

รายงานการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม ฉบับสมบูรณ์

รหัสโครงการ P-12-00789

ชื่อโครงการ

ผลในการรมและการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากพืช
ต่อแมลงศัตรูผักและไม้ดอก

Fumigation and contact Effects of Plant Essential Oils
on Insect Pests of Vegetables and Flower Plants



T137654

รชช
๑ 145๗
๒5๕7

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....137654
วันเดือนปี 13 ก.ค. 2558

b. 12695890

โดย

จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน อัมร อินทร์สังข์ และลำแพน ขวัญพูล

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พรพิมล ชื่นชม

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้ให้การสนับสนุนโครงการวิจัย เรื่องผลในการรรมและการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูผักและไม้ดอก (Fumigation and contact Effects of Plant Essential Oils on Insect Pests of Vegetables and Flower Plants) รหัสโครงการ P-12-00789 ระหว่างเดือนสิงหาคม 2555 – กรกฎาคม 2557

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา ห้องปฏิบัติการผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินการทดสอบต่างๆ ตลอดจนการทำวิจัย ที่ผ่านมา

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อำนวย อินทร์สังข์ และลำแพน ขวัญพูล
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พรพิมล ชื่นชม

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ผลในการรมและการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูผักและไม้ดอก

บทคัดย่อ

จากการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้น 18 ชนิด ในการฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ (*Frankliniella schultzei*) เพลี้ยอ่อน (*Aphis gossypii*) และแมลงหิวข้าว (*Bemisia tabaci*) และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (*Pseudococcus jackbeardsleyi*) โดยวิธีการรมในเครื่อง knockdown chamber และวิธีการสัมผัส โดยใช้เครื่อง Potter's spray tower พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย กานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 4 ชนิด มากที่สุดทั้งวิธีการรมและการสัมผัส โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.14-2.27 $\mu\text{L air}$ และ 0.29-1.80% ตามลำดับ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L air}$ มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *Thrips palmi* ได้ 100% สูงกว่าเพลี้ยไฟ *F. schultzei* (84.3-96.1%)

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยมีสารประกอบ Eugenol เป็นสารประกอบหลัก 97.100 และ 82.054% ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีสารประกอบ Citral เป็นสารประกอบหลัก 69.73% (*trans-citral* และ *cis-citral* เท่ากับ 37.929 และ 31.801% ตามลำดับ โดยสารมาตรฐาน Eugenol และ Citral มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ (*F. schultzei*) โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.31 และ 2.31 $\mu\text{L air}$ ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้ง (*P. jackbeardsleyi*) โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.20 และ 2.80 $\mu\text{L air}$ ตามลำดับ

การศึกษาความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอก กระเพรา และมะเขือเปราะ จากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช ในตู้แก้วขนาด 1 m^3 พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย อัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) และสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L air}$ รมเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง มีการหมุนเวียนอากาศภายในตู้รม 15 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้ตัดดอก และผัก (กระเพราและมะเขือเปราะ) ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพย้อนกลับจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช สูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ต่อแมลงศัตรูพืช ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L air}$ รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในเครื่อง knockdown chamber พบว่าทุกสูตรและทุกความเข้มข้นสามารถฆ่าตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งได้ 100% และสามารถฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหิวข้าว เท่ากับ 84.5-97.6%, 82.2-95.7% และ 87.2-100.0% ตามลำดับ

จากการทดสอบประสิทธิภาพการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช สูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L air}$ ต่อแมลงศัตรูพืช และความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกและผัก (กระเพราและมะเขือเปราะ) เปรียบเทียบกับการรมกับ methyl bromide ที่ความเข้มข้น 20 และ 28 g/m^3 (อัตราคำแนะนำในการรมในผักและกล้วยไม้ตัดดอก ตามลำดับ) ใช้เวลาในการรม 2 ชั่วโมง ในตู้รม DOA chamber พบว่าการรมด้วยสาร methyl bromide ทุกความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงได้ทุกชนิดทดสอบ 100% และสามารถฆ่าเพลี้ยไฟได้สูงกว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยทุกสูตรได้อย่างมีนัยทางสถิติ ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกสูตรที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L air}$ สามารถฆ่าเพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และแมลงหิวข้าวได้ ไม่แตกต่างกับการใช้ methyl bromide และทุกการทดลองสามารถฆ่าตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง 100% ขณะที่กล้วยไม้ตัดดอกและมะเขือเปราะที่รมด้วยสาร methyl bromide ส่งผลให้เกิดลักษณะอาการพิษต่อพืช โดยมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวเพียง 3 วัน เท่านั้น ส่วนกระเพราแสดงอาการใหม่ที่เกิดจากการรมทันทีหลังการรม สำหรับพืชที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยไม่พบระดับความเป็นพิษ โดยไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

คำสำคัญ: ผัก ไม้ตัดดอก น้ำมันหอมระเหย การรม แมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงศ์ศักดิ์ พมพวน และคณะ
 ไม่ว่าการนี้เห็นทั้งหมดอื่นอีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fumigation and contact Effects of Plant Essential Oils on Insect Pests of Vegetables and Flower Plants

Abstract

Preliminary, insecticidal property of 18 medicinal plant essential oils (EOs) were examined against adults of thrips (*Frankliniella schultzei*), aphid (*Aphis gossypii*) and whitefly (*Bemisia tabaci*), and larvae of mealybug (*Pseudococcus jackbeardsleyi*) by fumigation in knockdown chamber and by contact in Potter's spray tower. EOs from cinnamon, clove and lemongrass showed the highest effective against the insects by both methods with LC_{50} at 1.14-2.27 μL air and 0.29-1.80%, respectively. In particular, the EOs at 3.0 μL air commonly resulted in 100% mortality of *Thrips palmi* and 84.3-96.1% of *F. schultzei*.

The results of chemical components in cinnamon, clove and lemongrass by GC-MS showed that cinnamon and clove EOs contained 97.100 and 82.054% of Eugenol, respectively, while lemongrass EO contained 69.73% of Citral (*trans*-citral and *cis*-citral at 37.929 and 31.801%, respectively). Eugenol and Citral standards were highly effective in killing adults of thrips (*F. schultzei*) with LC_{50} at 1.31 and 2.31 μL air, and larvae of mealybug (*P. jackbeardsleyi*) with LC_{50} at 1.20 and 2.80 μL air, respectively.

In addition, physiological toxicity examination of EO formulas on cut orchid flower, sweet basil and eggplant in 1 m^3 fumigation chamber. It was found that 15 air-circulated fumigation with 2.0 μL air EO formulas from clove and cinnamon at the ratio of 1:3 (Cl1Ci3) and from clove and lemongrass at 1:3 (Cl1Le3) for 2-3 hr resulted in no significantly different physiological changes on cut orchid flower and vegetables (sweet basil and eggplant) when compared to the control.

Reverse fumigations of Cl1Ci3 and Cl1Le3 at 2.0 and 3.0 μL air for 2-3 hr against adults of thrips, aphid and whitefly, and larvae of mealybug in knockdown chamber showed that the EO fumigation formulas killed 100% larvae of mealybug and 84.5-97.6%, 82.2-95.7% and 87.2-100.0% adults of thrips, aphid and whitefly, respectively.

Fumigation with Cl1Ci3 and Cl1Le3 at 2.0 and 3.0 μL air in comparing to methyl bromide at 20 and 28 g/m^3 (recommended concentrations for vegetable and flower fumigations, respectively) on cut orchid flower and vegetables (sweet basil and eggplant) were conducted in DOA chamber. Methyl bromide fumigations at all concentrations showed 100% mortalities of all insects and resulted in significantly higher mortality of thrips than all EO formulas. However, all EO formulas at 3.0 μL showed no significant differences in mortalities of mealybug, aphid and whitefly when compared to methyl bromide, and 100% mortalities were observed in mealybug. Besides, cut orchid flower and vegetables fumigated with methyl bromide showed physiological changes on day 3 after fumigation. Particularly, burns were observed on sweet basil immediately after the fumigations. On the other hand, no significant physiological changes were observed on the flower and vegetables fumigated with EO, when compared to the control.

Keywords: vegetable, cut flower, essential oil, fumigation, insect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จริงจังดี พจนานวน และคณะ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
สารบัญเรื่อง.....	iii
สารบัญตาราง.....	iv
สารบัญภาพ.....	vii
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย.....	7
บทที่ 3 ผลการวิจัย.....	20
บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการวิจัย.....	56
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	59
เอกสารอ้างอิง.....	61

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองเพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว.....	8
3.1 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ <i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom) หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	21
3.2 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง <i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel&Miller หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	22
3.3 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน (<i>Aphis gossypii</i> Glover) หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	23
3.4 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาว (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius) หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	25
3.5 สรุปเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง และแมลงหวี่ขาว หลังจากวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน.....	25
3.6 สารประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง.....	26
3.7 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (<i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom)) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน และสารมาตรฐาน Eugenol และ Citral โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	27
3.8 เพอร์เซ็นต์การตายตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง <i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel&Miller หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน และสารมาตรฐาน Eugenol และ Citral โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	27
3.9 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ <i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom) และ <i>Thrips palmi</i> Karny หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย กานพลู และตะไคร้บ้าน โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้น 3.0 μ L air และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	28
3.10 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (<i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom)) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง.....	29
3.11 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง.....	29

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.12 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้ง (<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง.....	30
3.13 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน (<i>Aphis gossypii</i> Glover) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง	30
3.14 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาว (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง.....	30
3.15 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) ของกล้วยไม้ตัดดอก วันที่ 3 หลังจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้หอม และไพล ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air.....	31
3.16 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) และเพอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก วันที่ 3 หลังจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน.....	32
3.17 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) และเพอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก วันที่ 3 หลังจากรรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย และสารมาตรฐาน Eugenol ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air.....	33
3.18 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) ของกระเพราและมะเขือเปราะ วันที่ 3 หลังจากรรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้บ้าน และไพล ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air	40
3.19 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) และเพอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกระเพรา วันที่ 3 หลังจากรรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air โดยรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที	41
3.20 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) เพอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะ วันที่ 3 หลังจากรรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air โดยรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที.....	41
3.21 เพอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (<i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom) และ <i>Thrips palmi</i> Karny) เพลี้ยอ่อน (<i>Aphis gossypii</i> Glover) และแมลงหวี่ขาว (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius) และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller) หลังจากรรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 μL air เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในตู้รม knowndown chamber	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.22	
เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (<i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom) และ <i>Thrips palmi</i> Karny) เพลี้ยอ่อน (<i>Aphis gossypii</i> Glover) และแมลงหริ่งขาว (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius) และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller) หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 μL air และ methyl bromide ที่ความเข้มข้น 20 และ 28 g/m^3 ในตูรม DOA มีการระบายอากาศ 15 นาที และรมนาน 2 ชั่วโมง.....	
	49
3.23	
เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (<i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom) และ <i>Thrips palmi</i> Karny) ที่มีการเลียนแบบการระบาดและการระบาดตามธรรมชาติบนกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 μL air และ methyl bromide ที่ความเข้มข้น 20 และ 28 g/m^3 ในตูรม DOA มีการระบายอากาศ 15 นาที รมนาน 2 ชั่วโมง.....	
	49

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การเพาะเลี้ยงแมลงเพื่อเพิ่มปริมาณ A: เพลี้ยไฟ (<i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom)), B: เพลี้ยแป้ง (<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller), C: เพลี้ยอ่อน (<i>Aphis gossypii</i> Glover), D: แมลงหวี่ขาว (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, E-F: การเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟ <i>Thrips palmi</i> Karny ในแปลงกล้วยไม้ของเกษตรกร จังหวัดนครปฐม.....	7
2.2 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation).....	9
2.3 การเขี่ยแมลงลงในชุดทดสอบ A-B: เพลี้ยไฟ <i>Frankliniella schultzei</i> Trybom, C-D: เพลี้ยอ่อน <i>Aphis</i> sp., E-F: แมลงหวี่ขาว <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius), G-H: เพลี้ยแป้ง <i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel&Miller.....	10
2.4 การทดสอบโดยวิธีการรมในเครื่อง knockdown chamber	10
2.5 การทดสอบโดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรงในเครื่อง Potter's spray tower.....	11
2.6 การเตรียมกล้วยไม้ตัดดอก ก่อนรม.....	12
2.7 ตู้รมขนาด 1 m ³	12
2.8 การเตรียมตัวอย่างฝักก่อนรม, A=โหระพา, B=มะเขือ.....	15
2.9 การทดสอบภาคสนามโดยใช้ตู้รมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (DOA chamber), A-B: การเตรียมตัวอย่างก่อนรม, C-E: การรมด้วย methyl bromide, F-G: การรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช.....	18
3.1 เปรี่เซนต์การตายของตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ <i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom) หลังจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 3 µ/L air ที่ 24 ชั่วโมง.....	20
3.2 ตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ <i>Frankliniella schultzei</i> (Trybom), A: ตัวเต็มวัยที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวเต็มวัยที่ตายเนื่องจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช.....	21
3.3 เปรี่เซนต์การตายของตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง <i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel&Miller หลังจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 3 µ/L air ที่ 24 ชั่วโมง.....	22
3.4 ตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง <i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel&Miller, A: ตัวอ่อนที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวอ่อนที่ตายเนื่องจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช	22
3.5 เปรี่เซนต์การตายของตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อน <i>Aphis gossypii</i> Glover หลังจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 3 µ/L air ที่ 24 ชั่วโมง	23
3.6 ตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน (<i>Aphis gossypii</i> Glover), A: ตัวอ่อนที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวอ่อนที่ตายเนื่องจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช.....	24
3.7 เปรี่เซนต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาว <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius หลังจากรรมด้วยน้ำมันหอมระเหย ความเข้มข้น 3 µ/L air ที่ 24 ชั่วโมง	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.8 ตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาว (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius), A: ตัวเต็มวัยที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวเต็มวัยที่ตายเนื่องจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช.....	25
3.9 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลาต่างๆ กัน ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลาของการรม (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%); Clove : Cinnamon อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 เขียนชื่อสูตร Cl4Ci0, Cl3Ci1, Cl2Ci2, Cl1Ci3 และ Cl0Ci4 ตามลำดับ.....	35
3.10 กล้วยไม้ตัดดอกหลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลาต่างๆ กัน ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลาของการรม; Clove : Cinnamon อัตราส่วน 4:0 และ 1:3 เขียนชื่อสูตร Cl4Ci0 และ Cl1Ci3 ตามลำดับ.....	36
3.11 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย อัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที และตลอดเวลาของการรม (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%).....	37
3.12 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) (A), ปริมาณ phenolic (B) และปริมาณ anthocyanin (C) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที ของการรม (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%).....	38
3.13 กล้วยไม้ตัดดอกหลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย (Clove : Cinnamon อัตราส่วน 1:3 เขียนชื่อสูตร Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลาต่างๆ กัน ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที และตลอดเวลาของการรม.....	39
3.14 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกระเพรา หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%).....	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.15 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) (A-C) เพอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) และความแน่นเนื้อ (E) ของมะเขือเปราะ หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที (¹ ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%).....	44
3.16 ค่า Total Chlorophyll (A) ปริมาณ Phenolic (B) และกิจกรรมการทำงานของเอ็นไซม์ PPO (C) ของกระเพรา หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที (¹ ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%).....	45
3.17 ค่า Total Chlorophyll (A) ปริมาณ Phenolic (B) และกิจกรรมการทำงานของเอ็นไซม์ PPO (C) ของมะเขือเปราะ หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที (¹ ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%).....	46
3.18 กระเพรา หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที.....	47
3.19 มะเขือเปราะ หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที.....	47
3.20 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 28 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที (¹ ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%).....	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.21 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกระเพรา หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{L}$ air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)	52
3.22 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) (A-C) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) และความแน่นเนื้อ (E) ของมะเขือเปราะ หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{L}$ air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)	53
3.23 กล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L}/\text{L}$ air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 28 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที	54
3.24 กระเพรา หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L}/\text{L}$ air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที	54
3.25 มะเขือเปราะ หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L}/\text{L}$ air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที	55

รหัสโครงการ P-12-00789

บทที่ 1

บทนำ

ผักสดเป็นผลิตภัณฑ์เกษตรที่นอกจากบริโภคในประเทศแล้ว ยังส่งออกจำหน่ายต่างประเทศด้วย แต่การส่งออกมักจะมีปัญหาพิชิตก้างของสารฆ่าแมลง หรือมีแมลงติดไปซึ่งหากมีการตรวจพบในประเทศปลายทาง ผลผลิตจะถูกทำลายหรือถูกส่งกลับ ทำให้ประเทศเสื่อมเสียชื่อเสียงและเงินตราของประเทศชาติ การใช้รังสีเป็นวิธีการหนึ่งในการหยุดการแพร่พันธุ์และยับยั้งการทำลายของแมลงอย่างได้ผลซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาการส่งออกผักสดสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผักสดและขยายการค้าไปยังตลาดต่างประเทศได้

โดยในปี 2552 ที่ผ่านมา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้เพิ่มมาตรการเข้มงวดในการควบคุมการนำเข้าและส่งออกสินค้าพืชมากขึ้น โดยให้ตรวจสอบสินค้าทุกชนิดอย่างละเอียดเพื่อไม่ให้มีศัตรูพืชติดไปกับพืชผักผลไม้ที่ส่งออก ซึ่งอาจเกิดปัญหาตีกลับสินค้าทั้งยังเป็นการป้องกันไม่ให้โรคและศัตรูพืชกักกันจากต่างประเทศหลุดรอดเข้ามาแพร่ระบาดในประเทศไทยด้วย โดยเฉพาะสินค้าพืชผักผลไม้ที่นำเข้าจากสาธารณรัฐประชาชนจีนมีอัตราเสี่ยงศัตรูพืชติดมาก่อนข้างสูง ดังนั้นจึงต้องติดตามเฝ้าระวังและตรวจสอบอย่างเข้มงวด ขณะเดียวกันยังต้องอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ประกอบการและผู้ส่งออก โดยให้บริการด้านการตรวจสอบและออกใบรับรองสุขอนามัย พืชให้กับสินค้าพืชที่ส่งออกตามมาตรฐานระหว่างประเทศทางด้านสุขอนามัยพืชที่สอดคล้องกับความตกลง ว่าด้วยการใช้มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (SPS) ภายใต้องค์การการค้าโลก (WTO) และเป็นไปตามข้อกำหนดและเงื่อนไขการนำเข้าของประเทศคู่ค้าด้วย ศัตรูพืชกักกันที่ตรวจพบมีหลายชนิด อาทิ เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว หนอนใยผัก เพลี้ยหอยเกล็ดเพลี้ยอ่อน หนอนขอนใบ หนอนเจาะผล และหนอนผีเสื้อ เป็นต้นหากตรวจพบผู้ส่งออกต้องทำการกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีที่เหมาะสม เช่น การจุ่มยา ฉีดพ่นด้วยสารกำจัดศัตรูพืช หรือการรมยาซึ่งเจ้าหน้าที่จะสุ่มตรวจสินค้าอีกครั้งหากไม่พบศัตรูพืชจึงจะออกใบรับรองสุขอนามัยพืชให้ (กรุงเทพธุรกิจออนไลน์, 2552)

ปัญหาศัตรูพืชและการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในการนำเข้าโดยได้รับการแจ้งเตือนจากสหภาพยุโรป ปี 2550 ณ คลังสินค้า ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ พบว่ามีการแจ้งเตือนจากสหภาพยุโรป 149 ครั้ง ผักและผลไม้ได้รับการแจ้งเตือนจากสหภาพยุโรปมากที่สุด 75.2% รองลงมาคือดอกกล้วยไม้ 16.8% และจากการตรวจพบปัญหาสำหรับพืชส่งไปสหภาพยุโรป ณ จุดส่งออก ปี 2550 จากการตรวจ 4,017 ครั้ง ตรวจพบศัตรูพืช 3,836 ครั้ง (กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร, 2553ก) โดยพืช 10 อันดับแรกที่ตรวจพบศัตรูพืชมากที่สุดคือ กระเพรา มะเขือ เงาะ มังคุด มะระ ผักชีฝรั่ง คื่นช่าย โหระพา ขะพลู และมะเขือพวง โดยศัตรูพืชที่ตรวจพบในพืชที่ส่งออกไปสหภาพยุโรป ณ จุดส่งออก สูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว ตัวอ่อนแมลงหวี่ขาว เพลี้ยหอยเกร็ด หนอนใยผัก เพลี้ยอ่อน หนอนขอนใบ หนอนเจาะผล และหนอนกระทู้ผัก (กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร, 2553ข)

สำหรับเป้าหมายการตรวจก่อนการส่งออกไปยังประเทศออสเตรเลียนั้น กรมวิชาการเกษตรจะตรวจสินค้าที่ส่งออกทั้งหมด เพื่อตรวจหาศัตรูพืชกักกันที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและเศษขยะต้องสุ่มตรวจผลไม่ตามขบวนการสุ่มดังต่อไปนี้ ซึ่งจะให้ความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% โดยสินค้าที่ส่งออกในแต่ละครั้งจะมีการทำลายของศัตรูพืชไม่เกิน 0.5% เช่นการสุ่มตรวจผลไม้ 600 ผล ต่อสินค้าที่มีผลไม้ >1000 ผล ; 450 ผล สำหรับผลไม้ 1,000 ผลหรือน้อยกว่า หรือ กระบวนการที่เท่าเทียมกัน นอกจากนั้นจะต้องทำการตรวจลำไย/ลิ้นจี่ที่ไม่มีก้านหรือลำไยที่มีก้านติดอยู่อย่างละเอียดรอบคอบเป้าหมายในกระบวนการสุ่มตรวจเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าลำไย/ลิ้นจี่ปราศจากเพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอยและหนอนเจาะผลลิ้นจี่ และศัตรูพืชชนิดอื่นๆที่เป็นศัตรูพืชกักกันของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จรงค์ศักดิ์ พมวนวน และคณะ
ไม่ว่าการันใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศออสเตรเลีย นอกจากนี้การสุ่มตรวจเพื่อให้ปลอดสิ่งปะปนจากเศษพืช (ใบไม้ กิ่งไม้ เมล็ดพืชและอื่นๆ) เมล็ดวัชพืช ดิน และผลลำไยและกิ่งลำไยต้องสะอาด กิ่งลำไยต้องยาวไม่เกิน 10-15 cm และเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3-4 mm บันทึกผลการตรวจพบศัตรูพืชในช่วงที่ทำการตรวจลำไย/ลิ้นจี่ (ศัตรูพืชที่มีชีวิตหรือตาย และเศษขยะ) กรมวิชาการเกษตรต้องเก็บรักษาไว้และส่งมอบให้กับหน่วยงานความปลอดภัยทางชีวภาพออสเตรเลียเมื่อได้รับการร้องขอซึ่งหากสินค้าที่ไม่ได้ปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นต้องถูกปฏิเสธสำหรับส่งออกไปยังประเทศออสเตรเลีย (กลุ่มวิจัยการกักกันพืช, 2553)

กล้วยไม้จัดเป็นพืชเศรษฐกิจและเป็นธุรกิจไม้ตัดดอกระดับโลก ประเทศไทยส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศต่างๆ มากกว่า 30 ประเทศ ประเทศที่มีการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกจากประเทศไทยที่มีมูลค่าสูง 5 อันดับแรก ได้แก่ ญี่ปุ่น อิตาลี สหรัฐอเมริกา ไต้หวัน และเยอรมันนี้ การนำเข้ากล้วยไม้ประเทศปลายทางจะคำนึงถึงคุณภาพและมีการตรวจสอบโรคพืชและแมลง ถ้าตรวจพบถูกนำไปปรมา หรืออาจนำเข้าประเทศ (สุภา , 2551) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมากระทรวงเกษตรและสหกรณ์จัดให้กล้วยไม้เป็นหนึ่งในสี่ของพืช Product Champion เนื่องจากเป็นพืชที่ทำรายได้สูงสุดและมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี การส่งออกกล้วยไม้ แม้ว่าจะมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี แต่ก็ยังมีปัญหาการส่งออกที่ต้องแก้ไข คือแมลงศัตรูพืชติดไปโดยเฉพาะเพลี้ยไฟ ซึ่งในการส่งออกนั้น หากพบเพลี้ยไฟติดไปกับกล้วยไม้จะมีปัญหาด้านการส่งออกทันที บางครั้งก่อให้เกิดปัญหาอย่างรุนแรงเช่น ในปี พ.ศ.2540 กล้วยไม้จากประเทศไทยที่ส่งไปยังสหภาพยุโรปถูกเผาทำลายหลายครั้งเนื่องจากพบเพลี้ยไฟฝ้ายติดไปกับดอก (กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ, 2555; ปิยรัตน์ และคณะ, 2551)

เพลี้ยแป้ง

เพลี้ยแป้งอยู่ในวงศ์ Pseudococcidae อันดับ Homoptera เป็นแมลงชนิดปากดูดทำความเสียหายให้กับพืชได้หลายชนิดทั้งพืชสวนและพืชไร่ โดยดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนต่างๆ ของพืชทำให้บริเวณที่ถูกทำลายมีลักษณะผิดปกติ เช่น ใบเป็นจุดสีเหลือง และบางครั้งมีลักษณะย่นผลิบดเบี้ยวและร่วง ต้นพืชที่ถูกทำลายรุนแรงจะเหี่ยวและแห้งตายในที่สุด Williams and Watson (1988) รายงานว่าเพลี้ยแป้งบางชนิดเป็นศัตรูสำคัญทางด้านกักกันพืช เช่น *Pseudococcus dendrobiorum* Williams พบบนกล้วยไม้จากปาปัวนิวกินี เมื่อไรก็ตามที่เพลี้ยแป้งเหล่านี้บังเอิญเล็ดลอดไปสู่พื้นที่เพาะปลูกแหล่งใหม่ที่ปราศจากศัตรูธรรมชาติ ก็แพร่ขยายพันธุ์เกิดการระบาด และอาจทำความเสียหายอย่างรุนแรงให้กับพืชชนิดอื่นๆ ได้สำหรับในประเทศไทยมีรายงานพบเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus cryptus* Hempel บนใบมะพร้าวมะม่วงฝักมะขามและผลมังคุด (บุพผาและชลิตา, 2543; ชลิตาและคณะ, 2546; 2553ก) พบการระบาดของเพลี้ยแป้ง เพลี้ยแป้งตัวลาย *Ferrisia virgata* Cockerell เพลี้ยแป้งสีเขียว *Phenacoccus madeiresis* Green เพลี้ยแป้งสีชมพู *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero และเพลี้ยแป้งสีเทา *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย และพบว่าเพลี้ยแป้งสีชมพูมีการระบาดอย่างรุนแรงที่สุด มีผลเสียหายทางเศรษฐกิจในทุกภาคของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในขณะนี้ยังไม่มีการควบคุมการระบาดของเพลี้ยแป้งชนิดนี้ได้อย่างได้ผลดี ทำให้เกษตรกรเริ่มวิตกกังวลต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งชนิดนี้ในมันสำปะหลัง โดยเกษตรกรบางรายได้หันกลับไปปลูกพืชไร่ชนิดอื่นแทน เพื่อตัดวงจรการแพร่ระบาดของเพลี้ยแป้ง ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม (โอภาส, 2553) ซึ่งเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีเทา *P. Jackbeardsleyi* นอกจากจะเข้าทำลายบนมันสำปะหลังแล้ว ยังพบการเข้าทำลายบนมะม่วง ฝรั่ง มะเขือ ชะพลู ลีลาวดี โป๊ยเซียน สาวน้อยประแป้ง และวัชพืชหลายชนิดอีกด้วย (ชลิตาและคณะ, 2553ก) พบเพลี้ยแป้งส้ม *Nipaecoccus viridis* (Newstead) สามารถลงทำลายพืชได้มากกว่า 100 ชนิดพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่ถั่วเหลือง ทับทิม องุ่น มะม่วง มะขาม ขนุน และพวกตระกูลส้ม ในประเทศไทยเพลี้ยแป้ง *N. viridis* ถือว่าเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของส้มชนิดหนึ่ง การระบาดจะรุนแรงในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พนมวน และคณะ
 ไม่ว่าการใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะสัมผัสผลอ่อน โดยจะดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณข้อผลทำให้ผลอ่อนสัมผัสมีรูปร่างผิดปกติ เหลือง และหลุดร่วงไปในที่สุด (อดุลย์รัตน์และวิวัฒน์, 2548) พบเพลี้ยแป้งชบา *Maconellicoccus hirsutus* เป็นศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจในประเทศไทยหลายชนิดได้แก่พืชกลุ่มไม้ผลไม้ดอกพืชผัก (ดวงทิพย์, 2549) และจากรายงานของ ศรีจันทร์และคณะ (2552) พบว่าเพลี้ยแป้งที่ลงทำลายผลลำไย 8 ชนิดคือ *Pseudococcus* sp., *F. vergata*, *Planococcus lilacinus* (Cockerell), *Planococcus mine* (Maskell), *Planococcus* sp., *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley, *Maconellicoccus hirsutus* Green และ *Nipaecoccus* sp.

