ความชื้น อุณหภูมิ และฤดูกาลก็เป็นปัจจัยต่ออายุขัยแมลงวันทั้งสิ้น

1.7.4 ที่อยู่อาศัย และแหล่งเพาะพันธุ์ แมลงวันมักจะเลือกแหล่งวางไข่ในลักษณะที่มีอาหารสำหรับตัวหนอน และมีความชื้นที่เหมาะสม ซึ่งมักพบแมลงวันในบริเวณกองขยะ มูลสัตว์ เศษอาหาร ซากสัตว์ เศษผักผลไม้เน่าเสียที่มีสารอินทรีย์ ตะกอนน้ำโสโครก ส้วมหลุม เป็นต้น อาทิเช่นในบริเวณฟาร์มเลี้ยงสัตว์ กองขยะตามตลาดสดและชุมชนต่างๆ ดังนั้นจะพบว่าในสถานที่ชื้นแฉะและมีอาหารจะมีไข่และระยะตัวหนอนดังที่กล่าวข้างต้น ส่วนระยะตัวไม่งักจะอาศัยอยู่ตาม

พื้นดินที่แห้ง มีอุณหภูมิปานกลาง แต่ในขณะเดียวกัน ในระยะตัวแก่นิยมอาศัยในบ้านคน คอก สัตว์ พุ่มไม้ สายไฟฟ้าหรือวัตถุที่ห้อยแขวนลักษณะเป็นเส้นๆ หรือในบริเวณอื่นๆ ที่อบอุ่น ร่ม และ ใกล้แหล่งอาหาร โดยตามปกติ ในเวลา 1 วันหรือ 24 ชั่วโมง แมลงวันตัวแก่สามารถบินได้ไกล 9 – 10 กิโลเมตร ฉะนั้นในการควบคุมกำจัดแมลงวันจึงต้องดำเนินการให้เหมาะสมตามแต่สถานที่ ฉะนั้นแล้วการกำจัดแมลงวันจะต้องกำจัดให้ถูกต้องตามระยะและพื้นที่ที่เหมาะสม เช่น ถ้ากำจัด หนอนต้องไปกำจัดบริเวณกองขยะ ถ้ากำจัดตัวแก่ต้องกำจัดบริเวณที่เกาะพักของมัน เป็นต้น ไม่ เพียงแต่เท่านั้นยังพบแมลงวันหัวเขียวจะตอมอาหารพวกปลา ผลไม้ ทูเรียน เพื่อแพร่พันธุ์ แมลงวันลายเสือจะแพร่พันธุ์เป็นระยะตัวหนอนตามเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อเค็ม ปลาเค็ม เป็นต้น

1.7.5 เวลาออกหากิน แมลงวันออกหากินเวลากลางวัน มักจะพบแมลงวันตามแหล่ง อาหารในเวลากลางวัน ส่วนกลางคืนจะพักผ่อน เช่น เกาะพักตามพุ่มไม้ ผนังอาคาร ตามสายไฟ ชอกฝา ชอกเพดาน เป็นต้น การที่ทราบว่า แมลงวันอยู่ที่ใดในเวลากลางวันและกลางคืนนั้นมี ประโยชน์ในการวางแผนการควบคุมแมลงวัน โดยสามารถใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงวันพ่น ตามที่เกาะพักของแมลงวัน

1.7.6 แสงสว่าง แมลงวันมีนิสัยที่ชอบแสงสว่าง จากการสังเกตแมลงวันมักจะบินเข้า หาที่มีแสงสว่างเสมอ มนุษย์จึงคิดประดิษฐ์ทำกับดักแมลงวัน โดยรอบกับดักจะบุด้วยสีด้ายกวน ด้านบนเพื่อให้แสงสว่างผ่านได้ เมื่อแมลงวันบินเข้ามาตอมเหยื่อล่อด้านล่าง แมลงวันมักจะบินขึ้น เข้าหาแสงสว่าง ทำให้ติดอยู่ในส่วนที่เป็นกับดัก แมลงวันนอกจากที่จะชอบแสงธรรมชาติแล้ว พบว่าแมลงวันโดยเฉพาะแมลงวันหัวเขียวชอบแสงอัลตราไวโอเลต (UV Light) ฉะนั้น จึงเป็น ประโยชน์ในการกำจัดแมลงวัน โดยจะใช้ตะเกียงแสงอัลตราไวโอเลตล่อให้แมลงวันมาเล่นไฟ และ ถูกกระแสไฟช็อตตายหรือติดอยู่ในกับดักไฟฟ้า

1.7.7 การบิน การแพร่ และระยะการบิน แมลงวันมักจะหากินและวางไข่อยู่ใกล้ๆ กับ แหล่งกำเนิดและตามบ้านคน แมลงวันมักจะบินไปมาระหว่างบ้านคนซึ่งเป็นระยะทางใกล้ๆ แต่ อาจถูกกระแสลมพัดพาไปจากแหล่งเดิมได้ และเมื่อขาดแคลนอาหาร แมลงวันอาจจะบินไปหา อาหารที่แหล่งอื่นซึ่งไกลออกไป ปัจจัยที่มีผลต่อการบินของแมลงวัน คือ กลิ่นอาหาร แสงสว่าง อุณหภูมิและแหล่งอาหาร เป็นต้น โดยเฉลี่ยจะพบว่าแมลงวันสามารถบินหาอาหารได้ไกลถึง 10

กิโลเมตร เพราะฉะนั้น การควบคุมแมลงวันที่บ้านใดบ้านหนึ่งจึงไม่ได้ผลสมบูรณ์ ต้องดำเนินการ
พร้อมกันทั้งชุมชน

1.8 คุณประโยชน์และโทษของแมลงวัน

1.8.1 ประโยชน์ของแมลงวันบ้าน

- 1) ตัวอ่อนเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ปีกที่เลี้ยงเพื่อเศรษฐกิจ จากการวิจัย
ของ Zuidhof et al. (2003) พบว่าตัวอ่อนแมลงวันเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานดีมากกว่าของไก่อว
 2) มีความสำคัญในทางนิติศาสตร์ สามารถพบตัวอ่อนได้ในศพคนเพื่อใช้
คาดคะเนระยะเวลาหลังการเสียชีวิตของศพ โดยเฉพาะเมื่อพบอุจจาระ ปัสสาวะหรือสิ่งต่างๆใน
ทางเดินอาหาร แต่ในประเทศไทยยังไม่เคยพบตัวอ่อนแมลงวันบ้านในศพแต่มีการพบใน
ต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐโคลัมเบีย

1.8.2 โทษของแมลงวันบ้าน

- 1) ตัวเต็มวัยเป็นพาหะนำเชื้อโรคหลายชนิดมาสู่คน เพราะแมลงวันอาศัย
อยู่ในแหล่งชุมชน มีการกินอาหารจากหลายแหล่ง ทั้งจากแหล่งสกปรกต่างๆ และอาหารของคน
อีกทั้งมีการบินได้ในระยะไกล เมื่อแมลงวันมาตอมอาหาร เชื้อโรคจะอยู่บริเวณขา ขน ปีก ปาก
ลำตัว ซึ่งสามารถปะปนในอาหารของคนได้ นอกจากนี้ยังพบเชื้อโรคในทางเดินอาหารของ
แมลงวันซึ่งสามารถปะปนในอาหารได้ เมื่อแมลงวันขณะตอมและกินอาหาร จะขย้อนหรือถ่าย
อุจจาระลงในอาหารของคน ทำให้เชื้อโรคเหล่านี้สามารถทำให้เกิดโรคต่อคนได้
- 2) ตัวเต็มวัยของแมลงวันทำให้เกิดความรำคาญ เพราะแมลงวันอาศัยอยู่
ในที่พักอาศัยของคนหรือแหล่งชุมชน เช่น ตลาด โดยแมลงวันจะใช้ปากดูดซับก่อกำให้เกิดความ
รำคาญในการดำรงชีวิตของคนและสัตว์ นอกจากนี้การพบประชากรแมลงวันเป็นจำนวนมากอาจ
ส่งผลต่อการท่องเที่ยวได้ เพราะสะท้อนถึงสุขาภิบาลที่ไม่ดีพอ
- 3) ตัวอ่อนอาจทำให้เกิดโรคหนอนแมลงวัน โรคนี้หมายถึงสภาวะที่เนื้อเยื่อ
หรืออวัยวะของคนถูกบุกรุกด้วยตัวอ่อนของแมลงวันอย่างน้อยในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อกินอาหารหรือ
ของเหลวจากโฮสต์ โดยตัวอ่อนจะกินทั้งเนื้อเยื่อที่มีชีวิตอยู่และที่ตายไปแล้ว จะทำให้มีแต่ไม่มี
อาการอะไรเลยจนถึงอาการรุนแรงทำให้ตายได้ มีรายงานการเกิดโรคหนอนแมลงวันในหลาย

อวัยวะของคน เช่น ที่ช่องทางเดินของระบบอวัยวะสืบพันธุ์ ผิวหนัง ช่องจมูก และระบบทางเดินอาหาร

1.9 ผลกระทบจากแมลงวัน

แมลงวันนอกจากจะก่อให้เกิดความรำคาญ โดยจะชอบบินมาจับ มาเกาะตามตัวตามผิวหนังของคนทำให้เกิดความรำคาญ และที่สำคัญยังเป็นพาหะนำเชื้อโรคต่างๆ เช่น ไทฟอยด์ (Typhoid) อหิวาต์อย่างรุนแรง (Cholera) ตาแดง ริดสีดวงตา (Trachoma) โรคบิดมีตัวและไม่มีตัว โปลิโอ วัณโรค แอนแทรกซ์ (Anthrax) พยาธิปากขอและไส้เดือนตัวกลม เป็นต้น แมลงวันมักจะสํารอกน้ำลาย และน้ำย่อยจากกระเพาะอาหารออกมาช่วยย่อยหรือละลายอาหาร จึงทำให้แมลงวันเป็นพาหะนำโรคและแพร่เชื้อโรคจากเสมหะ อูจจาระ เศษขยะ ลงในอาหารคน และการที่แมลงวันตอมกินเสมหะ และกินอาหารทำให้แมลงวันเป็นพาหะแพร่โรควัณโรคด้วย นอกจากนี้ยังชอบถ่ายมูลลงบนอาหารของคน และเมื่อมันกินอาหารอิ่ม มักจะงูหรือเสียดสีขาคุ้ยน้ำ ทำให้เชื้อโรคและไข่พยาธิที่ติดมากับขนขาวิ่งหล่นลงบนอาหาร เมื่อคนกินอาหารนั้นก็จะได้รับเชื้อโรคเข้าไปด้วย แมลงวันเป็นสัตว์ที่กินอาหารได้ทุกชนิด หากอาหารตามกองขยะมูลฝอย ซากสัตว์ อูจจาระ ทำให้เชื้อโรคและไข่ของหนอนพยาธิติดมากับแมลงวันได้ โดยจะติดมากับขนตามลำตัวและที่ขาไปปะปนอยู่กับของเหลวในกระเพาะอาหารและระบบทางเดินอาหาร เมื่อแมลงวันมาตอมอาหารของคน ก็จะนำเชื้อโรคลงในอาหาร เมื่อคนกินอาหารเชื้อโรคก็จะเข้าสู่ร่างกายและเจ็บป่วยได้

1.10 วิธีแพร่เชื้อของแมลงวัน³²

1.10.1 วิธีเชิงกล (Mechanical Transmission) เชื้อโรคส่วนใหญ่จะถูกนำโดยวิธีนี้ เพราะแมลงวันชอบเอาขาหน้าถูกันเมื่อกินอาหารอิ่ม ทำให้เชื้อโรคที่ลำตัวและขาวิ่งลงในอาหาร เมื่อคนกินอาหารเชื้อโรคก็จะเข้าสู่ร่างกายและเจ็บป่วยได้

1.10.2 วิธีสํารอกใส่อาหาร (Propagating Transmission) แมลงวันมีวิธีการกินอาหารโดยการสํารอกน้ำย่อยจากกระเพาะอาหารมาละลายของแข็งก่อน แล้วจึงดูดกลับเข้าไปใหม่ ทำให้เชื้อโรคสามารถถูกถ่ายจากน้ำย่อยในกระเพาะอาหารลงสู่อาหาร และชอบถ่ายมูลรดบนอาหารก็ทำให้เชื้อโรคปะปนลงสู่อาหารได้

1.10.3 วิธีเป็นโฮสต์กึ่งกลาง (Intermediate Host) ตัวอ่อนของหนอนพยาธิจะอาศัยอยู่ในตัวของแมลง เมื่อเจริญเป็นระยะติดต่อกันแล้ว หนอนพยาธิก็หาทางออกจากแมลงวันเข้าสู่ร่างกาย เช่น โรคพยาธิไส้เดือน พยาธิปากขอ เป็นต้น

1.10.4 วิธีการวางไข่หรือแพร่พันธุ์ ตัวหนอนจะวางไข่ไว้ตามแผล หนอง ฝี ทำให้เกิดโรค Myiasis

1.11 การควบคุม และกำจัดแมลงวัน

1.11.1 ใช้สารเคมี

1) การใช้เครื่องพ่นควัน โดยใช้สารเคมีกลุ่ม Organophosphorus หรือ Carbamate ได้แก่ Cyromazine, Diazinon, Diflubenzuron

2) การกำจัดแมลงวันตัวเต็มวัยตามแหล่งเกาะพัก จะช่วยลดความชุมชุมของแมลงวัน โดยการฉีดพ่นสารเคมี ได้แก่ ไดอะซีโนน (diazinon), เฟนิโทรไทออน (fenitrothion) หรือ ไพริมิฟอส-เมทิล (pirimiphos-methyl) เป็นต้น

3) การใช้วัสดุห้อยแขวนทางสารเคมี การใช้วิธีจะสามารถกำจัดได้มากเพราะแมลงวันชอบเกาะตามวัสดุที่ห้อยแขวนในแนวดิ่ง เช่น ใช้เชือกหรือวัสดุที่เป็นเส้น ทาหรือชุบน้ำตาลผสมสารเคมี เช่น diazinon, fenitrothion หรือ pirimiphos-methyl โดยทุกๆ 1-2 เดือนให้เปลี่ยนเชือกใหม่

4) การใช้เหยื่อพิษ ใช้เหยื่อหรืออาหารที่แมลงวันชอบผสมสารกำจัดแมลง เช่น เศษอาหาร ผลไม้เน่า เนื้อเน่า ผสมกับสารเคมีข้างต้น

5) การฉีดพ่นด้วยสารสกัดสมุนไพรในการกำจัดตัวอ่อนของแมลงวัน เช่น สารสกัดจากส้มป่อย รากหนอนตายอยาก เป็นต้น

1.11.2 ควบคุมโดยวิธีกล เป็นการกำจัดแมลงวันในระยะต่างๆ ด้วยแรงคนหรือเครื่องมือการจับ เช่น การเก็บหนอน ใช้สวิงจับ ใช้กรงหรือมุ้ง ใช้กล่องดักจับ หรือใช้ไม้ตีแมลง เป็นต้น

1.11.3 การกำจัด และป้องกันด้วยเครื่องมือฟิสิกส์ เป็นการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือประดิษฐ์ที่อาศัยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เช่น คลื่นความร้อน คลื่นเสียง สี และรังสี เพื่อช่วยในการจับ

ไล่หรือป้องกันแมลง เช่น เครื่องไล่แมลงด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องไล่แมลงด้วยคลื่นความถี่สูง เป็นต้น

1.11.4 การกำจัดโดยชีววิธี

- 1) ตัวห้ำ (Predators) จะชอบจับกินแมลงวัน ทั้งตัวเต็มวัย และระยะตัวหนอนหรือดักแด้ ได้แก่ แมงมุม จิ้งจก คางคก และนก เป็นต้น
- 2) ตัวเบียน (Parasitoids) จะวางไข่ที่เป็นหาคะในร่างกายนแมลงวันหรือในตัวหนอนแล้วทำให้ตายได้ เช่น แตนเบียน และด้วงก้นกระดก
- 3) ใช้จุลินทรีย์ ได้แก่ เชื้อราไมโครไรซา เป็นต้น

1.12 ระดับความเป็นพิษ

ความเป็นพิษ (toxicity) คือ ความรุนแรงของอาการพิษที่แสดงออกมาหลังจากการรับสารพิษเข้าไปในร่างกายไม่ว่าจะโดยทางใดหรือโดยวิธีการใดก็ตาม ความรุนแรงของอาการพิษที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ปริมาณของสารพิษที่ได้รับ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ โดยการประเมินความเป็นพิษแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.12.1 การประเมินความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (Acute test) เป็นการให้สัตว์ทดลองได้รับพิษเพียงครั้งเดียว หรือ ได้รับหลายครั้งในระยะเวลาอันสั้น โดยทั่วไปสัตว์ทดลองจะแสดงอาการให้เห็นภายใน 24 ชั่วโมง และเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นใน 1-3 วัน บอกเป็นค่า lethal dose คือ ปริมาณของสารพิษที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย เช่น ปริมาณสารพิษที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย (LD_{50}) หรือ lethal concentration คือ ความเข้มข้น (หน่วย ppm) ของสารพิษทำให้สัตว์ตายภายในเวลาที่กำหนด

1.12.2 การประเมินความเป็นพิษกึ่งเรื้อรัง (Subchronic test) ใช้ช่วงเวลาที่ยาวนานประมาณ 1-3 เดือน เพื่อดูผลของสารพิษที่ส่งผลต่อสุขภาพของสัตว์ โดยดูจากน้ำหนักตัว การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเลือด และการผ่าดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับอวัยวะภายในและระบบต่างๆ

1.12.3 การประเมินความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic test) คือ การให้สารพิษในปริมาณต่ำ และติดต่อกันเป็นเวลานาน เพื่อดูอาการป่วยของสัตว์อย่างช้าๆ ปกติใช้เวลาประมาณ 3-7 ปี

การประเมินความเป็นพิษต่อแมลงวัน มักจะใช้การประเมินความเป็นพิษแบบเฉียบพลันเท่านั้น การประเมินความเป็นพิษแบบกึ่งเรื้อรังหรือเรื้อรังมักจะใช้กับสัตว์มีกระดูกสันหลัง

1.13 การจำแนกระดับความเป็นพิษ³⁵

องค์การอนามัยโลกกำหนดดัชนีเพื่อจำแนกระดับความเป็นพิษของวัตถุมีพิษ สารฆ่าแมลง ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงการจำแนกระดับความเป็นพิษของวัตถุมีพิษ

ความเป็นพิษ	LD ₅₀ ทางปาก (mg/kg ,24 ชม.)	LD ₅₀ ทางผิวหนัง (mg/kg ,24 ชม.)	LC ₅₀ ทางหายใจ (ppm, 4 ชม.)
พิษสูงมาก	<5	<5	<10
พิษสูง	5-50	5-50	10-100
พิษปานกลาง	50-500	50-350	100-1,000
พิษน้อย	500-5,000	350-3,000	1,000-10,000
พิษน้อยมาก	5,000-15,000	3,000-25,000	10,000-100,000
จัดว่าไม่มีพิษ	>15,000	>25,000	>100,000

1.14 กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง³⁵

1.14.1 วิธีการผ่านเข้าลำตัวของแมลง มี 3 กลไก ได้แก่

1) การผ่านทางปากเข้าสู่ทางเดินอาหาร ในกรณีนี้สารฆ่าแมลงจะถูกกลืนปนกับอาหาร จากนั้นจึงแพร่ผ่านผนังทางเดินอาหารเข้าสู่ฮีโมลิมฟ์ ซึ่งจะเป็นตัวพาแพร่กระจายต่อไปเช่นเดียวกัน

2) การแทรกซึมผ่าน cuticle ที่ผนังลำตัวของแมลง โดย cuticle ประกอบด้วย 2 ชั้นหลัก ชั้นในประกอบด้วย glycoprotein และ chitin เรียกว่า procuticle และชั้นนอกประกอบด้วย lipid และ lipoprotein เป็นองค์ประกอบหลัก เรียกว่า epicuticle มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันในแมลงแต่ละชนิดซึ่งส่งผลต่อการต้านทานแมลงของสารฆ่าแมลง

3) การผ่านเข้าทาง spiracle เข้าสู่ tracheal system ของแมลง แล้วเข้าสู่ haemolymph ซึ่งจะเป็นตัวพาไปยังอวัยวะหรือตำแหน่งเป้าหมายในการออกฤทธิ์ หรือไปสะสมในอวัยวะหรือเนื้อเยื่อต่างๆ และอาจมี metabolism หรือการขับถ่ายออกจากร่างกาย

1.14.2 กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อระบบประสาท

1) การส่งผ่านตามสายแอกซอน (Axonic transmission) เกิดในลักษณะคลื่นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีไฟฟ้า และการส่งผ่านซินแนปส์ (synapse) อย่างรวดเร็วภายในเวลาระยะเวลาสั้นๆ เรียกการเกิดศักยขณะทำงาน (action potential)

2) การส่งผ่านซินแนปส์ (Synaptic transmission) โดยใช้สารสื่อประสาท ได้แก่ acetylcholine, gamma aminobutyric acid (GABA)

1.14.3 กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อระบบหายใจ

1) ยับยั้ง respiratory chain หรือ electron transport chain ทำให้เซลล์ขาดออกซิเจนและเซลล์ตาย

2) ยับยั้ง oxidative phosphorylation ซึ่งเป็นขบวนการสังเคราะห์ ATP จาก ADP และฟอสเฟต ทำให้ขาดการคู่ควบ (coupling) ทำให้เกิดการหายใจโดยปราศจากการสังเคราะห์ ATP

2. สารเคมีสำคัญที่พบในพืชสมุนไพร³⁶

สารเคมีในพืชมีหลายชนิด ซึ่งสารเคมีนี้มีความแตกต่างกันไปตั้งแต่ชนิด ปริมาณ คุณสมบัติ และการกระจายตัวในพืช นอกจากนี้ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมียังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น พันธุ์พืช สภาพทางภูมิศาสตร์หรือภูมิประเทศ ภูมิอากาศ การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว วิธีการหลังการเก็บเกี่ยว การถนอมอายุ การเก็บรักษา การแปรรูปหรือ

สกัด รวมถึงการสะสม การทราบสารเคมีจะช่วยให้สามารถนำสมุนไพรมาพัฒนาเป็นยา ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เครื่องสำอาง หรือผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงได้อย่างเหมาะสม สารที่ใช้กำจัดแมลงมักเป็นสารที่มีพิษ เช่น กลุ่มแอลคาลอยด์ ส่วนที่มีฤทธิ์ในการป้องกันหรือไล่แมลงมักเป็นกลุ่มสารหอมระเหย กลุ่มสารเคมีที่มีความสำคัญอาจแบ่งได้ดังนี้

2.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) ถูกสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงและเก็บอาหารสะสมของพืช สามารถใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ แบ่งเป็น 2 ชนิด

2.1.1 พวกที่เป็นน้ำตาล มี 2 ชนิด น้ำตาลเชิงเดี่ยว (Monosaccharides) และ น้ำตาลเชิงซ้อน (Oligosaccharides)

2.1.2 พวกที่ไม่ใช่น้ำตาล จะไม่มีรสหวานและไม่ละลายน้ำ แบ่งเป็น 2 ชนิด Polysaccharides เช่น แป้ง ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งมันฝรั่ง แป้งสาชู และ Polyuronides เช่น กัม

2.2 โปรตีน (Proteins) เป็นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนอยู่ในโมเลกุล เกิดจากกรดอะมิโนมาจับกันเป็นโมเลกุลใหญ่ สารประกอบกลุ่มโปรตีนใช้เป็นอาหารและใช้ด้านการรักษา เช่น ใช้เป็นสารต้านพิษ หรือเป็นสารมีพิษ ใช้รักษาโรคไขข้ออักเสบ ใช้เป็นเซรุ่มต้านพิษงู

2.3 ไขมัน (Lipids) เป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากกรดไขมันชนิดโมเลกุลยาวจับกับแอลกอฮอล์ แบ่งเป็น

2.3.1 ไขมัน (Fat) และน้ำมันไม่ระเหย (Fixed oil) ส่วนใหญ่ได้มาจากเมล็ด มักนำมาใช้เป็นอาหารและใช้ประโยชน์ด้านเภสัชกรรม

2.3.2 ขี้ผึ้งหรือแว็กซ์ (Wax) เป็นสารที่ใช้ในการเตรียมยาขี้ผึ้ง ครีม

2.4 น้ำมันหอมระเหย (Volatile oils) เป็นของเหลวที่มีกลิ่นเฉพาะตัว ส่วนมากจะมีกลิ่นหอม ระเหยได้อุณหภูมิห้อง น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญประเภท Monoterpenes, sesquiterpenes และ oxygenated derivatives

2.5 ยางไม้ (Gums) เป็นของเหนียวที่ได้จากพืช เกิดขึ้นเมื่อกรีดหรือทำให้พืชนั้นเป็นแผล

2.6 เรซินและบาลซัม (Resins and balsams) มักนำมาใช้ในทางยา

2.6.1 เรซิน เป็นสารประกอบที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนมากเปราะ แตกง่าย บางชนิดอาจนิ่ม เมื่อเผาไฟจะหลอมเหลวได้สารที่ใส ชื่น และเหนียว Oleoresin ซึ่งเป็นสารผสมระหว่างเรซินกับน้ำมันหอมระเหย เช่น ยางสน ในขณะที่ Oleo-gum-resin เป็นสารผสมระหว่างกัมและโอเลโอเรซิน เช่น มดยอบ (Myrrh)

2.6.2 บาลซัม เป็น Resinous mixture ซึ่งประกอบด้วยกรดซินนามิก (Cinnamic acid) หรือ กรดเบนโซอิก (Benzoic acid) หรือเอสเทอร์ของกรดทั้งสองชนิดนี้ เช่น Tolu balsam, กำยาน (Benzoin)

2.7 แอลคาลอยด์ (Alkaloids) เป็นสารที่มีรสขม มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ พบมากในพืชชั้นสูง มีคุณสมบัติเป็นด่าง และมักจะมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

2.8 กลัยโคไซด์ (Glycosides) เป็นสารประกอบที่มี 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นน้ำตาล (Glycone) และส่วนที่ไม่เป็นน้ำตาล (Aglycone) มาจับกันสารประเภทนี้มักนำมาใช้ประโยชน์ทางยา

2.9 แทนนิน (Tannins) เป็นสารประกอบโพลีฟีนอลซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับโปรตีนในหนังสือจะทำให้หนังสือไม่เน่าเปื่อยไปตามธรรมชาติ แทนนินมีรสฝาด

2.10 ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสารประกอบพวกโพลีฟีนอล มักจะมีสี เช่น แดง ม่วง เหลือง หรือน้ำเงิน มักจะพบในรูปกลัยโคไซด์

2.11 สเตียรอยด์ (Steroids) เป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างเช่นเดียวกับฮอร์โมน และยาต้านอักเสบ อาจแบ่งเป็น Steroidal saponins ซึ่งที่พบมักมีสูตรโครงสร้างเป็น 6 ring ในธรรมชาติพบทุกตัวในรูปของกลัยโคไซด์ นำมาใช้เป็นยาต้านการอักเสบ หรือใช้เป็นยารักษาโรคหัวใจ ในขณะที่ Triterpenoid saponins พบได้ในธรรมชาติในรูป Triterpene อีسترหรือกลัยโคไซด์ Triterpenoid saponins บางชนิดใช้เป็นยาลดความดันโลหิต

2.12 ซาโปนิน (Saponins) เป็นสารประกอบจำพวกกลัยโคไซด์ที่มีส่วน Aglycone (sapogenin) เป็นสารจำพวกสเตียรอยด์ หรือไตรเทอร์พีนอยด์ ส่วนนี้จะจับกับส่วนน้ำตาล น้ำตาลที่พบส่วนใหญ่เป็น Oligosaccharide 1-5 หน่วย ซาโปนินมีคุณสมบัติบางอย่างคล้ายสบู่ เช่น สามารถเกิดฟองหรือเขย่ากับน้ำ เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ดี

2.13 แอนทราควิโนน (Anthraquinones) เป็นสารประกอบจำพวกควิโนนที่พบมากที่สุด และมีความสำคัญที่สุด พบทั้งในรูปอิสระและในรูปกลัยโคไซด์ มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย 3-ring system เป็นสารที่มีสีแดงส้ม

3. สารออกฤทธิ์ป้องกันกำจัดแมลงจากพืชสมุนไพร³⁷

ปัจจุบันมีรายงานพบพืชกว่า 2,000 ชนิดทั่วโลกที่มีสารออกฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงแตกต่างกัน เช่น ออกฤทธิ์ไล่แมลง (Repellents) , ออกฤทธิ์ดึงดูดแมลง (Attractants), ออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลงตัวเต็มวัย (Adulticides) และออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าตัวอ่อนแมลง (Larvicides) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทของสารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงตามช่องทางที่สารเข้าทำลายได้แก่ สารประเภทกินตาย (Stomach poisons), สารประเภทสัมผัสตาย (Contact poisons) และสารประเภททำลายประสาท (Nervous poisons) เป็นต้น หรืออาจจะแบ่งตามลักษณะปฏิกิริยาที่มีผลกับแมลง ได้แก่ สารทำลายทางกายภาพ (Physical insecticides), สารที่มีพิษต่อระบบหายใจ (Respiratory insecticides), สารที่มีพิษต่อระบบประสาท (Nervous poisons), สารที่มีพิษต่อเนื้อเยื่อเฉพาะแห่ง (Protoplasmic poisons) และสารออกฤทธิ์ยับยั้งการกิน (Antifeedants) เป็นต้น

3.1 สารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงที่มาจากพืช (Botanical insecticides) ที่สำคัญ ได้แก่

3.1.1 อะซาไดแรคติน (Azadirachtin) มีฤทธิ์ฆ่าตัวอ่อนแมลง โดยยับยั้งการทำให้ไม่มีการเจริญเติบโต และมีผลต่อระดับฮอร์โมนทำให้ไม่วางไข่ สารนี้จะพบมากในสะเดาอินเดีย (Azadirachta indica)

3.1.2 นิโคติน (Nicotine) หรือยาจูน เป็นสารกลุ่มแอลคาลอยด์ (Alkaloid) เมื่อนำมาผสมกับสบู่อ่อนในน้ำร้อยละ 1 จะพ่นฉีดฆ่าแมลงได้ดี ออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายและกินตาย นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง พบสารนี้ในยาสูบ *Nicotina tabacum* และ *Nicotina rustica* ในการใช้ควรระวังเพราะระคายเคืองต่อผิวหนัง

3.1.3 โรทีโนน (Rotenone) หรือโรทีนอยด์ (Rotenoids) หรือโล่ดิน เป็นแอลคาลอยด์ชนิดหนึ่ง มีฤทธิ์แบบสัมผัสตายและกินตาย สลายตัวง่ายเมื่อถูกแสงหรือความร้อน พบในพืชหลายชนิด เช่น หางไหลแดง (*Derris elliptica*) หนอนตายอยาก (*Stemona collinsae*) และในพืชสกุล

Tephrosia ได้แก่ ครามป่า (*Tephrosia purpurea*) และด่านราชสีห์ (*Tephrosia vestita*) สารนี้มีพิษมากต่อปลา ควรใช้อย่างระมัดระวังไม่ให้แพร่กระจายลงสู่แม่น้ำลำคลอง

3.1.4 ปิเปอรีน (Piperine) เป็นแอลคาลอยด์ชนิดหนึ่ง สารชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าแมลงและสารไล่แมลง พบมากในพริกไทย (*Piper nigrum*)

3.1.5 ไพรีทรินส์ (Pyrethrine) สกัดมาจากดอกไพรีทรัม (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) ใช้กันมากในประเทศจีน ญี่ปุ่น และประเทศในแถบเปอร์เซีย ปัจจุบันพบไพรีทรินส์ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงเกือบทุกชนิด ไพรีทรินส์เป็นสารกำจัดแมลงประเภทออกฤทธิ์สัมผัสตาย และเป็นพิษต่อระบบประสาทแมลงโดยตรง แต่มีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อยมากและยังสลายตัวเร็วในสภาพแวดล้อม จึงนับว่าเป็นสารฆ่าแมลงที่ดี ต่อมาได้มีการสังเคราะห์สารที่มีคุณสมบัติคล้ายไพรีทรินส์ขึ้น และเรียกละสารกลุ่มนี้ว่าไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroids)

3.1.6 ซาโปนิน (Saponins) ใช้เป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยและสารไล่แมลง พบในพืชหลายชนิด เช่น ปอกระเจา (*Corchorus olitorius*) สลัด (Croton tiglium) และขมิ้นชัน (*Curcuma longa*)

3.1.7 ไฮยาโนเจนิกกลัยโคไซด์ (Cyanogenic glycosides) สารกลุ่มนี้มักจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงเพราะเป็นตัวยับยั้งการกิน ออกฤทธิ์แบบสัมผัส พบในพืชหลายชนิด เช่น มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta*) ขมิ้นพวง (*Kleinhovia hospita*)

3.1.8 แทนนิน (Tannins) มีฤทธิ์ต่อแมลงแบบสัมผัสตายและยับยั้งการกิน พบสารนี้ในว่านน้ำ (*Acorus calamus*) และน้อยหน่า (*Annona squamosa*)

3.1.9 ยางขาว (Latex) เป็นสารฆ่าทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย พบในมะละกอ (*Caricapapaya*)

3.1.10 น้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) พบในพืชจำพวกที่มีเหง้า ใบหรือผลที่มีกลิ่นหอม เช่น ขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) ขิง (*Zingiber officinalis*) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) ในน้ำมันหอมระเหยของพืชแต่ละชนิด จะมีสารมากมายหลายชนิดปะปนกันอยู่ สารเหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป เช่น มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ไล่แมลง หรือดึงดูดแมลง เป็นต้น อย่างไรก็ตามน้ำมันหอมระเหยมีข้อจำกัดคือ สามารถเหยได้เร็วที่อุณหภูมิห้อง หรืออุณหภูมิ

สูงเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส จึงทำให้มีความคงทนต่ำในการออกฤทธิ์ ดังนั้นในการใช้จึงต้องมาพัฒนาเป็นตำรับ เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและมีระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ยาวนานขึ้น

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของสมุนไพร

- 3.2.1 ส่วนที่ใช้ เนื่องจากส่วนต่างๆของพืชมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน
- 3.2.2 อายุเก็บเกี่ยว ต้องมีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมจึงจะได้สารที่ต้องการ
- 3.2.3 การเตรียมและการเก็บรักษา ไม่ว่าจะเป็นการล้าง ตัด ทำให้แห้ง ก็มีผลเช่นกัน
- 3.2.4 ปัจจัยภายนอก ได้แก่ ฤดูกาล ลักษณะดินและปุ๋ย

4. น้ำมันหอมระเหย³⁶

การใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยมีมาตั้งแต่สมัย 5,000 ปีก่อน ชาวอียิปต์โบราณเป็นชนชาติแรกที่มีการสกัดน้ำมันหอมระเหยมาใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง กลิ่นหอมต่างๆที่นำมาบำบัดเป็นสารสกัดที่มาจากน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติ ซึ่งมีสรรพคุณและประโยชน์มากมาย เช่น น้ำมันพริกไทย น้ำมันก้านพลู น้ำมันลาเวนเดอร์ น้ำมันสะระแหน่ เป็นต้น สามารถเข้าร่างกายได้หลายทาง ได้แก่ การสูดดม การซึมผ่านผิวหนังและการรับประทาน แต่ละชนิดมีฤทธิ์ต่อร่างกายแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับประเภทและสรรพคุณของพืชชนิดนั้น น้ำมันหอมระเหยจึงเป็นการเลือกทางการแพทย์ทางเลือกหนึ่งป้องกันและรักษาโรคหรืออาการเจ็บป่วยที่ไม่ร้ายแรงทั้งร่างกายและจิตใจได้เป็นอย่างดี

4.1 ความหมายของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย (Essential Oils) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น มักมีกลิ่นหอมและระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง พืชเหล่านี้จะมีต่อมหรือท่อที่สร้างกักเก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ โดยสามารถพบได้ตามส่วนต่างๆของพืชหอม ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด เป็นต้น โดยระดับน้ำมันหอมระเหยที่พบในพืชแต่ละชนิดจะมีตั้งแต่ 0.01% ถึง 10% ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีกว่า 100 ชนิด นอกจากพืชจะให้กลิ่นหอมแล้วบางชนิดอาจทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น เกิดอาการระคายเคืองหรือเกิดอาการเป็นพิษ

4.2 แหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันสกัดที่ได้จากส่วนต่างๆของพืช ได้แก่ ดอก ผล เปลือกผล เมล็ด ใบ ราก ลำต้นใต้ดิน เนื้อไม้ หรือเปลือกไม้ พืชเหล่านี้จะมีบริเวณพิเศษทำหน้าที่เก็บสะสมสารที่มีกลิ่น ได้แก่

4.2.1 เซลล์น้ำมัน (oil cells) หรือเซลล์เรซิน (resin cells) พบในพืชวงศ์อบเชย พืชวงศ์ขิง พืชวงศ์พริกไทย และพืชวงศ์วงศ์จันทน์เทศ

4.2.2 โพรงเก็บน้ำมัน (oil cavities) หรือถุงน้ำมัน (oil sacs) พบในพืชวงศ์ส้มและพืชวงศ์ชมพู

4.2.3 ช่องเก็บน้ำมัน (oil canals) หรือช่องเก็บเรซิน (resin canals) พบได้ในพืชวงศ์ผักชีและพืชวงศ์สน

4.2.4 ท่อเก็บน้ำมัน (oil ducts) พบในพืชวงศ์ Asteraceae เช่น คาโมไมล์

4.2.5 Glandular hairs พบในพืชวงศ์กระเพรา

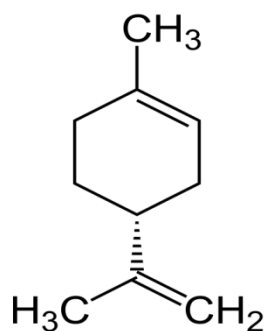
4.2.6 Internal hairs พบในพืชวงศ์กล้วยไม้

4.2.7 บริเวณเนื้อเยื่อต่างๆ รอบพาเรไคมา (parenchyma) หรือ indiblast พบในพืชวงศ์จำปา

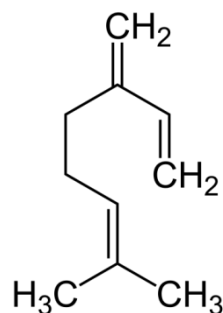
4.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารประกอบที่มีส่วนผสมซับซ้อน แต่ละชนิดประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด ส่วนใหญ่มักจะเป็นสารประกอบจำพวกเทอร์พีนส์ (terpenes) สูตรโดยทั่วไปคือ $(C_5H_8)_n$ สามารถแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้ 3 ประเภท ดังนี้

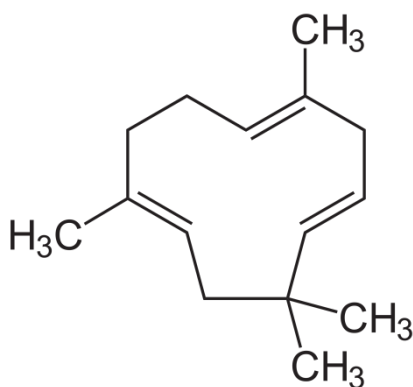
4.3.1. โมโนเทอร์พีนส์ (Monoterpenes) มีอะตอมของคาร์บอนเป็นโครงสร้างหลัก 10 อะตอม เกิดจากการนำ isoprene 2 ตัวมาเชื่อมต่อกัน มีทั้งสารเรียงตัวแบบเป็นวง เช่น limonene พบมากในน้ำมันมะนาวและน้ำมันผิวส้ม และเรียงตัวแบบไม่เป็นวง เช่น β -myrcene , linalool น้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการกระตุ้นระบบประสาท ระงับเชื้อและขับเสมหะ นอกจากนี้ยังพบว่า มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งและชักนำให้เกิด apoptosis ได้อีกด้วย



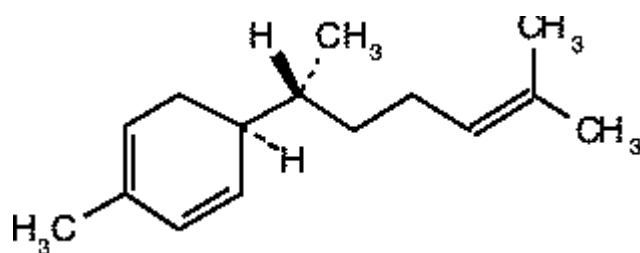
limonene

 β -myrceneรูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของ limonene และ β -myrcene

4.3.2 เซสควิเทอร์พีนส์ (Sesquiterpenes) มีอะตอมของคาร์บอนเป็นโครงสร้างหลัก 15 อะตอม เกิดจากการนำ isoprene 3 ตัวมาเชื่อมกัน เช่น สาร β -caryophyllene พบมากใน น้ำมันฝรั่ง สาร zingiberene พบมากในน้ำมันสกัดจากพืชตระกูลขิง สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติด้านการอักเสบ ช่วยผ่อนคลาย



Humulene



Zingiberene

รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของ Humulene และ Zingiberene

4.3.3 ฟีนิลโพรเพน (Phenylpropenes) มีโครงสร้างหลักเป็นวงอะโรมาติก (aromatic ring) ต่อกับอะตอมของคาร์บอน 3 อะตอม เช่น สาร Eugenol/Cinnamic aldehyde พบในน้ำมันหอมระเหยจากก้านพลู อบเชยจีน อบเชยลังกามีคุณสมบัติต้านแบคทีเรีย และชาเฉพาะที่ สาร Anethole/Estragole พบได้ในน้ำมันหอมระเหยจากต้นจันทน์เทศ (nutmeg) โหระพา (sweet basil) เป็นต้น มีคุณสมบัติแก้อาการเกร็ง

4.4 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยเคมีหลายชนิดแตกต่างกันไป ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี สามารถทำได้หลายวิธี ที่นิยมมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่