เพลี้ยอ่อน

เพลี้ยอ่อน อยู่ในวงศ์ Aphididae อันดับ Homoptera เป็นแมลงชนิดปากดูดขนาดเล็กเพลี้ยอ่อนทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ทำลายพืชโดยดูดน้ำเลี้ยงอยู่ใต้ใบพืชส่วนอ่อนๆ ของพืชเช่นยอดอ่อน ดอกอ่อน และผลอ่อน ทำให้บริเวณที่ถูกทำลายมีลักษณะผิดปกติเช่นใบย่นผลบิดเบี้ยวใบ และผลที่ถูกทำลายจะแห้งและร่วงไปในที่สุด ถ้าพืชถูกทำลายรุนแรงจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตหรือบางครั้งทำให้ต้นตายได้ นอกจากนี้เพลี้ยอ่อนยังขับถ่ายของเหลวที่มีลักษณะเป็นน้ำเหนียวๆ เรียกว่ามุลน้ำหวาน (honeydew) ซึ่งเป็นอาหารของราดำทำให้ราดำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วปกคลุมใบและผลใบจึงไม่สามารถสร้างอาหารโดยวิธีสังเคราะห์แสงได้อย่างเต็มที่ สำหรับผลจะสกปรกเนื่องจากมุลน้ำหวานและราดำทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ บริเวณที่มีเพลี้ยอ่อนระบาดมักจะมีมดคอยกินน้ำหวานที่เพลี้ยอ่อนถ่ายออกมาอาศัยร่วมอยู่ด้วย จึงเป็นตัวช่วยกระจายเพลี้ยอ่อนจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งของพืช หรือจากพืชต้นหนึ่งไปยังพืชอีกต้นหนึ่ง (ลักษณะและคณะ, 2553) แมลงวงศ์นี้มีลักษณะพิเศษคือสามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบใช้เพศและแบบไม่ใช้เพศในเขตร้อนที่มีช่วงแสงยาว เพลี้ยอ่อนจะขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศตัวเต็มวัย สามารถออกลูกได้โดยไม่ต้องผสมพันธุ์ไข่ จะเจริญอยู่ในท้องของตัวเต็มวัยและออกลูกเป็นเพศเมียทั้งหมด (Thelytokous) แต่ในเขตหนาวที่มีช่วงแสงสั้นเพลี้ยอ่อนจะขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบไม่ใช้เพศและแบบใช้เพศ มีทั้งเพศผู้เพศเมียและออกลูกเป็นไข่ (Capinera, 2004) ทำให้เพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วเพลี้ยอ่อนมีผนังลำตัวอ่อนนุ่ม ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ต่างกันที่ขนาดและสี เจริญเติบโตลอกคราบ 4-5 ครั้ง ตัวเต็มวัยขนาดโตเต็มที่ประมาณ 1 mm สีลำตัวมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนไปจนถึงสีดำเข้ม ที่ปลายส่วนท้องจะมีท่อเล็กๆ ยื่นยาวออกมา 2 ท่อ เพลี้ยอ่อนตัวหนึ่งๆ จะให้ลูกได้ประมาณ 27 ตัว ระยะตัวอ่อนประมาณ 5-6 วัน ระยะตัวเต็มวัยประมาณ 3-14 วัน อายุเฉลี่ย 11 วันเพลี้ยอ่อนมีพืชอาหารได้หลายชนิด (สุนทร, 2555) เพลี้ยอ่อน *Macrosiphoniella sanborni* Gillette เป็นศัตรูสำคัญของดอกเบญจมาศ โดยเพลี้ยอ่อนจะดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ที่ดอกเบญจมาศและจะขับถ่ายน้ำหวานออกมา ทำให้เกิดราดำที่ดอกเบญจมาศ พบระบาดได้ทั่วไป โดยเฉพาะในช่วงอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง ถ้าฝนตกเพลี้ยอ่อนจะลดปริมาณลงบ้าง (กลุ่มบริหารศัตรูพืช และ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2554) เพลี้ยอ่อน *Melanaphis sacchari* (Zehntner), *Rhopalosiphum* sp., *Longgiunguis* sp. เป็นเพลี้ยอ่อนอ้อยสีเหลือง ดูดน้ำเลี้ยงจากใบอ้อยและพืชตระกูลหญ้าอื่นๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น (โกศล, 2525) เพลี้ยอ่อน *Aphis* sp. เป็นศัตรูถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ฝ้าย พืชผักทั่วไป เช่น พริก หอมใหญ่ หอมแดง หอมแบ่ง กระเทียม หน่อไม้ฝรั่ง และพืชตระกูลแตง (อินทวัฒน์, 2530) เพลี้ยอ่อนวงศ์ Aphididae แบ่งออกเป็น 8 วงศ์ย่อยคือ Lachninae, Eriosomatinae, Hormaphidinae, Calaphidinae, Greenideinae, Anoeciinae, Chaitophorinae และ Aphidinae เพลี้ยอ่อนที่เป็นศัตรูพืชส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ย่อย Aphidinae (Capinera, 2004) เพลี้ยอ่อนที่อยู่ในวงศ์ย่อย Aphidinae เช่นเพลี้ยอ่อนฝ้ายเป็นศัตรูสำคัญของพืชไร่พืชผักไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิดซึ่งจากการสำรวจของ ลักษณะและคณะ (2553) โดยรวบรวมเพลี้ยอ่อนจากแหล่งปลูกพืชต่างๆระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงเดือนกันยายน 2553 ในประเทศไทยพบเพลี้ยอ่อน 12 ชนิดคือ *Aphis gossypii* Glover, *Aphis nerii* Boyer de onscolombe, *Aphis craccivora* Koch, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จริงศักดิ์ พูนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรรมใดทั้งสน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aphis spiraecola Patch, *Aphis glycines* Matsumura, *Toxoptera odinae* (van de Goot), *Melanaphis sacchari* (Zehntner), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus), *Macrosiphum rosae* (Linnaeus), *Myzus persicae* (Sulzer) และ *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)

เพลี้ยอ่อนนอกจากจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชแล้วยังเป็นพาหะถ่ายทอดเชื้อไวรัสสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่นเพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* Glover เป็นพาหะนำเชื้อไวรัสสาเหตุโรคใบด่างของพืชตระกูลแตง เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง *Aphis glycines* Matsumura เป็นพาหะนำเชื้อไวรัสสาเหตุโรคใบด่างและต้นเตี้ยแคระของถั่วเหลือง (เครื่องพันธุ์และวันเพ็ญ, 2545) และเพลี้ยอ่อนส้ม *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) เป็นพาหะนำเชื้อไวรัสสาเหตุโรค Citrus Tristeza Virus (CTV) ทำให้ส้มเกิดโรคทริสตีซา (Blackman and Eastop, 2000) โดยเพลี้ยอ่อนที่ดูดกินน้ำเลี้ยงต้นพืชที่เป็นโรคเชื้อไวรัสจากต้นพืชจะเข้าไปอยู่ในตัวเพลี้ยอ่อนเมื่อเพลี้ยอ่อนไปดูดกินพืชต้นอื่นเชื้อไวรัสจะถูกถ่ายไปกับน้ำลายทำให้พืชต้นนั้นเป็นโรคด้วย

เพลี้ยไฟ

เพลี้ยไฟ อยู่ในวงศ์ Thripidae อันดับ Thysanoptera เป็นแมลงชนิดปากเคี้ยวขนาดเล็ก เป็นแมลงที่รู้จักกันดีในแง่ศัตรูพืช มีขนาดเล็กมากประมาณ 2 mm ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายกัน ตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลดำ มีทั้งชนิดมีปีกและไม่มีปีก ชนิดมีปีกจะมีปีก 2 คู่ ลักษณะคล้ายขนนก ตัวอ่อนมีสีครีมเหลือง หรือเหลืองอ่อน ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเคลื่อนไหวได้รวดเร็วมาก เมื่อถูกรบกวนมักจะวิ่งหลบหนีซ่อนตัว หรือกระโดด หรือบินหนีไปอย่างรวดเร็ว (อินทวัฒน์, 2530) ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยทำลายส่วนต่างๆ ของพืชโดยใช้ปากที่เป็นแทง (stylet) เขี่ยเนื้อเยื่อพืชให้ช้ำแล้วจึงดูดน้ำเลี้ยงจากเซลล์ของพืช ทำให้บริเวณที่ถูกดูดมีลักษณะอาการแตกต่างกัน เช่น หากเกิดกับแตงโมในระยะทอดยอด จะทำให้ชะงักการเจริญเติบโต ลักษณะอาการที่เกิดจากเพลี้ยไฟชนิดนี้เรียกว่า ยอดตั้ง หากเกิดกับมะเขือเปราะในระยะออกผล จะทำให้เกิดรอยดำที่ผล เมื่อผลโตขึ้นทำให้คุณภาพผลผลิตต่ำ ส่วนในพืชผัก เช่น กระเจี๊ยบเขียว ถั่วฝักยาว มะระ และแตงกวา ทำให้บริเวณใบที่ถูกทำลายมีรอยแผลสีน้ำตาล ใบแห้ง ในการทำลายในส่วนของเพลี้ยไฟต่อส่วนเจริญของพืช ทำให้ยอด ดอก ตาอ่อน ไม่เจริญเติบโต หากเป็นระยะพืชขาดน้ำแล้วไม่ทำการแก้ไขป้องกันกำจัด จะทำให้พืชตายได้ (กลุ่มบริหารศัตรูพืช และ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2554) เพลี้ยไฟกล้วยไม้อยู่ในสกุล *Dichromothrips* พบเข้าทำลายพืชตระกูลกล้วยไม้โดยเฉพาะประเทศแถบในเขตร้อน (tropical) สำหรับในประเทศไทยเคยพบเพลี้ยไฟชนิดนี้เข้าทำลายกล้วยไม้ในยุคแรกๆ ที่ปลูกกล้วยไม้ต่อมาเมื่อมีการส่งออกกล้วยไม้มากขึ้นพบว่าเพลี้ยไฟที่ก่อปัญหาในการส่งออกคือเพลี้ยไฟฝ้าย *Thrips palmi* Karny (ปิยรัตน์และคณะ, 2542) และเป็นปัญหาต่อเนื่องมาโดยตลอดแต่เมื่อ พ.ศ.2549 กล้วยไม้ที่ปลูกบริเวณกลุ่มกีฏและสัตววิทยาได้เกิดการระบาดอย่างหนักของเพลี้ยไฟกล้วยไม้ในขณะเดียวกันได้พบเพลี้ยไฟดังกล่าวในแปลงปลูกกล้วยไม้จังหวัดอยุธยา นครปฐม (วีรณาและคณะ, 2550) พืชอาหารของเพลี้ยไฟมีหลายชนิดแตกต่างกันไปได้แก่ เพลี้ยไฟ *Frankliniella occidentalis* Pergande ดูดน้ำเลี้ยงจากเซลล์กลีบดอกเบญจมาศทำให้เกิดรอยแผลลักษณะเป็นขีดๆตามความยาวของกลีบดอกและยังพบเข้าทำลายไม้ดอกทุกชนิดที่ปลูกบนตออินทนนท์เกิดการระบาดอย่างรุนแรงมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2540 (ศิริณี, 2544) จากการสำรวจตัวอย่างแมลงศัตรูจากแหล่งปลูกเบญจมาศในเขตภาคกลาง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนกันยายน 2553 พบเพลี้ยไฟ 5 ชนิดได้แก่เพลี้ยไฟ *F. occidentalis*, *Frankliniella schultzei* Trybom เพลี้ยไฟดอกไม้ฮาวาย *Thrips hawaiiensis* (Morgan), *T. palmi* และ *Microcephalothrips abdominalis* Crawford (ชลิตาและคณะ 2553) ซึ่งเพลี้ยไฟฝ้าย *T. Palmi* เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดอีกชนิดหนึ่ง สามารถเข้าทำลายพืชได้หลายชนิด เช่น แตงโม มะเขือเปราะ มะเขือยาว แตงกวา มะระ ฟักเขียว ถั่วฝักยาว หน่อไม้ฝรั่ง ไม้ผล เช่น มะม่วง ส้มโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรุงศักดิ์ พูนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรรมใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องุ่น พืชไร่ เช่น ฝ้าย ยาสูบ งา ทานตะวัน ข้าวโพด ทำลายไม้ดอก เช่น กล้วยไม้ กุหลาบ เบญจมาศ ดาวเรือง เป็นต้น เพลี้ยไฟหอม *Trips tabaci* L. สามารถเข้าทำลายพืชได้หลายชนิดเช่นกัน เช่น หน่อไม้ฝรั่ง หอม กระเทียม ฝ้าย ทานตะวัน น้ำเต้า บวบ ปอ มะเขือ ถั่ว ยาสูบ และมะเขือเทศ เป็นต้น เพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood พบทำลายพืชที่สำคัญหลายชนิด เช่น พริก ถั่วลิสง เงาะ มะม่วง ส้ม ส้มโอ มะละกอ มะขาม มังคุด ทูเรียน มะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น ส่วนเพลี้ยไฟขอบปล้องหยัก *M. abdominalis* นอกจากพบทำลายไม้ดอก เช่น เบญจมาศ เยอบีร่า ดาวเรือง แกลดิโอลัส แล้ว ยังพบลงทำลายหน่อไม้ฝรั่ง กะเพรา ถั่วลิสง ข้าวสาลี พริก ทูเรียน มังคุด อีกด้วย กลุ่มบริหารศัตรูพืช และ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2554)

แมลงหวีขาว

แมลงหวีขาวเป็นแมลงปากดูดในวงศ์ Aleuroidea อันดับ Homoptera ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนใต้ใบพืช แมลงจะถ่ายมูลของเหลวทำให้เกิดราดำ พืชสังเคราะห์แสงน้อยลง และชะงักการเจริญเติบโต ใบม้วน ชีต และร่วง มีการเข้าทำลายเป็นหย่อมๆ และจะแพร่ขยายออกไปเป็นบริเวณกว้างอย่างรวดเร็วในช่วงที่มีอากาศแห้งแล้งเป็นเวลานาน มีพืชอาศัยมาก ทั้งพืชไร่ พืชสวนและไม้ประดับ เริ่มพบทำลายมันสำปะหลังในปี 2531 และเพิ่มปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ การทำลายของแมลงชนิดนี้จะพบควบคู่กับการเข้าทำลายของไรแดงและเพลี้ยแป้ง ตัวเต็มวัย เป็นแมลงขนาดเล็ก 2 mm ปีกบางใส 2 คู่ คลุมเลยส่วนท้อง ตาแดง มักเกาะนิ่งกับใบพืช เคลื่อนไหวช้า อยู่เป็นกลุ่ม จะพบไข่แมลงหวีขาว ตามบริเวณส่วนยอด ตัวอ่อนและดักแด้บริเวณส่วนกลางของต้น ตัวเต็มวัยและดักแด้จะพบตามส่วนล่างของต้น มีการระบาดเป็นหย่อมๆ แพร่กระจายไปสู่ส่วนยอดจนเต็มต้นแล้ว จึงเคลื่อนย้ายไปบริเวณใกล้เคียง พบมากเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2555)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งออกสินค้าเกษตรไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศจำนวนมาก โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้วเช่น สหภาพยุโรป ซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่ต้องการสินค้าที่มีคุณภาพสูงมากและประเทศผู้ส่งออกต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขการนำเข้าที่เข้มงวดอย่างเคร่งครัด สินค้าพืชที่ส่งออกไปยังกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป นอกจากจะต้องไม่มีสารพิษตกค้างและจุลินทรีย์ปนเปื้อนไปกับผลผลิตแล้วสินค้าจะต้องปลอดจากศัตรูพืชกักกันของสหภาพยุโรปด้วย โดยเฉพาะแมลงหวีขาวและเพลี้ยไฟ ซึ่งเป็นศัตรูพืชสำคัญที่สหภาพยุโรปตรวจพบติดไปกับสินค้าพืชผักส่งออกของไทยอย่างต่อเนื่อง ในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา แมลงหวีขาวนับเป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งที่มีการระบาดรุนแรงไปทั่วโลก สำหรับประเทศไทยได้รวบรวมรายชื่อแมลงหวีขาวได้ 93 ชนิด โดยในจำนวนนี้มีแมลงหวีขาวที่เป็นศัตรูพืชสำคัญสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจไม่น้อยกว่า 50 ชนิดโดยจะระบาดเข้าทำลายพืชขณะฝนทิ้งช่วงตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนตุลาคม (กรมวิชาการเกษตร, 2554) แมลงหวีขาวที่เป็นศัตรูพืชสำคัญสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจ ได้แก่ แมลงหวีขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* (Gennadius) ซึ่งนอกจากจะสร้างความเสียหายโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบพืชแล้ว ยังเป็นพาหะของเชื้อไวรัสสาเหตุโรครูปใบด่างในพืชต่างๆด้วยจัดเป็นแมลงศัตรูพืชที่มีพืชอาหารมากชนิดหนึ่ง โดยเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของมะเขือเทศ ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบ และเป็นพาหะนำโรคไวรัส คือ Tomato yellow leaf curl virus แมลงหวีขาวยาสูบระบาดทั่วไปในแหล่งปลูกมะเขือเทศ นอกจากนี้ยังพบการเข้าทำลายพืชเศรษฐกิจอีกหลายชนิด เช่น ยาสูบ พริก มันเทศ กระเจี๊ยบเขียว มะเขือเปราะ ปอแก้ว ถั่วเหลือง และถั่วต่างๆ อีกด้วย กลุ่มบริหารศัตรูพืช และ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2554)

นอกจากนี้ยังมีแมลงหวีขาวไยเกลียว *Aleurodicus dispersus* (Russell) ซึ่งมีพืชอาศัยค่อนข้างกว้างขยายพื้นที่การทำลายได้อย่างรวดเร็วถ้าพบทำลายในปริมาณมากอาจทำให้ต้นพืชตายได้ ชนิดพืชที่แมลงหวีขาวไยเกลียวเข้าทำลาย ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว ถั่วพู ฝรั่ง พุทรา มะเขือม่วง และน้อยหน่า แมลงหวีขาวเป็นแมลงศัตรูปากดูดขนาดเล็ก มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใต้ใบพืช พบการระบาดและทำความเสียหายให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พูนวรรณ และคณะ
 ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลอื่นใดที่สงวนไว้ให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกษตรทั่วทุกภาคของประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเกษตรกรรมที่ปลูกโดยอาศัยน้ำชลประทานหรือปลูกช่วงฝนทิ้งช่วงนานแมลงหริ่งหรือตัวอ่อนจะเข้าทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะอาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ใต้ใบพืช การทำลายของตัวอ่อนทำให้เกิดเป็นจุดสีเหลืองบนใบพืชส่วนการทำลายของตัวเต็มวัย จะทำให้ใบพืชหงิกงอต้นแคระแกร็นเหี่ยวและผลผลิตลดลง นอกจากนี้แมลงหริ่งหรือตัวอ่อนยังขับถ่ายน้ำหวานออกมาก่อให้เกิดราดำบนใบพืชและแมลงหริ่งหรือตัวอ่อนบางชนิดยังเป็นพาหะของเชื้อไวรัสสาเหตุโรคใบด่างโรคใบด่างเหลือง และโรคใบยอดย่น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตลดลงหรือในกรณีที่มีการเข้าทำลายครั้งละมากๆ อาจทำให้ต้นพืชตายได้ การป้องกันและกำจัดแมลงหริ่งหรือตัวอ่อนให้หลีกเลี่ยงการปลูกพืชในช่วงที่สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณของแมลงหริ่งหรือตัวอ่อน และเลือกใช้พันธุ์พืชแนะนำตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่เก็บส่วนของพืชที่พบแมลงหริ่งหรือตัวอ่อนออกจากแปลง โดยนำไปทำลายด้วยการเผาทิ้งและทำความสะอาดแปลงและบริเวณรอบๆ แปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อไม่ให้มีพืชอาศัยของแมลงหริ่งหรือตัวอ่อน สารฆ่าแมลงควรใช้เฉพาะเมื่อพบการระบาดและใช้ในขณะที่ยังไม่มีตัวอ่อนวัยแรกเพราะไม่มีปูยขาวปกคลุมตัวจะให้ผลดีที่สุด (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

แนวทางการป้องกันกำจัดแมลงในผัก ผลไม้ และไม้ดอกเพื่อการส่งออกโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช รวมทั้งการศึกษาผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชในการเก็บรักษาหลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช จึงเป็นแนวทางใหม่ที่จะช่วยแก้ปัญหาแมลงปนเปื้อนรวมทั้งไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของพืช และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสภาพแวดล้อมสูง

บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูพืช

ทำการเพาะเลี้ยงเพลี้ยไฟ (*Frankliniella schultzei* (Trybom)) เพื่อเพิ่มปริมาณบนดอกบัว (*Nelumbo nucifera* Gaertn) เป็นอาหาร ในสระบัว (ภาพที่ 2.1A) เพลี้ยแป้ง (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller) เพื่อเพิ่มปริมาณบนผลฟักทอง (*Cucurbita moschata* Decne) เป็นอาหาร ในห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 2.1B) เพลี้ยอ่อน (*Aphis gossypii* Glover) เพื่อเพิ่มปริมาณบนต้นมะเขือเปราะ (*Solanum melongena* Linn.) เป็นอาหาร ในโรงเลี้ยงแมลง (ภาพที่ 2.1C) และแมลงหิวข้าว (*Bemisia tabaci* Gennadius) เพื่อเพิ่มปริมาณบนต้นมะเขย (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels) เป็นอาหาร ในโรงเลี้ยงแมลง (ภาพที่ 2.1D) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขณะนี้เพลี้ยไฟ *Thrips palmi* Karny ที่ใช้ทดสอบในบางการทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟจากแปลงปลูกกล้วยไม้ตัดดอกเกษตรกร จังหวัดนครปฐม (ภาพที่ 2.1E-F)



ภาพที่ 2.1 การเพาะเลี้ยงแมลงเพื่อเพิ่มปริมาณ A: เพลี้ยไฟ (*Frankliniella schultzei* (Trybom)), B: เพลี้ยแป้ง (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller), C: เพลี้ยอ่อน (*Aphis gossypii* Glover), D: แมลงหิวข้าว (*Bemisia tabaci* Gennadius) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, E-F: การเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟ *Thrips palmi* Karny ในแปลงกล้วยไม้ของเกษตรกร จังหวัดนครปฐม

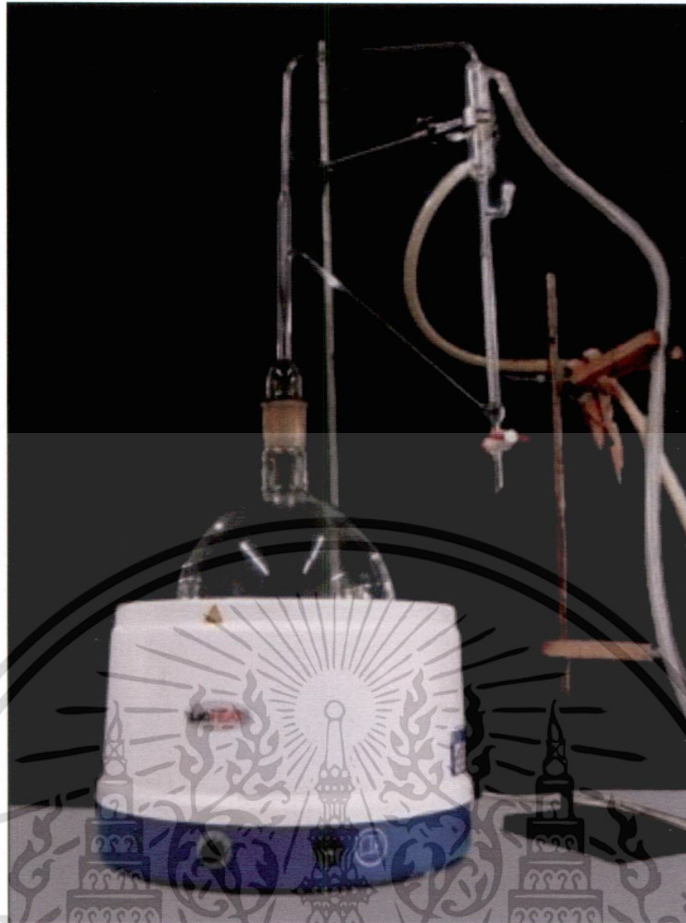
เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พมวนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช ในการเพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และแมลงหิวข้าว ในขั้นตอนการหาระดับความเป็นพิษ โดยนำพืชสมุนไพรแต่ละชนิด (ตารางที่ 2.1) โดยมีแนวทางในการคัดเลือกจากการศึกษาผลงานวิจัยและเอกสารทางวิชาการที่มีการนำพืชสมุนไพรมาใช้ทดสอบประสิทธิภาพกับแมลงและไร ดำเนินการตรวจสอบชนิดของสมุนไพรโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านพฤกษศาสตร์ มาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) (ภาพที่ 2.2) โดยเติมน้ำให้พอท่วม ต้มจนเดือดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ไซส์ส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ในภาชนะที่บดแสงในตู้เย็นอุณหภูมิ 10°C เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