4.4.1 แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography) เป็นวิธีที่นิยมในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีมากที่สุด คอลัมน์ที่นิยมใช้เป็นแบบ capillary ภายในบรรจุและเคลือบด้วยเฟสนิ่ง (stationary phase) เช่น DB-1, Carbowax, OV-1, OV-101 เป็นต้น ในการเลือกชนิดของเฟสนิ่งเป็นสิ่งสำคัญมากเพราะจะมีประสิทธิภาพในการแยกสารและการวิเคราะห์ ถ้าเลือกไม่เหมาะสมอาจเกิดผิดพลาดและวิเคราะห์ได้ยาก เครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ FID (The Flame Ionization Detector) ใช้ในการตรวจวัดปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี

4.2.2 High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เป็นเทคนิคที่มาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย แต่ไม่นิยม ส่วนใหญ่ใช้คอลัมน์ชนิด normal phase

4.2.3 การใช้เทคนิค Hyphenated และ Multidimensionnal Gas Chromatography Hyphenated หรือ Multidimensionnal เป็นวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเกิดขึ้นเมื่อไม่นาน เป็นการนำเทคนิคตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย อาจนำเครื่องมือชนิดเดียวกันมาต่อพ่วงเข้าด้วยกัน เช่น GC-MS เป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุด เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันผลที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งแรกด้วย GC-FID

4.2.4 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างของสารในน้ำมันหอมระเหย โดยดูจากการดูดกลืนพลังงานเรโซแนนซ์ของอะตอมของโปรตอนของคาร์บอนในโมเลกุลของสารนั้นๆ

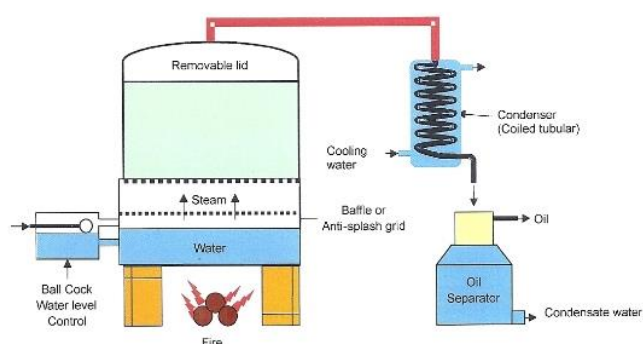
4.5 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย (Methods of Extraction)

4.5.1 การกลั่น (Distillation)

เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นวิธีที่ประหยัด สามารถใช้แยกน้ำมันหอมระเหยได้เกือบทุกชนิด สิ่งที่สำคัญในการกลั่น คือ ระยะเวลาและอุณหภูมิ เพราะจะส่งผลถึงคุณภาพและกลิ่นของน้ำมันได้ การกลั่นมี 3 วิธี

1) การกลั่นด้วยน้ำ (water distillation / hydro distillation) นิยมใช้กับพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีไม่สลายตัวเมื่อถูกความร้อน โดยการนำพืชที่ต้องการกลั่นมาใส่ในหม้อกลั่นแล้วเติมน้ำจนท่วมพืช ต้มน้ำจนเดือด เมื่อน้ำเดือดระเหยเป็นไอ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยที่อยู่เนื้อเยื่อพืชออกมา เมื่อผ่านเครื่องควบแน่น ไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยจะควบแน่นเป็นของเหลว ได้เป็นน้ำมันหอมระเหยที่แยกออกจากกัน ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ในกรณีที่กลั่นพืชในจำนวนมากๆ ความร้อนในหม้อกลั่นจะไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดการไหม้หรือสลายตัวขององค์ประกอบบางชนิด ทำให้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยเปลี่ยนไป หรืออาจมีกลิ่นของภาชนะติดมาด้วย ในกรณีกลั่นพืชน้อยๆสามารถทำได้โดยใช้ชุดกลั่นเครื่องแก้ว เรียกว่า ชุดกลั่นชนิด Clevenger

2) การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) นิยมใช้กับพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีสลายตัวเมื่อถูกความร้อนโดยตรง ทำได้โดยการนำพืชที่ต้องการกลั่นมาวางบนตะแกรงที่อยู่เหนือหม้อต้มน้ำ ให้ความร้อนจนน้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยแล้วควบแน่นกลับมาเป็นน้ำกับน้ำมันหอมระเหย การกลั่นโดยวิธีนี้ อาจเรียกว่า wet steam พืชที่ใช้วิธีการกลั่นโดยวิธีนี้จะมีคุณภาพดีกว่าชุดแรก

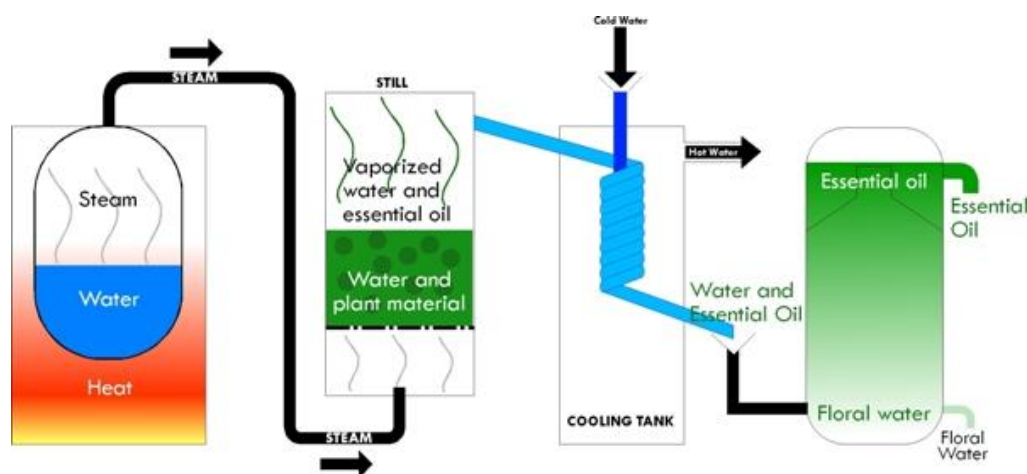


รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

ที่มา ; <http://www.nascentnaturals.com/blog/wp-content/uploads/2015/04/water-steam-distiller.jpg>

3) การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) ทำได้โดยการนำพืชที่ต้องการกลั่นมาวางบนตะแกรงที่อยู่เหนือหม้อกลั่นให้ผ่านความร้อนจากไอน้ำ ไอน้ำจะเป็นตัวพาน้ำมันหอมระเหย

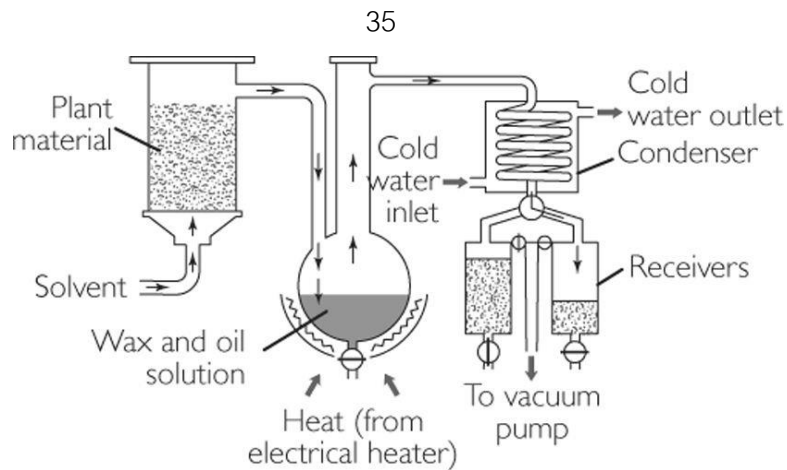
ในพืชระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว ข้อดีของวิธีนี้ คือ ใช้เวลากลั่นสั้นและน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีคุณภาพและปริมาณสูงกว่า 2 วิธีแรก พืชที่ไม่เหมาะสมในการกลั่นด้วยวิธีนี้คือ ส่วนของพืชที่มีลักษณะบาง เช่น กลีบกุหลาบ ควรใช้วิธีสกัดโดยใช้ไขมันจะเหมาะสมกว่า



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ

ที่มา ; <http://www.nenonatural.com/uploads/7/7/0/8/7708949/3690476.jpg?496>

4.5.2 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent extraction) วิธีนี้จะทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูง โดยตัวทำละลายที่นิยมใช้ ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เบนซีนหรือเฮกเซน ซึ่งจะสกัดจากพืชออกมา ซึ่งจะมีไซ สารสีและแอลบูมินออกมาด้วย นำสารสกัดที่ได้ไประเหยไล่ตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิต่ำภายใต้ระบบสุญญากาศ จะได้ส่วนที่เรียกว่า concrete นำไปใช้ในการแต่งกลิ่นสบูได้ แต่ไม่นิยมมาทำน้ำหอมเพราะยังไม่บริสุทธิ์เพียงพอ วิธีนี้โรงงานอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอาหารไม่นิยมนำไปใช้ เพราะมีสารพิษตกค้างอยู่



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ที่มา ; <https://img.tfd.com/mosbycam/thumbs/500227-fx23.jpg>

4.5.3 การบีบหรือการบีบเย็น (Expression/Cold expression) วิธีนี้มักใช้กับพืชตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะกรูด ส้มโอ โดยการนำเปลือกของผลไม้มาทำให้เซลล์ของพืชแตกแล้วปล่อยน้ำออกมา เนื่องจากสกัดด้วยวิธีไม่ใช้ความร้อน ทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นใกล้เคียงกับพืชสด ข้อเสีย คือ น้ำมันที่ได้จะปริมาณน้อยและไม่บริสุทธิ์

4.5.4 การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage) วิธีนี้มักใช้กับดอกไม้กลีบบางจำพวกกุหลาบ และดอกมะลิ โดยการนำดอกไม้มาวางทับกระดาษที่เคลือบด้วยไขมันสัตว์บางๆ เพื่อให้ไขมันดูดซับสารหอมจากดอกไม้ โดยใช้เวลา 1-3 วัน กระบวนการนี้จะทำซ้ำๆจนกว่าไขมันดูดซับสารหอมเพียงพอ ไขมันที่ดูดซับสารหอมเรียกว่า pomade นำไปละลายแอลกอฮอล์ก็ได้น้ำมันหอมระเหย การผลิตน้ำมันหอมระเหยมักจะสกัดด้วยวิธีมากกว่า 10%

4.5.5 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ (Super-critical carbon dioxide extraction) วิธีการนี้เป็นวิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยแบบใหม่ ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบของเหลวและแก๊ส ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง ใช้ความดันประมาณ 200 atm ที่อุณหภูมิ 30°C น้ำมันหอมระเหยจะมีคุณภาพดีและความบริสุทธิ์สูง ข้อเสีย คือ เครื่องมือมีราคาแพง

4.6 ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย³⁶

น้ำมันหอมระเหยสามารถเข้าร่างกาย 3 วิธี คือผ่านทางผิวหนัง ผ่านทางการสูดดม และการรับประทาน หลังจากที่เราเข้าไปในร่างกายจะถูกดูดซึมมีผลต่อระบบต่างๆในร่างกาย

4.6.1 ฤทธิ์ต่อระบบประสาท น้ำมันหอมระเหยมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและส่วนนอก โดยส่งผลกระทบต่อระบบประสาททำให้รู้สึกตื่นตัว มีกำลัง สดชื่น นิยมมาใช้กับผู้ป่วยอาการซึมเศร้า รู้สึกหดหู่ อ่อนเพลีย น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ ได้แก่ น้ำมันมะลิ น้ำมันโรสแมรี่ น้ำมันมะนาว

4.6.2 ฤทธิ์ต้านจุลชีพ (Antimicrobial effects)

1) ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย มีองค์ประกอบสำคัญประเภทสารประกอบฟีนอล สารประกอบแอลดีไฮด์ สารประกอบแอลกอฮอล์ สารประกอบเอสเทอร์และสารประกอบคีโตน โดยสาร terpenoids จะยับยั้งการทำงานของผนังเซลล์ของเชื้อโดยการส่งผ่านอิเล็กตรอน การเคลื่อนย้ายโปรตีนตลอดจนปฏิกิริยาต่างๆของเอนไซม์ทำให้เซลล์ตายได้

2) ฤทธิ์ต้านเชื้อรา มีสารประกอบแอลดีไฮด์ ได้แก่ น้ำมันเทียนสัตตบงกช น้ำมันเทียนข้าวเปลือก น้ำมันทีทรี น้ำมันข้าวเปลือก

3) ฤทธิ์ต้านไวรัส องค์ประกอบสำคัญได้แก่ anethole , β -caryophyllene , carvone เป็นต้น ได้แก่ น้ำมันอบเชยจีน น้ำมันอบเชยลังกา น้ำมันอบเชยสระแนะ

4.6.3. ฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหาร น้ำมันหอมระเหยได้มาจากพืชในวงศ์กระเพรา เช่น กระเพรา โหระพา สระแนะ พืชวงศ์ผักชีและพืชวงศ์ส้ม

4.6.4 ฤทธิ์ต่อระบบทางเดินหายใจ ช่วยละลายเสมหะ ขับเสมหะ แก้ไอ บรรเทาอาการคัดจมูก ช่วยลดการคั่ง องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติละลายเสมหะ ได้แก่ สารพวกคีโตน เช่น carvone , menthone ได้แก่ น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันสน น้ำมันสระแนะ

4.6.5 ฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อและข้อต่อ น้ำมันหอมระเหยจะทำหน้าที่เพิ่มการไหลเวียนของเลือดบริเวณที่มีเลือดคั่งอยู่ ทำให้ลดอาการบวมหรืออักเสบ องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ azulene , chamazulene เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยได้แก่ น้ำมันคาโมไมล์ น้ำมันสระแนะ น้ำมันสน น้ำมันยูคาลิปตัส

4.6.6 ฤทธิ์ต่อระบบไหลเวียนเลือด หัวใจและหลอดเลือด ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนส่งผลทำให้หัวใจและสมองทำงานได้ดี ได้แก่ น้ำมันกุหลาบ น้ำมันกานพลู น้ำมันโรสแมรี่ เป็นต้น

ช่วยลดอาการไมเกรน ทำให้หลอดเลือดขยาย บางชนิดลดความดันเลือดในผู้ที่มีภาวะเครียดได้ คือ น้ำมันลาเวนเดอร์ น้ำมันกระดังงา น้ำมันดอกส้ม เป็นต้น

4.6.7 ฤทธิ์ต่อระบบต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน น้ำมันหอมบางชนิดทำงานคล้ายฮอร์โมนในร่างกาย เช่น น้ำมันข้าวเปลือก น้ำมันเสจ ช่วยทำให้เซลล์ผิวหนังมีความชุ่มชื้น ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) เราสามารถนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการบำบัดอาการผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนเพศได้

4.7 ชนิดน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการวิจัย

4.7.1 น้ำมันหอมระเหยจากสะระแหน่

1) ข้อมูลทั่วไปของสะระแหน่

ชื่อวิทยาศาสตร์ ; *Mentha Piperita*

Family ; Lamiaceae

ชื่อสามัญ ; สะระแหน่

ชื่อภาษาอังกฤษ ; Peppermint

สารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงวัน คือ Menthol³⁸

คุณสมบัติสำคัญ เป็นส่วนประกอบทางยา เครื่องสำอาง และช่วยในการแต่งกลิ่นอาหาร³⁶

2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาเปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยจากพืช 20 ชนิดในการกำจัดระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน พบว่า ตะไคร้ สะระแหน่ ลาเวนเดอร์ ที่ความเข้มข้น 10% ของ ethyl alcohol (ตัวทำละลายในการสกัด) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการทำแมลงวันสลบที่ 30 และ 60 นาที และผลการศึกษาใน 24 ชั่วโมงหลังจากการได้รับน้ำมันหอมระเหย พบว่า ทำให้แมลงวันตาย 100% และมีค่า $LC_{50} = 2.22, 2.62, 3.26$ นาที่ตามลำดับ³⁰

ผลการศึกษาเปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับลาเวนเดอร์ต่อแมลงวันบ้านในระยะตัวหนอน พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากสะระแหน่มี LC_{50}, LC_{75} ในน้ำมันหอมระเหยจากสะระแหน่ 2.5% (225 ppm), 3% (270 ppm) และลาเวนเดอร์ 3% (264 ppm), 4 %

(352 ppm) ตามลำดับ สรุปได้ว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่มีพิษต่อแมลงวันมากกว่าลาเวนเดอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งน้ำมันหอมระเหยจากทั้งสองชนิดมีผลต่อระยะตัวหนอน, ดักแด้ และการกลายเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันโดยทำให้มีการผิดปกติของสัณฐานวิทยา (Morphology)³⁹

ผลการศึกษาเปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่, ตะไคร้, ยูคาลิปตัส และส้มต่อการกำจัดแมลงวันบ้าน (*Musca Domestica*) และยุง (*Anopheles stephensi*) ในระยะตัวหนอนพบว่า สะระแหน่มีผลต่อการกำจัดแมลงวันบ้านและยุงในระยะตัวหนอนมากที่สุด โดยมี $LC_{50} = 0.66 \text{ ul/cm}^2$ และ 44.66 ul/cm^2 เรียงตามลำดับ⁴⁰

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบการใช้น้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์ (Lavender ; *Lavandula angustifolia* Mill.), สะระแหน่ (peppermint ; *Mentha piperita* L.) เจอเรเนียม (geranium; *Geranium maculatum* L.), มะกรูดเหลือง (bergamot ; *Citrus bergamia* Risso), พามาโรซ่า (palmarosa ; *Cymbopogon martini*) และ ยูคาลิปตัส (eucalyptus ; *Eucalyptus globulus* Labill.) ต่อผีเสื้อกลางคืนอินเดีย (India meal moth ; *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) ด้วยวิธีการรม (Fumigant) ผลพบว่า ความเป็นพิษของ eucalyptus > peppermint > geranium = lavender > bergamot > palmarosa และมีเวลาตาย (killing time) จาก eucalyptus เท่ากับ 8.34 นาที⁴¹

ผลการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหย 4 ชนิดได้แก่ สะระแหน่กลิ่นตะไคร้ (*Mentha pulegium* L.), สเปียร์มินท์ (spearmint ; *Mentha spicata* L., สะระแหน่ (peppermint ; *Mentha Piperita* L.) และยี่ห่วย (caraway ; *Cuminum cyminum* L.) ต่อหนอนกระทู้ดำ (Hufnagel; *Anarta trifolii*) ด้วยวิธีการรม (Fumigant toxicity) พบว่า สะระแหน่กลิ่นตะไคร้มีพิษต่อหนอนกระทู้ดำระยะที่ 2,3 มากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ $0.14, 0.80 \mu\text{L/L air}$, and LC_{90} of 0.88 and $9.14 \mu\text{L/L air}$ เรียงตามลำดับ โดยวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญโดยการทำ GC-MS analysis (Gas chromatography-mass spectrometry analysis) ของสะระแหน่กลิ่นตะไคร้ คือ pulegone (63.88%)⁴²

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 11 ชนิดได้แก่ โหระพา (basil ; *Ocimum basilicum*), มะกรูดเหลือง (bergamot ; *Citrus bergamia*), ตากานพลู

(clove bud ; *Syzygium aromaticum*), ตะไคร้หอม citronella (*Cymbopogon winterianus*), creeping thyme (*Thymus serpyllum*), lavender (*Lavandula angustifolia*), lemon-scented gum (*Corymbia citriodora*), marjoram (*Origanum majorana*), สะระแหน่ (peppermint ; *Mentha piperita*) spearmint (*M. spicata*), and red thyme (*Thymus vulgaris*) ในการไล่เห็บ ลีวาย อเมริกัน พบว่าที่ความเข้มข้น 1 % clove bud , creeping thyme , red thyme มี ประสิทธิภาพดีที่ในการไล่เห็บลีวาย อเมริกัน ผลไล่แมลงได้ 83, 82, 68 % ของจำนวนเห็บทั้งหมด⁴³

4.7.2 น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน

1) ข้อมูลทั่วไปของตะไคร้บ้าน

ชื่อวิทยาศาสตร์ ; *Cymbopogon Flexuosus*

Family ; Poaceae

ชื่อสามัญ ; ตะไคร้บ้าน

ชื่อภาษาอังกฤษ Lemon Grass

สารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงวัน คือ geranial²⁶

คุณสมบัติที่สำคัญ ได้แก่ ช่วยในการขับลม แก้อาการท้องเสีย ลดการติดเชื้อของระบบประสาท ใช้เป็นสารปรุงแต่งอาหารและเครื่องสำอาง³⁶

2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านสามารถกำจัดมอดแป้งได้ โดยมีองค์ประกอบหลักคือ citral (43.80%), z -citral (18.93%), geranyl acetate (5.27%) และ trans -geraniol (3.66%)⁴⁴

ผลการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านสามารถกำจัดปลาดุกเงินโดยไปยับยั้งปลาดุกเงินได้ โดยมีองค์ประกอบหลัก คือ alpha-citral (48.90%), beta-citral (37.47%) and heptene-one <6-methyl-5> (2.67%)⁴⁵

ผลการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหย 11 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยสเปียร์มินท์ (spearmint ; *Mentha spicata* L.), สะระแหน่ (peppermint ; *Mentha Piperita* L.), ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon Flexuosus* (Nees ex Steud.) W. Watson), ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.), มะตูม (*Aegle marmelos* L.), สนฮิมารายัน (*Cedrus deodara* Roxb.),

Southern Cone Marigold (*Tagetes minuta*), หอมแขก (*Murraya koenigii*), House mint (*Mentha longifolia* L.), หญ้าแฝก (*Chrysopogon zizanioides* L.) และการบูร (*Cinnamomum camphora*) ต่อการกำจัดไรแดงสองจุด (twospotted spider mite ; *Tetranychus urticae* Koch.) ในห้องปฏิบัติการ โดยจะทำการทดสอบพิษจากการรมควัน (fumigation toxicity) และฤทธิ์ในการขับไล่ (Repellent activity) ในการทดสอบแรกคือ การทดสอบพิษจากการรมควัน (fumigation toxicity) โดยใช้น้ำมันหอมระเหย 5 ความเข้มข้น ได้แก่ 5,10,20,50 และ 100 mg/L/air และนับจำนวนการตายที่เวลา 8, 16 และ 20 ชม. พบว่า น้ำมันหอมระเหย House mint (*Mentha longifolia* L.) เกิดพิษต่อไรแดงสองจุด (twospotted spider mite ; *Tetranychus urticae* Koch.) มากที่สุด ($LC_{50} = 11.08$ mg/L air) ตามด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ (peppermint ; *Mentha Piperita* L.) ($LC_{50} = 15.86$ mg/L air) , น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon Flexuosus* (Nees ex Steud.) W. Watson) ($LC_{50} = 17.23$ mg/L air) และน้ำมันหอมระเหยหญ้าแฝก (*Chrysopogon zizanioides* L.) ($LC_{50} = 18.82$ mg/L air) ส่วนการทดสอบที่สอง การทดสอบฤทธิ์ในการขับไล่ (Repellent activity) โดยใช้ น้ำมันหอมระเหย 2 ความเข้มข้น ได้แก่ 5,000 และ 10,000 mg/L air และดูผลการขับไล่ไรแดงสองจุดหลังจากผ่านไป 1 ชม. พบว่า ที่ความเข้มข้น 5,000 mg/L air พบว่า น้ำมันหอมระเหยว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.), สะระแหน่ (peppermint ; *Mentha Piperita* L.) การบูร (*Cinnamomum camphora*) และตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon Flexuosus* (Nees ex Steud.) W. Watson) มีเปอร์เซ็นต์ในการขับไล่ที่สูงที่สุด คือ 100% , 100% , 96.67% และ 86.67% ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่มีเปอร์เซ็นต์ในการขับไล่ที่น้อยที่สุด คือ สนฮิมารายัน (*Cedrus deodara* Roxb.) คือ 66.67% และที่ความเข้มข้น 10,000 mg /L air น้ำมันหอมระเหยว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.), สะระแหน่ (peppermint ; *Mentha Piperita* L.) และตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon Flexuosus* (Nees ex Steud.) W. Watson) มีเปอร์เซ็นต์ในการขับไล่มากที่สุดถึง 100% ส่วนน้ำมันหอมระเหยสนฮิมารายัน (*Cedrus deodara* Roxb.) และ มะตูม (*Aegle marmelos* L.) มีเปอร์เซ็นต์การขับไล่ที่น้อยที่สุด คือ 76.67% ⁴⁶

ผลการศึกษาฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายของน้ำมันหอมระเหย 12 ชนิด พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายได้เป็นอันดับ 3 รองจาก โหระพา และอบเชยจีนตามลำดับ และค่า LC_{50} ของโหระพาต่อลูกน้ำยุงลาย เท่ากับ 62.8 ppm²⁹

4.7.3 น้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดเขียว

1) ข้อมูลทั่วไปของมะกรูดเขียว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus Hystrix*

Family Rutaceae

สารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงในน้ำมันหอมระเหยคือ citronellal⁴⁷

ใบ → Beta-citronellal 66.85% ,beta-citronellol (6.59%), linalool (3.90%) และ citronellol (1.76%)⁴⁷

2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยของใบมะกรูดเขียว เป็นพิษต่อ หนอนกระทู้ผัก โดยมีค่า $LD_{50} = 26.748 \text{ ul/g}$ ⁴⁹

ผลการศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อการทนต่อสาร pyrethroid และติดต่อของ *Aedes aegypti* ในน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่รับประทานได้พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูดมี beta-pinene (22.54%), d-limonene (22.03%) และ terpinene-4-ol (17.37%)⁴⁷

ผลการศึกษาการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเขียวในการขับไล่มอด ยาสู่ทุกระยะของการเจริญเติบโต ด้วยวิธีการรม (Fumigant toxicity) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเขียวมีส่วนประกอบหลักคือ citronella 86.43 % มีฤทธิ์ในการขับไล่มอดยาสู่ทุกระยะไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น ผลการมอดยาสู่ด้วยน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดเขียว ที่ความเข้มข้น 60 ppm มี 98.75% (pupae), 93.75% (eggs), 86.25% (adults) and 76.25% (larvae) และ LC_{50} เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ 45.76 , 47.56 ppm, 43.42 ppm, 31 และ 29.63 ppm ในระยะตัวหนอน ตัวเต็มวัย ไข่ และดักแด้ตามลำดับ⁴⁹

ผลการศึกษาการใช้สารสกัดจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ ใบมะกรูด พริก และ ขมิ้น ในการกำจัดแมลงในข้าวกล้องโดยเก็บในถุง LLDPE ใน 4 เดือน ผลพบว่า พบเฉพาะด้วงงวง ข้าวสารและพบใน ใบมะกรูด พริก และขมิ้น ดังนี้ 137.0 ± 4.08 , 56.0 ± 3.27 , 3.67 ± 0.82 และ 2.0 ± 0.0 ตัว/100กรัม ตามลำดับ⁵⁰

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

1.วัสดุอุปกรณ์ (Instrumental and inventory suppliers)

- 1.1 กรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 30×30×30 เซนติเมตร



รูปภาพที่3.1 กรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 30×30×30 เซนติเมตร
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

- 1.2 กรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 3.5 ×3.5×10 เซนติเมตร



รูปภาพที่3.2 กรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 3.5 ×3.5×10 เซนติเมตร
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

- 1.3 กล่องเลี้ยงแมลงขนาด 12×15×6 เซนติเมตร
- 1.4 กระดาษกรอง (filter paper; Whatman, England) เบอร์ 1 ขนาด 1×1 นิ้ว

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* และสารผสมของน้ำมันหอมระเหยทั้งสามชนิดในอัตราส่วน 1:1 ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (laboratory colony) ด้วยวิธีการรม (fumigation) ดัดแปลงจากวิธีการของ Rice และ Coats (1994)³¹ โดยใช้แมลงวันบ้านตัวเต็มวัยอายุ 3 วัน จำนวนทั้งสิ้น 1,080 ตัว (เพศผู้ 540 ตัว และเพศเมีย 540 ตัว) ในแต่ละการทดลองใช้แมลงวันเพศเดียวกันจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม จำแนกเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 12 กลุ่ม (แมลงวันกลุ่มควบคุมเพศผู้ จำนวน 6 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่มควบคุมเพศเมีย จำนวน 6 กลุ่ม) และกลุ่มทดลองจำนวน 24 กลุ่ม (แมลงวันกลุ่มทดลองเพศผู้ จำนวน 12 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่มทดลองเพศเมีย จำนวน 12 กลุ่ม) ทำการบันทึกการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวัน เมื่อระยะเวลาผ่านไปครบในนาที่ที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที และภายหลังจาก 24 ชั่วโมง ของระยะเวลาการทดสอบ โดยพิจารณาจากการสังเกตแมลงวันทั้งกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมียที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบ หรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber การประเมินประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ที่ใช้ในการทดสอบต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ในการศึกษาครั้งนี้ พิจารณาจากอัตราการตายที่เกิดขึ้นของแมลงวันกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับแมลงวันกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ Chi's Square test (ค่าความเชื่อมั่น 95%) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยมีการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 6 ชุดการทดลอง ได้แก่

การทดลองชุดที่ 1 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ (ความเข้มข้น 200 และ 600 μ l/l air)

การทดลองชุดที่ 2 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน (ความเข้มข้น 200 และ 600 μ l/l air)

การทดลองชุดที่ 3 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว (ความเข้มข้น 200 และ 600 $\mu\text{l/l}$ air)

การทดลองชุดที่ 4 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ในอัตราส่วน 1 : 1 (ความเข้มข้น 200 และ 600 $\mu\text{l/l}$ air)

การทดลองชุดที่ 5 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1 : 1 (ความเข้มข้น 200 และ 600 $\mu\text{l/l}$ air)

การทดลองชุดที่ 6 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1 : 1 (ความเข้มข้น 200 และ 600 $\mu\text{l/l}$ air)
สำหรับผลของการศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* (ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว (ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศผู้สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นในจำนวนสูงสุดที่ระยะเวลา 10-15 นาที ของการทดสอบ โดยแมลงวันบ้านเพศผู้เริ่มสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 10 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 17 ตัว ตะไคร้บ้าน 3 ตัว และมะกรูดเขียว 19 ตัว) การสลบหรือการตายจะเกิดขึ้นสูงอย่างต่อเนื่องไปจนถึงระยะเวลา 15 นาที ของการทดสอบ (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 12 ตัว ตะไคร้บ้าน 19 ตัว และมะกรูดเขียว 10 ตัว) ซึ่งต่างจากช่วงระยะเวลาที่ 5 และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการสลบหรือการตายของแมลงวันบ้านเพศผู้ที่เกิดขึ้นในนาทีที่ 10 และ 15 ไม่พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผลของการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ระยะเวลา 10 นาที พบว่าแมลงวันบ้านเพศผู้มีการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นในจำนวนน้อยและจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดภายในระยะเวลา 15 นาที ต่างจากผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และ

มะกรูดเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.1 และแผนภูมิที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

จำนวนแมลงวันบ้านเพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					
	0	5	10	15	20	ทั้งหมด
200 $\mu\text{l/l}$ air						
สะระแหน่	0	0	17	12	1	30
ตะไคร้บ้าน	0	0	3	19	8	30
มะกรูดเขียว	0	0	19	10	1	30
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว (ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศเมียสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นในจำนวนสูงสุดที่ระยะเวลา 10 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 8 ตัว ตะไคร้บ้าน 1 ตัว และมะกรูดเขียว 10 ตัว) และ 15 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 19 ตัว ตะไคร้บ้าน 8 ตัว และมะกรูดเขียว 18 ตัว) ของการทดสอบ เช่นเดียวกับแมลงวันบ้านเพศผู้ แต่แมลงวันบ้านเพศเมียจะมีการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นช้ากว่า โดยมีจำนวนแมลงวันที่มีการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 15 นาที มากกว่าที่ระยะเวลา 10 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) ส่วนผลของการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน พบว่า ยังคงให้ผลการ

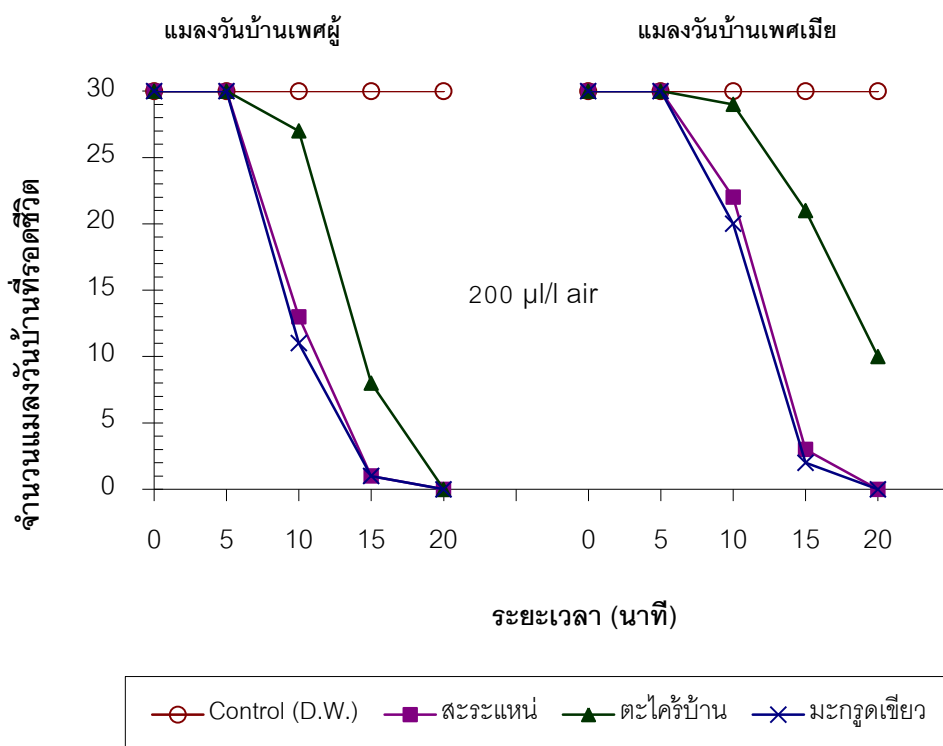
ทดสอบไปในทิศทางเดียวกันกับแมลงวันบ้านเพศผู้ กล่าวคือ ที่ระยะเวลา 10 นาที แมลงวันบ้านเพศเมียมีการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นจำนวนน้อยและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องภายในระยะเวลา 15-20 นาที ต่างจากผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.2 และแผนภูมิที่ 4.1)

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

จำนวนแมลงวันบ้านเพศเมียที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					
	0	5	10	15	20	ทั้งหมด
200 $\mu\text{l/l}$ air						
สะระแหน่	0	0	8	19	3	30
ตะไคร้บ้าน	0	0	1	8	11	30
มะกรูดเขียว	0	0	10	18	2	30
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0

สำหรับผลของการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว (ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย ภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ โดยพิจารณาจากการสังเกตแมลงวันกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองเพศที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบ หรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber พบว่า น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้มากกว่าแมลงวันบ้านเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) โดยแมลงวันบ้านเพศผู้มีอัตราตายเกิดขึ้นภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของ

การทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 25 ตัว ตะไคร้บ้าน 20 ตัว และมะกรูดเขียว 27 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่แมลงวันบ้านเพศเมียมีอัตราการตายเกิดขึ้นจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 12 ตัว ตะไคร้บ้าน 7 ตัว และมะกรูดเขียว 11 ตัว ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย ภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าให้ผลการทดสอบในลักษณะเดียวกันกับผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น กล่าวคือ แมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียมีอัตราการตายต่ำกว่าผลของการทดสอบประสิทธิภาพด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.3)



แผนภูมิที่ 4.1 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita* ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* (ความเข้มข้น 200 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)

ตารางที่ 4.3 อัตราการตายของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย จากการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยและสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita* ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 200 และ 600 $\mu\text{l/l}$ air) โดยวิธีการรม (fumigation) หลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)

สารทดสอบ/น้ำมันหอมระเหย (ความเข้มข้น: $\mu\text{l/l}$ air)	อัตราการตายของแมลงวันหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง	
	แมลงวันเพศผู้ (30 ตัว)	แมลงวันเพศเมีย (30 ตัว)
200 $\mu\text{l/l}$ air:		
สารควบคุม (น้ำกลั่น)	0 ^a	0 ^a
สะระแหน่	25 ^b	12 ^b
ตะไคร้บ้าน	20 ^c	7 ^c
มะกรูดเขียว	27 ^b	11 ^b
สะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน (1:1)	24 ^b	12 ^b
สะระแหน่ + มะกรูดเขียว (1:1)	28 ^b	15 ^b
ตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว (1:1)	26 ^b	13 ^b
600 $\mu\text{l/l}$ air:		
สารควบคุม (น้ำกลั่น)	0 ^a	0 ^a
สะระแหน่	30 ^b	29 ^b
ตะไคร้บ้าน	27 ^b	27 ^b
มะกรูดเขียว	30 ^b	30 ^b
สะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน (1:1)	27 ^b	27 ^b
สะระแหน่ + มะกรูดเขียว (1:1)	30 ^b	30 ^b
ตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว (1:1)	30 ^b	28 ^b

* a, b, c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Chi's Square test, $P < 0.05$) โดยในแต่ละการ

ทดลองใช้แมลงวันเพศเดียวกันจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม จำแนกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (จำนวนตัวอย่างแมลงวันทั้งหมด = 30 ตัว/กลุ่ม)

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M.*

piperita, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* (ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว (ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศผู้สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 5 นาทีแรกของการทดสอบ (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 13 ตัว, ตะไคร้บ้าน 2 ตัว และมะกรูดเขียว 14 ตัว) และการสลบหรือการตายของแมลงวันบ้านเพศผู้แมลงวันบ้านเพศผู้จะเกิดขึ้นอย่างมากภายในระยะเวลา 10 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 14 ตัว ตะไคร้บ้าน 21 ตัว และมะกรูดเขียว 14 ตัว) ต่างจากผลการทดสอบในช่วงระยะเวลาที่ 15 และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) ซึ่งการสลบหรือการตายของแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้ในการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยระดับความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ที่ระยะเวลา 5 นาที ให้ผลเร็วกว่าการทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการสลบหรือการตายของแมลงวันบ้านเพศผู้ที่เกิดขึ้นในนาทีที่ 5 จากการทดสอบประสิทธิภาพด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน พบว่าแมลงวันบ้านเพศผู้มีการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นจำนวนน้อยและจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดภายในระยะเวลา 10 นาที ต่างจากผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.4 และแผนภูมิที่ 4.2)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่, ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว (ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย พบว่า น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียว สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศผู้สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 5 นาทีแรกของการทดสอบ ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน (น้ำมันหอม

ระเหยสะระแห่น 3 ตัว, ตะไคร้บ้าน 0 ตัว และมะกรูดเขียว 4 ตัว) อย่างไรก็ตาม น้ำมันหอมระเหย ทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศเมียสลบหรือมีการตาย เกิดขึ้นในจำนวนสูงสุดที่ระยะเวลา 10 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแห่น 17 ตัว, ตะไคร้บ้าน 14 ตัว และมะกรูดเขียว 18 ตัว) และรองลงมาคือที่ระยะเวลา 15 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแห่น 8 ตัว ตะไคร้บ้าน 11 ตัว และมะกรูดเขียว 8 ตัว) เช่นเดียวกับแมลงวันบ้านเพศผู้ ต่างจากช่วง ระยะเวลาที่ 5 และ 20 นาที ของการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) ทั้งนี้การใช้น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air จะมีประสิทธิภาพ ในการทำให้แมลงวันบ้านเพศเมียสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นมากกว่าที่ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายในระยะเวลา 10 และ 15 นาที ของการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.5 และแผนภูมิที่ 4.2)

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลังการรม ด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

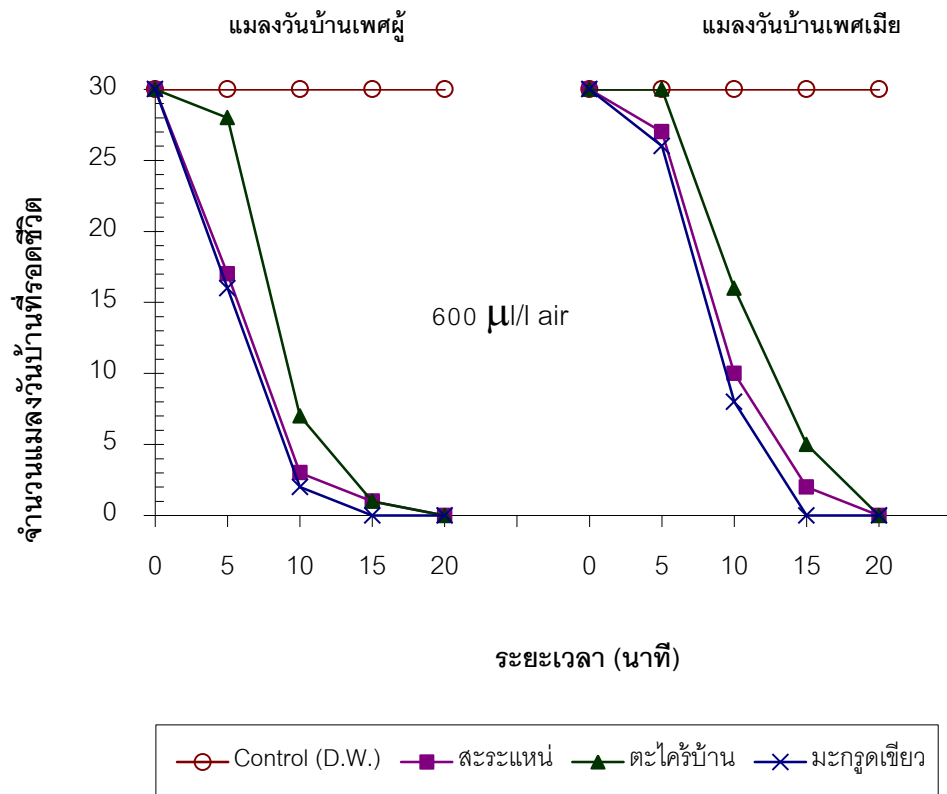
จำนวนแมลงวันบ้านเพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					
	0	5	10	15	20	ทั้งหมด
600 $\mu\text{l/l}$ air						
สะระแห่น	0	13	14	2	1	30
ตะไคร้บ้าน	0	2	21	6	1	30
มะกรูดเขียว	0	14	14	2	0	30
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0