ตารางที่ 2.1 น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองเพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อนและแมลงหิวข้าว

วงศ์ / ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อภาษาไทย	ส่วนของพืชที่ใช้
MYRTACEAE			
1. <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr.&L.M. Perry	Clove	กานพลู	ช่อดอกแห้ง
2. <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Blue gum	ยูคาลิปตัส	ใบ
LAURACEAE			
3. <i>Cinnamomum bejolghota</i> (Buch.-Ham.) Sweet	Cinnamon	อบเชย	ใบ
PIPERACEAE			
4. <i>Piper nigrum</i> Linn.	Pepper	พริกไทย	เมล็ด
5. <i>Piper betle</i> Linn.	Betel Vine	พลู	ใบ
ZINGIBERACEAE			
6. <i>Zingiber cassumunar</i> Roxb	Cassumunar ginger	โพล	เหง้า
7. <i>Curcuma longa</i> Linn.	Turmeric	ขมิ้นชัน	เหง้า
8. <i>Alpinia nigra</i> (Gaertn.) Burt	Galanga	ข่า	เหง้า
9. <i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Ginger	ขิง	เหง้า
10. <i>Amomum krevanh</i> Pierre	Camphor	กระวาน	เมล็ด
GRAMINEAE			
11. <i>Cymbopogon nardus</i> Rendle.	Citronella grass	ตะไคร้หอม	ใบ
12. <i>Cymbopogon citratus</i> (Dc.ex.Nees)	Lemon grass	ตะไคร้บ้าน	ใบ
RUTACEAE			
13. <i>Citrus aurantifolia</i> Swing.	Lemon	มะนาว	ผิวเปลือก
14. <i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Pummelo	ส้มโอ	ผิวเปลือก
15. <i>Citrus reticulate</i> Blanco	Tangerine	ส้มเขียวหวาน	ผิวเปลือก
16. <i>Citrus hystrix</i> DC.	Kaffir lime	มะกรูด	ผิวเปลือก
LABIATE			
17. <i>Ocimum basilicum</i> L.	Sweet basil	โหระพา	ใบ
COMPOSITAE			
18. <i>Eupatorium odoratum</i> Linn.	Bitter bush	สาบเสือ	ใบ

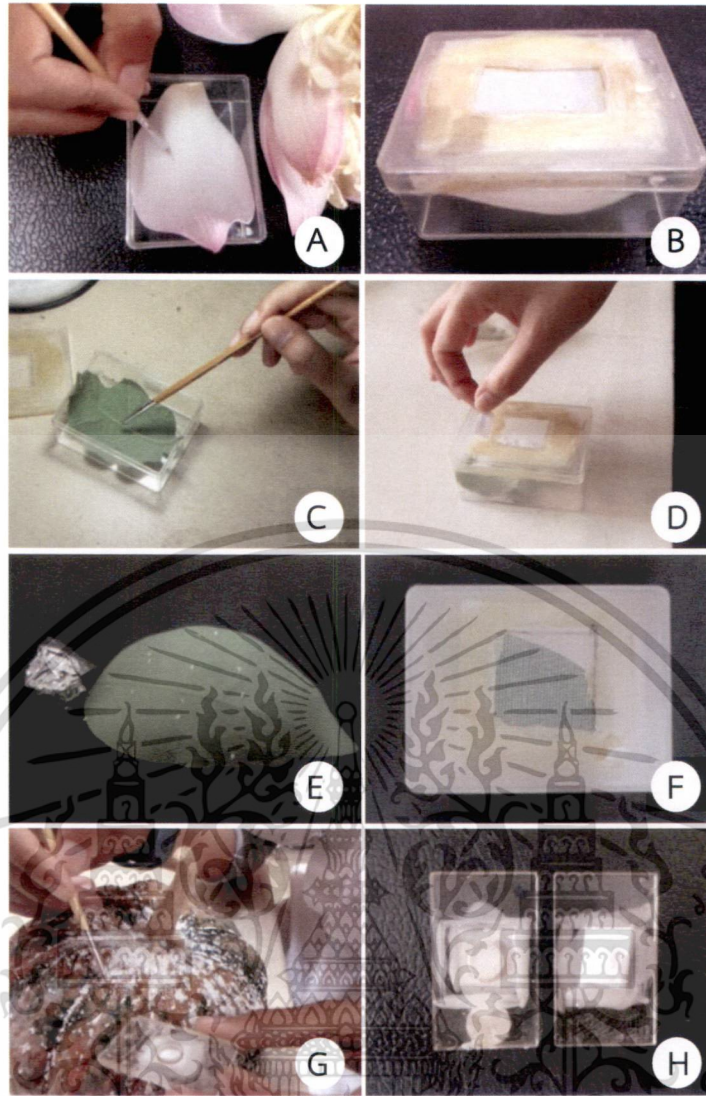


ภาพที่ 2.2 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation)

2.3 การทดสอบเพื่อหาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงในผักและไม้ดอกโดยวิธีการรม

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดและแต่ละความเข้มข้นโดยวิธีการรมกับเพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว โดยเขียนแมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ อย่างระมัดระวัง ลงบนพืชอาหาร 10-20 ตัว วางในกล่องพลาสติกขนาด 10x15x5 cm ปิดฝาซึ่งกรุดด้วยผ้าขาวบาง (ภาพที่ 2.3A-F) ส่วนตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง ทำการเขียนตัวอ่อนอย่างระมัดระวังลงในกรงทดสอบ (ภาพที่ 2.3G-H) ทำการทดสอบเบื้องต้นโดยรมน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 18 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ยูคาลิปตัส มะนาว ส้มโอ มะกรูด ข่า ขิง พลู พลู กระจวาน ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม พริกไทยดำ ส้มเขียวหวาน โหระพา ขมิ้นชัน และสาบเสือ ที่ความเข้มข้น 3 μL /L air เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Ethanol) ในเครื่อง knockdown chamber ขนาด 25 L (ภาพที่ 2.4) รมนาน 1 ชั่วโมง ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงที่ได้มากที่สุด 3-5 ชนิด มาทำการทดสอบต่อทั้งวิธีการรมและวิธีการฉีดพ่นโดยตรง วิธีการทดสอบที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน คือ 0.0, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4 and 3.0 μL /L air ทดสอบ 3 ซ้ำ การทดลอง และประเมินอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตร Abbott's formula (Abbott, 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรุงศักดิ์ พมวนวน และคณะ
 ไม่วางกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การเขี่ยแมลงลงในชุดทดสอบ A-B: เพลี้ยไฟ *Frankliniella schultzei* Trybom, C-D: เพลี้ยอ่อน *Aphis* sp., E-F: แมลงหริ่งขาว *Bemisia tabaci* (Gennadius), G-H: เพลี้ยแป้ง *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller



ภาพที่ 2.4 การทดสอบโดยวิธีการรมในเครื่อง knockdown chamber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงศ์ศักดิ์ พมพวน และคณะ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทดสอบเพื่อหาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงในผักและไม้ดอกโดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 4 ชนิด โดยวิธีการรม มาทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพในการฆ่าโดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง ด้วยเครื่อง Potter's spray tower (ภาพที่ 2.5) ที่ความเข้มข้น 0.0 (2.5% Tween-20 ในน้ำ), 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5% ปริมาตร 5 ml โดยใช้ความดัน 10 lbf/sq ลงบนจานเพาะเชื้อ (Petri dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm ที่รองกันงานด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ซึ่งมีเพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน หรือแมลงหวี่ขาว จำนวน 10 ตัว การเขี่ยแมลงต้องเขี่ยอย่างระมัดระวัง ตรวจนับอัตราการตายที่ 6 ชั่วโมง ทดสอบ 3 ซ้ำ การทดลอง และประเมินอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตร Abbott's formula (Abbott, 1987)



ภาพที่ 2.5 การทดสอบโดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรงในเครื่อง Potter's spray tower

2.5 การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากพืช

นำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 4 ชนิด มาวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ Gas Chromatography Mass Spectrometer (GC-MS) ที่มีคอลัมน์ชนิด capillary HP5MS (length 30 m x I.D. 0.25 mm x film thickness 0.25 μ m) ฉีดเข้าเครื่องแบบ direct injection ปริมาตร 0.4 μ l แบบ split mode (split ratio, 100:1 v/v) อุณหภูมิ injection เท่ากับ 250 $^{\circ}$ C ใช้ฮีเลียมเป็นตัวพา และ ionization voltage 70 eV ใช้ mass rang ตั้งแต่ 50-500 m/z อุณหภูมิ detector 250 $^{\circ}$ C แปรผลโดยเทียบกับ library ของ Wiley 275 ที่มี quality match มากกว่า 85%

2.6 การทดสอบสารเคมีมาตรฐานที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเพลี้ยไฟ โดยวิธีการรม

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีมาตรฐานที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่า ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ โดยวิธีการรม โดยทดสอบเหมือนข้อ 2.3 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ใจรักดีดี พมวนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งนั้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดต่อเพลี้ยไฟ *F. schultzei* และ *Thrips palmi* โดยวิธีการรม

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟ *F. schultzei* ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *T. palmi* (เป็นแมลงศัตรูสำคัญของกล้วยไม้) โดยวิธีการรม โดยทดสอบเหมือนข้อ 2.3

2.8 การศึกษาความเป็นพิษกับดอกกล้วยไม้หลังการทดสอบสาร

2.8.1 การเตรียมกล้วยไม้ตัดดอกก่อนการทดลอง

ทำการคัดเลือกกล้วยไม้ตัดดอก *Dendrobium Sonia* จากฟาร์มกล้วยไม้จังหวัดนครปฐม โดยคัดเลือกกล้วยไม้ที่มีความยาวก้าน 18 cm (จากรอยตัดถึงดอกกลางสุด) ที่ประกอบด้วยดอกบาน 4 ดอก และดอกตูม 4 ดอก โดยรอยตัดถูกพันด้วยสำลีและแช่ใน 5% ของน้ำตาลกลูโคส ปริมาณ 8 cm³ ในหลอดพลาสติก และเก็บไว้ในอุณหภูมิ 25±1°C ก่อนการทดสอบ (ภาพที่ 2.6)

ภาพที่ 2.6 การเตรียมกล้วยไม้ตัดดอก ก่อนรม

2.8.2 การรมกล้วยไม้ตัดดอก

ในการศึกษาครั้งนี้ กล้วยไม้ทั้งหมดถูกรวมในตูรมแก้วขนาด 1 m³ โดยน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดแต่ละความเข้มข้น หรือแต่ละสูตรน้ำมันหอมระเหย ทั้งที่มีการหมუნเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลาของการรม และหมუნเวียนอากาศเพียง 15 นาที โดยใช้พัดลม (ภาพที่ 2.7) ซึ่งการรมนั้นถูกเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานยูจินอล (Eugenol: ยี่ห้อ Fluka[®] Analytical จากบริษัท Sigma-Aldrich Co.LLC.)



ภาพที่ 2.7 ตูรมขนาด 1 m³

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 องค์กรที่ดี พมวนวน และคณะ
 ไม่วางกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหย

1) การทดสอบขั้นต้น

การทดสอบความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้ บ้าน และไพล ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ที่ 1 ชั่วโมง และมีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาของการรม ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^* values) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในวันที่ 3 หลังจากการรม โดยมีการเปรียบเทียบสารมาตรฐาน eugenol ที่ความเข้มข้นเดียวกัน และเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (มีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช) คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่ค่าความเป็นพิษไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม เพื่อนำไปหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

2) การทดสอบขั้นที่สอง

การทดสอบความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย (น้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม) ที่ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.5 และ 6.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ที่ 1 ชั่วโมง และมีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาของการรม ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^* values) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในวันที่ 3 หลังจากการรม โดยมีการเปรียบเทียบสารมาตรฐาน eugenol ที่ความเข้มข้นเดียวกัน และเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (มีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช) คัดเลือกความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ค่าความเป็นพิษไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม เพื่อนำไปปรับปรุงสูตรในขั้นตอนต่อไป

3) การทดสอบขั้นที่สาม

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย (น้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม) ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ในอัตราส่วนระหว่างกานพลูกับอบเชยที่ 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 ในชื่อสูตร Cl4Ci0, Cl3Ci1, Cl2Ci2, Cl1Ci3 และ Cl0Ci4 ตามลำดับ 1 ชั่วโมง และมีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาของการรม ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^* values) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในวันที่ 3 หลังจากการรม โดยมีการเปรียบเทียบกลุ่มควบคุม (มีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช) คัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีพิษต่อกล้วยไม้ น้อยที่สุด และนำไปทดสอบต่อไปเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการรมต่อไป

4) การทดสอบขั้นที่สี่

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกของ สูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่แสดงความเป็นพิษกับกล้วยไม้ น้อยที่สุด โดยรมในระยะเวลา 1-4 ชั่วโมง และมีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาของการรม ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^* values) และ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ก่อนการรม หลังการรมทันที และทุก 3 วัน หลังการรม ตลอดเวลาการปักแจกัน โดยมีการเปรียบเทียบกลุ่มควบคุม (ทั้งที่มีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช)

5) การทดสอบขั้นที่ห้า

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอกของ สูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่แสดงความเป็นพิษกับกล้วยไม้ น้อยที่สุด โดยรมในระยะเวลา 2- 3 ชั่วโมง ทั้งที่มีการหมนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาของการรม และมีการหมนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^* values) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ปริมาณ phenolic และปริมาณ anthocyanin เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ก่อนการรม หลังการรมทันที และทุก 3 วัน หลังการรม ตลอดเวลาการปักแจกัน โดยมีการเปรียบเทียบกลุ่มควบคุม (ทั้งที่มีการหมุนเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลาและมีการหมุนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาทีแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช)

2.8.4 การทดสอบความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอก

กล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาวะต่างๆ กัน ทำการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^* values) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ปริมาณ phenolic และปริมาณ anthocyanin ทั้งก่อนและหลังการทดสอบ มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของดอกกล้วยไม้ โดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักตามสมการดังนี้;

$$\%Weight\ loss = [Initial\ weight\ (g) - Observed\ weight\ (g)] * 100 / Initial\ weight$$

2) การเปลี่ยนแปลงของสี

วัดการเปลี่ยนแปลงของสีของกลีบดอกกล้วยไม้ 3 ดอก ดอกละ 3 จุด ในระบบ CIE L a b color space โดยใช้เครื่อง Color Flex spectrophotometer โดยค่า L^* คือความสว่าง มีค่าใกล้ 0 คือสีดำ และค่าใกล้ 100 คือสีขาว โดยค่า a^* คือค่าสีแดง-เขียว มีค่า $+a^*$ คือสีแดง และค่า $-a^*$ คือสีเขียว ขณะที่ค่า b^* คือค่าสีเหลือง-น้ำเงิน มีค่า $+b^*$ คือสีเหลือง และค่า $-b^*$ คือน้ำเงิน

3) ปริมาณ Anthocyanin

การหาระดับปริมาณ anthocyanin ทั้งหมด ในกล้วยไม้ตัดดอก โดยดัดแปลงวิธีการของ Ragana (1997). นำกลีบดอกกล้วยไม้ที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 0.5 g ผสมเข้ากับ 85% ethanolic HCl (95% ethanol : 1.5 N HCl = 85:15) ปริมาตร 10 ml บดให้ละเอียดด้วย homogenizer นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 จึงได้สารสกัด anthocyanin ทำการเจือจางสารสกัด โดยดูดมา 300 μ l ผสมเข้ากับ 85% ethanolic HCl ปริมาตร 3 ml แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 nm เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (85% ethanolic HCl) คำนวณหาปริมาณ anthocyanin มีหน่วยเป็น mg/100 g FW ตามสมการดังนี้;

$$Total\ anthocyanin = Total\ A / 98.2;$$

$$Total\ A = [A_{535} * final\ volume\ (ml) * 100] / weight\ (g);$$

$$A_{535} = absorbent\ at\ 535\ nm$$

4) การศึกษาอายุการปักแจกัน

หลังจากการรมกล้วยไม้ตัดดอกด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชในสภาวะต่างๆ ทำการศึกษาอายุการปักแจกันที่อุณหภูมิ 25±1°C จนกระทั่งกล้วยไม้ตัดดอกมีสภาพการเหี่ยวมากกว่า 50%

5) การศึกษาปริมาณ Phenolic

การหาระดับปริมาณ phenolic ในกล้วยไม้ตัดดอก โดยดัดแปลงวิธีการของ Singleton และ Rossi (1965) และ Ketsa and Atantee (1998) โดยนำดอกกล้วยไม้ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 5 g ผสมกับ 95% ethanol ปริมาตร 10 ml นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดูดส่วนใสของสารสกัด 0.8 ml ผสมรวมกับ 10% sodium carbonate ปริมาตร 2 ml และ 2-3 หยด ของ 10% Folin-Ciocalteu reagent

ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 nm นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid ที่ความเข้มข้น 50-250 ppm มีหน่วยเป็น mg/100 g FW

6) การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenoloxidase (PPO activity)

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ polyphenoloxidase ดัดแปลงจากวิธีการของ Benjamin และ Montgomery (1973) และ Coseteng และ Lee (1990) โดยนำดอกกล้วยไม้ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 5 g ผสมกับ 0.1 M phosphate buffer (pH 7.3) ปริมาตร 10 ml นำมาบดด้วย homogenizer และเหยียดให้ตกตะกอนที่ 12,000 rpm อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 10 นาที ดูดส่วนใสปริมาตร 1.6 ml เพื่อใช้วิเคราะห์หา กิจกรรมของเอนไซม์ PPO โดยเติม 0.1 M โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH 7.0) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตรและ 0.1 mM catechol ปริมาตร 0.7 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm ทันที ตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยา จนครบ 3 นาที สามารถคำนวณหา กิจกรรมเอนไซม์ PPO มีหน่วยเป็น Unit/g protein ได้จากสมการ;

$$\text{Unit} = [A_{420} \text{ initiation} - A_{420} \text{ 3 min}] / [3 * \text{Protein (mg)}]$$

7) การศึกษาปริมาณโปรตีนในเนื้อเยื่อพืช

การศึกษาปริมาณโปรตีนในเนื้อเยื่อพืชโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Bradford (1976) โดยนำดอกกล้วยไม้ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 5 g ผสมกับ 0.1 M phosphate buffer (pH 7.3) ปริมาตร 10 ml บดให้ละเอียดด้วย homogenizer แล้วนำมาเหยียดที่ 12,000 rpm อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 10 นาที ดูดส่วนใส ปริมาตร 0.1 ml ผสมกับ 0.01% Coomassie reagent ปริมาตร 2 ml ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 nm ปริมาณโปรตีนคำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้;

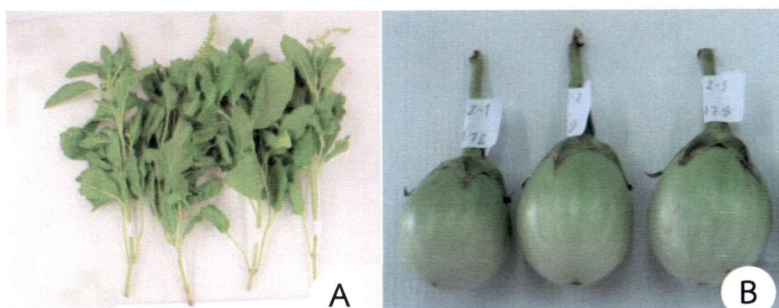
$$\text{Protein (mg)} = [A_{595} * \text{Supernatant volume (ml)} * 10^3] / \text{Slope ของกราฟมาตรฐาน BSA}$$

โดยใช้กราฟมาตรฐานของ BSA (bovine serum albumin) ความเข้มข้น 20-100 ppm

2.9 การศึกษาความเป็นพิษกับผัก (กระเพราและมะเขือเปราะ) หลังการทดสอบสาร

2.9.1 การเตรียมกระเพราและมะเขือเปราะก่อนการทดลอง

ทำการคัดเลือกกระเพรา (Holy basil: *Ocinum sanctum* Linn.) จากตลาดขายส่งตลาดไท จังหวัดปทุมธานี โดยคัดเลือกเฉพาะกระเพราที่สด น้ำหนักประมาณ 5 g ต่อกัน และมีความยาวก้านประมาณ 25-30 cm จำนวน 5 ก้านต่อซ้ำ ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25±1°C ก่อนการทดสอบ (ภาพที่ 2.8A) ส่วนมะเขือเปราะ (Egg plant: *Solanum xanthocarpum* Schrad.&Wendl.) ทำการคัดเลือกจากตลาดขายส่งตลาดไท จังหวัดปทุมธานี โดยคัดเลือกเฉพาะมะเขือเปราะที่สดไม่มีตำหนิ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 cm จำนวน 5 ผลต่อซ้ำ ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25±1°C ก่อนการทดสอบ (ภาพที่ 2.8B)



ภาพที่ 2.8 การเตรียมตัวอย่างผักก่อนรม, A=โหระพา, B=มะเขือเปราะ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า วิจารณ์คดี พมวน และคณะ ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 การรวมกระเพราและมะเขือเปราะ

ในการศึกษาครั้งนี้ กระเพราและมะเขือเปราะทั้งหมดถูกรวมในตู้รมแก้วขนาด 1 m³ โดยน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดแต่ละความเข้มข้น หรือแต่ละสูตรน้ำมันหอมระเหย ที่มีการหมุนเวียนอากาศในตู้รมเพียง 15 นาที โดยใช้พัดลม แล้วรวมไว้ในเวลาต่างๆ กัน เหมือนกับวิธีการรวมตามข้อ 2.8.2

2.9.3 การทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหย

1) การทดสอบขั้นต้น

การทดสอบความเป็นพิษต่อกระเพราและมะเขือเปราะของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูอบเชย ตะไคร้บ้าน และไพล ที่ความเข้มข้น 3.0 µL/L air ที่ 1 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L*, a* และ b* values) ในวันที่ 3 หลังจากการรวม โดยมีการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (มีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที แต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช) คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่ค่าความเป็นพิษไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม เพื่อนำไปหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในขั้นต่อไป

2) การทดสอบขั้นที่สอง

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อกระเพราและมะเขือเปราะของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน (น้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความเป็นพิษต่อกระเพราและมะเขือเปราะไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม) ในอัตราส่วนระหว่างกานพลูกับตะไคร้บ้านที่ 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 ในชื่อสูตร Cl4Le0, Cl3Le1, Cl2Le2, Cl1Le3 และ Cl0Le4 ตามลำดับ โดยวิธีการรวมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L*, a* และ b* values) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในวันที่ 3 หลังจากการรวม สำหรับมะเขือเปราะนั้น มีการศึกษาความแน่นเนื้อเพิ่มเติมด้วย โดยมีการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (มีการหมุนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช) คัดเลือกสูตรน้ำมันหอมระเหยที่มีพิษต่อพืชน้อยที่สุด และนำไปทำการทดสอบเพื่อหาค่ากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ปริมาณ phenolic และปริมาณ chlorophyll ต่อไป

3) การทดสอบขั้นที่สาม

ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อกระเพราและมะเขือเปราะของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านที่แสดงความเป็นพิษกับกระเพราและมะเขือเปราะน้อยที่สุด โดยรวมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ที่มีการหมุนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L*, a* และ b* values) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ (เฉพาะมะเขือเปราะ) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ปริมาณ phenolic ปริมาณ chlorophyll ก่อนการรวม หลังการรวมทันที และทุก 3 วัน หลังการรวม โดยมีการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ทั้งที่มีการหมุนเวียนอากาศในตู้ตลอดเวลาและมีการหมุนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาทีแต่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืช)

2.9.4 การทดสอบความเป็นพิษต่อกระเพราและมะเขือเปราะ

กระเพราและมะเขือเปราะที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านที่ในสภาวะต่างๆ กัน ทำการศึกษาค่าความเป็นพิษกับพืชประกอบด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L*, a* และ b* values) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ (เฉพาะมะเขือเปราะ) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ปริมาณ phenolic ปริมาณ chlorophyll ทุก 3 วัน หลังการทดสอบ

มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

จรรยาบรรณ และคณะ

เอเจนซีที่ปรึกษาได้ดำเนินการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกระเพราและมะเขือเปราะ โดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ตามข้อ 2.8.4

2) การเปลี่ยนแปลงของสี

วัดการเปลี่ยนแปลงของสีของกระเพราและมะเขือเปราะ ในระบบ CIE L a b color space โดยใช้เครื่อง Color Flex spectrophotometer ตามข้อ 2.8.4

3) การศึกษาความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะ

วัดความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะ 3 ตำแหน่งต่อ 1 ผล ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ หัววัดขนาด 2 μm โดยวางหัววัดให้ตั้งฉากกับกลางผล รวมทั้งตั้งระยะทางให้หัวกดทะลุเข้าไปในเนื้อของมะเขือเปราะที่เท่ากัน บันทึกค่าความแน่นเนื้อและรายงานผลเป็นนิวตัน (N)

4) การศึกษาปริมาณ chlorophyll

การศึกษาปริมาณ chlorophyll a, chlorophyll b และ total chlorophyll ดัดแปลงจากวิธีการของ Dere *et al.* (1998) โดยนำในกระเพราหรือส่วนผิวของมะเขือเปราะที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 0.5 g ผสมกับ acetone ปริมาตร 10 ml นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 6°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาบดด้วย homogenizer และเหยียงให้ตกตะกอนที่ 12,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที ดูดส่วนใสไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 666 และ 653 nm ปริมาณ chlorophyll มีหน่วยเป็น $\mu\text{g/g}$ FW คำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้;

$$\text{Chlorophyll a} = 11.75 \cdot A_{666} - 2.350 \cdot A_{653}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 18.61 \cdot A_{666} - 3.960 \cdot A_{653}$$

$$\text{Total chlorophyll} = \text{Chlorophyll a} + \text{Chlorophyll b};$$

$$A_{666} = \text{ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 666 nm}$$

$$A_{653} = \text{ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 653 nm}$$

5) การศึกษาปริมาณ Phenolic

การหาระดับปริมาณ phenolic ในกล้วยไม้ตัดดอก โดยดัดแปลงวิธีการของ Singleton และ Rossi (1965) และ Ketsa and Atantee (1998) ตามข้อ 2.8.4 (5)

6) การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenoloxidase (PPO activity)

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ polyphenoloxidase ดัดแปลงจากวิธีการของ Benjamin และ Montgomery (1973) และ Coseteng และ Lee (1990) ตามข้อ 2.8.4 (6)

7) การศึกษาปริมาณโปรตีนในเนื้อเยื่อพืช

การศึกษาปริมาณโปรตีนในเนื้อเยื่อพืชโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Bradford (1976) ตามข้อ 2.8.4 (7)

2.10 การทดสอบย้อนกลับของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูพืช

เป็นการทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช ซึ่งรวมถึงอัตรารูปแบบและอัตราการใช้ ที่มีี่มีความเป็นพิษน้อยต่อพืช นำมาทดสอบต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง โดยวิธีการอีกครั้ง ตามวิธีการข้อ 2.3 ซึ่งการทดลองในครั้งนี้มีการเพิ่มชนิดของเพลี้ยไฟ นำสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงสูงที่สุดและมีความเป็นพิษต่อพืชน้อยที่สุด ไปใช้ในการทดสอบในสภาพภาคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรุงศักดิ์ พมวนวน และคณะ
 ไม่ว่าการนี้ให้ทั้งสนธิ์ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การทดสอบภาคสนาม

ดำเนินการรมผักและไม้ดอก 3 ชนิด ได้แก่กระเพรา มะเขือ และกล้วยไม้ตัดดอก ที่มีการเลียนแบบการปนเปื้อนของแมลง ทั้งที่มีการปนเปื้อนแมลงในธรรมชาติและการเลียนแบบการระบาดของแมลง ด้วยสารสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่ถูกคัดเลือกจากข้อ 2.9 มาทำสอบในภาคสนาม โดยวิธีการรมในตูรมสารตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (DOA chamber) โดยดัดแปลงจาก ไฟศาล (2547) เปรียบเทียบกับการรมด้วย methyl bromide ของ กล้วยไม้ และผัก ในอัตรา 28 และ 20 mg/m³ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ นำผักและไม้ดอกจัดวางในตูรม คลุมตูรมสารด้วยผ้าคลุมทาร์พอลิน แล้วทับชายผ้าด้วยท่อทราย ตรวจสอบผ้าคลุมให้อยู่ในสภาพดี ไม่ให้มีรอยรั่ว เปิดพัดลมซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางของตูรม เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศภายในตู้เปิดวาล์วเพื่อพ่นน้ำมันหอมระเหยเข้าตูรมสารตามอัตราที่กำหนดไว้ รวมทั้งตูรมที่เป็นกลุ่มเปรียบเทียบรมด้วยสาร methyl bromide ตามอัตราที่กำหนดไว้ ใช้เวลาในการรมตามที่ได้กำหนดไว้ เปิดพัดลมเพื่อไล่ก๊าซและนำผักและไม้ดอกออกจากตูรมสาร (ภาพที่ 2.9) สุ่มตรวจนับจำนวนแมลงที่ตายหรือรอดชีวิตและประเมินความเป็นพิษต่อพืชของกล้วยไม้ตัดดอก กระเพรา และมะเขือเปราะ หลังจากการรม



ภาพที่ 2.9 การทดสอบภาคสนามโดยใช้ตูรมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (DOA chamber), A-B: การเตรียมตัวอย่างก่อนรม, C-E: การรมด้วย methyl bromide, F-G: การรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 กระจกศักดิ์ วัฒนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomize design) นำข้อมูลที่ได้อัตราการตายที่แท้จริงโดยใช้สูตร Abbot's formula (Abbott, 1987) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS และคำนวณหาค่า LC_{50} และ LC_{90} โดยใช้ Probit Analysis โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS



บทที่ 3

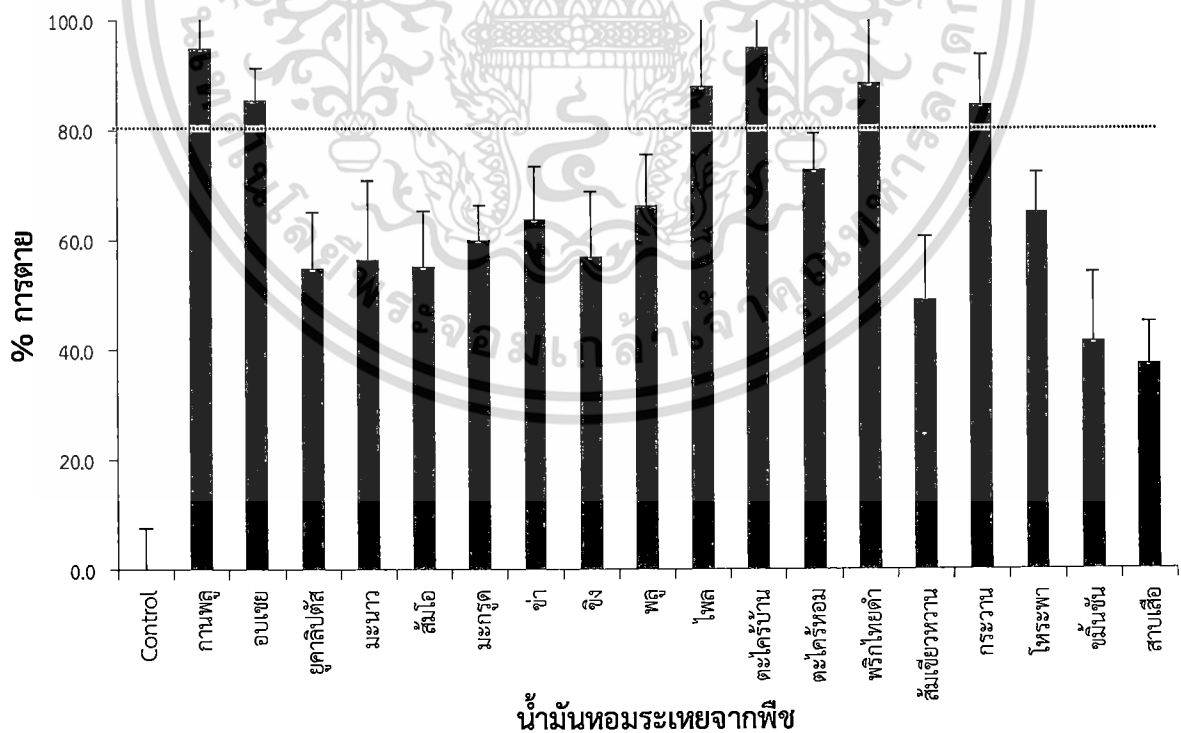
ผลการวิจัย

3.1 การทดสอบเพื่อหาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงในผักและไม้ดอกโดยวิธีการรม

3.1.1 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเพลี้ยไฟโดยวิธีการรม

จากการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้น 18 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ยูคาลิปตัส มะนาว ส้มโอ มะกรูด ข่า ชิง พลุ ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม พริกไทยดำ ส้มเขียวหวาน กระวาน โหระพา ขมิ้น และสาบเสือ ในการฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ *Frankliniella schultzei* Trybom โดยวิธีการรม ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air รมนาน 1 ชั่วโมง บันทึกผลการตายหลังจากการทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืช 6 ชนิด ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ไพล ตะไคร้บ้าน พริกไทยดำ และกระวาน มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟได้มากกว่า 80% ที่ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.1)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ไพล ตะไคร้บ้าน พริกไทยดำ และกระวาน ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*F. schultzei*) โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้น 0.0, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4 และ 3.0 μL air นาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟโดยวิธีการรมมากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.14 μL air รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ไพล อบเชย พริกไทยดำ และกระวาน โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.23, 1.46, 1.52, 1.55 และ 1.84 μL air ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1, ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.1 เปอร์เซนต์การตายของตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ *Frankliniella schultzei* (Trybom) หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 3 μL air ที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 องค์กรนี้คือ ทุนวน และคณะ
 ไม่ว่าการนี้แต่เพียงผู้เดียว อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *Frankliniella schultzei* (Trybom) หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหยจากพืช	เปอร์เซ็นต์การตาย ^a						LC ₅₀	LC ₉₀	slope	SE
	ความเข้มข้น (µL/L air)									
	0.0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0				
กานพลู	0.0±6.4	33.3±9.6 ^a	64.7±7.4 ^a	74.5±8.9 ^a	90.2±8.9 ^a	98.0±4.8 ^a	1.14	2.23	1.182	0.082
อบเชย	0.0±6.4	35.3±6.4 ^a	47.1±12.3 ^b	60.8±6.1 ^{bc}	72.5±6.1 ^b	84.3±6.1 ^c	1.52	3.16	0.779	0.062
ไพล	0.0±6.4	27.5±8.9 ^a	51.0±11.6 ^b	68.6±9.6 ^{ab}	76.5±10.5 ^b	86.3±4.8 ^{bc}	1.46	2.91	0.881	0.065
ตะไคร้บ้าน	0.0±6.4	33.3±6.1 ^a	52.9±10.5 ^{ab}	76.5±10.5 ^a	86.3±11.6 ^{ab}	96.1±6.1 ^{ab}	1.23	2.40	1.103	0.076
พริกไทยดำ	0.0±6.4	25.5±11.2 ^a	47.1±13.2 ^b	52.9±12.9 ^c	78.4±11.6 ^{ab}	90.2±13.8 ^{abc}	1.55	2.92	0.937	0.068
กระวาน	0.0±6.4	23.5±12.3 ^a	29.4±10.5 ^c	41.2±10.5 ^d	74.5±13.5 ^b	82.4±9.8 ^c	1.84	3.30	0.875	0.066

^a ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



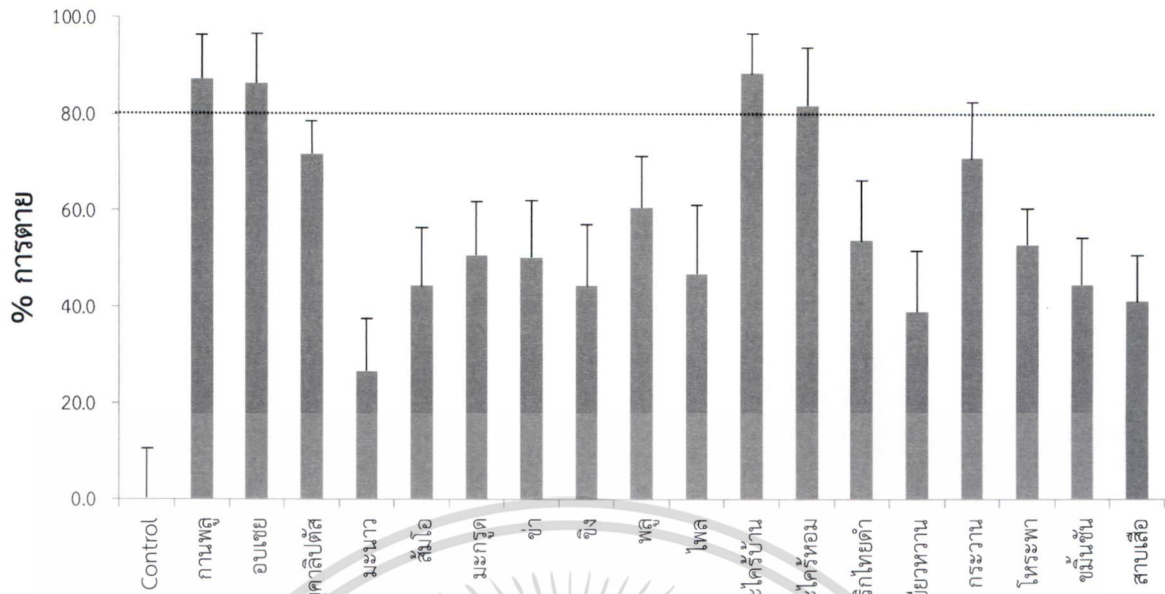
ภาพที่ 3.2 ตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ *Frankliniella schultzei* (Trybom), A: ตัวเต็มวัยที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวเต็มวัยที่ตายเนื่องจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช

3.1.2 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเพลี้ยแป้งโดยวิธีการรม

จากการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้น 18 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ยูคาลิปตัส มะนาว ส้มโอ มะกรูด ข่า ขิง พลุ ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม พริกไทยดำ ส้มเขียวหวาน กระวาน โหระพา ขมิ้น และสาบเสือ ในการฆ่าตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller โดยวิธีการรม ที่ความเข้มข้น 3.0 µL/L air รมนาน 1 ชั่วโมง บันทึกผลการตายหลังจากการทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิด ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนเพลี้ยแป้งได้มากกว่า 80% ที่ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.3)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (*P. jackbeardsleyi*) โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้น 0.0, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4 และ 3.0 µL/L air นาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยแป้งโดยวิธีการรมมากที่สุด โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.23 µL/L air รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม อบเชย และตะไคร้บ้าน โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.26, 1.32 และ 1.75 µL/L air ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2, ภาพที่ 3.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พมณวน และคณะ
 ไม่หวังกำไรแต่เพียงผู้เดียว อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



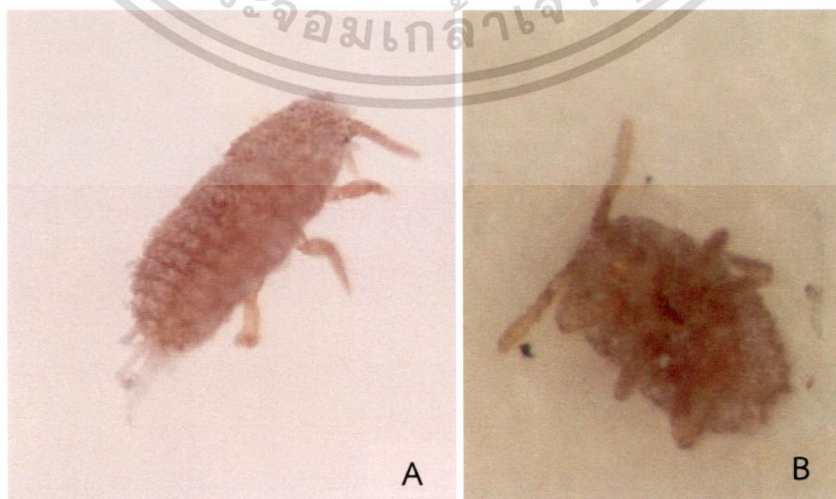
น้ำมันหอมระเหยจากพืช

ภาพที่ 3.3 เปอร์เซนต์การตายของตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 3 $\mu\text{L}/\text{air}$ ที่ 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.2 เปอร์เซนต์การตายของตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหยจากพืช	เปอร์เซนต์การตาย						LC ₅₀	LC ₉₀	slope	SE
	ความเข้มข้น ($\mu\text{L}/\text{air}$)									
	0.0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0				
กานพลู	0.0 \pm 9.2	44.9 \pm 6.7 ^a	61.2 \pm 9.2 ^a	69.4 \pm 10.2 ^a	75.5 \pm 10.9 ^a	89.9 \pm 9.2 ^a	1.23	2.84	0.800	0.061
อบเชย	0.0 \pm 9.2	40.8 \pm 9.2 ^a	53.1 \pm 9.2 ^a	69.4 \pm 10.2 ^a	77.6 \pm 9.2 ^a	87.8 \pm 10.9 ^a	1.32	2.86	0.835	0.064
ตะไคร้บ้าน	0.0 \pm 9.2	18.4 \pm 6.3 ^b	36.8 \pm 9.2 ^b	55.1 \pm 10.0 ^a	71.2 \pm 6.2 ^a	83.7 \pm 6.3 ^a	1.75	3.16	0.904	0.067
ตะไคร้หอม	0.0 \pm 9.2	38.8 \pm 13.4 ^a	57.2 \pm 6.7 ^a	71.4 \pm 6.3 ^a	79.6 \pm 10.0 ^a	91.8 \pm 6.3 ^a	1.26	2.68	0.901	0.066

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



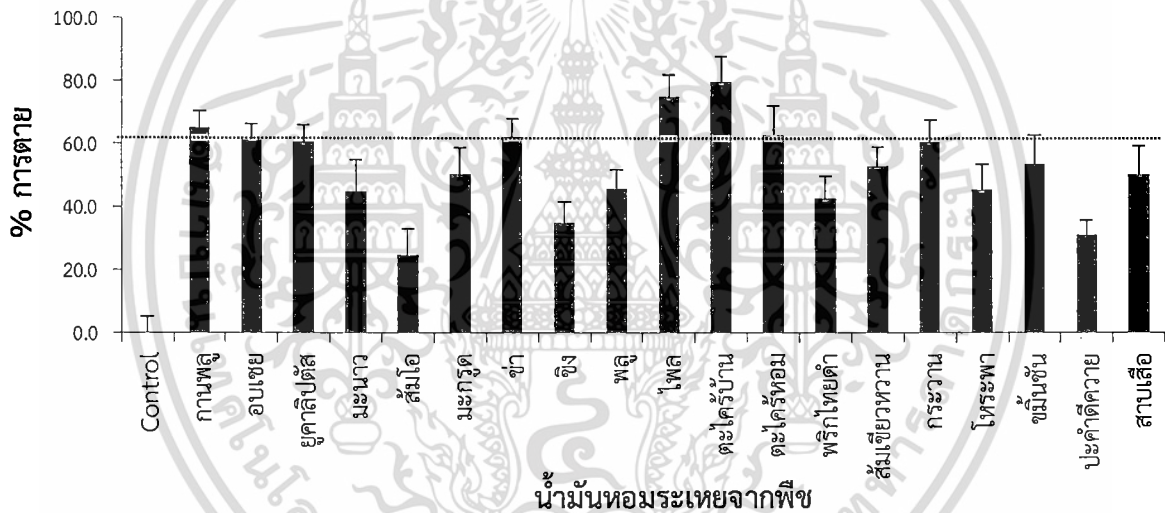
ภาพที่ 3.4 ตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller, A: ตัวอ่อนที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวอ่อนที่ตายเนื่องจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในโอกาสพิเศษเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พนมวัน และคณะ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเพลี้ยอ่อนโดยวิธีการรม

จากการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้น 18 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ยูคาลิปตัส มะนาว ส้มโอ มะกรูด ข่า ขิง พลุ ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม พริกไทยดำ ส้มเขียวหวาน กระวาน โหระพา ขมิ้น และสาบเสือ ในการฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อน *Aphis gossypii* Glover โดยวิธีการรม ที่ความเข้มข้น 3.0 µL/L air รมนาน 1 ชั่วโมง บันทึกผลการตายหลังจากการทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืช 8 ชนิด ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่า อบเชย ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม กานพลู กระวาน ตะไคร้บ้าน และไพล มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนได้มากกว่า 60% ที่ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.5)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่า อบเชย ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม กานพลู กระวาน ตะไคร้บ้าน และไพล ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน (*A. gossypii*) โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้น 0.0, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 และ 3.6 µL/L air นาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟโดยวิธีการรมมากที่สุด โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.70 µL/L air รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ไพล อบเชย ยูคาลิปตัส กระวาน ตะไคร้หอม และข่า โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 2.07-2.38 µL/L air ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3, ภาพที่ 3.6)



ภาพที่ 3.5 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อน *Aphis gossypii* Glover หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 3 µL/L air ที่ 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน (*Aphis gossypii* Glover) หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหยจากพืช	เปอร์เซ็นต์การตาย							LC ₅₀	LC ₉₀	slope	SE
	ความเข้มข้น (µL/L air)										
	0.0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6				
ข่า	0.0±0.0	15.0±5.5 ^{cd}	23.3±5.2 ^c	36.7±8.2 ^b	43.3±8.2 ^{cd}	61.7±9.8 ^b	86.7±10.3 ^a	2.38	4.14	0.725	0.053
อบเชย	0.0±0.0	18.3±7.5 ^{bcd}	28.3±7.5 ^{bc}	35.0±5.5 ^b	46.7±8.2 ^{bc}	65.0±5.5 ^b	88.3±7.5 ^a	2.27	4.07	0.714	0.052
ยูคาลิปตัส	0.0±0.0	23.3±5.2 ^{abc}	30.0±6.3 ^{bc}	35.0±10.5 ^b	43.3±5.2 ^{cd}	63.3±5.2 ^b	86.7±8.2 ^a	2.30	4.27	0.650	0.050
ตะไคร้หอม	0.0±0.0	20.0±6.3 ^{abcd}	31.7±4.1 ^{bc}	40.0±6.3 ^b	36.7±8.2 ^d	61.7±7.5 ^b	85.0±10.5 ^a	2.35	4.38	0.633	0.049
กานพลู	0.0±0.0	26.7±5.2 ^{ab}	33.3±8.2 ^c	41.7±7.5 ^b	53.3±10.5 ^{bc}	66.7±5.2 ^b	90.0±8.9 ^a	2.07	3.98	0.672	0.052
กระวาน	0.0±0.0	11.7±7.5 ^d	26.7±5.2 ^{bc}	33.3±8.2 ^b	51.7±7.5 ^{bc}	61.7±4.1 ^b	85.0±5.5 ^a	2.35	4.08	0.741	0.053
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0	28.3±7.5 ^a	43.3±5.2 ^a	53.3±5.2 ^a	66.7±8.2 ^a	78.3±11.7 ^a	96.7±5.2 ^a	1.70	3.33	0.786	0.053
ไพล	0.0±0.0	20.0±8.9 ^{abcd}	30.0±8.9 ^{bc}	38.3±9.3 ^b	55.0±5.5 ^b	68.3±9.8 ^b	91.7±7.5 ^a	2.12	3.82	0.751	0.052

ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อใช้การเปรียบเทียบด้วยวิธี Tukey's test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
 จรุงศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ
 ไม่หวังกำไร แต่เพียงสุจริต อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

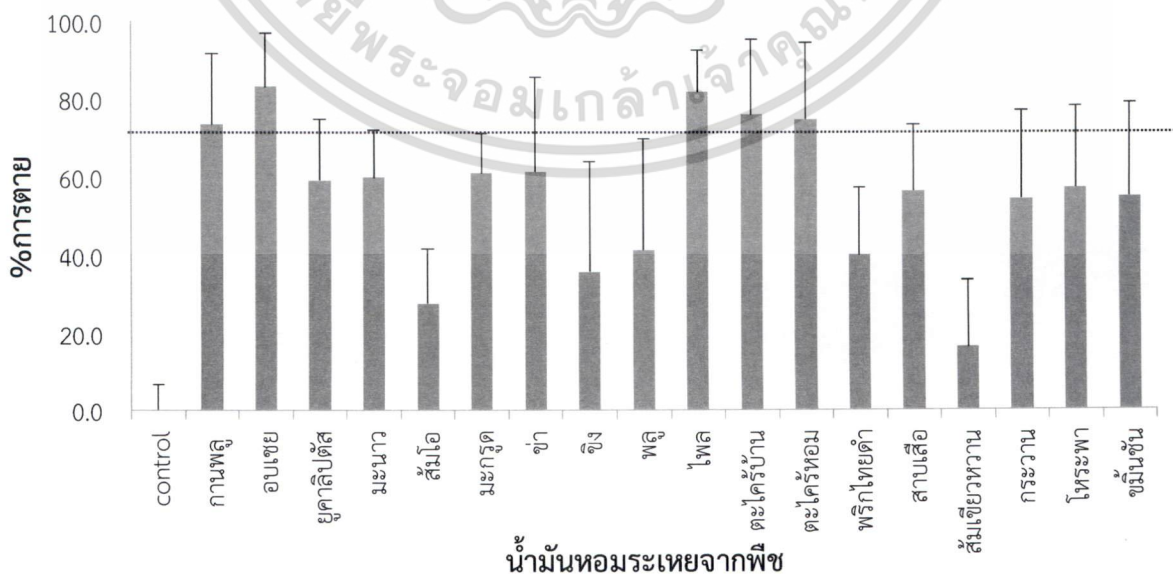


ภาพที่ 3.6 ตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน (*Aphis gossypii* Glover), A: ตัวอ่อนที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวอ่อนที่ตายเนื่องจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช

3.1.4 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงหวี่ขาวโดยวิธีการรม

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 18 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ยูคาลิปตัส มะนาว ส้มโอ มะกรูด ข่า ขิง พลู่ ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม พริกไทยดำ ส้มเขียวหวาน กระวาน โหระพา ขมิ้น และสาบเสือ ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L/L}$ air ต่อตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาว *Bemisia tabaci* Gennadius โดยวิธีการรมด้วยเครื่อง knockdown chamber พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ไพล อบเชย ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน และกานพลู มีประสิทธิภาพต่อการตายของตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาว ได้มากกว่า 70% (ภาพที่ 3.7)

เมื่อนำมาทำการทดสอบต่อที่ความเข้มข้น 0, 0.3, 1.2, 2.7, 3.0 และ 3.9 $\mu\text{L/L}$ air พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลู มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงหวี่ขาวมากที่สุดโดยมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.41 $\mu\text{L/L}$ air ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน อบเชย ตะไคร้หอม และไพล โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.60-1.71 $\mu\text{L/L}$ air (ตารางที่ 3.4, ภาพที่ 3.8)



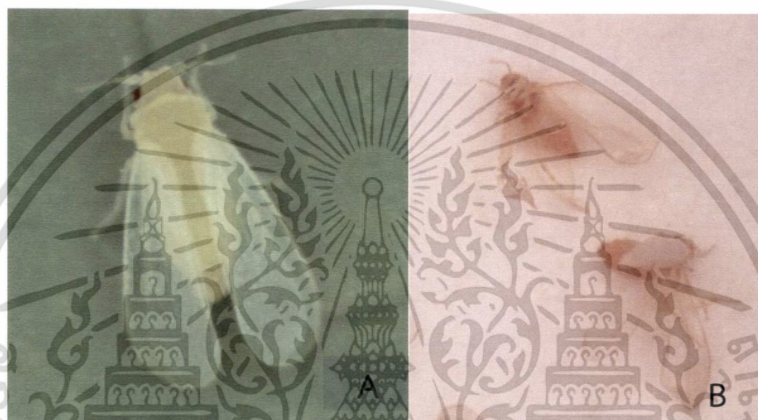
ภาพที่ 3.7 เปอร์เซนต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาว *Bemisia tabaci* Gennadius หลังจากทดสอบด้วย

น้ำมันหอมระเหย ความเข้มข้น 3 $\mu\text{L/L}$ air ที่ 24 ชั่วโมง เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จรรยาบรรณ และคณะ ไม่ว่ากรณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงหิวข้าว (*Bemisia tabaci* Gennadius) หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	%การตาย ^{1/}						LC ₅₀	LC ₉₀	slope	SE
	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (µL/L air)									
	0.0	0.3	1.2	2.7	3.0	3.9				
ตะไคร้บ้าน	0.0±9.8	35.3±20.4 ^a	54.8±12.0 ^{ab}	66.5±18.4 ^b	82.2±13.7 ^a	88.0±11.8 ^a	1.60	3.85	0.569	0.043
ตะไคร้หอม	0.0±9.8	24.9±17.4 ^a	46.9±14.5 ^{bc}	75.9±7.3 ^{ab}	81.8±13.0 ^a	88.6±9.1 ^a	1.71	3.62	0.671	0.045
กานพลู	0.0±9.8	31.7±8.7 ^a	61.5±7.2 ^a	75.7±11.1 ^{ab}	84.3±13.4 ^a	95.8±7.1 ^a	1.41	3.27	0.688	0.047
อบเชย	0.0±9.8	22.1±20.8 ^a	52.7±9.2 ^{ab}	83.7±5.6 ^a	83.4±16.7 ^a	88.3±12.2 ^a	1.60	3.43	0.700	0.046
ไพล	0.0±9.8	22.1±16.5 ^a	40.6±12.9 ^c	81.7±9.4 ^a	85.5±8.0 ^a	87.6±6.3 ^a	1.71	3.49	0.721	0.047