จากการสังเกตแมลงวันบ้าน *M. domestica* กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองเพศที่ไม่ มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบ หรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber ภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย

สระระแห่น, ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว ที่ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air พบว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้นดังกล่าว มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้ และแมลงวันบ้านเพศเมียได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน โดยแมลงวันบ้านเพศผู้มีอัตราการตายเกิดขึ้นภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหย สระระแห่น 30 ตัว, ตะไคร้บ้าน 27 ตัว และมะกรูดเขียว 30 ตัว ในขณะที่แมลงวันบ้านเพศเมียมีอัตราการตายเกิดขึ้นจากผลการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยสระระแห่น 29 ตัว, ตะไคร้บ้าน 27 ตัว และมะกรูดเขียว 30 ตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยสระระแห่น, ตะไคร้บ้าน และมะกรูดเขียว ที่ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air และ 200 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้านเพศเมีย พบว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air มีผลทำให้แมลงวันบ้านเพศเมียมีอัตราการตายสูงกว่าที่ระดับความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air ภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรวมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

จำนวนแมลงวันบ้านเพศเมียที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					
	0	5	10	15	20	ทั้งหมด
600 $\mu\text{l/l}$ air						
สระระแห่น	0	3	17	8	2	30
ตะไคร้บ้าน	0	0	14	11	5	30
มะกรูดเขียว	0	4	18	8	0	30
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0



แผนภูมิที่ 4.2 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* (ความเข้มข้น 600 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรวม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหย

สะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ใน อัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 200 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย

การทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน, สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น

200 µl/l air ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ พบว่า สารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศผู้สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นในจำนวนสูงสุดที่ระยะเวลา 10 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 17 ตัว, ตะไคร้บ้าน 20 ตัว และ มะกรูดเขียว 18 ตัว) และรองลงมาคือที่ระยะเวลา 15 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 12 ตัว, ตะไคร้บ้าน 7 ตัว และมะกรูดเขียว 10 ตัว) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + มะกรูดเขียว ที่ความเข้มข้น 200 µl/l air สามารถทำให้แมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้เริ่มสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 5 นาที แรกของการทดสอบ และมีจำนวนของแมลงวันเพศผู้ที่สลบหรือเกิดการตายขึ้นสูงสุดที่ระยะเวลา 10 นาที (20 ตัว) ต่างจากช่วงเวลาที่ 5 (2 ตัว), 15 (7 ตัว) และ 20 นาที (1 ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.6 และแผนภูมิที่ 4.3)

การทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน, สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 200 µl/l air ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศเมียเริ่มสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 10 นาที ของการทดสอบเช่นเดียวกับแมลงวันบ้านเพศผู้ แต่แมลงวันบ้านเพศเมียจะมีการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) จำนวนของแมลงวันบ้านเพศเมียที่เกิดการสลบหรือมีการตายสูงสุดเกิดขึ้นที่ระยะเวลา 15 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 10 ตัว ตะไคร้บ้าน 18 ตัว และมะกรูดเขียว 10 ตัว) และรองลงมาคือที่ระยะเวลา 10 นาที (น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ 5 ตัว, ตะไคร้บ้าน 10 ตัว และมะกรูดเขียว 8 ตัว) ของการทดสอบ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าสารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่ + มะกรูดเขียว ที่ความเข้มข้น 200 µl/l air สามารถทำให้แมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศเมียสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นสูงสุดที่ระยะเวลา 15 นาที (18 ตัว) ต่างจากช่วงระยะเวลาที่ 5 (0 ตัว), 15 (10 ตัว) และ 20 นาที (10 ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.7 และแผนภูมิที่ 4.3)

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลังการรวมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 200 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

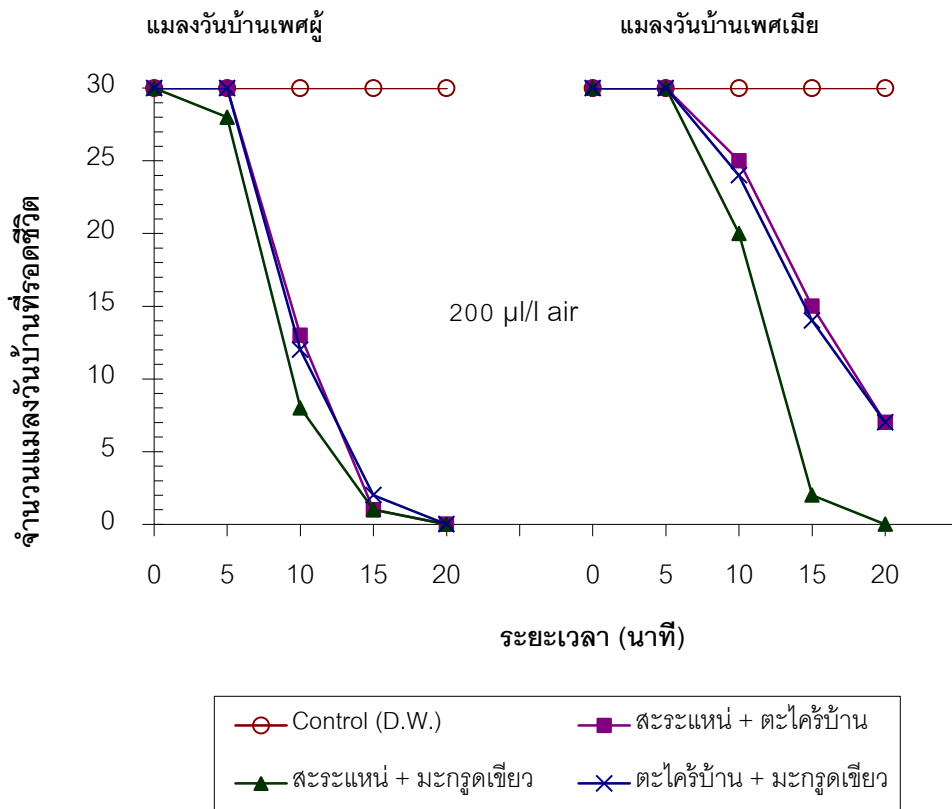
จำนวนแมลงวันบ้านเพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 200 µl/l air	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					
	0	5	10	15	20	ทั้งหมด
สะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน	0	0	17	12	1	30
สะระแหน่ + มะกรูดเขียว	0	2	20	7	1	30
ตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว	0	0	18	10	2	30
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0

ผลของการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน, สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 200 µl/l air ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย ภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ โดยพิจารณาจากการสังเกตแมลงวันกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองเพศที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบหรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber พบว่า สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 200 µl/l air มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้มากกว่าแมลงวันบ้านเพศเมีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) โดยแมลงวันบ้านเพศผู้มีอัตราตายเกิดขึ้นภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 24 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 28 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว (อัตราส่วน 1:1) 25 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่แมลงวันบ้านเพศเมียมีอัตราตายเกิดขึ้นจากผลการ

ทดสอบด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 12 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 15 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว (อัตราส่วน 1:1) 13 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรวมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 200 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

จำนวนแมลงวันบ้านเพศเมียที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 200 µl/l air	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					
	0	5	10	15	20	ทั้งหมด
สะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน	0	0	5	10	8	23
สะระแหน่ + มะกรูดเขียว	0	0	10	18	2	30
ตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว	0	0	6	10	7	23
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0



แผนภูมิที่ 4.3 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 200 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหย

สะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 600 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย

การทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น

600 µl/l air ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ พบว่า สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศผู้สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นอย่างมากภายในระยะเวลา 5 นาทีแรกของการทดสอบ (สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 11 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 16 ตัว และ ตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว 11 ตัว และมีจำนวนแมลงวันบ้านเพศผู้ที่สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นใกล้เคียงที่ระยะเวลา 10 นาที ของการทดสอบ (สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 17 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 12 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว 17 ตัว ซึ่งต่างจากผลการทดสอบที่ระยะเวลา 15 นาที และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 200 µl/l air และ 600 µl/l air พบว่า สารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 600 µl/l air สามารถทำให้แมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้เกิดการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลาสั้นกว่าที่ระดับความเข้มข้น 200 µl/l air อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.8 และแผนภูมิที่ 4.4)

ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย หลังการรวมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 600 µl/l air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

จำนวนแมลงวันบ้านเพศผู้ที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					ทั้งหมด
	0	5	10	15	20	
600 µl/l air						
สะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน	0	11	17	2	0	30
สะระแหน่ + มะกรูดเขียว	0	16	12	2	0	30
ตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว	0	11	17	2	0	30
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0

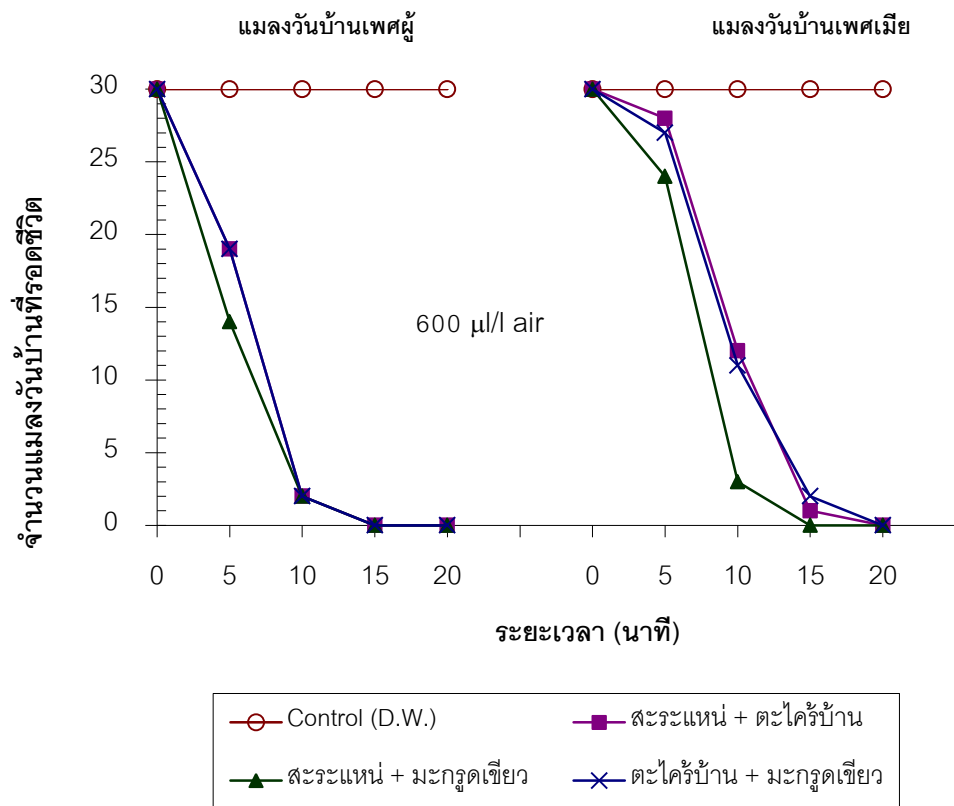
การทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย พบว่า สามารถทำให้แมลงวันบ้านเพศผู้สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 5 นาทีแรกของการทดสอบ (สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 2 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 6 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว 3 ตัว โดยมีจำนวนของแมลงวันบ้านเพศเมียที่สลบหรือมีการตายเกิดขึ้นสูงสุดที่ระยะเวลา 10 นาที (สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 16 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 21 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว 16 ตัว) และรองลงมาคือที่ระยะเวลา 15 นาที (สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 11 ตัว, สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 3 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว 9 ตัว ของการทดสอบ ทั้งนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air พบว่า สารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air สามารถทำให้แมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศเมียเกิดการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นภายในระยะเวลาสั้นกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระยะเวลา 10 นาที ของการทดสอบ จะมีจำนวนของแมลงวันบ้านเพศเมียที่เกิดการสลบหรือมีการตายเกิดขึ้นมากกว่าที่ระดับความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.9 และแผนภูมิที่ 4.4)

การทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย ภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของการทดสอบ โดยพิจารณาจากการสังเกตแมลงวันกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้งสองเพศที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบหรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber พบว่า สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน, สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมีย ไม่แตกต่างกันอย่างมี

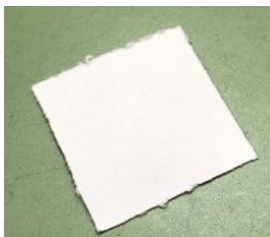
นัยสำคัญทางสถิติ โดยแมลงวันบ้านเพศผู้มีอัตราตายเกิดขึ้นภายหลังจากระยะเวลา 24 ชั่วโมงของการทดสอบด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 27 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 30 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว 30 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่แมลงวันบ้านเพศเมียมีอัตราตายเกิดขึ้นจากผลการทดสอบด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน 27 ตัว สะระแหน่ + มะกรูดเขียว 30 ตัว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว 28 ตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน สะระแหน่ + มะกรูดเขียว และตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ที่ระดับความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air พบว่า สารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air สามารถทำให้แมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศเมียมีอัตราการตายสูงกว่าที่ระดับความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวนแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศเมียที่มีการสลบหรือตาย หลังการรมด้วยสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ที่ระยะเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที

จำนวนแมลงวันบ้านเพศเมียที่มีการสลบหรือตาย (ตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว/กลุ่ม)						
น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น	ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)					
	0	5	10	15	20	ทั้งหมด
600 $\mu\text{l/l}$ air						
สะระแหน่ + ตะไคร้บ้าน	0	2	16	11	1	30
สะระแหน่ + มะกรูดเขียว	0	6	21	3	0	30
ตะไคร้บ้าน + มะกรูดเขียว	0	3	16	9	2	30
น้ำกลั่น (Control)	0	0	0	0	0	0



แผนภูมิที่ 4.4 จำนวนแมลงวันที่รอดชีวิตจากการทดสอบประสิทธิภาพสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* ในอัตราส่วน 1:1 (ความเข้มข้น 600 µl/l air) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยวิธีการรวม (fumigation) ที่ระยะเวลา 5,10,15 และ 20 นาที (จำนวนตัวอย่างแมลงวัน = 30 ตัว)



รูปภาพที่ 3.3 กระดาษกรอง (filter paper; Whatman, England) เบอร์ 1 ขนาด 1×1 นิ้ว

(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

- 1.5 กล่องพลาสติกขนาด 20×20×20 เซนติเมตร
- 1.6 Fumigation chamber (ขวดแก้วใสซึ่งมีความจุของอากาศปริมาตร 1 ลิตร และมีอุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศติดตั้งอยู่ภายในที่บริเวณฝาปิด)
- 1.7 เทอร์โมมิเตอร์
- 1.8 ลำลี
- 1.9 หลอดทดลองขนาด 13×100 มิลลิเมตร

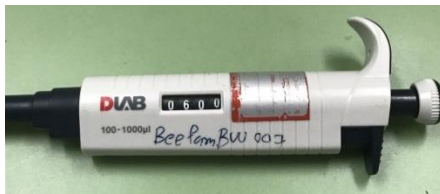


รูปภาพที่ 3.4 แสดงหลอดทดลองขนาด 13 ×100 มิลลิเมตร

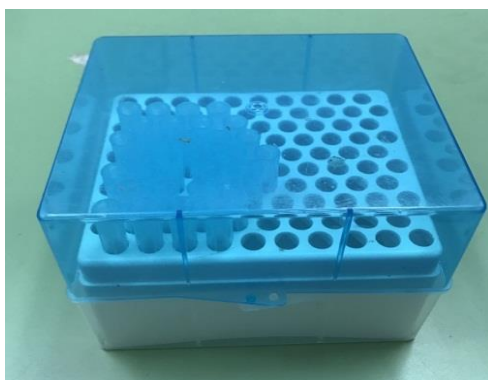
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

1.10 Forcep

1.11 Micropipette p1000 และ Plastic tip



ก.



ข.

รูปภาพที่ 3.5 แสดง ก. Micropipette p1000 และ ข. Plastic tip
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

1.12 ไฟฉาย

2. สารเคมีที่ใช้ (Chemicals)

2.1 น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*



รูปภาพที่ 3.6 แสดงน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

2.2 น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน *C. citratus*



รูปภาพที่ 3.7 แสดงน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน *C. citratus*
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

2.3 น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว *C. hystrix*



รูปภาพที่ 3.8 แสดงน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว *C. hystrix*
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

- 2.4 สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita* กับตะไคร้บ้าน *C. citratus*
(อัตราส่วน 1:1)
- 2.5 สารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita* กับมะกรูดเขียว *C. hystrix*
(อัตราส่วน 1:1)
- 2.6 สารผสมของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน *C. citratus* กับมะกรูดเขียว *C. hystrix*
(อัตราส่วน 1:1)

2.7 น้ำกลั่น

3. อาหารสัตว์ทดลอง (Animal test food)

สารละลายน้ำตาล 10% ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเพื่อเสริม

4. ตัวอย่างศึกษา (Specimens)

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* และสารผสมของน้ำมันหอมระเหยทั้งสามชนิดในอัตราส่วน 1:1 ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (laboratory colony) ด้วยวิธีการรม (fumigation) ดัดแปลงจากวิธีการของ Rice และ Coats (1994)³¹ โดยใช้แมลงวันบ้านตัวเต็มวัยอายุ 3 วัน จำนวนทั้งสิ้น 1,080 ตัว (เพศผู้ 540 ตัว และเพศเมีย 540 ตัว) แต่ละการทดลองจะใช้แมลงวันเพศเดียวกันจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม ซึ่งจำแนกเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 12 กลุ่ม (แมลงวันกลุ่มควบคุมเพศผู้ จำนวน 6 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่มควบคุมเพศเมีย จำนวน 6 กลุ่ม) และกลุ่มทดลองจำนวน 24 กลุ่ม (แมลงวันกลุ่มทดลองเพศผู้ จำนวน 12 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่มทดลองเพศเมีย จำนวน 12 กลุ่ม) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยมีรายละเอียดของการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 6 ชุดการทดลอง ดังนี้

4.1.1 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita* ที่ความเข้มข้น 200 µl/l air และ 600 µl/l air ต่อระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวนแมลงวันที่ใช้ในการศึกษา 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

4.1.2 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน *C. citratus* ที่ความเข้มข้น 200 µl/l air และ 600 µl/l air ต่อระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวนแมลงวันที่ใช้ในการศึกษา 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

4.1.3 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว *C. hystrix* ที่ความเข้มข้น 200 µl/l air และ 600 µl/l air ต่อระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวนแมลงวันที่ใช้ในการศึกษา 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

4.1.4 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita* กับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน *C. citratus* (อัตราส่วน 1:1) ที่ความเข้มข้น 200 µl/l air และ 600 µl/l air ต่อระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวนแมลงวันที่ใช้ในการศึกษา 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

4.1.5 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita* กับน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว *C. hystrix* (อัตราส่วน 1:1) ที่ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวนแมลงวันที่ใช้ในการศึกษา 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

4.1.6 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน *C. citratus* กับน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว *C. hystrix* (อัตราส่วน 1:1) ที่ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวนแมลงวันที่ใช้ในการศึกษา 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

4.2 การได้มาของจำนวนตัวอย่างแมลงวัน 1,080 ตัว ใช้การอ้างอิงตามเอกสารบทความทางวิชาการของ Rice และ Coats (1994)³¹: Rice PJ, Coats JR. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and Southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). J Econ Entomol 1994; 87: 1172-9. ซึ่งในแต่ละการทดลองจะใช้แมลงวันเพศเดียวกันจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม และทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ทำให้ได้จำนวนรวมของตัวอย่างแมลงวันที่ใช้ทำการศึกษาในแต่ละกลุ่มการทดลองเท่ากับ 30 ตัว สอดคล้องกับการอ้างอิงจำนวนของตัวอย่างที่เหมาะสมตามหลักการทางสถิติ ซึ่งได้กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กที่สุดที่จะทำการวิเคราะห์ทางสถิติใดๆ เป็นจำนวน $n = 30$ เนื่องจากเป็นจำนวนน้อยที่สุดที่มีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นโค้งปกติได้และสามารถให้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีความคาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่าที่ยอมรับได้ โดยโค้งปกตินั้นสามารถแจกแจงข้อเท็จจริงที่ได้ค่อนข้างดี (fairly) แม้จะใช้สถิติที่ไม่จำเป็นต้องใช้การกระจายแบบโค้งปกติ⁵¹

5.วิธีการทดลอง (Methodology)

5.1 การเตรียมระยะดักแด้ของแมลงวันบ้าน *M. domestica*

5.1.1 แมลงวันบ้าน *M. domestica* ที่ใช้ในการศึกษาได้จากสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการซึ่งทำการเพาะเลี้ยง ณ ห้องปฏิบัติการเลี้ยงแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับระยะดักแด้ของแมลงวันเตรียมได้จากการนำตบหมุสดน้ำหนักประมาณ 40 กรัม หั่นเป็นชิ้นบาง 2-3 ชิ้น ใส่ในจานแก้วใส (petri dish) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. เพื่อใช้เป็นเหยื่อล่อให้แมลงวันเพศเมียวางไข่ นำจานแก้วที่ใส่ตบหมุสด