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 3.8 ตัวเต็มวัยของแมลงหิวข้าว (*Bemisia tabaci* Gennadius), A: ตัวเต็มวัยที่ใช้ทดสอบ, B: ตัวเต็มวัยที่ตายเนื่องจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และแมลงหิวข้าว และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งและแมลงหิวข้าว โดยวิธีการรมในเครื่อง knockdown chamber สามารถสรุปได้ว่า น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย กานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการแมลงทั้ง 4 ชนิด ข้างต้นมากที่สุด ขณะที่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืชใดเลยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งและตัวอ่อนของแมลงหิวข้าว (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5 สรุปเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง และแมลงหิวข้าว หลังจากวิธีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน

น้ำมันหอมระเหย	ประสิทธิภาพในการรม					
	เพลี้ยอ่อน		เพลี้ยไฟ		แมลงหิวข้าว	
	Adult	Adult	Nymph	Adult	Nymph	Adult
อบเชย	√	√	√	X	X	√
ข่า	√	X	X	X	X	X
ยูคาลิปตัส	√	X	X	X	X	X
ตะไคร้หอม	√	X	√	X	X	√
กานพลู	√	√	√	X	X	√
พริกไทยดำ	X	√	X	X	X	X
กระวาน	√	√	X	X	X	X
ตะไคร้บ้าน	√	√	√	X	X	√
ไพล	√	√	X	X	X	√

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในนโยบายอื่นด้านการค้า

จริงค์ศักดิ์ พจนวน และคณะ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการต่อไปคือการตรวจวิเคราะห์เพื่อหาสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย กานพลู และตะไคร้บ้าน รวมทั้งทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารมาตรฐานที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวต่อแมลงบางชนิดอีกด้วย จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในรูปของสารฆ่าโดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรงด้วยเครื่อง Potter's spray tower ต่อแมลงทั้ง 4 ชนิดต่อไป

3.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีสารประกอบ Eugenol เป็นสารประกอบหลักถึง 97.1% รองลงมาคือ *trans*-Caryophyllene 1.685% ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีสารประกอบ Eugenol 82.054% เป็นสารประกอบหลักเช่นกัน รองลงมาคือ *trans*-Caryophyllene, 2-methoxy-4-propenylphenyl acetate, Benzyl benzoate และ Cinnamaldehyde โดยมีปริมาณสารเท่ากับ 3.798, 3.533, 3.515 และ 1.515% ตามลำดับ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีสารประกอบ Citral 69.73% (*trans*-citral และ *cis*-citral เท่ากับ 37.929 และ 31.801% ตามลำดับ) รองลงมาคือ Lemonene, 1, 8-cineole และ Linalool โดยมีปริมาณสารเท่ากับ 18.087, 2.178 และ 1.494% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.6)

ตารางที่ 3.6 สารประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง

น้ำมันหอมระเหย	สารประกอบ	ความเข้มข้น (%)
กานพลู	Eugenol	97.100
	<i>trans</i> -Caryophyllene	1.685
อบเชย	Eugenol	82.054
	<i>trans</i> -Caryophyllene	3.798
	2-methoxy-4-propenylphenyl acetate	3.533
	Benzyl benzoate	3.515
	<i>trans</i> -Cinnamyl acetate	1.846
	Cinnamaldehyde	1.515
ตะไคร้บ้าน	<i>trans</i> -citral	37.929
	<i>cis</i> -citral	31.801
	Lemonene	18.087
	1, 8-cineole	2.178
	Linalool	1.494

3.3 การศึกษาประสิทธิภาพสารเคมีมาตรฐานที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ และตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง โดยวิธีการรม

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีมาตรฐาน Eugenol ซึ่งเป็นสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย และสารมาตรฐาน Citral ซึ่งเป็นสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน เปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าแมลง ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *F. schultzei* โดยวิธีการรม พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จริงศักดิ์ พมวนวน และคณะ ไม่หวังกำไร อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อไฟได้สูงถึง 90.2-98.0% ที่ความเข้มข้นที่ 2.4-3.0 $\mu\text{L air}$ ซึ่งสูงกว่าสารมาตรฐาน Eugenol และน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่สามารถฆ่าได้ 76.0-84.6 และ 72.5-84.3% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเชื้อไฟได้ 100% ที่ความเข้มข้น 3.6 $\mu\text{L air}$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.14 และ 1.48 $\mu\text{L air}$ ตามลำดับ ส่วนสารมาตรฐาน Eugenol มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มเชื้อไฟได้ 93.4% โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.31 $\mu\text{L air}$ ขณะที่สารมาตรฐาน Citral ที่ความเข้มข้น 3.6 $\mu\text{L air}$ มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเชื้อไฟได้ 86.1% มีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.31 $\mu\text{L air}$ ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.23 $\mu\text{L air}$ (ตารางที่ 3.7)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย และสารมาตรฐาน Eugenol และ Citral ต่อตัวเต็มอ่อนของเชื้อแบง *P. jackbeardsleyi* โดยวิธีการรม พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้บ้าน และสารมาตรฐาน Eugenol ที่ความเข้มข้น 3.6 $\mu\text{L air}$ มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มอ่อนของเชื้อแบงได้ 100% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.12, 1.31, 1.71 และ 1.20 $\mu\text{L air}$ ส่วนสารมาตรฐาน Citral ที่ความเข้มข้น 3.6 $\mu\text{L air}$ มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มเชื้อไฟได้เพียง 86.1% โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.31 $\mu\text{L air}$ (ตารางที่ 3.8)

ตารางที่ 3.7 เปอร์เซนต์การตายของตัวเต็มวัยของเชื้อไฟ (*Frankliniella schultzei* (Trybom)) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน และสารมาตรฐาน Eugenol และ Citral โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหย / สารมาตรฐาน	%การตาย ^{1/}							LC_{50} (%)	LC_{90} (%)	slope \pm SE
	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย ($\mu\text{L air}$)									
	0.0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6			
กานพลู	0.0 \pm 6.4	33.3 \pm 9.6 ^b	64.7 \pm 7.4 ^a	74.5 \pm 8.9 ^a	90.2 \pm 8.9 ^a	98.0 \pm 4.8 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a	1.14	2.22	1.19 \pm 0.08
อบเชย	0.0 \pm 6.4	35.3 \pm 6.4 ^{ab}	47.1 \pm 12.3 ^b	60.8 \pm 6.1 ^b	72.5 \pm 6.1 ^c	84.3 \pm 6.1 ^b	100.0 \pm 0.0 ^a	1.48	3.00	0.85 \pm 0.06
ตะไคร้บ้าน	0.0 \pm 6.4	33.3 \pm 6.1 ^b	52.9 \pm 10.5 ^{ab}	76.5 \pm 10.5 ^a	86.3 \pm 11.6 ^{ab}	96.1 \pm 6.1 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a	1.23	2.38	1.12 \pm 0.07
Eugenol	0.0 \pm 6.4	45.8 \pm 11.8 ^a	55.0 \pm 14.7 ^{ab}	68.5 \pm 11.6 ^{ab}	76.0 \pm 8.6 ^{bc}	84.6 \pm 10.2 ^b	93.4 \pm 5.4 ^b	1.31	3.10	0.72 \pm 0.05
Citral	0.0 \pm 6.4	13.6 \pm 3.9 ^c	29.4 \pm 8.1 ^c	39.7 \pm 7.1 ^c	50.4 \pm 7.3 ^d	58.9 \pm 5.0 ^c	86.1 \pm 6.5 ^c	2.31	4.13	0.70 \pm 0.05

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.8 เปอร์เซนต์การตายตัวอ่อนเชื้อแบง *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน และสารมาตรฐาน Eugenol และ Citral โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอมระเหย / สารมาตรฐาน	%การตาย ^{1/}							LC_{50} (%)	LC_{90} (%)	slope \pm SE
	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย ($\mu\text{L air}$)									
	0.0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6			
กานพลู	0.0 \pm 9.2	44.9 \pm 6.7 ^a	61.2 \pm 9.2 ^a	69.4 \pm 10.2 ^a	75.5 \pm 10.9 ^{ab}	89.9 \pm 9.2 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a	1.12	2.74	0.85 \pm 0.06
อบเชย	0.0 \pm 9.2	40.8 \pm 9.2 ^a	53.1 \pm 9.2 ^a	69.4 \pm 10.2 ^a	77.6 \pm 9.2 ^{ab}	87.8 \pm 10.9 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a	1.31	2.78	0.87 \pm 0.06
ตะไคร้บ้าน	0.0 \pm 9.2	18.4 \pm 6.3 ^b	36.8 \pm 9.2 ^b	55.1 \pm 10.0 ^b	71.2 \pm 6.2 ^b	83.7 \pm 6.3 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a	1.71	3.03	0.97 \pm 0.06
Eugenol	0.0 \pm 9.2	49.9 \pm 5.4 ^a	57.2 \pm 8.9 ^a	70.1 \pm 6.1 ^a	87.5 \pm 3.6 ^a	93.5 \pm 7.1 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a	1.20	2.47	0.72 \pm 0.05
Citral	0.0 \pm 9.2	8.1 \pm 5.7 ^b	19.5 \pm 8.2 ^c	23.1 \pm 8.9 ^c	29.0 \pm 8.2 ^c	50.7 \pm 2.7 ^b	79.5 \pm 5.1 ^b	2.80	4.60	0.72 \pm 0.06

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พมวนวน และคณะ
 ไม่หวังกำไรแต่เพียงส่วนเดียว อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเพลี้ยไฟ *Frankliniella schultzei* (Trybom) และ *Thrips palmi* Karny โดยวิธีการรม

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟ *F. schultzei* ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *T. palmi* (เป็นแมลงศัตรูสำคัญของกล้วยไม้) โดยวิธีการรม ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *T. palmi* ได้สูง 100% ซึ่งสูงกว่าเพลี้ยไฟ *F. schultzei* (84.3-96.1%) (ตารางที่ 3.9)

ตารางที่ 3.9 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *Frankliniella schultzei* (Trybom) และ *Thrips palmi* Karny หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย กานพลู และตะไคร้บ้าน โดยวิธีการรมที่ความเข้มข้น 3.0 μL air และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	%การตาย ^{1/}	
	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (%)	
	<i>F. schultzei</i>	<i>T. palmi</i>
กานพลู	98.0 \pm 4.8 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a
อบเชย	84.3 \pm 6.1 ^b	100.0 \pm 0.0 ^a
ตะไคร้บ้าน	96.1 \pm 6.1 ^a	100.0 \pm 0.0 ^a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.5 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลง โดยวิธีการสัมผัส

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*F. schultzei*) โดยวิธีการสัมผัส แบบฉีดพ่นโดยตรงที่ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5% และตรวจนับอัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟโดยวิธีการสัมผัสมากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.02% และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.64% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและตะไคร้บ้าน โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.18 และ 1.80% ตามลำดับ มีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.78 และ 3.26% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.10)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (*P. jackbeardsleyi*) โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรงที่ความเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6% และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง โดยวิธีการสัมผัสมากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.29% และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 0.43% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านและอบเชย โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.38 และ 0.39% ตามลำดับ มีค่า LC_{90} เท่ากับ 0.54 และ 0.59% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.11)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้ง (*P. jackbeardsleyi*) โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรงที่ความเข้มข้น 0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0% และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้ง โดยวิธีการสัมผัสมากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.12% และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 3.46% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.79 และ 3.31% ตามลำดับ มีค่า LC_{90} เท่ากับ 4.52 และ 4.63% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.12)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน (*A. gossypii*) โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรงที่ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5% และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน โดยวิธีการสัมผัสมากที่สุด โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.42% และมีค่า LC₉₀ เท่ากับ 2.45% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและกานพลู โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.78 และ 1.79% ตามลำดับ มีค่า LC₉₀ เท่ากับ 2.90 และ 3.12% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.13)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ต่อตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาว (*B. tabaci*) โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรงที่ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5% และตรวจนับอัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาว โดยวิธีการสัมผัสมากที่สุด โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.04% และมีค่า LC₉₀ เท่ากับ 1.66% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.20 และ 1.45% ตามลำดับ มีค่า LC₉₀ เท่ากับ 2.28 และ 2.85% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.14)

ขณะที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ต่อตัวอ่อนของแมลงหวี่ขาว ที่ความเข้มข้น 0.0-5.0% และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากทุกชนิดไม่สามารถฆ่าตัวอ่อนของแมลงหวี่ขาวได้เลย

ตารางที่ 3.10 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*Frankliniella schultzei* (Trybom)) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	%การตาย ^{1/}						LC ₅₀ (%)	LC ₉₀ (%)	slope	SE
	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (%)									
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5				
กานพลู	0.0±12.5 ^a	16.7±7.2 ^a	54.2±7.2 ^a	75.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	1.02	1.64	2.062	0.148
อบเชย	0.0±12.5 ^a	12.5±0.0 ^a	33.3±7.2 ^b	66.7±14.4 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	1.18	1.78	2.112	0.151
ตะไคร้บ้าน	0.0±12.5 ^a	16.7±7.2 ^a	29.2±7.2 ^b	41.7±7.2 ^b	54.2±7.2 ^b	70.8±7.2 ^b	1.80	3.26	0.880	0.076

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.11 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller) หลังจากทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชความเข้มข้นต่างๆ กัน และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสแบบฉีดพ่นโดยตรง

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	%การตาย ^{1/}						LC ₅₀ (%)	LC ₉₀ (%)	slope	SE
	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย (%)									
	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6				
กานพลู	0.0±0.0 ^a	24.6±2.4 ^a	51.5±1.3 ^a	78.6±2.9 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	0.29	0.43	9.215	0.725
อบเชย	0.0±0.0 ^a	14.6±8.0 ^a	24.8±8.0 ^b	52.3±8.7 ^b	68.3±10.4 ^b	95.2±8.2 ^a	0.39	0.59	6.456	0.476
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 ^a	13.2±7.9 ^a	22.0±3.5 ^b	55.0±5.0 ^b	78.9±11.7 ^b	100.0±0.0 ^a	0.38	0.54	7.868	0.565

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

26.25 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลู ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านและไพล แสดงค่า L^* เท่ากับ 30.69 และ 31.94 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุมและน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และอบเชย สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกในส่วนของค่า a^* และ b^* หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 4 ชนิด นั้น พบว่าแสดงค่า a^* และ b^* อยู่ในช่วง 35.93 ถึง 38.93 และ -14.14 ถึง -13.43 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (38.98 และ -13.37 ตามลำดับ) ส่วนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก พบว่าการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกชนิด ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ได้ 6.83-8.57% สูงกว่ากลุ่มควบคุม (5.70%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 3.15)

จากผลการทดสอบค่าการเปลี่ยนสีของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงนั้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกซึ่งไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมมากที่สุด จึงทำการคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งสองชนิดดังกล่าวไปศึกษาต่อเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการรมต่อไป

ตารางที่ 3.15 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) ของกล้วยไม้ตัดดอก วันที่ 3 หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้หอม และไพล ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$

สูตรน้ำมันหอมระเหย	ค่าเฉลี่ย \pm SD			%การสูญเสียน้ำหนัก
	ค่า L^*	ค่า a^*	ค่า b^*	
Control	21.81 \pm 1.39 ^c	38.98 \pm 2.94 ^a	-13.37 \pm 1.56 ^a	5.70 \pm 0.40 ^c
กานพลู	24.59 \pm 1.02 ^{bc}	35.93 \pm 2.47 ^a	-13.43 \pm 0.51 ^a	6.83 \pm 0.54 ^b
อบเชย	26.25 \pm 0.81 ^b	35.95 \pm 0.85 ^a	-13.87 \pm 1.54 ^a	7.80 \pm 0.45 ^{ab}
ตะไคร้บ้าน	30.69 \pm 1.50 ^a	38.62 \pm 2.32 ^a	-14.14 \pm 0.81 ^a	8.57 \pm 0.49 ^a
ไพล	31.94 \pm 2.66 ^a	37.57 \pm 1.88 ^a	-13.90 \pm 0.59 ^a	8.40 \pm 0.29 ^a

¹ ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.6.2 การทดสอบขั้นที่สอง

การทดสอบค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก ในวันที่ 3 หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และอบเชย ที่ความเข้มข้น 0.0, 2.0, 3.0, 4.5 และ 6.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลาของการรม พบว่ากล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ และอบเชยความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ แสดงค่า L^* เท่ากับ 23.10, 23.31 และ 23.99 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (21.50) ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่ความเข้มข้น 2.0-3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ แสดงค่า L^* ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกในส่วนของค่า a^* และ b^* หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 2 ชนิด ในทุกความเข้มข้นนั้น พบว่าแสดงค่า a^* และ b^* อยู่ในช่วง 35.93 ถึง 38.62 และ -14.53 ถึง -13.10 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (38.98 และ -13.28 ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักพบว่า กล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ มีผลทำให้กล้วยไม้ตัดดอกสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 10% อย่างไม่รู้ก็ตามมีเฉพาะน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ ที่แสดงค่าการสูญเสียหนักหนักไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (5.38%) (ตารางที่ 3.16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก วันที่ 3 หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน

น้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น ($\mu\text{L air}$)	ค่าเฉลี่ย \pm SD			
		ค่า L^*	ค่า a^*	ค่า b^*	%การสูญเสียน้ำหนัก
จากพืช	Control	21.50 \pm 2.75 ^d	38.98 \pm 2.94 ^a	-13.28 \pm 1.28 ^a	5.38 \pm 0.31 ^f
	2.0	23.10 \pm 0.88 ^{cd}	37.55 \pm 5.07 ^a	-13.82 \pm 2.47 ^a	6.74 \pm 0.55 ^{def}
	3.0	23.31 \pm 1.68 ^{bcd}	35.93 \pm 2.47 ^a	-13.10 \pm 1.68 ^a	6.44 \pm 1.20 ^{ef}
	4.5	24.87 \pm 1.24 ^{bc}	36.75 \pm 0.30 ^a	-13.04 \pm 1.12 ^a	10.61 \pm 0.54 ^{bc}
	6.0	32.25 \pm 1.54 ^a	37.25 \pm 1.54 ^a	-14.53 \pm 1.98 ^a	15.12 \pm 1.22 ^a
กานพลู	2.0	23.99 \pm 1.35 ^{bcd}	36.05 \pm 1.91 ^a	-14.11 \pm 1.43 ^a	7.55 \pm 1.79 ^{de}
	3.0	25.10 \pm 1.45 ^{bc}	35.95 \pm 0.85 ^a	-14.20 \pm 0.27 ^a	8.67 \pm 0.43 ^{cd}
	4.5	26.31 \pm 0.59 ^b	38.62 \pm 2.32 ^a	-14.14 \pm 0.81 ^a	12.44 \pm 1.02 ^b
	6.0	32.57 \pm 1.88 ^a	37.57 \pm 1.88 ^a	-14.24 \pm 1.26 ^a	15.07 \pm 1.94 ^a
อบเชย	2.0	23.99 \pm 1.35 ^{bcd}	36.05 \pm 1.91 ^a	-14.11 \pm 1.43 ^a	7.55 \pm 1.79 ^{de}
	3.0	25.10 \pm 1.45 ^{bc}	35.95 \pm 0.85 ^a	-14.20 \pm 0.27 ^a	8.67 \pm 0.43 ^{cd}
	4.5	26.31 \pm 0.59 ^b	38.62 \pm 2.32 ^a	-14.14 \pm 0.81 ^a	12.44 \pm 1.02 ^b

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดสอบค่าการเปลี่ยนสีของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่ความเข้มข้นต่างๆ กันนั้น พบว่าที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L air}$ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกซึ่งไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมมากที่สุด ขณะที่มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 7.55% ขณะที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L air}$ เป็นระดับที่เริ่มแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ชัดเจน จึงทำการคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L air}$ ไปศึกษาต่อเพื่อหาสูตรน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมในการรมต่อไป

3.6.3 การทดสอบขั้นที่สาม

การทดสอบค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก ในวันที่ 3 หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูต่ออบเชย อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 เขียนชื่อสูตร CL4Ci0, CL3Ci1, CL2Ci2, CL1Ci3 และ CL0Ci4 ตามลำดับ และสารมาตรฐาน Eugenol ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L air}$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตูมตลอดเวลาของการรม พบว่ากล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตร CL4Ci0 และ CL1Ci3 แสดงค่า a^* เท่ากับ 36.93 และ 37.95 ตามลำดับ ซึ่งไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (38.98) ขณะที่สูตรอื่นๆ รวมทั้ง สารมาตรฐาน Eugenol แสดงค่า a^* อยู่ในช่วง 35.02 ถึง 35.95 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกในส่วนของคุณค่า L^* และ b^* หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในทุกสูตร รวมทั้งสารมาตรฐาน Eugenol แสดงค่า L^* และ b^* อยู่ใน ช่วง 22.58 ถึง 225.94 และ -14.20 ถึง -11.77 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (21.50 และ -13.28 ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักพบว่า กล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตร CL4Ci0 มีผลทำให้กล้วยไม้ตัดดอกสูญเสียน้ำหนัก 6.44% ซึ่งไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (5.39%) อย่างไรก็ตามกล้วยไม้ตัดดอกที่ รมด้วยสูตร CL4Ci0 แสดงค่าการสูญเสียหนักหนักไม่แตกต่างกับสูตร CL1Ci3 (6.75%) เช่นกัน (ตารางที่ 3.17)

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจาก การรมด้วยสารมาตรฐาน Eugenol พบว่าแสดงค่าความเป็นพิษต่อพืชสูงกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสดงค่า a^* เท่ากับ 35.02 ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น

95% และพบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 10.22% ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 3.17)

ตารางที่ 3.17 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก วันที่ 3 หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย และสารมาตรฐาน Eugenol ที่ความเข้มข้น 3.0 μL air

สูตรน้ำมันหอมระเหย ^{2/}	ค่าเฉลี่ย ^{1/} ±SD			
	ค่า L^*	ค่า a^*	ค่า b^*	%การสูญเสียน้ำหนัก
Control	21.50±2.75 ^a	38.98±2.94 ^a	-13.28±1.28 ^a	5.39±0.31 ^d
Cl4Ci0	23.31±1.68 ^a	36.93±0.74 ^{abc}	-11.77±1.02 ^a	6.44±1.20 ^{cd}
Cl0Ci4	25.10±1.45 ^a	35.95±0.85 ^{bc}	-14.20±0.27 ^a	8.67±0.43 ^b
Cl1Ci3	22.58±1.09 ^a	37.95±1.01 ^{ab}	-12.35±1.70 ^a	6.75±0.11 ^c
Cl2Ci2	24.56±2.17 ^a	35.14±0.55 ^c	-12.11±0.94 ^a	10.37±0.37 ^a
Cl3Ci1	24.87±1.53 ^a	35.45±0.82 ^c	-12.66±1.43 ^a	9.26±1.02 ^{ab}
Eugenol	25.94±1.73 ^a	35.02±0.42 ^c	-13.09±1.73 ^a	10.22±0.44 ^a

¹ ค่าเฉลี่ยเป็นหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

² Clove : Cinnamon อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 เขียนชื่อสูตร Cl4Ci0, Cl3Ci1, Cl2Ci2, Cl1Ci3 และ Cl0Ci4 ตามลำดับ

จากผลการทดสอบค่าการเปลี่ยนสีของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยต่างๆ กัน นั้น พบว่ากล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตร Cl4Ci0 และ Cl1Ci3 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกซึ่งไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมมากที่สุด ขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกอยู่ระหว่าง 6.44-6.75% จึงทำการคัดเลือกสูตร Cl4Ci0 และ Cl1Ci3 ที่ความเข้มข้น 2.0 μL air (จากการทดลองขั้นที่สอง เป็นความเข้มข้นที่มีความเป็นพิษต่อพืชไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม) ไปศึกษาต่อเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมต่อไป

3.6.4 การทดสอบขั้นที่สี่

การทดสอบค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตร Cl4Ci0 และ Cl1Ci3 ที่ความเข้มข้น 2.0 μL air ซึ่งแสดงความเป็นพิษกับกล้วยไม้ไม่น้อยที่สุด โดยรมในระยะเวลา 1-4 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาของการรม ซึ่งการศึกษาค่าความเป็นพิษก่อนการรม หลังการรมทันที และทุก 3 วัน หลังการรม ตลอดเวลาการปักแจกัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยสูตร Cl4Ci0 ที่รมในระยะเวลา 1-4 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกันเพียง 6 วันเท่านั้น ขณะที่น้ำมันหอมระเหยสูตร Cl1Ci3 ที่รมในระยะเวลา 1-3 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกัน 12 วัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยสูตร Cl1Ci3 ที่รมในระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกัน 9 วัน โดยค่าการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอกในวันที่ 12 ของอายุปักแจกัน ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยสูตร Cl1Ci3 ระยะเวลา 1-3 ชั่วโมง แสดง L^* , a^* และ b^* อยู่ในช่วง 30.10 ถึง 30.72, 28.86 ถึง 32.43 และ -15.13 ถึง -9.11 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (22.60, 38.62 และ -2.49 ตามลำดับ) (ภาพที่ 3.9 A-C) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสูตร Cl1Ci3 ระยะเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอกมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีอายุการปักแจกันนานขึ้น โดยในวันที่ 12 ของอายุปักแจกัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 25.26 ถึง 32.75% ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (14.04%) (ภาพที่ 3.9 D)