ไปวางในกรงเลี้ยงแมลงขนาด $30 \times 30 \times 30$ เซนติเมตร ซึ่งมีแมลงวันเพศผู้และเพศเมียเลี้ยงอยู่รวมกันเพศละ 50 ตัว แมลงวันบ้านเพศเมียแต่ละตัวที่พร้อมในการวางไข่จะวางไข่ครั้งละประมาณ 120-150 ฟอง

5.1.2 เมื่อสังเกตพบการวางไข่เกิดขึ้นให้ใช้ฟูกันขนาดเล็ก (เบอร์ 4) จุ่มน้ำกลั่นพอชุ่ม ทำการเคลื่อนย้ายไข่ของแมลงวันประมาณ 300 ฟอง โดยแบ่งไข่ของแมลงวันบ้านออกเป็น 3 ชุด ชุดประมาณละ 100 ฟอง ใส่ในจานแก้วใสที่มีดัดหมุดขึ้นเป็นขึ้นบาง 3-5 ชั้น (หรือประมาณ 100 กรัม) เพื่อเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อน จากนั้นนำจานแก้วที่มีไข่แมลงวันแต่ละชุดแยกวางลงในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด $12 \times 15 \times 6$ เซนติเมตร จำนวน 3 กล่อง ปิดฝากล่องเลี้ยงให้สนิทเพื่อป้องกันตัวอ่อนที่เลี้ยงไว้ออกมาจากกล่อง โดยฝาของกล่องเลี้ยงจะถูกเจาะเป็นรูสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้างประมาณสามในสี่ส่วนของพื้นที่ฝากล่องและปิดบริเวณที่เจาะด้วยผ้าโปร่งเนื้อละเอียดเพื่อช่วยให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก นำกล่องเลี้ยงตัวอ่อนวางในกรงเลี้ยงแมลงวันสังเกตการเจริญเติบโตและเติมดัดหมุดประมาณ 40 กรัม ในจานอาหารทุกวัน เพื่อให้ตัวอ่อนแมลงวันใช้เป็นแหล่งอาหาร

5.1.3 เมื่อตัวอ่อนของหนอนแมลงวันเติบโตเข้าสู่ระยะก่อนดักแด้ (prepupa) ซึ่งสังเกตจากการที่ตัวอ่อนแมลงวันไม่กินอาหารและมีการเคลื่อนไหวน้อยลงอย่างมาก ให้ทำการลดปริมาณอาหารโดยนำดัดหมุดออกจากกล่องเกือบทั้งหมดและเหลือไว้เล็กน้อยสำหรับตัวอ่อนบางตัวที่ยังต้องการอาหารอยู่ เมื่อตัวอ่อนเจริญเป็นดักแด้ทั้งหมดให้นำดัดหมุดที่เหลือออกจากกล่อง ทั้งนี้การเจริญเติบโตของแมลงวันบ้านจากระยะไข่ ตัวอ่อน (หนอนแมลงวัน) จนกลายเป็นดักแด้จะใช้ระยะเวลาประมาณ 5 วัน สำหรับการเจริญจากระยะดักแด้เป็นแมลงวันตัวเต็มวัยจะใช้ระยะเวลาประมาณ 3-5 วัน โดยมีอัตราการเจริญของดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80-90 ขั้นตอนการเลี้ยงแมลงวันตามวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นดัดแปลงจากวิธีการเลี้ยงแมลงวันในห้องปฏิบัติการของ Haskell (1990)⁵⁰

5.2 การขนส่งระยะดักแด้ของแมลงวันบ้าน *M. domestica*

ระยะดักแด้ของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ที่เกิดขึ้นภายในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด $12 \times 15 \times 6$ เซนติเมตร จำนวน 3 กล่อง ตามวิธีการเลี้ยงดังกล่าวข้างต้น จะมีจำนวนดักแด้ของแมลงวันโดยรวมทั้งหมดประมาณ 250-300 ตัว ซึ่งจะถูกเตรียมการขนส่งจากห้องปฏิบัติการเลี้ยงแมลงวัน ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่มายังห้องปฏิบัติการ BS 3108 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยในแต่ละ

ครั้งของชุดการทดลองตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนการศึกษา จะใช้แมลงวันตัวเต็มวัยอายุ 3 วัน ที่เจริญเติบโตมาจากระยะดักแด้ดังกล่าว ชุดละ 180 ตัว เป็นแมลงวันเพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว สำหรับอัตราการเจริญของดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัยตามปกติจะมีอัตราไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80-90 (จำนวนระยะดักแด้ของแมลงวันที่ถูกจัดส่งในแต่ละครั้งประมาณ 250-300 ตัว) รายละเอียดของขั้นตอนการนำส่งมีดังนี้

5.2.1 เปิดฝากล่องเลี้ยงแมลงขนาด $12 \times 15 \times 6$ เซนติเมตร ทั้ง 3 กล่อง ซึ่งแต่ละกล่องจะมีระยะดักแด้ของแมลงวันบ้าน *M. domestica* อยู่ประมาณกล่องละ 100 ตัว จากนั้นใช้ล้าลีชนิดก้อนบรรจุลงในกล่องเลี้ยงแมลงให้เต็มกล่องเพื่อเป็นวัสดุป้องกันการกระทบกระเทือนที่อาจเกิดขึ้นกับระยะดักแด้ จากนั้นปิดฝากล่องให้สนิท แล้วใช้กระดาษกาปิดทับรอยต่อระหว่างฝากล่องและตัวกล่องพลาสติกให้สนิทอีกครั้ง

5.2.2 ใช้วัสดุกันกระแทกห่อหุ้มกล่องเลี้ยงแมลงที่มีระยะดักแด้ของแมลงวันบรรจุอยู่ภายในทั้ง 3 กล่อง อีกครั้ง โดยเว้นพื้นที่บริเวณฝากล่องที่ถูกเจาะเอาไว้เพื่อช่วยให้มีการถ่ายเทของอากาศได้สะดวก จากนั้นนำกล่องเลี้ยงแมลงทั้ง 3 กล่อง ดังกล่าว บรรจุลงในกล่องพัสดุซึ่งมีขนาดที่เหมาะสมและมีวัสดุกันกระแทกบรรจุอยู่ภายในกล่องพัสดุ จากนั้นปิดผนึกพร้อมทั้งติดป้ายระบุชื่อ ที่อยู่ และหมายเลขโทรศัพท์ ของผู้ฝากส่งและผู้รับปลายทางให้เรียบร้อย

5.2.3 เคลื่อนย้ายกล่องพัสดุซึ่งภายในมีกล่องเลี้ยงแมลงที่มีระยะดักแด้ของแมลงวันบรรจุอยู่ด้วยความระมัดระวังเพื่อนำไปฝากส่งพัสดุภัณฑ์ทางรถโดยสารปรับอากาศ โดยมีต้นทางจากสถานีเดินรถนครชัยแอร์ เชียงใหม่ (อาเขต) เลขที่ 179 ถ. แก้วนารัฐ ต. ในเมือง อ. เมือง จ. เชียงใหม่ ถึงปลายทาง ณ ศูนย์บริการลูกค้านครชัยแอร์ สาขาชลบุรี เลขที่ 87/3 ม. 8 ถ. สุขประยูร ต. บ้านสวน อ. เมือง จ. ชลบุรี ใช้ระยะเวลาในการขนส่งประมาณ 10 ชั่วโมง

หมายเหตุ: สามารถเคลื่อนย้ายกล่องพัสดุภัณฑ์ที่มีระยะดักแด้ของแมลงวันบรรจุอยู่ภายใต้อุณหภูมิและสภาวะแวดล้อมทั่วไปตามปกติ เนื่องจากระยะดักแด้ของแมลงวันสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและตามสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป โดยระยะดักแด้ของแมลงวันจะมีโครงสร้างที่เป็นเปลือกแข็งภายนอกที่มีความแข็งแรง ทั้งนี้ตัวอ่อนที่อยู่ภายในจะมีการหายใจผ่านทางรูอากาศ (peritreme) บริเวณส่วนท้ายของลำตัวและเป็นช่วงระยะการเจริญเติบโตของแมลงซึ่งไม่ต้องการอาหารและน้ำในการดำรงชีวิต

5.2.4 เมื่อระยะดักแด้ของแมลงวันถูกนำส่งมาถึงศูนย์บริการลูกค้านครชัยแอร์ สาขาชลบุรีแล้ว จากนั้นติดต่อขอรับพัสดุภัณฑ์เพื่อนำกลับมายังห้องปฏิบัติการ BS 3108 ภาควิชา

ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคล เมื่อถึงห้องปฏิบัติการ BS 3108 เปิดฝากล่องเลี้ยงเพื่อนำสำลีชนิดก้อนที่ใส่ไว้สำหรับป้องกันการกระทบกระเทือนออก นำกล่องเลี้ยงแมลงที่มีระยะดักแด้ของแมลงวันบรรจุอยู่ไปวางในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 30×30×30 เซนติเมตร ด้วยความระมัดระวัง และเลี้ยงแมลงวันตัวเต็มวัยภายใต้อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% ระหว่างนั้นให้สังเกตเป็นระยะๆ รอคจนกระทั่งระยะดักแด้ของแมลงวันเจริญเติบโตเป็นแมลงวันตัวเต็มวัยซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 3 วัน

5.2.5 เมื่อพบแมลงวันตัวเต็มวัยเกิดขึ้นภายในกรงเลี้ยง ให้นำสารละลายน้ำตาล 10% ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อมใส่ในกรงเลี้ยงเตรียมไว้เป็นอาหารสำหรับแมลงวันตัวเต็มวัยเลี้ยงแมลงวันตัวเต็มวัยภายใต้อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของแมลงวัน และแยกเพศของแมลงวันภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากที่ได้สังเกตพบแมลงวันระยะตัวเต็มวัยออกมาจากดักแด้และมีการเคลื่อนที่หรือเกาะพักอยู่ภายในกรงเลี้ยง

5.2.6 แมลงวันบ้านตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเลี้ยงตามขั้นตอนดังกล่าวเมื่อมีอายุครบ 3 วัน จึงถูกนำไปใช้ทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

5.3 การแยกเพศของแมลงวันบ้าน *M. domestica*

5.3.1 ขั้นตอนการแยกเพศของแมลงวันบ้าน *M. domestica* ตัวเต็มวัย เริ่มต้นจากการนำระยะดักแด้ของแมลงวัน ซึ่งบรรจุอยู่ในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 12×15×6 เซนติเมตร ไปใส่ไว้ในกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 30×30×30 เซนติเมตร ภายใต้อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% เปิดฝากล่องออกและทำการสังเกตเป็นระยะๆ รอคจนกระทั่งสังเกตเห็นระยะดักแด้เจริญเป็นแมลงวันตัวเต็มวัยซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 3 วัน เนื่องจากระยะดักแด้ของแมลงวันที่เตรียมไว้สำหรับการศึกษาดังกล่าวได้มาจากการเจริญเติบโตของไข่ในชุดเดียวกัน ดังนั้นตัวเต็มวัยของแมลงวันส่วนใหญ่มีการดันตัวออกจากดักแด้ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน

5.3.2 เมื่อตัวเต็มวัยของแมลงวันดันตัวออกมาจากระยะดักแด้อย่างสมบูรณ์ (eclosion) และพบว่าการเคลื่อนที่หรือเกาะพักอยู่ภายในกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 30×30×30 เซนติเมตร ให้แยกเพศของแมลงวันภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากที่ได้แมลงวันตัวเต็มวัยออกจากระยะดักแด้และมีการเคลื่อนที่หรือเกาะพักอยู่ภายในกรงเลี้ยง

5.3.3 การแยกเพศของแมลงวันบ้านสังเกตได้จากลักษณะตาของตาแมลงวัน ซึ่งมีลักษณะเป็นตาประกอบ (compound eye) ขนาดใหญ่ 1 คู่ ตั้งอยู่หน้าสุดค่อนไปทางส่วนบนของหัว ตาประกอบทั้งสองข้างของแมลงวันเพศผู้จะอยู่ชิดกัน (holoptic) ส่วนแมลงวันเพศเมียตาทั้งสองข้างจะอยู่ห่างกัน (dichoptic) เนื่องจากตาประกอบของแมลงวันบ้านมีขนาดใหญ่และสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน จึงช่วยให้ทำการจำแนกเพศของแมลงวันระหว่างเพศผู้และเพศเมียได้ง่ายด้วยตาเปล่าจากลักษณะตาภายนอก

5.3.4 วิธีการเคลื่อนย้ายแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมียจากกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 30×30×30 เซนติเมตร เพื่อเลี้ยงแมลงวันแยกตามเพศผู้และเพศเมียในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 12×15×6 เซนติเมตร ทำได้โดยการหันกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงวันขนาด 30×30×30 เซนติเมตร เข้าหาบริเวณที่มีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์หรือหลอดไฟ จะทำให้สามารถสังเกตเห็นลักษณะตาประกอบของแมลงวันเพศผู้และเพศเมียผ่านผ้าโปร่งสีขาวของกรงเลี้ยงได้ง่ายด้วยตาเปล่า ใช้มือข้างหนึ่งถือหลอดทดลองขนาด 13×100 มิลลิเมตร ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการดักแมลง โดยสอดหลอดทดลองเข้าไปทางช่องเปิดของกรงเลี้ยงพร้อมกับสังเกตแมลงวันที่เกาะพักอยู่บนผนังด้านในของกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงซึ่งหันเข้าหาบริเวณที่มีแสงสว่างว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย จากนั้นดักครอบแมลงวันที่ละตัวด้วยหลอดทดลอง

5.3.5 เมื่อแมลงวันบินเข้าไปอยู่ในหลอดทดลองเรียบร้อยแล้วให้ใช้ปลายนิ้วหัวแม่มือหรือสำลีสอดก่อนปิดปากหลอดทดลอง หลังจากนั้นค่อยๆ ดึงมือที่ถือหลอดทดลองออกมาจากกรงเลี้ยง ตรวจดูลักษณะตาประกอบของแมลงวันที่อยู่ในหลอดทดลองอีกครั้งเพื่อยืนยันความถูกต้องของเพศแมลงวัน นำแมลงวันไปถ่ายใส่ในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 12×15×6 เซนติเมตร โดยแยกใส่กล่องเลี้ยงจำแนกตามเพศผู้และเพศเมียจนครบจำนวนกล่องละ 30 ตัว เพื่อไม่ให้เกิดความแออัด หลังจากนั้นให้สารละลายน้ำตาล 10% ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อมเป็นอาหาร และเลี้ยงแมลงวันภายใต้บรรยากาศที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% เมื่อแมลงวันตัวเต็มวัยมีอายุครบ 3 วัน จึงถูกนำไปใช้สำหรับทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไปตามลำดับ

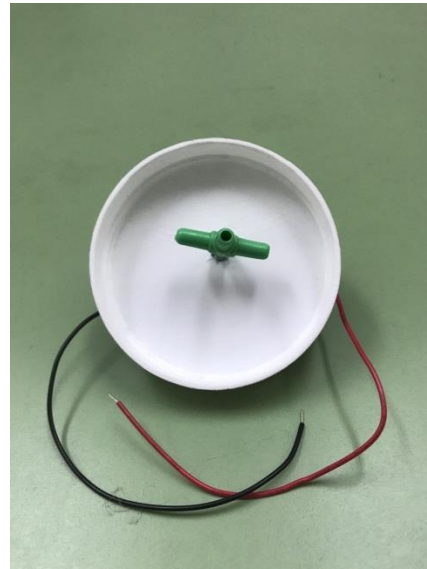
5.4 การเตรียม Fumigation chamber

5.4.1 Fumigation chamber มีลักษณะเป็นขวดแก้วใสที่มีความจุของอากาศภายในปริมาตร 1 ลิตร และมีอุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศซึ่งประกอบด้วยแกนใบพัดพลาสติกขนาดเล็กที่ติดตั้งอยู่ภายในบริเวณใต้ฝาปิด chamber ส่วนชุดมอเตอร์ที่ใช้ในการ

ขับเคลื่อนพร้อมถังจ่ายไฟขนาด AA ถูกติดตั้งอยู่ภายนอกที่บริเวณด้านบนของฝาปิด chamber เพื่อความสะดวกต่อการปฏิบัติงาน



ก



ข

รูปภาพที่ 3.9 ก. แสดง fumigation chamber พร้อมอุปกรณ์การไหลเวียนของอากาศ
 ข. แสดงอุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศติดตั้งอยู่ภายในที่บริเวณฝาปิด
 (เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

5.4.2 พื้นที่ด้านล่างภายใน Fumigation chamber เป็นบริเวณที่ใช้ในการวางกรง สำหรับเลี้ยงแมลงขนาด $3.5 \times 3.5 \times 10$ เซนติเมตร ซึ่งภายในบรรจุระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้าน *M. domestica* เพศผู้หรือเพศเมียจำนวน 10 ตัว และวางกระดาษกรอง (filter paper; Whatman, England) เบอร์ 1 ขนาด 1×1 นิ้ว เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยและสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ต่อแมลงวันบ้าน ในขั้นตอนต่อไป



รูปภาพที่ 3.10 แสดง Fumigation chamber บรรจุถุงผ้าเลี้ยงแมลงวันขนาด 3.5×3.5×10 เซนติเมตรและกระดาษกรองขนาดเบอร์ 1 ขนาด 1×1 นิ้ว (เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

5.5 การจำแนกกลุ่มการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย

การศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ *M. piperita*, ตะไคร้ บ้าน *C. citratus* และมะกรูดเขียว *C. hystrix* และสารผสมของน้ำมันหอมระเหยทั้งสามชนิดใน อัตราส่วน 1:1 ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (laboratory colony) ด้วยวิธีการรม (fumigation) ดัดแปลงจากวิธีการของ Rice และ Coats (1994)³¹ โดยใช้แมลงวัน บ้านตัวเต็มวัยอายุ 3 วัน จำนวนทั้งสิ้น 1,080 ตัว (เพศผู้ 540 ตัว และเพศเมีย 540 ตัว) แต่ละการ ทดลองใช้แมลงวันเพศเดียวกันจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม ซึ่งจำแนกเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 12 กลุ่ม (แมลงวันกลุ่มควบคุมเพศผู้ จำนวน 6 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่มควบคุมเพศเมีย จำนวน 6 กลุ่ม) และกลุ่มทดลองจำนวน 24 กลุ่ม (แมลงวันกลุ่มทดลองเพศผู้ จำนวน 12 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่ม ทดลองเพศเมีย จำนวน 12 กลุ่ม) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยมีรายละเอียดของการแบ่งกลุ่มการ ทดลองออกเป็น 6 ชุดการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงการทดลองชุดที่ 1 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

กลุ่มทดลอง	แมลงวันบ้าน (10 ตัว/กลุ่ม)	สารทดสอบ	ปริมาตร (μ l)	ทำการ ทดลองซ้ำ
กลุ่มควบคุม	1. เพศผู้	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
	2. เพศเมีย	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
กลุ่มทดลอง	3. เพศผู้	น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่	200	3 ครั้ง
	4. เพศเมีย	น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่	200	3 ครั้ง
	5. เพศผู้	น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่	600	3 ครั้ง
	6. เพศเมีย	น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่	600	3 ครั้ง

หมายเหตุ:

1. ในแต่ละการทดลองใช้แมลงวันบ้านจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม โดยทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ใช้กลุ่มควบคุมจำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลองจำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 6 กลุ่ม และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้แมลงวันบ้านจำนวนรวมทั้งสิ้น 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

2. การทดลองกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมียกลุ่มควบคุม เลือกทำการทดสอบด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 200 μ l เพียงความเข้มข้นเดียว ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำกัดการใช้จำนวนตัวอย่างของแมลงวันอย่างเหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการและผลที่ได้รับจากการศึกษา

ตารางที่ 3.2แสดงการทดลองชุดที่ 2 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

กลุ่มทดลอง	แมลงวันบ้าน (10 ตัว/กลุ่ม)	สารทดสอบ	ปริมาตร (μ l)	ทำการ ทดลองซ้ำ
กลุ่มควบคุม	1. เพศผู้	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
	2. เพศเมีย	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
กลุ่มทดลอง	3. เพศผู้	น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน	200	3 ครั้ง
	4. เพศเมีย	น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน	200	3 ครั้ง
	5. เพศผู้	น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน	600	3 ครั้ง
	6. เพศเมีย	น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน	600	3 ครั้ง

หมายเหตุ:

1. ในแต่ละการทดลองใช้แมลงวันบ้านจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม โดยทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสระระแนกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ใช้กลุ่มควบคุมจำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลองจำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 6 กลุ่ม และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้แมลงวันบ้านจำนวนรวมทั้งสิ้น 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)
2. การทดลองกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมียกลุ่มควบคุม เลือกทำการทดสอบด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 200 μ l เพียงความเข้มข้นเดียว ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำกัดการใช้จำนวนตัวอย่างของแมลงวันอย่างเหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการและผลที่ได้รับจากการศึกษา

ตารางที่ 3.3 แสดงการทดลองชุดที่ 3 การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