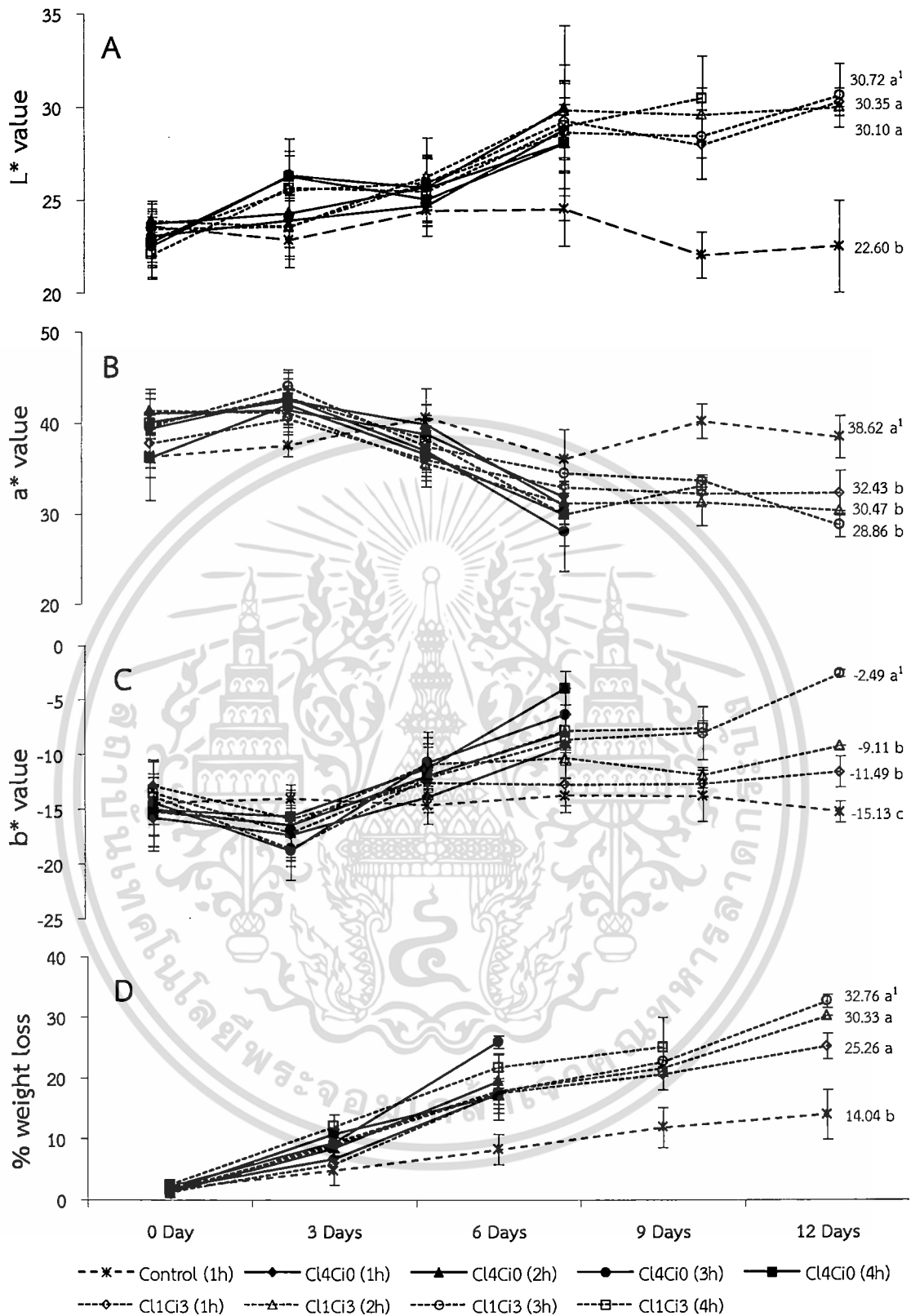
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 องค์กรที่ดี พมวนวน และคณะ
 ไม่มีการพิมพ์หนังสืออื่นอีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบค่าการเปลี่ยนสีและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตร Cl4Ci0 และ Cl1Ci3 พบว่า น้ำมันหอมระเหยสูตร Cl1Ci3 ที่รมในระยะเวลา 1-3 ชั่วโมง แสดงความเป็นพิษกับกล้วยไม้ที่น้อยที่สุด โดยมีอายุการปักแจกันสูงถึง 12 วัน (ภาพที่ 3.10) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ระดับการเปลี่ยนแปลงสีและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอกยังแสดงค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% จึงทำการศึกษาต่อถึงการหมუნเวียนอากาศในตูรม โดยการเปรียบเทียบการหมუნเวียนอากาศภายในตูรม 15 นาที และตลอดเวลาของการรม

3.6.5 การทดสอบขั้นที่ห้า

การทดสอบค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ปริมาณ phenolic และปริมาณ anthocyanin ก่อนการรม หลังการรมทันที และทุก 3 วัน หลังการรม ตลอดเวลาการปักแจกัน ด้วยน้ำมันหอมระเหยสูตร Cl1Ci3 ที่ความเข้มข้น $2.0 \mu\text{L air}$ ที่รมในระยะเวลา 2-3 ชั่วโมง โดยมีการเปรียบเทียบกลุ่มควบคุม (ทั้งที่มีการหมუნเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลาและมีการหมუნเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที) พบว่ากล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตร Cl1Ci3 ทั้งที่รมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมუნเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที ในวันที่ 12 แสดงค่า L^* , a^* , b^* เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม แสดงค่าในช่วง 22.60 ถึง 24.11, 39.62 ถึง 42.00, -18.69 ถึง -14.69 และ 12.01% ถึง 14.73% ตามลำดับ ขณะที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มที่มีการหมუნเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลา แสดงค่าในช่วง 30.10 ถึง 30.72, 28.86 ถึง 30.47, -9.11 ถึง -2.49 และ 30.33% ถึง 32.76% ตามลำดับ (ภาพที่ 3.11)

ขณะที่กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase ปริมาณ phenolic และปริมาณ anthocyanin ของกล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตร Cl1Ci3 ทั้งที่รมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมუნเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที แสดงค่าที่ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาอายุการปักแจกัน และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 12 หลังจากการรม แสดงค่าอยู่ระหว่าง 1,609.0 ถึง 1,896.5 Unit/g protein, 13.39 ถึง 15.21 mg/g FW และ 19.89 ถึง 30.57 mg/100 g FW ตามลำดับ (ภาพที่ 3.20) โดยภาพที่ 3.21 แสดงลักษณะกล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตร Cl1Ci3 ทั้งที่รมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมუნเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที



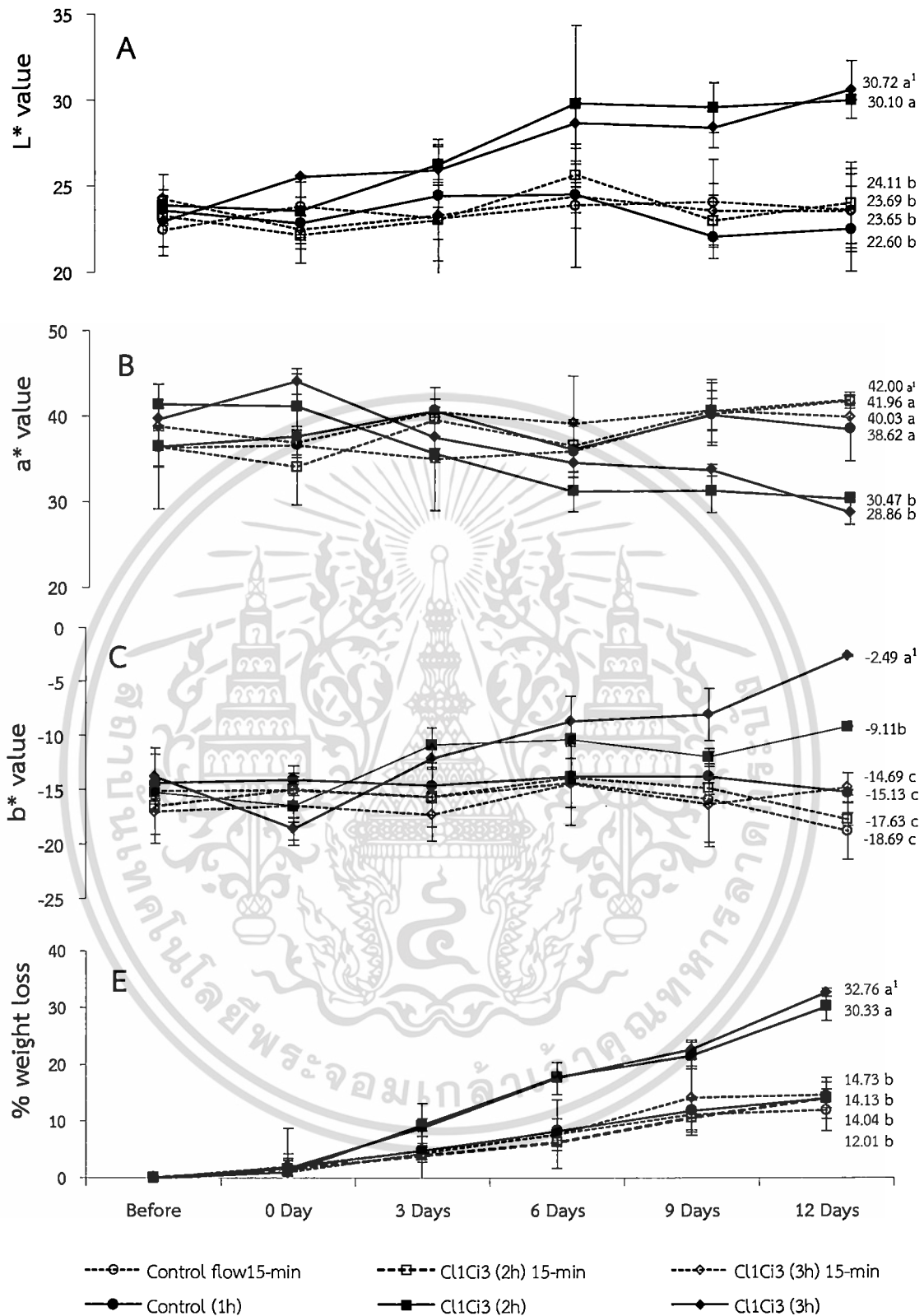
ภาพที่ 3.9 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย ที่ความเข้มข้น 2.0 µ/L air ระยะเวลาต่างๆ กัน ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรมตลอดเวลาของการรม (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%); Clove : Cinnamon อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 เขียนชื่อสูตร Cl4Ci0, Cl3Ci1, Cl2Ci2, Cl1Ci3 และ Cl0Ci4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เผยแพร่ให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 องค์กรที่คิด ทุนหนุน และคณะ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรน้ำมัน หอมระเหย (เวลาหมวนเวียน อากาศ-เวลารม)	กล้วยไม้ตัดดอกหลังจากการรม					
	ก่อนรม	0 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน	9 วัน
Control (all tim-3 h)						
Cl4Ci0 (all tim-1 h)						
Cl4Ci0 (all tim-2 h)						
Cl4Ci0 (all tim-3 h)						
Cl4Ci0 (all tim-4 h)						
Cl1Ci3 (all tim-1 h)						
Cl1Ci3 (all tim-2 h)						
Cl1Ci3 (all tim-3 h)						
Cl1Ci3 (all tim-4 h)						

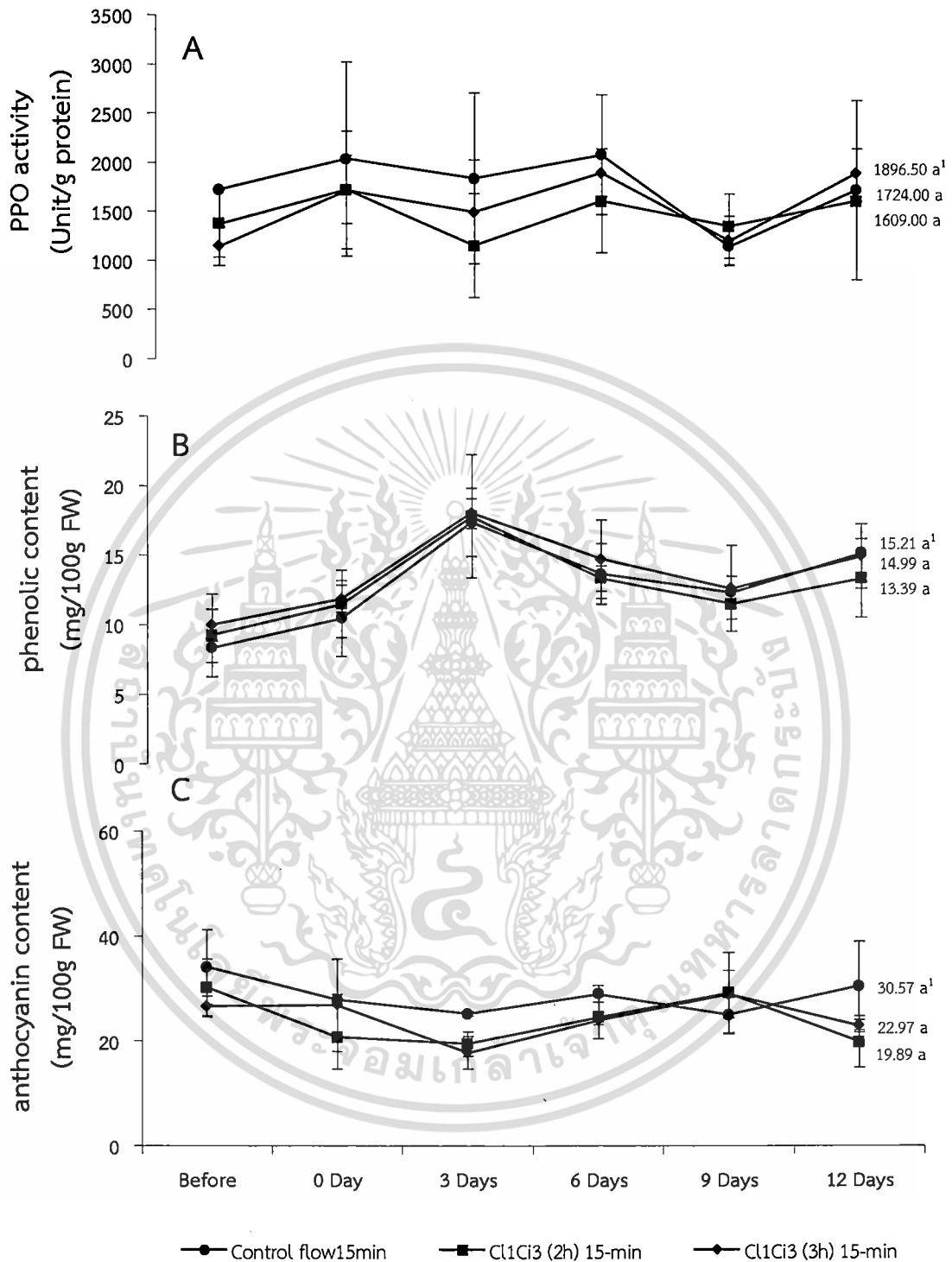
ภาพที่ 3.10 กล้วยไม้ตัดดอกหลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย ที่ความเข้มข้น 2.0 µ/L air ระยะเวลาต่างๆ กัน ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมวนเวียนอากาศในตู้รมตลอดเวลาของการรม; Clove : Cinnamon อัตราส่วน 4:0 และ 1:3 เขียนชื่อสูตร Cl4Ci0 และ Cl1Ci3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงศ์ศักดิ์ พมวนวน และคณะ
 ไม่वारณณ์ใดๆทางสน อักทังห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 2.0 µ/L air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมี การหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที และตลอดเวลาของการรม (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) (A), ปริมาณ phenolic (B) และปริมาณ anthocyanin (C) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Cl3) ที่ความเข้มข้น 2.0 μL air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที ของการรม (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรณได้ฯ หงสน อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรน้ำมัน หอมระเหย (เวลาหมუნเวียน อากาศ-เวลารม)	กล้วยไม้ตัดดอกหลังจากรม					
	ก่อนรม	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
Control (15min-3 h)						
Control (all time-2 h)						
Cl1Ci3 (all time-3 h)						
Cl1Ci3 (all time-3 h)						
Cl1Ci3 (15min-2h)						
Cl1Ci3 (15min-3h)						

ภาพที่ 3.13 กล้วยไม้ตัดดอกหลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย (Clove : Cinnamon อัตราส่วน 1:3 เขียนชื่อสูตร Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 2.0 µL/L air ระยะเวลาต่างๆ กัน ภายใน 12 วัน หลังจากรมทดสอบ โดยมีการหมუნเวียนอากาศในตูรม 15 นาที และตลอดเวลาของการรม

3.7 การศึกษาความเป็นพิษต่อกระเพราและมะเขือเปราะหลังจากรมทดสอบ

3.7.1 การทดสอบขั้นต้น

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีของกระเพราและมะเขือเปราะ ในวันที่ 3 หลังจากรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้บ้าน และไพล ที่ความเข้มข้น 3.0 µL/L air เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และมีการหมუნเวียนอากาศในตูรม 15 นาที โดยแสดงเป็นค่า L*, a* และ b* พบว่ากระเพราที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านแสดงค่า b* เท่ากับ 24.67 และ 24.33 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (24.57) ขณะที่กระเพราที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและไพลแสดงค่า b* เท่ากับ 22.32 และ 23.40 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีของกระเพราในส่วนของค่า L* และ a* หลังจากรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 4 ชนิด นั้น พบว่าแสดงค่า L* และ a* อยู่ในช่วง 41.53 ถึง 44.77 และ -12.20 ถึง -11.17 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (43.41 และ -11.85 ตามลำดับ) (ตารางที่ 3.18)

ขณะที่การทดสอบค่าการเปลี่ยนสีของมะเขือเปราะ พบว่ามะเขือเปราะที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้านแสดงค่า a* เท่ากับ -5.90, -5.70 และ -5.97 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (-6.50) และแสดงค่า b* เท่ากับ 20.37, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จริงคดีดี พมวนวน และคณะ
ไม่วางกรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20.87 และ 21.30 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (20.87) ขณะที่มะเขือเปราะที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากไพลแสดงค่า a^* และ b^* เท่ากับ -5.20 และ 19.53 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีของมะเขือเปราะในส่วนของค่า L^* หลังจากรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 4 ชนิด นั้น พบว่าแสดงค่า อยู่ในช่วง 73.10 ถึง 73.67 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (73.87) (ตารางที่ 3.18)

จากผลการทดสอบค่าการเปลี่ยนสีของกระเพราและมะเขือเปราะ หลังจากรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงนั้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกระเพราและมะเขือเปราะ ซึ่งไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมมากที่สุด จึงทำการคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้งสองชนิดดังกล่าวไปศึกษาต่อเพื่อหาสูตรของน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมในการรมต่อไป

ตารางที่ 3.18 ค่าการเปลี่ยนสี (L^* , a^* และ b^*) ของกระเพราและมะเขือเปราะ วันที่ 3 หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้บ้าน และไพล ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L/L}$ air

สูตรน้ำมันหอมระเหย	ค่าเฉลี่ย ¹ \pm SD					
	กระเพรา			มะเขือเปราะ		
	ค่า L^*	ค่า a^*	ค่า b^*	ค่า L^*	ค่า a^*	ค่า b^*
Control	43.41 \pm 1.05 ^a	-11.85 \pm 0.79 ^a	24.57 \pm 0.86 ^{ab}	73.87 \pm 0.76 ^a	-6.50 \pm 0.50 ^b	20.87 \pm 0.71 ^a
กานพลู	43.77 \pm 1.25 ^a	-11.33 \pm 0.57 ^a	24.67 \pm 0.61 ^a	73.10 \pm 0.66 ^a	-5.90 \pm 0.17 ^{ab}	20.37 \pm 0.55 ^{ab}
อบเชย	44.77 \pm 1.00 ^a	-11.17 \pm 0.76 ^a	22.32 \pm 0.59 ^c	73.17 \pm 0.57 ^a	-5.70 \pm 0.66 ^{ab}	20.87 \pm 0.12 ^a
ตะไคร้บ้าน	42.53 \pm 0.50 ^a	-11.20 \pm 0.20 ^a	24.33 \pm 0.58 ^{ab}	73.63 \pm 0.55 ^a	-5.97 \pm 0.15 ^{ab}	21.30 \pm 0.70 ^a
ไพล	41.53 \pm 1.75 ^a	-12.20 \pm 0.85 ^a	23.40 \pm 0.53 ^{bc}	73.83 \pm 0.76 ^a	-5.20 \pm 0.44 ^a	19.53 \pm 0.61 ^b

¹ ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.7.2 การทดสอบขั้นที่สอง

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าสีและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกระเพราในวันที่ 3 หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน สูตร Cl4Le0, Cl3Le1, Cl2Le2, Cl1Le3 และ Cl0Le4 ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L/L}$ air โดยรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยทุกสูตรแสดงค่า L^* , a^* และ b^* อยู่ระหว่าง 39.56 ถึง 44.07, -10.87 ถึง -9.63 และ 23.51 ถึง 26.13 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (38.85 ถึง 40.69, -10.26 ถึง -9.86 และ 23.69 ถึง 24.74 ตามลำดับ) ขณะที่น้ำมันหอมระเหยสูตร Cl4Le0, Cl2Le2 และ Cl1Le3 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 16.89 ถึง 21.75% ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (16.41 ถึง 17.49%) (ตารางที่ 3.19)

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าสี เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะในวันที่ 3 หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน สูตร Cl4Le0, Cl3Le1, Cl2Le2, Cl1Le3 และ Cl0Le4 ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L/L}$ air โดยรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยทุกสูตรแสดงค่า L^* , a^* , b^* และค่าความแน่นเนื้อ อยู่ระหว่าง 71.68 ถึง 75.43, -7.56 ถึง -5.97, 20.14 ถึง 23.89 และ 82.60 N ถึง 94.50 N ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (72.23 ถึง 73.82, -6.04 ถึง -5.75, 20.76 ถึง 21.74 และ 90.93 N ถึง 98.11 N ตามลำดับ) ขณะที่น้ำมันหอมระเหยสูตร Cl3Le1 และ Cl1Le3 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.38 ถึง 1.63% ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกลุ่มควบคุม (1.29 ถึง 1.30%) (ตารางที่ 3.20)

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าสีของกระเพราและมะเขือเปราะ และความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะ ในวันที่ 3 หลังจากรวมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน พบว่าสูตร Cl1Le3 เป็นสูตรที่มีพิษต่อผักทั้งสองชนิดนี้น้อยที่สุด และไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม จึงนำไปทำการทดสอบเพื่อหาค่ากิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ปริมาณ phenolic ปริมาณ chlorophyll ต่อไป

ตารางที่ 3.19 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกระเพรา วันที่ 3 หลังจากรวมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ที่ความเข้มข้น 3.0 µL air โดยรวมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที

สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช ^{2/} , เวลาที่ใช้ในการรวม (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ย ^{1/} ±SD			
	ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*	%การสูญเสียน้ำหนัก
Control, 2 hr	40.69±2.84 ^a	-10.26±0.64 ^a	23.69±1.98 ^a	16.41±4.29 ^c
Ci4Le0, 2hr	44.07±1.19 ^a	-10.87±0.16 ^a	26.13±0.64 ^a	16.89±7.38 ^c
Ci3Le1, 2 hr	42.37±1.12 ^a	-10.62±0.73 ^a	24.95±1.66 ^a	19.65±5.23 ^{bc}
Ci2Le2, 2 hr	40.88±2.38 ^a	-9.92±1.11 ^a	23.90±2.81 ^a	20.35±5.65 ^{bc}
Ci1Le3, 2 hr	41.94±2.46 ^a	-10.12±0.82 ^a	25.86±2.71 ^a	17.67±3.94 ^c
Ci0Le4, 2 hr	41.50±3.19 ^a	-10.24±0.77 ^a	23.51±2.31 ^a	21.17±3.26 ^{bc}
Control, 3 hr	38.85±1.64 ^a	-9.86±0.17 ^a	24.74±0.80 ^a	17.49±4.25 ^c
Ci4Le0, 3 hr	42.41±1.76 ^a	-10.50±0.32 ^a	25.80±1.99 ^a	19.27±5.06 ^{bc}
Ci3Le1, 3 hr	42.41±3.62 ^a	-10.02±0.59 ^a	26.04±2.85 ^a	28.56±4.39 ^{ab}
Ci2Le2, 3 hr	42.34±2.15 ^a	-9.89±0.29 ^a	24.26±1.55 ^a	21.75±3.77 ^{bc}
Ci1Le3, 3 hr	39.56±6.34 ^a	-10.12±0.97 ^a	25.83±3.25 ^a	18.05±2.63 ^c
Ci0Le4, 3 hr	40.07±3.90 ^a	-9.63±0.63 ^a	25.32±1.12 ^a	31.38±9.51 ^a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

² Clove : Lemon grass อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 เขียนชื่อสูตร Ci4Le0, Ci3Le1, Ci2Le2, Ci1Le3 และ Ci0Le4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.20 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะ วันที่ 3 หลังจากรวมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ที่ความเข้มข้น 3.0 µL air โดยรวมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง และมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที

สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช ^{2/} , เวลาที่ใช้ในการรวม (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ย ^{1/} ±SD				
	ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*	%การสูญเสียน้ำหนัก	ความแน่นเนื้อ(N)
Control, 2 hr	73.82±3.19 ^a	-5.75±0.75 ^a	20.76±1.77 ^a	1.30±0.05 ^c	90.93±6.32 ^a
Ci4Le0, 2hr	73.74±0.92 ^a	-7.35±0.37 ^a	22.53±1.27 ^a	1.59±0.23 ^{abc}	82.60±5.94 ^a
Ci3Le1, 2 hr	71.68±1.11 ^a	-7.56±0.16 ^a	23.89±0.93 ^a	1.62±0.21 ^{abc}	90.57±4.65 ^a
Ci2Le2, 2 hr	75.43±2.82 ^a	-5.97±0.53 ^a	20.14±1.56 ^a	1.62±0.20 ^{abc}	91.27±8.04 ^a
Ci1Le3, 2 hr	72.89±2.76 ^a	-6.41±1.06 ^a	22.32±1.16 ^a	1.42±0.10 ^{bc}	87.06±8.06 ^a
Ci0Le4, 2 hr	74.23±1.58 ^a	-6.50±0.52 ^a	21.79±0.22 ^a	1.75±0.16 ^{ab}	86.18±1.61 ^a
Control, 3 hr	72.33±3.09 ^a	-6.04±1.05 ^a	21.74±1.93 ^a	1.29±0.04 ^c	98.11±9.67 ^a
Ci4Le0, 3 hr	72.26±1.16 ^a	-6.47±0.64 ^a	21.94±1.35 ^a	1.71±0.26 ^{ab}	91.10±3.50 ^a
Ci3Le1, 3 hr	71.68±1.88 ^a	-6.81±0.38 ^a	23.46±1.06 ^a	1.63±0.14 ^{abc}	94.50±10.65 ^a
Ci2Le2, 3 hr	71.93±1.03 ^a	-6.29±0.50 ^a	21.87±0.77 ^a	1.78±0.28 ^a	89.30±2.95 ^a
Ci1Le3, 3 hr	72.86±0.47 ^a	-6.43±0.14 ^a	22.25±0.48 ^a	1.38±0.09 ^c	91.87±6.05 ^a
Ci0Le4, 3 hr	72.80±0.76 ^a	-6.48±0.59 ^a	22.57±1.20 ^a	1.78±0.14 ^a	85.54±6.50 ^a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

² Clove : Lemon grass อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 เขียนชื่อสูตร Ci4Le0, Ci3Le1, Ci2Le2, Ci1Le3 และ Ci0Le4 ตามลำดับ

3.7.3 การทดสอบขั้นที่สาม

จากการทดสอบความเป็นพิษต่อกระเปาะและมะเขือเปราะของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านที่แสดงความเป็นพิษกับกระเปาะและมะเขือเปราะน้อยที่สุดคือสูตร Cl1Le3 โดยวิธีการรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ที่มีการหมุนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที พบว่ากระเปาะมีอายุการเก็บรักษาได้ 6 วัน ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสีในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยในวันที่ 6 หลังจากรวม แสดงค่า L^* , a^* และ b^* ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% อยู่ในช่วง 40.55 ถึง 41.06, -9.20 ถึง -8.45 และ 24.45 ถึง 25.94 ตามลำดับ (ภาพที่ 3.14 A-C) ขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยในวันที่ 6 หลังจากรวม แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% อยู่ในช่วง 18.48 ถึง 21.57% (ภาพที่ 3.14 D)

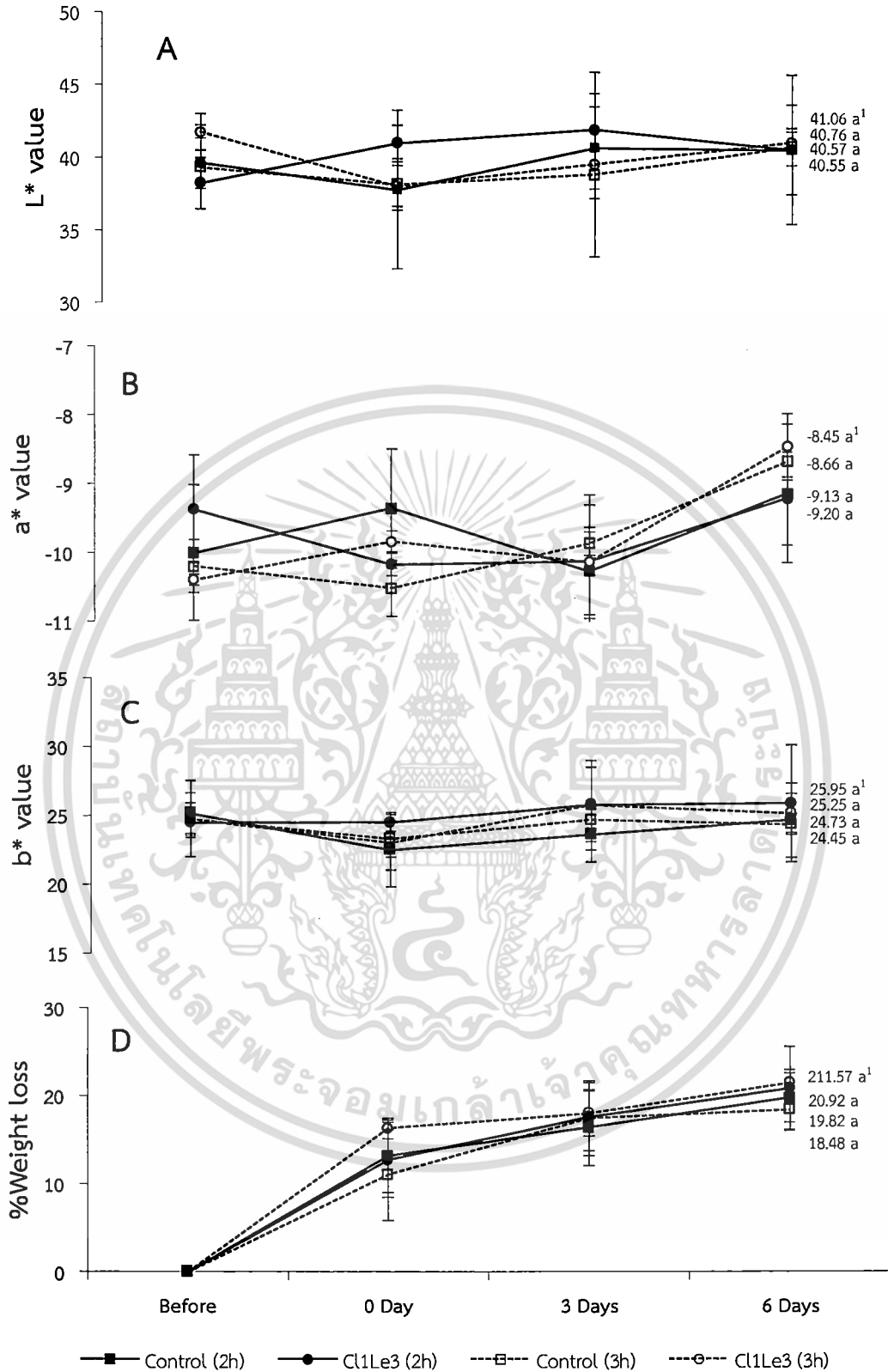
จากการทดสอบความเป็นพิษต่อมะเขือเปราะของสูตร Cl1Le3 โดยวิธีการรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ที่มีการหมุนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที พบว่ามะเขือเปราะมีอายุการเก็บรักษาได้ 9 วัน ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสีในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยในวันที่ 9 หลังจากรวม แสดงค่า L^* , a^* และ b^* ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% อยู่ในช่วง 73.30 ถึง 74.71, -5.76 ถึง -5.41 และ 21.48 ถึง 22.63 ตามลำดับ (ภาพที่ 3.15 A-C) ขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหลังจากรวมที่มากขึ้น ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยในวันที่ 9 หลังจากรวม แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% อยู่ในช่วง 1.74 ถึง 2.11% (ภาพที่ 3.15 D) ส่วนความแน่นเนื้อของมะเขือเปราะหลังจากรวมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยแล้ว พบว่ามีค่าความแน่นเนื้อต่ำลง โดยในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน ซึ่งในวันที่ 9 หลังจากรวม แสดงค่าความแน่นเนื้อที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% อยู่ในช่วง 74.06 ถึง 83.30 N (ภาพที่ 3.15 E)

จากการศึกษาปริมาณ chlorophyll ปริมาณ phenolic และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ของกระเปาะ หลังจากรวมด้วยสูตร Cl1Le3 โดยรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ที่มีการหมุนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที พบว่าปริมาณ chlorophyll และ phenolic และค่า PPO activity ในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับกลุ่มควบคุม ซึ่งในวันที่ 6 หลังจากรวม กระเปาะที่รมด้วยสูตร Cl1Le3 รมในระยะเวลา 2 ชั่วโมง พบปริมาณ chlorophyll สูงกว่ารมในระยะเวลา 3 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 196.8 และ 182.0 $\mu\text{g/g}$ FW และยังพบอีกว่าในกลุ่มทดสอบมีปริมาณ chlorophyll สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 194.9 และ 171.4 $\mu\text{g/g}$ FW (ภาพที่ 3.16A) ในทำนองเดียวกันพบว่ากระเปาะที่รมในระยะเวลา 2 ชั่วโมง มีปริมาณ phenolic สูงกว่ารมในระยะเวลา 3 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1,366 และ 1,211 $\text{mg}/100 \text{ g}$ FW และยังพบอีกว่าในกลุ่มทดสอบมีปริมาณ phenolic สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1,280 และ 1,255 $\text{mg}/100 \text{ g}$ FW (ภาพที่ 3.16B) ขณะที่กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO ที่รมในระยะเวลา 2 ชั่วโมง สูงกว่ารมในระยะเวลา 3 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% มีค่าเท่ากับ 1,000 และ 375 Unit/g protein ตามลำดับ (ภาพที่ 3.16C) โดยภาพที่ 3.18 แสดงลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ของกระเปาะ

จากการศึกษาปริมาณ chlorophyll ปริมาณ phenolic และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO activity) ของมะเขือเปราะ หลังจากรวมด้วยสูตร Cl1Le3 โดยรมในระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ที่มีการหมุนเวียนอากาศในตู้เพียง 15 นาที พบว่าปริมาณ chlorophyll และ phenolic และค่า PPO activity ในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับกลุ่มควบคุม ซึ่งในวันที่ 9 หลังจากรวม พบปริมาณ chlorophyll และ phenolic และค่า PPO activity ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม มีค่าอยู่ในช่วง 3.40 ถึง 4.28 $\mu\text{g/g}$ FW, 173.2 ถึง 209.4 $\text{mg}/100\text{g}$ FW และ 1,471 และ 1,818 Unit/g protein ตามลำดับ (ภาพที่ 3.17) โดยภาพที่ 3.19 แสดงลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ของมะเขือเปราะ

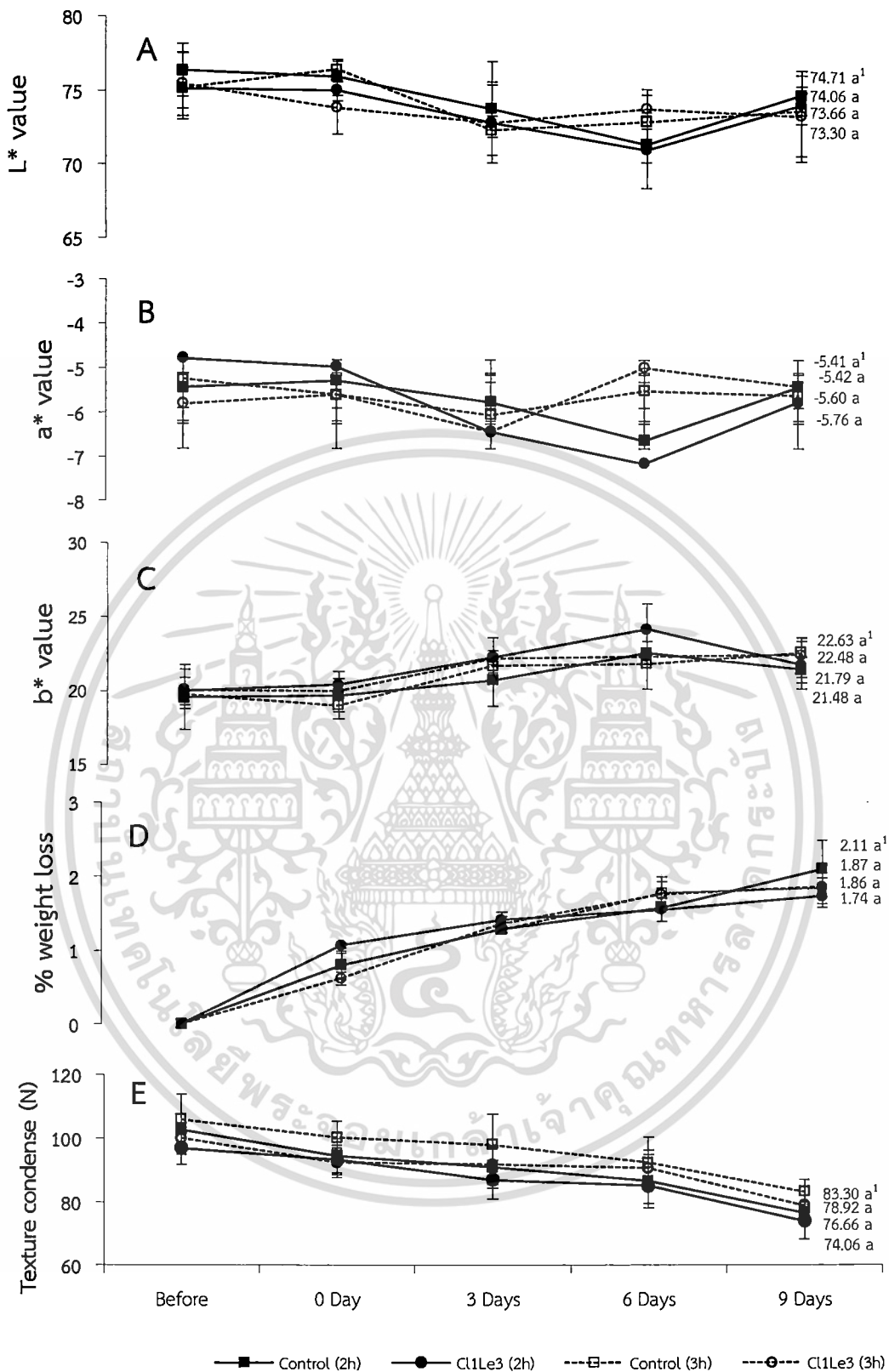
จริงศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ

ไม่มีการพิมพ์ซ้ำหรือเผยแพร่ข้อมูลใดๆ โดยผู้เขียนโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์



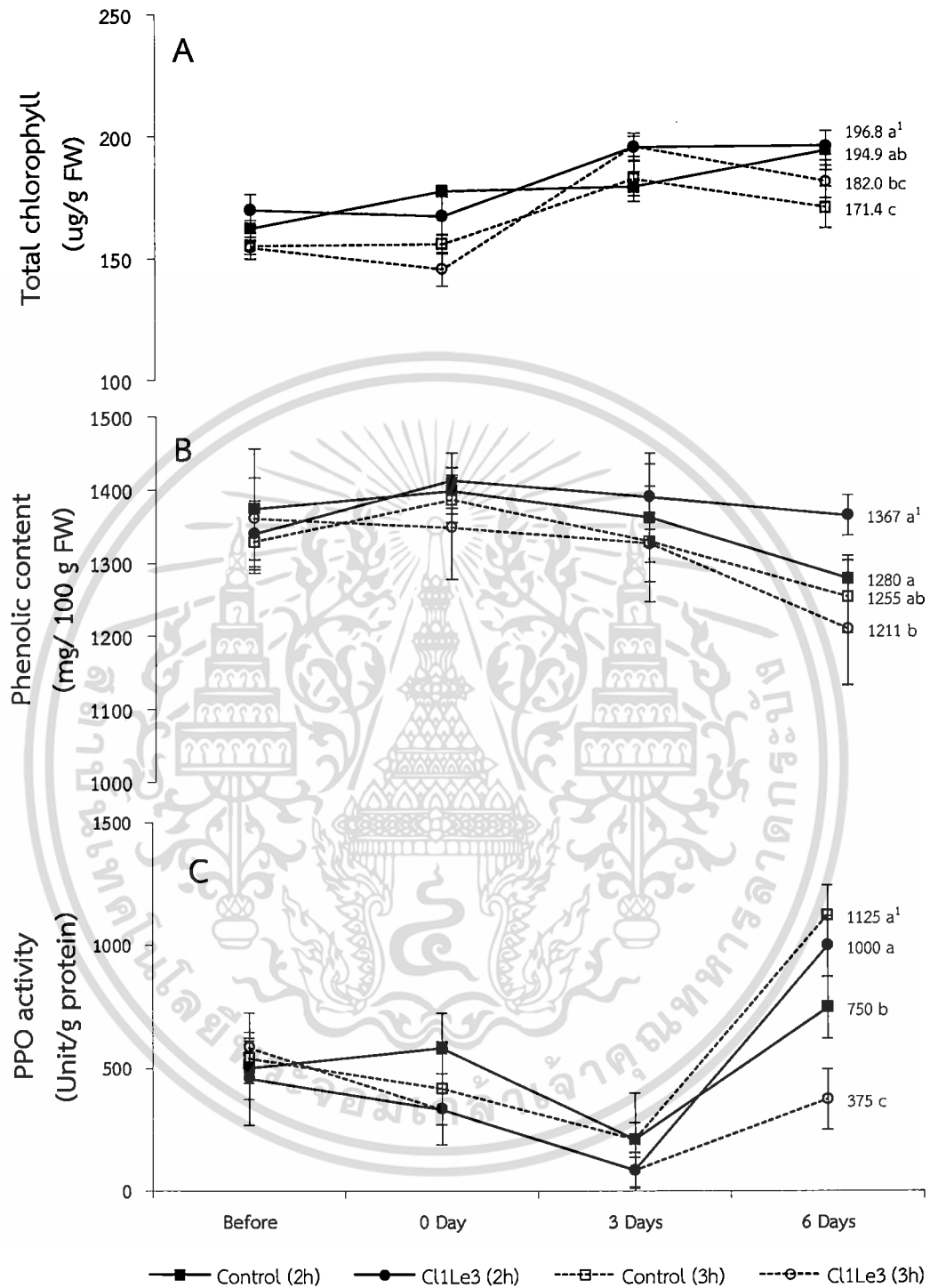
ภาพที่ 3.14 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกระเปาะหลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 µ/L air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (¹ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าจริงจกัคคีดี พมพวน และคณะ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

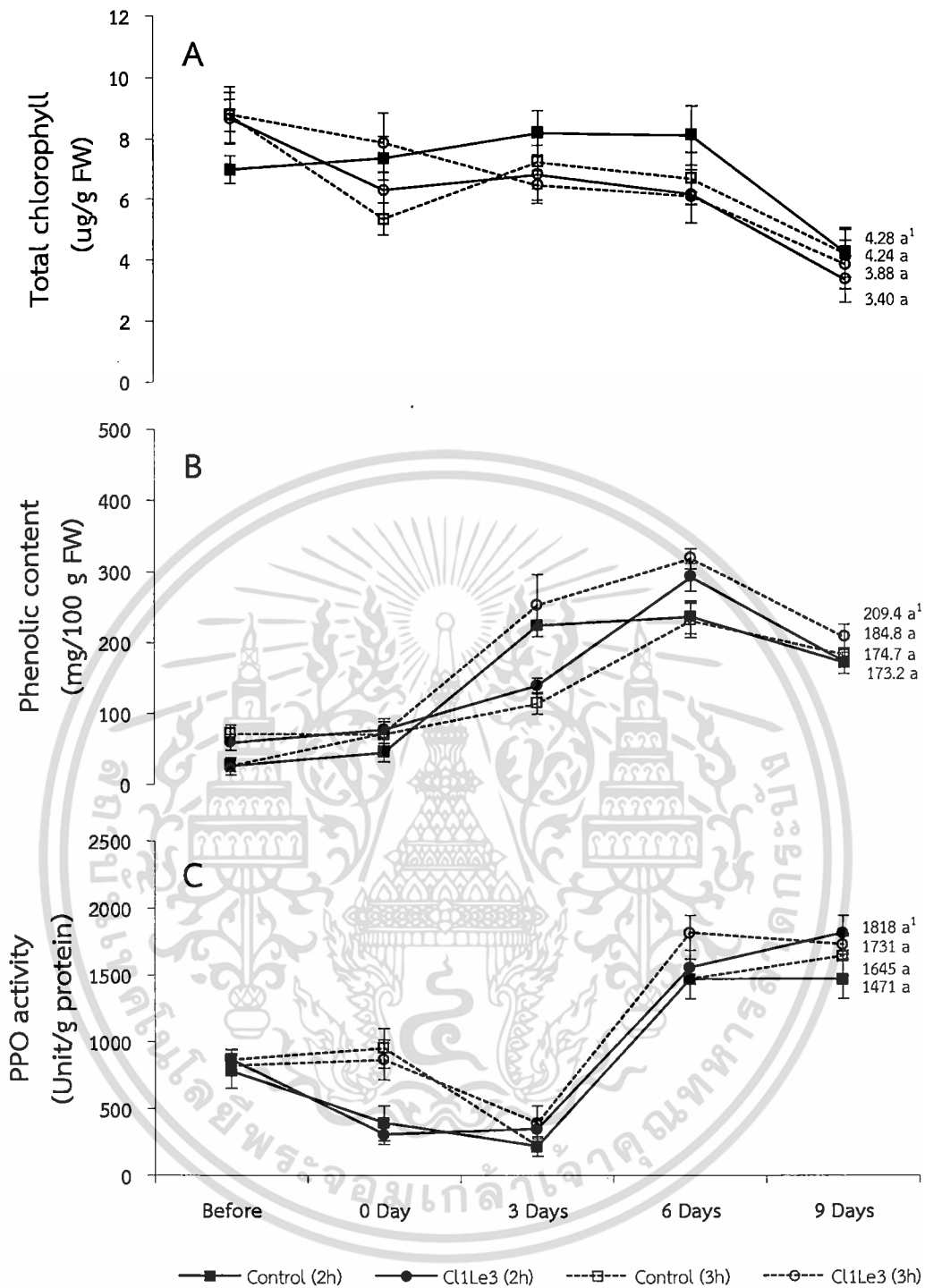


ภาพที่ 3.15 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) (A-C) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) และความแน่นเนื้อ (E) ของมะเขือเปราะ หลังจากรรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 µL/L air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังจากรทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

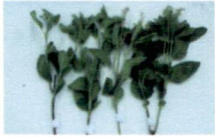








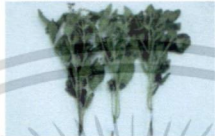

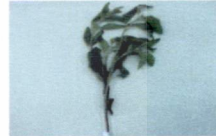
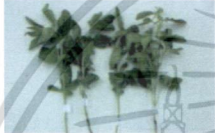



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พูนพวน และคณะ
 ไม่ว่ากรรมใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



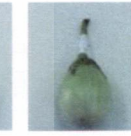
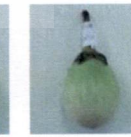
ภาพที่ 3.16 ค่า Total Chlorophyll (A) ปริมาณ Phenolic (B) และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO (C) ของกระเพรา หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 µL/L air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากรมทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)



ภาพที่ 3.17 ค่า Total Chlorophyll (A) ปริมาณ Phenolic (B) และกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO (C) ของมะเขือเปราะ หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

สูตรน้ำมัน หอมระเหย (เวลาหมუნเวียน อากาศ-เวลากรม)	กระเพราหลังจากการกรม			
	ก่อนกรม	0 วัน	3 วัน	6 วัน
Control (15min-2 h)				
Control (15min-3 h)				
Cl1Le3 (15min-2 h)				
Cl1Le3 (15min-3 h)				

ภาพที่ 3.18 กระเพรา หลังจากการกรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมუნเวียนอากาศในตู้กรม 15 นาที

สูตรน้ำมัน หอมระเหย (เวลาหมუნเวียน อากาศ-เวลากรม)	มะเขือเปราะหลังจากการกรม				
	ก่อนกรม	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน
Control (15min-2 h)					
Control (15min-3 h)					
Cl1Le3 (15min-2 h)					
Cl1Le3 (15min-3 h)					

ภาพที่ 3.19 มะเขือเปราะ หลังจากการกรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมუნเวียนอากาศในตู้กรม 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พมนวน และคณะ
 ไม่ว่าการณได้ๆทงสน อักทงห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การทดสอบย้อนกลับของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูพืช

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) และสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน อัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ซึ่งมีความเป็นพิษต่อกล้วยไม้และผัก (กระเพราและมะเขือเปราะ) น้อยที่สุด ตามลำดับ ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*F. schultzei* และ *T. palmi*) เพลี้ยอ่อน (*A. gossypii*) และแมลงหริั่วขาว (*B. tabaci*) และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (*P. jackbeardsleyi*) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L/L}$ air ใช้เวลาในการรม 2 ชั่วโมง ในตู้รม knockdown chamber ขนาด 25 L พบว่าทุกสูตรและทุกความเข้มข้นสามารถฆ่าตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งได้ 100% และมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายต่อเพลี้ยไฟ (*F. schultzei*) เพลี้ยอ่อน และแมลงหริั่วขาว เท่ากับ 84.5-97.6%, 82.2-95.7% และ 87.2-100.0% ตามลำดับ ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L/L}$ air มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟ (*T. palmi*) ได้ 100% ซึ่งสูงกว่าที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air (86.7-93.3%) อย่างมีนัยทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 3.21)

ตารางที่ 3.21 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*Frankliniella schultzei* (Trybom) และ *Thrips palmi* Karny) เพลี้ยอ่อน (*Aphis gossypii* Glover) และแมลงหริั่วขาว (*Bemisia tabaci* Gennadius) และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller) หลังการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L/L}$ air เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในตู้รม knowndown chamber

สูตรน้ำมันหอมระเหย ^{2/} (ความเข้มข้น)	% การตาย ^{1/}				
	<i>F. schultzei</i> (adult)	<i>T. palmi</i> (adult)	<i>P. jackbeardsleyi</i> (larvae)	<i>A. gossypii</i> (adult)	<i>B. tabaci</i> (adult)
Control	0.0±8.5 ^b	0.0±10.6 ^c	0.0±8.5 ^b	0.0±9.6 ^b	0.0±13.9 ^b
Cl1Ci3 (2 $\mu\text{L/L}$ air)	89.9±2.8 ^a	93.3±5.8 ^{ab}	100.0±0.0 ^a	82.2±12.3 ^a	87.2±8.2 ^a
Cl1Ci3 (3 $\mu\text{L/L}$ air)	97.6±4.2 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	93.1±6.0 ^a	96.7±5.8 ^a
Cl1Le3 (2 $\mu\text{L/L}$ air)	84.5±12.5 ^a	86.7±5.8 ^b	100.0±0.0 ^a	90.0±3.1 ^a	88.5±6.1 ^a
Cl1Le3 (3 $\mu\text{L/L}$ air)	94.8±6.3 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	95.7±5.9 ^a	100.0±0.0 ^a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} Clove : Cinnamon และ Clove : Lemon grass อัตราส่วน 1:3 เขียนชื่อสูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ตามลำดับ

3.9 การทดสอบภาคสนาม

จากการทดสอบประสิทธิภาพการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ต่อแมลงศัตรูพืช และความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ เปรียบเทียบกับการรมกับ methyl bromide ที่ความเข้มข้น 28 g/m^3 (อัตราคำแนะนำในการรมในกล้วยไม้ตัดดอก) และสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน อัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L/L}$ air เปรียบเทียบกับการรมด้วย methyl bromide ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 (อัตราคำแนะนำในการรมในผัก) ใช้เวลาในการรม 2 ชั่วโมง ในตู้รมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (DOA chamber) พบว่าการรมด้วยสาร methyl bromide ทุกความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงได้ทุกชนิดทดสอบ 100% และสามารถฆ่าเพลี้ยไฟ *F. schultzei* และ *T. palmi* ได้สูงกว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยทุกสูตรได้อย่างมีนัยทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกสูตรที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L/L}$ air สามารถฆ่าเพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และแมลงหริั่วขาวได้ ไม่แตกต่างกับการใช้ methyl bromide และจากการทดสอบพบว่าทุกการทดลองสามารถฆ่าตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง 100% (ตารางที่ 3.22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จริงจังที่ กทม. และคณะ
 ไม่ว่าการรมได้ทั้งสน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.22 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*Frankliniella schultzei* (Trybom) และ *Thrips palmi* Karny) เพลี้ยอ่อน (*Aphis gossypii* Glover) และแมลงหิวข้าว (*Bemisia tabaci* Gennadius) และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller) หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 μL air และ methyl bromide ที่ความเข้มข้น 20 และ 28 g/m^3 ในตู้รม DOA มีการระบายอากาศ 15 นาที และรมนาน 2 ชั่วโมง