กลุ่มทดลอง	แมลงวันบ้าน (10 ตัว/กลุ่ม)	สารทดสอบ	ปริมาตร (μ l)	ทำการ ทดลองซ้ำ
กลุ่มควบคุม	1. เพศผู้	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
	2. เพศเมีย	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
กลุ่มทดลอง	3. เพศผู้	น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว	200	3 ครั้ง
	4. เพศเมีย	น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว	200	3 ครั้ง
	5. เพศผู้	น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว	600	3 ครั้ง
	6. เพศเมีย	น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว	600	3 ครั้ง

หมายเหตุ:

1. ในแต่ละการทดลองใช้แมลงวันบ้านจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม โดยทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสระระแนกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ใช้กลุ่มควบคุมจำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลองจำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 6 กลุ่ม และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้แมลงวันบ้านจำนวนรวมทั้งสิ้น 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

2. การทดลองกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมียกลุ่มควบคุม เลือกทำการทดสอบด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 200 μ l เพียงความเข้มข้นเดียว ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำกัดการใช้จำนวนตัวอย่างของแมลงวันอย่างเหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการและผลที่ได้รับจากการศึกษา

ตารางที่ 3.4 แสดงการทดลองชุดที่ 4 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหย
สะระแหน่กับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน (อัตราส่วน 1:1) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

กลุ่มทดลอง	แมลงวันบ้าน (10 ตัว/กลุ่ม)	สารทดสอบ	ปริมาตร (μ l)	ทำการ ทดลองซ้ำ
กลุ่มควบคุม	1. เพศผู้	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
	2. เพศเมีย	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
กลุ่มทดลอง	3. เพศผู้	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับตะไคร้บ้าน (1:1)	200	3 ครั้ง
	4. เพศเมีย	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับตะไคร้บ้าน (1:1)	200	3 ครั้ง
	5. เพศผู้	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับตะไคร้บ้าน (1:1)	600	3 ครั้ง
	6. เพศเมีย	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับตะไคร้บ้าน (1:1)	600	3 ครั้ง

หมายเหตุ:

1. ในแต่ละการทดลองใช้แมลงวันบ้านจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม โดยทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ใช้กลุ่มควบคุมจำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลองจำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 6 กลุ่ม และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้แมลงวันบ้านจำนวนรวมทั้งสิ้น 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

2. การทดลองกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมียกลุ่มควบคุม เลือกทำการทดสอบด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 200 μ l เพียงความเข้มข้นเดียว ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำกัดการใช้จำนวนตัวอย่างของแมลงวันอย่างเหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการและผลที่ได้รับจากการศึกษา

ตารางที่ 3.5 แสดงการทดลองชุดที่ 5 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหย
สะระแหน่กับน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว (อัตราส่วน 1:1) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

กลุ่มทดลอง	แมลงวันบ้าน (10 ตัว/กลุ่ม)	สารทดสอบ	ปริมาตร (μ l)	ทำการ ทดลองซ้ำ
กลุ่มควบคุม	1. เพศผู้	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
	2. เพศเมีย	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
กลุ่มทดลอง	3. เพศผู้	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับมะกรูดเขียว (1:1)	200	3 ครั้ง
	4. เพศเมีย	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับมะกรูดเขียว (1:1)	200	3 ครั้ง
	5. เพศผู้	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับมะกรูดเขียว (1:1)	600	3 ครั้ง
	6. เพศเมีย	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย สะระแหน่กับมะกรูดเขียว (1:1)	600	3 ครั้ง

หมายเหตุ:

1. ในแต่ละการทดลองใช้แมลงวันบ้านจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม โดยทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ใช้กลุ่มควบคุมจำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลองจำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 6 กลุ่ม และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้แมลงวันบ้านจำนวนรวมทั้งสิ้น 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)

2. การทดลองกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมียกลุ่มควบคุม เลือกทำการทดสอบด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 200 μ l เพียงความเข้มข้นเดียว ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำกัดการใช้จำนวนตัวอย่างของแมลงวันอย่างเหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการและผลที่ได้รับจากการศึกษา

ตารางที่ 3.6 แสดงการทดลองชุดที่ 6 การศึกษาฤทธิ์ของสารผสมของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว (อัตราส่วน 1:1) ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

กลุ่มทดลอง	แมลงวันบ้าน (10 ตัว/กลุ่ม)	สารทดสอบ	ปริมาตร (μ l)	ทำการ ทดลองซ้ำ
กลุ่มควบคุม	1. เพศผู้	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
	2. เพศเมีย	น้ำกลั่น	200	3 ครั้ง
กลุ่มทดลอง	3. เพศผู้	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านกับมะกรูดเขียว (1:1)	200	3 ครั้ง
	4. เพศเมีย	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านกับมะกรูดเขียว (1:1)	200	3 ครั้ง
	5. เพศผู้	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านกับมะกรูดเขียว (1:1)	600	3 ครั้ง
	6. เพศเมีย	สารผสมของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านกับมะกรูดเขียว (1:1)	600	3 ครั้ง

หมายเหตุ:

- ในแต่ละการทดลองใช้แมลงวันบ้านจำนวน 10 ตัว/กลุ่ม โดยทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยสระระแนกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ใช้กลุ่มควบคุมจำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลองจำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 6 กลุ่ม และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้แมลงวันบ้านจำนวนรวมทั้งสิ้น 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และเพศเมีย 90 ตัว)
- การทดลองกับแมลงวันทั้งเพศผู้และเพศเมียกลุ่มควบคุม เลือกทำการทดสอบด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 200 μ l เพียงความเข้มข้นเดียว ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำกัดการใช้จำนวนตัวอย่างของแมลงวันอย่างเหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการและผลที่ได้รับจากการศึกษา

5.6 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยและสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica*

แมลงวันบ้าน *M. domestica* ระยะตัวเต็มวัย อายุ 3 วัน สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองถูกเตรียมการเพื่อการศึกษาดังนี้

5.6.1 แมลงวันกลุ่มควบคุม

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้แมลงวันกลุ่มควบคุมจำนวนทั้งสิ้น 12 กลุ่ม โดยจำแนกเป็น แมลงวันกลุ่มควบคุมเพศผู้ จำนวน 6 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่มควบคุมเพศเมีย จำนวน 6 กลุ่ม สำหรับขั้นตอนปฏิบัติการที่ทำการศึกษาในตัวอย่างแมลงวันกลุ่มควบคุมมีรายละเอียดดังนี้

1) ทำการย้ายแมลงวันบ้านตัวเต็มวัยอายุ 3 วัน ซึ่งถูกเลี้ยงแบบแยกเพศอยู่ในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด $12 \times 15 \times 6$ เซนติเมตร (จำนวน 30 ตัว/กล่อง) แยกเป็นกลุ่มควบคุมเพศผู้ และกลุ่มควบคุมเพศเมีย จำนวนอย่างละ 10 ตัว โดยการหันกล่องเลี้ยงเข้าหาบริเวณที่มีแสงสว่าง จากดวงอาทิตย์หรือแสงสว่างจากหลอดไฟ ซึ่งธรรมชาติของแมลงวันจะเคลื่อนที่เข้าหาบริเวณพื้นที่ที่มีแสง จากนั้นใช้หลอดทดลองขนาด 13×100 มิลลิเมตร เป็นอุปกรณ์ช่วยในการดักแมลง ทำการดักแมลงวันที่บินผ่านช่องปิด/เปิดขนาดเล็กของกล่องเลี้ยงซึ่งเปิดรอไว้ให้เข้ามาในหลอดทดลองจนครบจำนวน 10 ตัว แล้วรีบปิดปากหลอดทดลองด้วยสำลีชนิดก้อน



รูปภาพที่ 3.11 แสดงการย้ายแมลงวัน

(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

2) นำตัวอย่างแมลงวันที่ถูกพักไว้ในหลอดทดลองขนาด 13×100 มิลลิเมตร ย้ายไปใส่ในกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด $3.5 \times 3.5 \times 10$ เซนติเมตร แยกเป็นกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมียอย่างละกรง โดยวางกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงให้อยู่ในตำแหน่งที่มีแสงสว่าง จากดวงอาทิตย์หรือแสงสว่างจากหลอดไฟเช่นเดียวกับวิธีการข้างต้น จากนั้นเปิดจุกสำลีด้วย

ความระมัดระวังเพื่อให้แมลงวันบินออกจากหลอดทดลองเข้าไปยังกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงได้ง่าย แล้วทำการปิดช่องทางเข้า/ออกของกรงเลี้ยง



รูปภาพที่ 3.12 แสดงการย้ายแมลงวันใส่ในกรงผ้าขนาด $3.5 \times 3.5 \times 10$ เซนติเมตรบรรจุ

แมลงวันจำนวน 10 ตัว

(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

3) วางกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด $3.5 \times 3.5 \times 10$ เซนติเมตร ซึ่งมีแมลงวันบรรจุอยู่จำนวนอย่างละ 10 ตัว จำแนกตามเพศของกลุ่มควบคุม ใส่ใน fumigation chamber (ขวดแก้วแบบมีฝาปิดซึ่งมีความจุของอากาศปริมาตร 1 ลิตร ซึ่งมีอุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศภายในติดตั้งอยู่ที่บริเวณฝาปิด) โดยแยก fumigation chamber ตามเพศของแมลงวันและจำนวนกลุ่มควบคุม จากนั้นปล่อยแมลงวันให้อยู่ในสภาวะพักตัวในกรงเลี้ยงเป็นระยะเวลาประมาณ 5 นาที เพื่อป้องกันการกระตุ้นจากสิ่งเร้าภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวอย่างแมลง



รูปภาพที่ 3.13 แสดงการปักแมลงวันใน fumigation chamber
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

4) หยดน้ำกลั่นปริมาตร 200 μ l (สารควบคุม) ลงบนกระดาษกรอง Whatman No. 1 ขนาด 1×1 นิ้ว ซึ่งถูกวางอยู่ที่บริเวณพื้นด้านในของ fumigation chamber โดยใช้ไปเปิดอัตโนมัติ หลังจากหยดสารควบคุมลงไปแล้วต้องปิดฝา fumigation chamber พร้อมทั้งเปิดสวิทช์อุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศให้ทำงานทันทีและถือเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการทดสอบ fumigation test จากนั้นจับเวลาและสังเกตการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันเป็นระยะทุกๆ 5 นาที รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 20 นาที

5) บันทึกการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวัน เมื่อระยะเวลาผ่านไปครบในนาทีที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที ของระยะเวลาการทดสอบ โดยพิจารณาได้จากการสังเกตแมลงวันทั้งกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมียที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบ หรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber

6) สังเกตการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันด้วยตาเปล่า โดยการมองด้วยสายตาผ่าน fumigation chamber ซึ่งเป็นภาชนะที่มีลักษณะเป็นขวดแก้วใส โปร่งแสง ส่วนวัสดุที่ใช้ในการทำกรงสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 3.5×3.5×10 เซนติเมตร เป็นผ้าสีขาวที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถสังเกตเห็นการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันได้ด้วยตาเปล่าจากภายนอก



รูปภาพที่ 3.14 แสดงการสังเกตการตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวของแมลงวัน
(เป็นภาพที่บันทึกด้วยกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย กฤตภาส ศรีระทุ)

7) หลังจากบันทึกการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันเมื่อระยะเวลาของการทดสอบผ่านไปครบ 20 นาที ให้ปิดสวิทช์อุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศและเปิดฝาของ fumigation chamber ออก จากนั้นย้ายกรงเลี้ยงแมลงวันที่ได้รับการทดสอบเรียบร้อยแล้วไปใส่ในตู้เลี้ยงแมลงวันซึ่งมีการปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% โดยให้สารละลายน้ำตาล 10% ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อมเป็นอาหารสำหรับแมลงวันที่อาจฟื้นจากการสลบหรือยังคงมีชีวิตอยู่

8) เลี้ยงแมลงวันที่ได้รับการทดสอบซึ่งอาจฟื้นจากการสลบหรือยังคงมีชีวิตอยู่ต่อไปภายในกรงเลี้ยงเดิมโดยสังเกตและบันทึกการเคลื่อนไหวของแมลงวันอีกครั้งหลังจากครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง นับจากระยะเวลาเริ่มต้นของการทดสอบ

9) แมลงวันกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมียที่ได้รับการทดสอบด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 200 μ l (สารควบคุม) โดยวิธี fumigation test ครั้งนี้ ถูกศึกษาซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง

10) การประเมินประสิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ที่ใช้ในการทดสอบต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาจากอัตราการตายที่เกิดขึ้นของแมลงวันกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับแมลงวันกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ Chi's Square test (ค่าความเชื่อมั่น 95%)

11) เลี้ยงแมลงวันทั้งหมดที่รอดชีวิตจากการทดสอบต่อไปในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด $12 \times 15 \times 6$ เซนติเมตร จำนวนกล่องละไม่เกิน 30 ตัว เพื่อไม่ให้เกิดความแออัด โดยให้

สารละลายน้ำตาล 10% ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อมเป็นอาหาร ภายใต้อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตจนกระทั่งหมดอายุขัย ทั้งนี้แมลงวันบ้าน *M. domestica* ตัวเต็มวัยจะมีอายุขัยประมาณ 1 เดือน

5.6.2 แมลงวันกลุ่มทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้แมลงวันกลุ่มทดลองจำนวนทั้งสิ้น 24 กลุ่ม โดยจำแนกเป็นแมลงวันกลุ่มทดลองเพศผู้ซึ่งทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ที่ปริมาตร 200 μ l และ 600 μ l จำนวนทั้งสิ้น 12 กลุ่ม และแมลงวันกลุ่มทดลองเพศเมียซึ่งทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ที่ปริมาตร 200 μ l และ 600 μ l จำนวนทั้งสิ้น 12 กลุ่ม เช่นเดียวกัน สำหรับขั้นตอนปฏิบัติการที่ทำการศึกษาในตัวอย่างแมลงกลุ่มทดลองมีรายละเอียดดังนี้

1) ย้ายแมลงวันบ้านตัวเต็มวัยอายุ 3 วัน ซึ่งถูกเลี้ยงแบบแยกเพศอยู่ในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด $12 \times 15 \times 6$ เซนติเมตร (จำนวน 30 ตัว/กล่อง) แยกเป็นกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมีย จำนวนอย่างละ 10 ตัว โดยการหันกล่องเลี้ยงเข้าหาบริเวณที่มีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์หรือแสงสว่างจากหลอดไฟ ซึ่งธรรมชาติของแมลงวันจะเคลื่อนที่เข้าหาบริเวณพื้นที่ที่มีแสงจากนั้นให้หลอดทดลองขนาด 13×100 มิลลิเมตร เป็นอุปกรณ์ช่วยในการดักแมลง โดยดักแมลงวันที่บินผ่านช่องปิด/เปิดขนาดเล็กของกล่องเลี้ยงซึ่งเปิดรอไว้ให้เข้ามาในหลอดทดลองจนครบจำนวน 10 ตัว แล้วรีบปิดปากหลอดทดลองด้วยสำลีชนิดก้อน

2) นำตัวอย่างแมลงวันที่ถูกพักไว้ในหลอดทดลองขนาด 13×100 มิลลิเมตร ย้ายไปใส่ในกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด $3.5 \times 3.5 \times 10$ เซนติเมตร แยกเป็นกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมียอย่างละกรง โดยวางกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงให้อยู่ในตำแหน่งที่มีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์หรือแสงสว่างจากหลอดไฟเช่นเดียวกับวิธีการข้างต้น จากนั้นเปิดจุกสำลีด้วยความระมัดระวังเพื่อให้แมลงวันบินออกจากหลอดทดลองเข้าไปยังกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงได้โดยง่าย แล้วทำการปิดช่องทางเข้า/ออกของกรงเลี้ยง

3) วางกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด $3.5 \times 3.5 \times 10$ เซนติเมตร ซึ่งมีแมลงวันบรรจุอยู่จำนวนอย่างละ 10 ตัว จำแนกตามเพศของกลุ่มควบคุม ใส่ใน fumigation chamber (ขวดแก้วแบบมีฝาปิดซึ่งมีความจุของอากาศปริมาตร 1 ลิตร ซึ่งมีอุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศภายในติดตั้งอยู่ที่บริเวณฝาปิด) โดยแยก fumigation chamber ตามเพศของแมลงวันและจำนวน

กลุ่มควบคุม จากนั้นปล่อยแมลงวันให้อยู่ในสภาวะพักตัวในกรงเลี้ยงเป็นระยะเวลาประมาณ 5 นาที เพื่อป้องกันการกระตุ้นจากสิ่งรบกวนภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวอย่างแมลง

4) หยดน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 200 μ l และ 600 μ l (สารทดสอบ) ลงบนกระดาษกรอง Whatman No. 1 ขนาด 1×1 นิ้ว ซึ่งถูกวางอยู่ที่บริเวณพื้นด้านในของ fumigation chamber โดยใช้ไปเปตอัดโนมิตี ตามรายละเอียดของกลุ่มการทดลองซึ่งถูกจำแนกออกเป็น 6 ชุดการทดลองดังกล่าวข้างต้น หลังจากหยดสารทดสอบลงไปแล้วต้องปิดฝา fumigation chamber พร้อมทั้งเปิดสวิทช์อุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศให้ทำงานทันทีและถือเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการทดสอบ fumigation test จากนั้นจับเวลาและสังเกตการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันที่ถูกรมด้วยไอของน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งใช้เป็นสารทดสอบ เป็นระยะทุกๆ 5 นาที รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 20 นาที

5) บันทึกการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวัน เมื่อระยะเวลาผ่านไปครบในนาทีที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที ของระยะเวลาการทดสอบ โดยพิจารณาได้จากการสังเกตแมลงวันทั้งกลุ่มควบคุมเพศผู้และกลุ่มควบคุมเพศเมียที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เกิดการสลบ หรือตายลงอยู่ที่บริเวณพื้นของกรงเลี้ยงซึ่งตั้งอยู่ใน fumigation chamber

6) สังเกตการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันด้วยตาเปล่า โดยการมองด้วยสายตาผ่าน fumigation chamber ซึ่งเป็นภาชนะที่มีลักษณะเป็นขวดแก้วใส โปร่งแสง ส่วนวัสดุที่ใช้ในการทำกรงผ้าสำหรับเลี้ยงแมลงขนาด 3.5×3.5×10 เซนติเมตร เป็นผ้าสีขาวที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถสังเกตเห็นการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันได้ด้วยตาเปล่าจากภายนอก

7) หลังจากบันทึกการตอบสนองหรือการเคลื่อนไหวของแมลงวันเมื่อระยะเวลาของการทดสอบผ่านไปครบ 20 นาที ให้ปิดสวิทช์อุปกรณ์ช่วยสร้างการไหลเวียนของอากาศและเปิดฝาของ fumigation chamber ออก จากนั้นย้ายกรงเลี้ยงแมลงวันที่ได้รับการทดสอบเรียบร้อยแล้วไปใส่ในตู้เลี้ยงแมลงวันซึ่งมีการปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% โดยให้สารละลายน้ำตาล 10% ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อมเป็นอาหารสำหรับแมลงวันที่อาจฟื้นจากการสลบหรือยังคงมีชีวิตอยู่

8) เลี้ยงแมลงวันที่ได้รับการทดสอบซึ่งอาจฟื้นจากการสลบหรือยังคงมีชีวิตอยู่ต่อไปภายในกรงเลี้ยงเดิมโดยสังเกตและบันทึกการเคลื่อนไหวของแมลงวันอีกครั้งหลังจากครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง นับจากระยะเวลาเริ่มต้นของการทดสอบ

9) แมลงวันกลุ่มทดลองเพศผู้และกลุ่มทดลองเพศเมียที่ได้รับการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งใช้เป็นสารทดสอบที่ปริมาตร 200 μ l และ 600 μ l โดยวิธี fumigation test ตามรายละเอียดของกลุ่มการทดลองซึ่งถูกจำแนกออกเป็น 6 ชุดการทดลองครั้งนี้ ถูกศึกษาซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง

10) การประเมินประสิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยหรือสารผสมของน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วน 1:1 ที่ใช้ในการทดสอบต่อแมลงวันบ้าน *M. domestica* ในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาจากอัตราการตายที่เกิดขึ้นของแมลงวันกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับแมลงวันกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ Chi's Square test (ค่าความเชื่อมั่น 95%)

11) เลี้ยงแมลงวันทั้งหมดที่รอดชีวิตจากการทดสอบต่อไปในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 12×15×6 เซนติเมตร จำนวนกล่องละไม่เกิน 30 ตัว เพื่อไม่ให้เกิดความแออัด โดยให้สารละลายน้ำตาล 10% ผสมวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อมเป็นอาหาร ภายใต้อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตจนกระทั่งหมดอายุขัย ทั้งนี้แมลงวันบ้าน *M. domestica* ตัวเต็มวัยจะมีอายุขัยประมาณ 1 เดือน

5.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Chi's Square test (ค่าความเชื่อมั่น 95%) โดยใช้โปรแกรม SPSS version.21 (SPSS Inc.)

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปงานวิจัย

ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ทุก 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที พบว่า จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียหลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียวและน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่มากกว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) แต่จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P > 0.05$)

ผลของการรมด้วยด้วยสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้าน สะระแหน่และตะไคร้บ้าน ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ทุก 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที พบว่า สอดคล้องกับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยเดี่ยว ทำให้จำนวนการสลบของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมากกว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) แต่จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P > 0.05$)

เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่า ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว และสารผสมน้ำมันหอมระเหย (1:1) ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air

พบว่า จำนวนการตายของสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมากที่สุด ตามด้วย น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียว

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลการรวมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวทำให้แมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียสลบหรือตายมากกว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นจะทำให้แมลงวันบ้านสลบหรือตายมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P > 0.05$) ในกรณีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน อีกทั้งยังพบว่าแมลงวันเพศเมียทนต่อการรวมด้วยน้ำมันหอมระเหยมากกว่าเพศผู้ ดังเห็นได้จากอัตราการตายของเพศเมียที่ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air (38.88% และ 95%) น้อยกว่าเพศผู้ (82.78% และ 96.67%)

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

5.2.1 ผลของการรวมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ทุก 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที

ในการศึกษานี้พบว่า ผลของการรวมด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียวและน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ต่อแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียทำให้มีจำนวนการสลบมากกว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) แต่จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้หลังการรวมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P > 0.05$) และแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียเริ่มสลบนาทีที่ 10

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลวิจัยของ Sinthusiri J. และ Soonwera M., 2013²⁶ กล่าวว่า น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ความเข้มข้น 5, 10 % มีประสิทธิภาพดีในการทำให้แมลงวันบ้านสลบ $86 \pm 5.48\%$, $94 \pm 8.94894\%$ หลังรณาน 10 นาทีด้วยวิธีการ WHO susceptibility test kit (2006) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nararak J. และคณะ., 2017⁵³ กล่าวว่า น้ำมันหอมระเหย

มะกรูดเขียวความเข้มข้น 2.5% สามารถไล่ยุงก้นปล่อง (*Anopheles minimus*) ได้ดีกว่ายุงลาย (*Aedes aegypti*)

และผลการศึกษานี้มีความแตกต่างกับผลการศึกษาของ Rice และ Coat, 1994³¹ กล่าวว่า ส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียวคือ citronellal และ ตะไคร้บ้านมีส่วนประกอบหลัก คือ citral ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม acyclic monoterpenoid aldehyde ส่วนสาระแนมีองค์ประกอบหลัก คือ menthol ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม monoterpenoid alcohols ซึ่งน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด สกัดด้วยวิธีการกลั่นลำดับส่วนสารประกอบกลุ่ม aldehyde (citronellal) ในน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว) มีความเป็นพิษมากกว่ากลุ่ม alcohols (menthol ในน้ำมันหอมระเหยสาระแน) ในการทดสอบวิธีรม (fumigation) และกล่าวว่า Citral มีค่า $LC_{50} = 13 \mu g/cm^3$ Menthol มีค่า $LC_{50} = 3.6 \mu g/cm^3$ และ Citronellal ค่า $LC_{50} = 2 \mu g/cm^3$ หลังการรมแมลงวันบ้าน 14 ชั่วโมง แสดงว่า น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียวมีความเป็นพิษมากกว่าน้ำมันหอมระเหยสาระแนและตะไคร้บ้าน ตามลำดับ

5.2.1 ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสาระแน ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ความเข้มข้น 600 $\mu l/l$ air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ทุก 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นน้ำมันหอมระเหยเป็น 600 $\mu l/l$ พบว่า สอดคล้องกับผล 200 $\mu l/l$ คือ ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียวและน้ำมันหอมระเหยสาระแนต่อแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียทำให้จำนวนการสลบมากกว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) แต่จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสาระแนและมะกรูดเขียวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P > 0.05$) และแมลงวันบ้านเพศผู้เริ่มสลบนาทีที่ 10 ในขณะที่ แมลงวันบ้านเพศเมียที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยสาระแนและมะกรูดเขียวเริ่มสลบนาทีที่ 5 และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านเริ่มสลบนาทีที่ 10 ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นทำให้น้ำมันหอมระเหยมีผลต่อแมลงวันบ้านมากขึ้น

5.2.3 ผลของการรมด้วยสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้าน สะระแหน่ และมะกรูดเขียวและตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 200 μ /l air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ทุก 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที

ในการศึกษานี้พบว่า ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวทำให้จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียมากกว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) แต่จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และ ตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P > 0.05$) ส่วนนาฬิกาที่เริ่มสลบแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียจะเริ่มสลบนานาทีที่ 10

5.2.4 ผลของการรมด้วยสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้าน , สะระแหน่ และมะกรูดเขียวและตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ในอัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 600 μ /l air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ทุก 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นน้ำมันหอมระเหยเป็น 600 μ /l พบว่า สอดคล้องกับผล 200 μ /l คือพบว่า ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวทำให้จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียมากกว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$) แต่จำนวนการสลบของแมลงวันบ้านเพศผู้หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และตะไคร้บ้านกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P > 0.05$) และแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียเริ่มสลบนานาทีที่ 5 ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นทำให้น้ำมันหอมระเหยมีผลต่อแมลงวันบ้านมากขึ้น สัมพันธ์กับส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่คือ menthol ซึ่งก่อความระคายเคืองและ น้ำมันหอมระเหมยมะกรูดเขียว มีส่วนประกอบหลักคือ citronellal ซึ่งอาจไปยับยั้งการทำงานของ acetylcholineesterase ทำให้ไม่เกิดกระบวนการ depolarization ของเซลล์ประสาทหรืออาจมีผล

ต่อความไวของ acetylcholine receptors ทำให้การตอบสนองต่อ acetylcholine ลดลง ส่งผลให้แมลงวันบ้านแสดงอาการว่องไวผิดปกติ (hyperactivity) สั่นหรือชัก เป็นอัมพาตและตายในที่สุด³⁵

5.2.5 ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว กับสารผสมน้ำมันหอมระเหย (1:1) ความเข้มข้น 200 µl/l air ต่อแมลงวันบ้าน

Musca domestica เพศผู้และเพศเมีย ครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ในการศึกษานี้พบว่า ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียวความเข้มข้น 200 µl/l air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า จำนวนการตายของแมลงวันเพศผู้ที่รมด้วยสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมากที่สุด (28 ตัว) รองลงมา คือ น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว (27 ตัว) และ น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับสารผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว (25 ตัว) ส่วนแมลงวันเพศเมียมีจำนวนการตายหลังจากรมด้วยสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมากที่สุด (15 ตัว) รองลงมา คือ สารผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว (13 ตัว) และน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่กับสารผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและสะระแหน่ (12 ตัว) และจำนวนการตายของเพศผู้ (149 ตัว) มากกว่าเพศเมีย (70 ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$)

พบว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lee S. และคณะ, 2003⁵⁴ กล่าวว่า citral (ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน) ความเข้มข้น 50 µg/cm³ ทำให้แมลงวันบ้านตาย 80% หลังการรมแมลงวัน 14 ชั่วโมง และสอดคล้องกับ Kerdchoechuen O และคณะ. 2010⁵⁵ ที่กล่าวว่า น้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียวปริมาณ 30-120 µl ทำให้ด้วงข้าวโพด (corn beetle ; *Sitophilus zeamais* Motschulsky) ตาย 100% ใน 5 ชั่วโมง สอดคล้องกับ ผลการศึกษาของ Kumar P. และคณะ, 2014⁵⁶ กล่าวว่า LC₉₀ ของหลังการรมหนอนแมลงวันบ้าน 24 ชั่วโมงด้วยสาร menthol คือ 14.76 µl/l

5.2.6 ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว กับสารผสมน้ำมันหอมระเหย (1:1) ความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ในการศึกษานี้พบว่าผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียวความเข้มข้น 600 $\mu\text{l/l}$ air ต่อแมลงวันบ้าน *Musca domestica* เพศผู้และเพศเมีย ครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า จำนวนการตายของแมลงวันเพศผู้ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว สะระแหน่ กับสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียว ตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว มากที่สุด (30 ตัว) รองลงมา คือ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน สารผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและสะระแหน่ (27 ตัว) ส่วนแมลงวันเพศเมียมีจำนวนการตายหลังจากรมด้วยน้ำมันหอมระเหยมะกรูดเขียว กับสารผสมน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และมะกรูดเขียวมากที่สุด (30 ตัว) รองลงมา คือ น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ (29 ตัว) และสารผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและมะกรูดเขียว (28 ตัว) และจำนวนการตายของเพศผู้ (174 ตัว) มากกว่าเพศเมีย (171 ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi's Square test, $P < 0.05$)

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเป็น 600 $\mu\text{l/l}$ air ทำให้จำนวนการตายของแมลงวันบ้านเพศผู้และเพศเมียเพิ่มขึ้น

อีกทั้งยังพบว่าแมลงวันเพศเมียทนต่อการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยมากกว่าเพศผู้ ดังเห็นได้จากอัตราการตายของเพศเมียที่ความเข้มข้น 200 $\mu\text{l/l}$ air และ 600 $\mu\text{l/l}$ air (38.88% และ 95%) น้อยกว่าเพศผู้ (82.78% และ 96.67%) อาจสัมพันธ์กับที่ขนาดลำตัวของเพศผู้เล็กกว่าเพศเมีย ทำให้น้ำมันหอมระเหยแพร่กระจายเข้าเซลล์ของเพศผู้ได้เร็วกว่าเพศเมียร่วมกับแมลงวันบ้านเพศเมียมีรังไข่อยู่ทางหน้าท้องอาจทำให้สามารถทนต่อสารเคมีได้มากกว่าเพศผู้^{32,35}

เอกสารอ้างอิง

1. Kettle DS. Medical and Veterinary Entomology. 2nd edition. CAB International, Cambridge University Press, New York, 1995.
2. Kobayashi M, Sasaki T, Saito N, Tamura K, Suzuki, Watanabe H, Agui N. Houseflies: Not simple mechanical vectors of enterohemorrhagic *Escherichia coli* 0157:H7. Am J Trop Med Hyg 1999; 61: 625-9.
3. Greenberg B. Flies and Disease: Ecology, Classification and Biotic Associations. Vol I. Princeton University Press, NJ, 1971.
4. Greenberg B. Flies and Disease: Biology and Disease Transmission. Vol II. Princeton University Press, NJ, 1973.
5. Banjo AD, Lawak OA, Adeduji OO. Bacteria and fungi isolated from housefly (*Musca domestica* L.) larvae. African Journal of Biotechnology 2005; 4(8): 780-4.
6. Fasanella A SS, Garofolo G, Giangaspero A, Tarsitano E, Adone R. Evaluation of the house fly *Musca domestica* as a mechanical vector for an antrax. Plosone 2005; 5: 1-5.
7. Yap KL KM, Lee ILL. Wings of the commom house fly (*Musca domestica* L.): importance in mechanical transmission of *Vibrio cholerae*. Trop Biomed 2008; 25: 1-8.
8. อาคม สังฆวรานนท์. กวีวิทยาทางการแพทย์และสัตวแพทย์. กรุงเทพฯ: ชมรมวิชาการนิติคณະสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
9. World Health Organization. Vector control series: the house fly, training and information guide. WHO, Geneva, 1986.

10. Sherman RA. Wound myiasis in urban and suburban United States. Arch Intern Med 2000; 160: 2004-14.
11. Sukontason KL, Boonsriwong W, Siri Wattanarungsee S, Piangjai S, Sukontason K. Morphology of puparia of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae), a fly species of medical and forensic importance. Parasitol Res 2006; 98: 268-72.
12. Boonsriwong W, Sukontason KL, Chaiwong T, Chaisri U, Vogtsberger RC, Sukontason K. Alimentary canal of the adult blow fly, *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae) part I: Ultrastructure of salivary glands. J Parasitol Res 2012; 382917.
13. World Health Organization. Chemical methods for the control of arthropod vectors and pests of public health importance. WHO, Geneva, 1984.
14. Pimentel D. Amounts of pesticides reaching target pests: Environmental impacts and ethics. J Agric Environ Ethics 1995; 8(1): 17-29.
15. Srinivasan R, Jambulingam P, Gunasekaran K, Boopathidoss PS. Tolerance of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) to dichlorvos (76% EC) an insecticide used for fly control in the tsunami-hit coastal villages of southern India. Acta tropica 2008; 105(2): 187-90.
16. Aktar MW, Sengupta D, Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdiscip Toxicol 2009; 2(1): 1-12.
17. Chauhan N, Kumar P, Mishra S, Verma S, Malik A, Sharma S. Insecticidal activity of *Jatropha curcas* extracts against housefly, *Musca domestica*. Environmental science and pollution research international 2015; 22(19): 14793-800.
18. Shaaya E, Ravid U, Paster N, Juven B, Zisman U, Pissarev V. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. Chemical Ecol 1991; 17: 449-54.

19. Rahagus Edo Santya RN, Hendri J. Protection capacity of kaffir lime (*Citrus hystrix*) peel extract against dengue haemorrhagic fever mosquitoes. *Aspirator* 2013; 5(2): 61-6.
20. Yongram J, Auamcharoen W, Chandrapatya A. Efficacy of essential oils to control maize grain weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). *Plants* 2014; 1: 5190-29.
21. Sukontason KL, Boonchu N, Sukontason K, Choochote W. Effects of eucalyptol on house fly (Diptera: Muscidae) and blow fly (Diptera: Calliphoridae). *Rev Inst Med trop S Paulo* 2004; 46(2): 97-101.
22. Bedini S, Flamini G, Cosci F, Ascrizzi R, Echeverria MC, Guidi L, et al. *Artemisia* spp. essential oils against the disease-carrying blowfly *Calliphora vomitoria*. *Parasites & Vectors* 2017; 10(80) DOI 110.1186/s13071-017-2006-y:1-10.
23. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. สมุนไพรป้องกันและกำจัดแมลงทางการแพทย์ 2: น้ำมันหอมระเหย. นนทบุรี: ดีไซน์, 2548.
24. เย็นจิตร เตชะดำรงสิน. การพัฒนาสมุนไพรแบบบูรณาการ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์, 2550.
25. Scavroni J, Boaro CSF, Marques MOM, Ferreira CL. Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. *Braz J Plant Physiol* 2005; 17(4): 345-52.
26. Ekpenyong CE, Akpan EE, Daniel NE. Phytochemical Constituents, Therapeutic applications and toxicological profile of *Cymbopogon citratus* Stapf (DC) leaf extract. *J Pharmacog Phytochem* 2014; 3(1): 133-41.
27. Warsito W, Palungan MH, Utomo EP. Profiling study of the major and minor components of kaffir lime oil (*Citrus hystrix* DC) in the fractional distillation process. *Pan African Medical Journal* 2017; 27(282) doi:110.11604/pamj.2017.27.282.9679:1-9.

28. Buatone S, Indrapichate K. Protective effects of mintweed, kitchen mint and kaffir lime leaf extracts against rice weevils, *Stitophilus oryzae* L., in stored, milled rice. Int J Agri Sci 2011; 3(3); 133-9.

29. ภาณุกิจ กันหาจันทร์, จักรวาล ชมภูศรี, พายุ ภัคดีนวน, ลัดดาวัลย์ เทียมสิงห์, พงศกร มุขพันธ์, ยุทธนา ภูทรัพย์ และคณะ. ประสิทธิภาพในการไล่แมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) ของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด. ผลงานนำเสนอประชุมวิชาการกระทรวงสาธารณสุข ปีงบประมาณ 2559: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2559.

30. Sinthusiri J, Soonwera M. Efficacy of herbal essential oils as insecticides against the housefly, *Musca domestica* L. Southeast Asian J trop Med public health 2013; 44(2); 188-96.

31. Rice PJ, Coats JR. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and Southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). J Econ Entomol 1994; 87: 1172-9.

32. ธารินี ไชยวงศ์. แมลงวัน พาหะเชิงกลและการตรวจวินิจฉัยเชื้อก่อโรค. อุบลราชธานี : เฮง เฮง พรินติ้ง ,2560

33.ดุษฐี หงษ์โต.การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ปูนขาวกับหัวเชื้อจุลินทรีย์น้ำสกัดจากชีวภาพจากพืชในการลดแมลงวันในมูลไก่.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช;2547

34. คม สุคนธรรพ์ และ กาบแก้วสุคนธรรพ์.แมลงวันที่มีความสำคัญทางการแพทย์ในประเทศไทย เล่ม 1.เชียงใหม่ ; เชียงใหม่ดิจิตอลเวิร์ส ; 2548

35. สุภาณี พิมพ์สมาน. สารฆ่าแมลง.ขอนแก่น:คลังนานาวิทยา; 2540

36. พิมพ์พร ลีลาพรพิสิฐ.สุคนธบำบัด(Aromatherapy). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :โอเดียนสโตร์, 2547

37. อมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์.การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงทำลายกัด.[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต] ม.ท.พ. : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ;2554

38. Bosly B. Evaluation of insecticidal activities of *Mentha piperita* and *Lavandula angustifolia* essential oils against house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Journal of Entomology and Nematology*. 2013;5(4):50-54.

39. Chauhan N, Malik A, Sharma S, Dhiman R. Larvicidal potential of essential oils against *Musca domestica* and *Anopheles stephensi*. *Parasitology Research*. 2016;115(6):2223-31.

40. Emiliano Nicolas Jesser , Jorge Omar Werdin –Gonzalez , Ana Paula Murray and Adrina Alicia Ferro. Efficacy of essential oils to control the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) *Journal of Asia-Pacific Entomology*.2017(20):1122-9

41. K. sandi and B. Hassanpour. Efficiency of *Mentha Piperita* L. and *Mentha pulegium* L. on nutritional indices on *Plodia interpunctella* Hubner (Lepidoptera : Pyralidae).*Journal of Entomological and Acarological Research*.April ;2014(46):715

42. Katearina Stefanidesiva , Ludovit Skulety, Olivier A.E. Spargano. , Eva Spitalska.The repellent efficacy of eleven essential oils against adults *Dermacentor reticulatus* ticks.*Ticks and tick-borne Diseases* . 2017(8);780-6

43. KarinaCaballero-GallardoJesúsOlivero-VerbelabElena E.Stashenko. Repellency and toxicity of essential oils from *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon flexuosus* and *Lippia organoides* cultivated in Colombia against *Tribolium castaneum*. *Journal of product research*; July 2012(50);62-5

44. Dos Santos A, Junior G, Zago D, Zeppenfeld C, da Silva D, Heinzmann B et al. Anesthesia and anesthetic action mechanism of essential oils of *Aloysia triphylla* and

Cymbopogon flexuosus in silver catfish (*Rhamdia quelen*). Veterinary Anaesthesia and Analgesia. 2017

45. Reddy, S. G. Eswara and Dolma, Shudh Kirti. Acaricidal activities of essential oils against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Journal of toxic review. 2017;1-5

46. Fan Siew Loh¹ , Rita Muhamad Awang^{1 *}, Dzolkhifli Omar¹ and Mawardi Rahmani. Insecticidal properties of *Citrus hystrix* DC leaves essential oil against *Spodoptera litura* fabricius. Journal of Medicinal Plants Research. Aug 2011;5(16);3739-44

47. Sutthanont N, Choochote W, Tuetun B, Junkum A, Jitpakdi A, Chaithong U et al. Chemical composition and larvicidal activity of edible plant-derived essential oils against the pyrethroid-susceptible and -resistant strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Journal of Vector Ecology 2010; 35(1): 106-15.

48. Silvi Ikawati , Moh. Syamsu Dhuha, Toto Himawan. Bioactivity of *Citrus hystrix* D.C. Leaf Extract Against Cigarette Beetle *Lasioderma serricorne* THE JOURNAL OF TROPICAL LIFE SCIENCE. September; 2017(3):189-96.

49. Saah, Safiah ,Chanthachum, Supitchaya and Petcharat, Jiraporn. Effect of herb on insect growth in brown jasmine rice during storage. Kasetsart J. (Nat. Sci.) ;2008(42) : 144-49.

50. Haskell NH. Procedures in the entomology laboratory. In: Catts EP, Haskell NH (eds) Entomology and Death: A Procedural Guide. Joyce's, Clemson, 1990.

51. Lwanga SK, Lemeshow S. Sample size determination in health studies: A practical manual. World Health Organization, Geneva, 1991.

52. Areekul S., Sinchaisri P. and Tigvatananon. Effect of Thai Plants Extracts on the Oriental Fruit fly II. Repellency test. Kasetsart J. ;1988(22): 56-61.

53. Nararak J. , Sathantriphop S. ,Kongmee M. ,Bangs, M.J. and Chareonviriaphap T. Excito-Repellency of Citrus hystrix DC Leaf and Peel Essential Oils Against *Aedes aegypti* and *Anopheles minimus* (Diptera: Culicidae), Vectors of Human Pathogens. Journal of medical entomology. 2017Jan 1;2017;54(1);178-86.
54. Lee S. , Peterson C.J. and Coats J.R. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. Journal of stored products research ; 2003(39);77-85
55. Kerdchoechuen O, Laohakunjit N, Singkornard S. and Matta FB. Essential oils from six herbal plants for biocontrol of the maize weevil. HortScience 45 ;2010(4);592-98.
56. Kumar P., Mishara S., Malik A. and Satya S. Biocontrol potential of essential oil monoterpenes against housefly, *Musca domestica* (Diptera:Nusidae). ecotoxicology and environmental safety ;2014(100);1-6.