สูตรน้ำมันหอมระเหย ^{2/} (ความเข้มข้น)	% การตาย ^{1/}				
	<i>F. schultzei</i> (adult)	<i>T. palmi</i> (adult)	<i>P. jackbeardsleyi</i> (larvae)	<i>A. gossypii</i> (adult)	<i>B. tabaci</i> (adult)
Control	0.0±4.8 ^c	0.0±1.6 ^d	0.0±2.7 ^b	0.0±5.8 ^c	0.0±9.2 ^c
Methyl bromide (20 g/m^3)	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
Methyl bromide (28 g/m^3)	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
Cl1Ci3 (2 μL air)	66.1±13.2 ^b	73.9±6.7 ^c	100.0±0.0 ^a	82.2±7.1 ^b	91.7±6.7 ^{ab}
Cl1Ci3 (3 μL air)	74.6±6.7 ^b	83.3±2.9 ^b	100.0±0.0 ^a	96.0±6.9 ^a	96.7±5.8 ^a
Cl1Le3 (2 μL air)	64.6±4.9 ^b	72.2±9.6 ^c	100.0±0.0 ^a	82.4±6.6 ^b	88.5±6.1 ^b
Cl1Le3 (3 μL air)	65.3±13.3 ^b	75.0±5.0 ^{bc}	100.0±0.0 ^a	90.3±9.6 ^{ab}	100.0±0.0 ^a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} Clove : Cinnamon และ Clove : Lemon grass อัตราส่วน 1:3 เขียนชื่อสูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ตามลำดับ

จากการทดสอบประสิทธิภาพการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) และสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน อัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 μL air เปรียบเทียบกับการรมด้วย methyl bromide ที่ความเข้มข้น 20 และ 28 g/m^3 ต่อเพลี้ยไฟ *T. palmi* ทั้งการเลียนแบบการระบาดและการระบาดตามธรรมชาติ ใช้เวลาในการรม 2 ชั่วโมง ในตู้รมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (DOA chamber) พบว่าทุกการทดลองสามารถฆ่าเพลี้ยไฟที่มีการระบาดตามธรรมชาติได้ 100% ส่วนการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช สามารถฆ่าเพลี้ยไฟที่มีการเลียนแบบการระบาดได้เพียง 73.9-83.3% ขณะที่รมด้วยสาร methyl bromide สามารถฆ่าเพลี้ยไฟที่มีลักษณะการระบาดทั้งการเลียนแบบการระบาดและการระบาดตามธรรมชาติได้ 100% อย่างไรก็ตาม การตรวจพบแมลงที่มีการระบาดตามธรรมชาตินั้น สามารถตรวจพบได้เฉพาะเพลี้ยไฟที่ตายบนดอกกล้วยไม้เท่านั้น ซึ่งปริมาณที่พบน้อยกว่าปริมาณเฉลี่ยก่อนการทดลองประมาณ 50% เท่านั้น (ก่อนรพบเพลี้ยไฟ 10-15 ตัว / 10 ดอก) (ตารางที่ 3.23)

ตารางที่ 3.23 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*Frankliniella schultzei* (Trybom) และ *Thrips palmi* Karny) ที่มีการเลียนแบบการระบาดและการระบาดตามธรรมชาติบนกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 μL air และ methyl bromide ที่ความเข้มข้น 20 และ 28 g/m^3 ในตู้รม DOA มีการระบายอากาศ 15 นาที รมนาน 2 ชั่วโมง

สูตรน้ำมันหอมระเหย ^{2/} (ความเข้มข้น)	% การตาย ^{1/}	
	<i>T. palmi</i> (adult)	
	mimic the contamination	contamination exists in nature*
Control	0.0±1.6 ^d	0.0±8.7 ^b
Methyl bromide (20 g/m^3)	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
Methyl bromide (28 g/m^3)	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
Cl1Ci3 (2 μL air)	73.9±6.7 ^c	100.0±0.0 ^a
Cl1Ci3 (3 μL air)	83.3±2.9 ^b	100.0±0.0 ^a
Cl1Le3 (2 μL air)	72.2±9.6 ^c	100.0±0.0 ^a
Cl1Le3 (3 μL air)	75.0±5.0 ^{bc}	100.0±0.0 ^a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} Clove : Cinnamon และ Clove : Lemon grass อัตราส่วน 1:3 เขียนชื่อสูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ตามลำดับ

* ปริมาณเพลี้ยไฟที่ตรวจพบประมาณครึ่งหนึ่งของปกติ และเป็นจำนวนที่ตายทั้งหมด

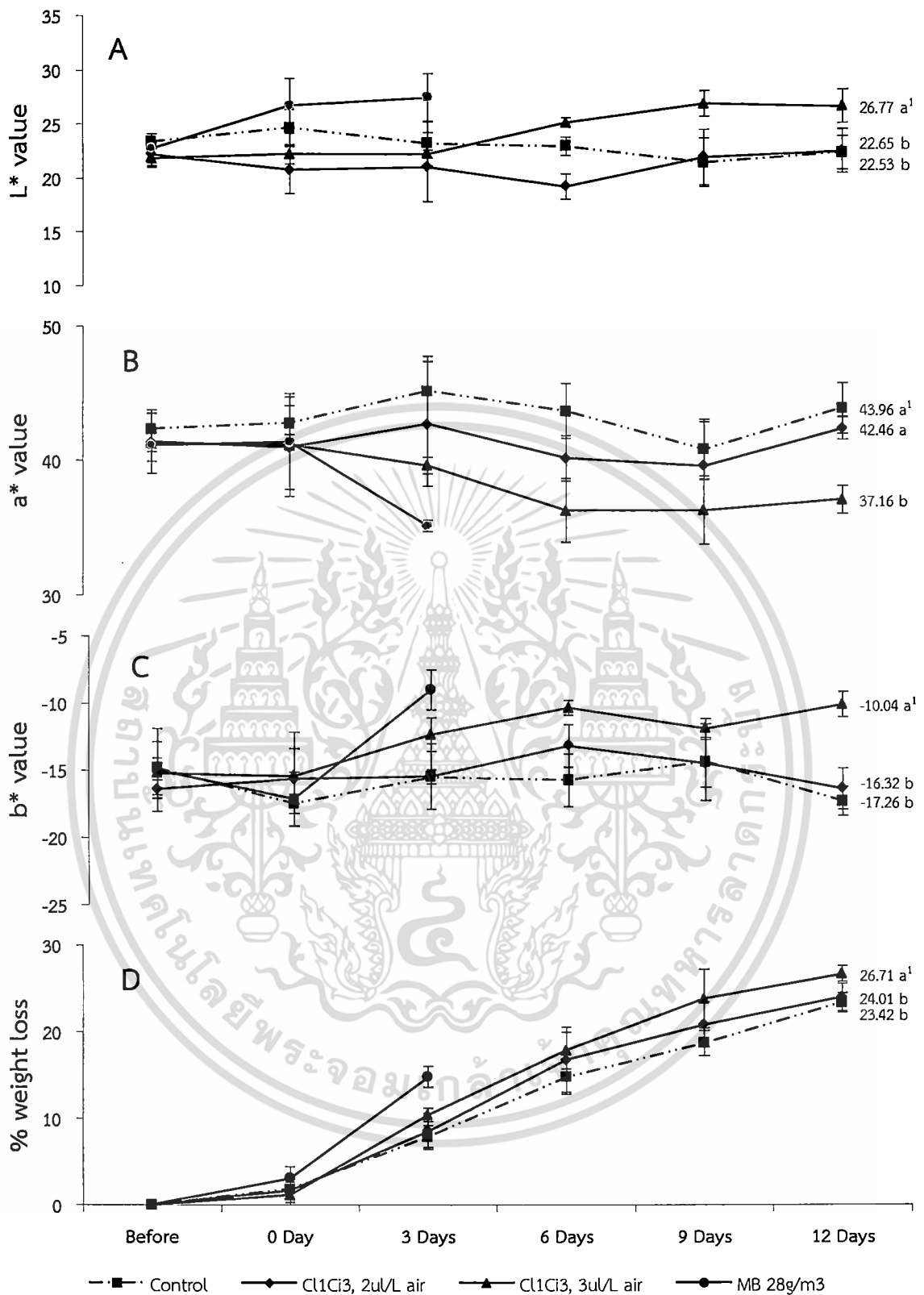
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จริงค์กั๊กี้ พุ่มนวน และคณะ
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบระดับความเป็นพิษต่อพืช (กล้วยไม้ตัดดอก กระจเพรา และมะเขือเปราะ) ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช (Cl1Ci3 และ Cl1Le3) และสาร methyl bromide เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในตูรม DOA fumigation chamber พบว่ากล้วยไม้ตัดดอกและมะเขือเปราะที่รมด้วยสาร methyl bromide ส่งผลให้พืชมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวเพียง 3 วันเท่านั้น ขณะที่กระจเพรา แสดงอาการไหม้ที่เกิดจากการรบกวนที่หลังการรม ส่วนพืชที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยไม่พบระดับความเป็นพิษ โดยไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (ภาพที่ 3.20-3.25)

กล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสาร methyl bromide แสดงค่าสีที่สว่างมากขึ้น (ค่า L^* สูงขึ้น) โทนสีน้ำเงินน้อยลง (ค่า b^* สูงขึ้น) และโทนสีแดงน้อยลง (ค่า a^* น้อยลง) ขณะที่กล้วยไม้ที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม วันที่ 12 หลังจากรวมพบว่า กล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Ci3 ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L/L}$ air พบอัตราการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอก และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่า L^* เท่ากับ 22.53-22.65 ค่า a^* เท่ากับ 42.46-43.96 ค่า b^* เท่ากับ (-17.26)-(-16.32) และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 23.42-24.01% (ภาพที่ 3.20 และ 3.23)

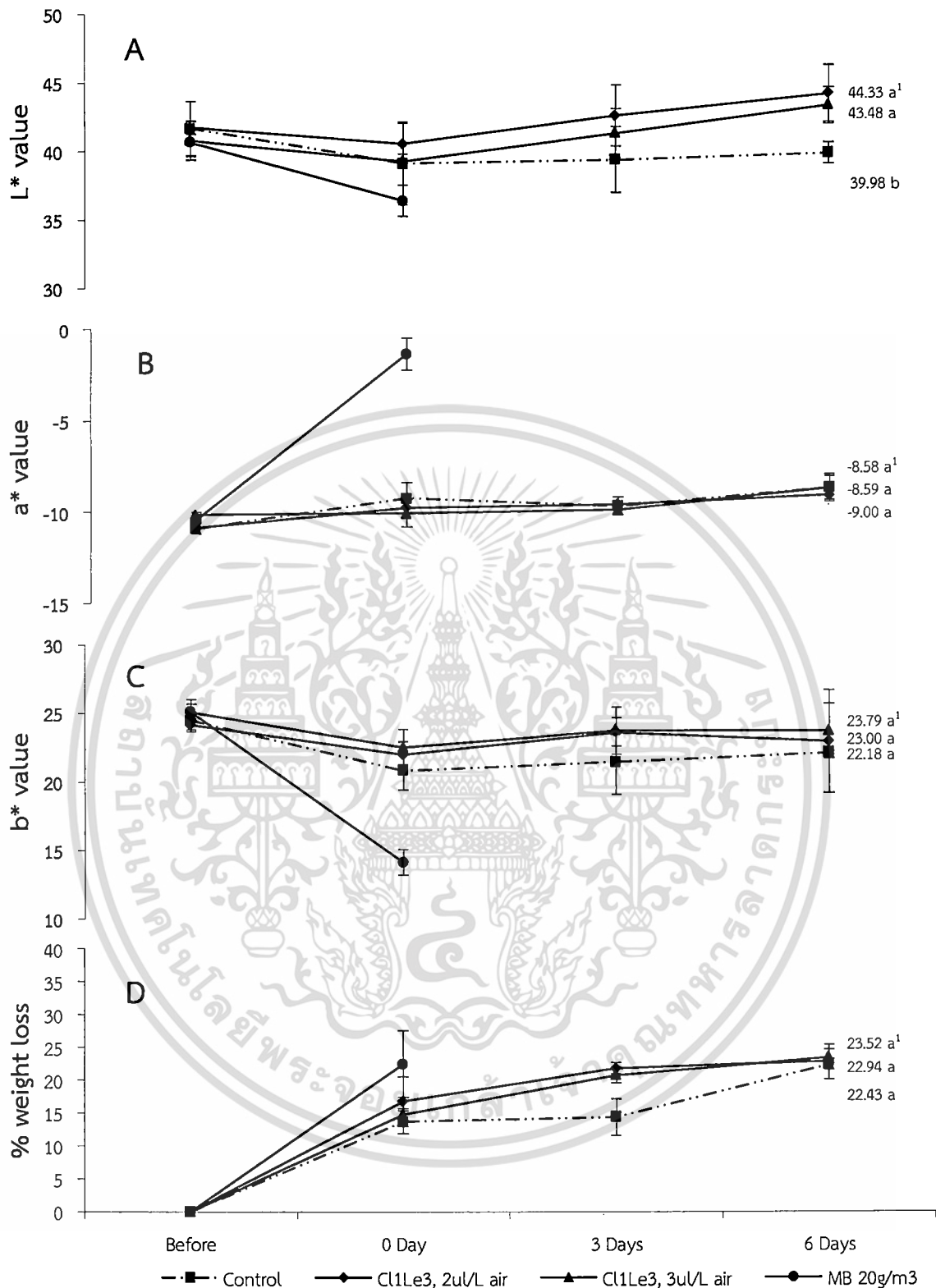
กระจเพราที่รมด้วยสาร methyl bromide แสดงค่าสีที่สว่างมากขึ้น (ค่า L^* สูงขึ้น) โทนสีเหลืองน้อยลง (ค่า b^* น้อยลง) และโทนสีเขียวน้อยลง (ค่า a^* มากขึ้น) ขณะที่กล้วยไม้ที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม วันที่ 6 หลังจากรวมพบว่า กระจเพราที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L/L}$ air พบอัตราการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอก (ค่า L^* , a^* และ b^*) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่า L^* เท่ากับ 39.98-44.33 ค่า a^* เท่ากับ (-9.00)-(-8.58) ค่า b^* เท่ากับ 22.18-23.79 และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 22.42-23.52% (ภาพที่ 3.21 และ 3.24)

มะเขือเปราะที่รมด้วยสาร methyl bromide แสดงค่าสีที่สว่างน้อยลง (ค่า L^* น้อยลง) โทนสีเหลืองน้อยลง (ค่า b^* น้อยลง) และโทนสีเขียวน้อยลง (ค่า a^* มากขึ้น) ขณะที่กล้วยไม้ที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม วันที่ 9 หลังจากรวมพบว่า มะเขือเปราะที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L/L}$ air พบอัตราการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วยไม้ตัดดอก (ค่า L^* , a^* และ b^*) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่า L^* เท่ากับ 65.62-68.30 ค่า a^* เท่ากับ (-8.45)-(-6.75) ค่า b^* เท่ากับ 24.23-26.62 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.52-3.55% และมีเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 75.49-76.61 N (ภาพที่ 3.22 และ 3.25)



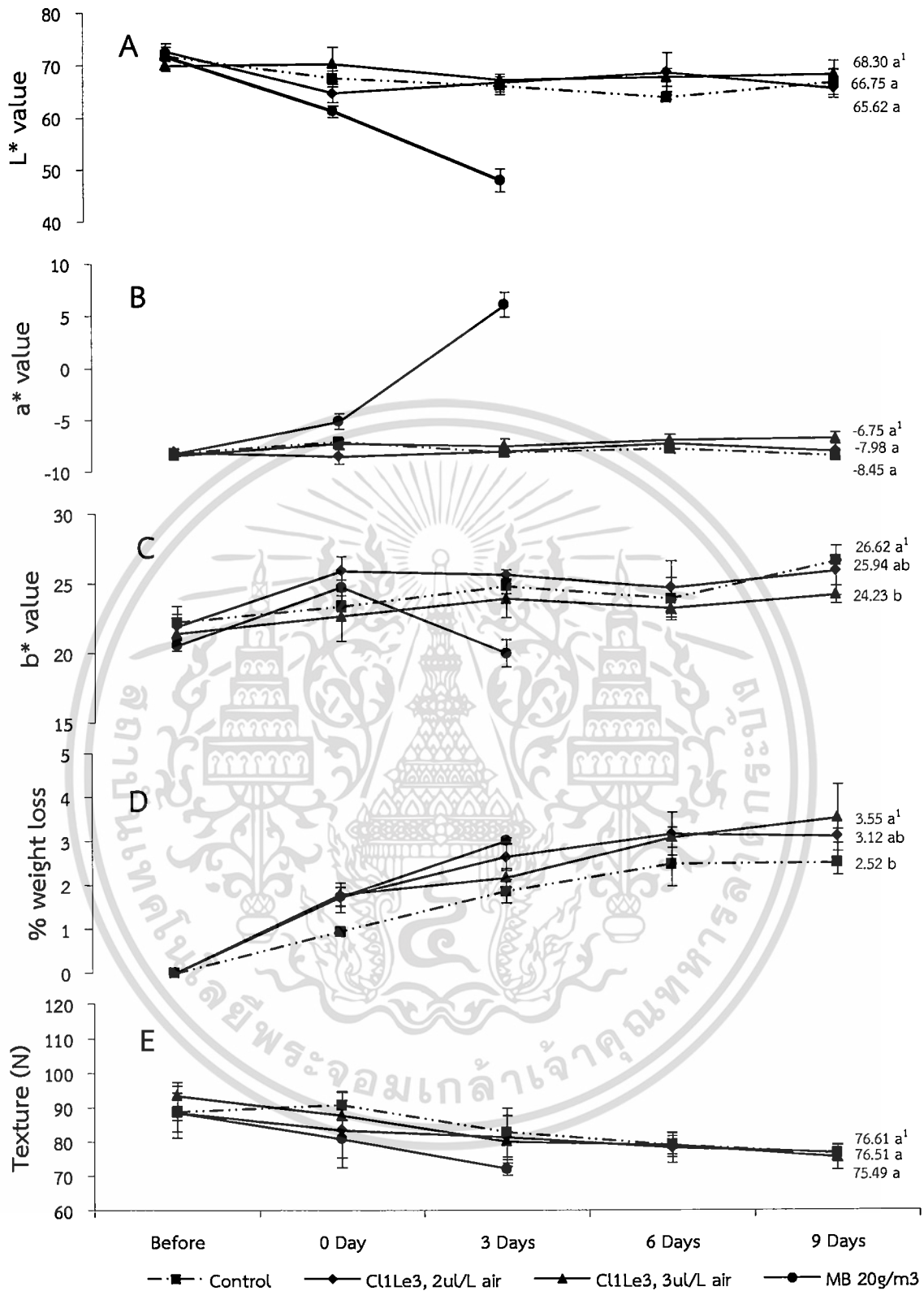
ภาพที่ 3.20 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 28 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

เอกสารนี้เป็นงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พูนพวน และคณะ
 ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



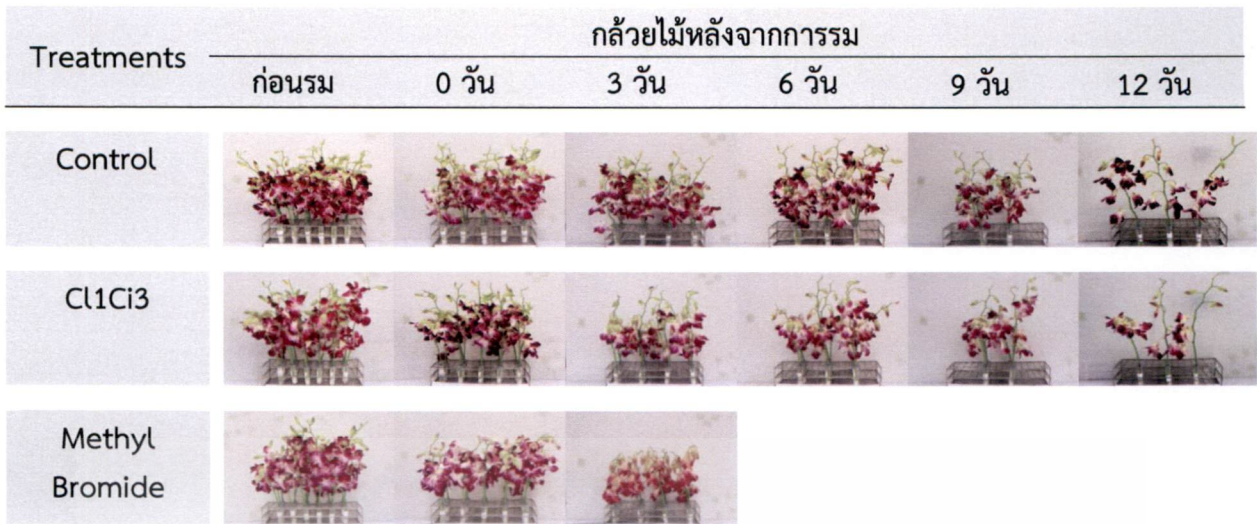
ภาพที่ 3.21 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) (A-C) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) ของกระเพรา หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พนมวน และคณะ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.22 ค่าการเปลี่ยนสี (L*, a* และ b*) (A-C) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (D) และความแน่นเนื้อ (E) ของมะเขือเปราะ หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 $\mu\text{L/L}$ air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตูรม 15 นาที (ค่าเฉลี่ยในหลักเดียวกัน ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารของงานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรุงศักดิ์ พูนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรรมสิทธิ์ในสิ่งพิมพ์นี้ หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


















ภาพที่ 3.23 กล้วยไม้ตัดดอก หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยอัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) ที่ความเข้มข้น 3.0 μL /L air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 28 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 12 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที



ภาพที่ 3.24 กระเพรา หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 3.0 μL /L air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 6 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จริงศักดิ์ พนมวน และคณะ
 ไม่ว่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Treatments	มะเขือเปราะหลังจากการรม				
	ก่อนรม	0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน
Control					
Cl1Le3					
Methyl Bromide					

ภาพที่ 3.25 มะเขือเปราะ หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านอัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 3.0 $\mu\text{L}/\text{L}$ air และสาร methyl bromide (MB) ที่ความเข้มข้น 20 g/m^3 รมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ภายใน 9 วัน หลังจากการทดสอบ โดยมีการหมุนเวียนอากาศในตู้รม 15 นาที



บทที่ 4

วิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 การทดสอบเพื่อหาระดับความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงในผักและไม้ดอก

จากการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้น 18 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ยูคาลิปตัส มะนาว ส้มโอ มะกรูด ข่า ขิง พลุ ไพล ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม พริกไทยดำ ส้มเขียวหวาน กระวาน โหระพา ขมิ้น และสาบเสือ ต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งและแมลงหวี่ขาว โดยวิธีการรมในเครื่อง knockdown chamber และวิธีการสัมผัสโดยใช้เครื่อง Potter's spray tower พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย กานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการแมลงทั้ง 4 ชนิด ข้างต้นมากที่สุด ขณะที่ไม่มีน้ำมันหอมระเหยจากพืชใดเลยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งและตัวอ่อนของแมลงหวี่ขาว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะทางกายภาพของตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งมีขนาดใหญ่ ลำตัวยาวประมาณ 3 mm ลักษณะอ้วนสั้นมีหงสีขาวยปกคลุมลำตัว ขณะที่ตัวอ่อนมีขนาดความยาวลำตัวประมาณ 2.0 mm ลักษณะตัวอ่อนยังไม่มีหงสีขาวยปกคลุมลำตัว ส่วนตัวอ่อนของแมลงหวี่ขาวมีลักษณะคล้ายรูปไข่แบน ขอบด้านข้างลาดลง มีขาเคลื่อนที่ได้เล็กน้อย เกาะอยู่นิ่งๆ ใต้ใบพืชแนบติดกับใบพืช ขณะที่ตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาวมีขนาดประมาณ 1.0 mm เมื่อเกาะอยู่นิ่งๆ จะหุบปีกคล้ายหลังคา สังเกตเห็นได้ง่าย ด้วยเหตุดังกล่าวจึงส่งผลให้การป้องกันกำจัดตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งและตัวอ่อนของแมลงหวี่ขาวจึงเป็นไปได้ยากกว่าตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งและตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาว

จากการทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกานพลู มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง และแมลงหวี่ขาว ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch) (Pumnuan *et al.*, 2012) อีกด้วย ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* (F.)) (Olianwuna and Umoru, 2010) และมีประสิทธิภาพในการฟักออกเป็นตัวเต็มวัยของไรศัตรูเห็ด (*Luciaphorus pemicosus* Rack) (Pumnuan *et al.*, 2009) ด้วยเช่นกัน จากการทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการฆ่าแมลง ซึ่งมีรายงานหลายฉบับรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีศักยภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงและไรอีกหลายชนิด (Kim *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2006; Pumnuan *et al.*, 2008; Pumnuan *et al.*, 2012; Pumnuan *et al.*, 2014; Boonplain *et al.*, 2012) โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชต่างชนิดกันสามารถฆ่าแมลงได้แตกต่างกัน ตัวอย่างการรายงานของ Ahmed *et al.* (2010) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวงวงถั่วเขียวมากกว่าตัวงวงข้าว ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Chantawee *et al.*, 2012) และจากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน พบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *T. palmi* ได้สูง 100% ซึ่งสูงกว่าเพลี้ยไฟ *F. schultzei* (84-96%) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเพลี้ยไฟ *T. palmi* มีขนาดตัวเต็มวัยเล็กกว่าเพลี้ยไฟ *F. schultzei* ซึ่งตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *T. palmi* มีขนาดเท่ากับ 0.8-1.0 mm ขณะที่ตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ *F. schultzei* มีขนาดลำตัวยาว 1.1-1.5 mm

4.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยมีสารประกอบ Eugenol เป็นสารประกอบหลัก 97.100 และ 82.054% ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีสารประกอบ Citral เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ
 ไม่มีการเปิดเผยทั้งส่วน อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบหลัก 69.73% (*trans*-citral และ *cis*-citral เท่ากับ 37.929 และ 31.801% ตามลำดับ สารมาตรฐาน Eugenol มีรายงานว่าเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย ประมาณ 76-78% (Fraser *et al.*, 2007; Kung *et al.*, 2008; Patra *et al.*, 2009;) และมีรายงานว่า สารมาตรฐาน Eugenol มีศักยภาพในการฆ่าและยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืชหลาย เช่น ปลวก (*Coptotermes formosanus* Shiraki) หนอนกระทู้ (*Spodoptera litura* Fabricius) ตัวงวงข้าว (*Sitophilus granaries* (Linnaeus)) แมลงวันบ้าน (*Musca domestica* Linnaeus) หนอนทำลายรากข้าวโพด (*Diabrotica virgifera* Lee Conte) (Cornelius *et al.*, 1997; Hummelbrunner and Isman, 2000; Lee *et al.*, 1997; Obeng-Ofori and Reichmuth, 1997) De Assis *et al.* (2011) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าไรในโรงเก็บ (*Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) และ *Suidasia pontifica* Oudemans) ซึ่งสารออกฤทธิ์ในน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยคือสาร Eugenol ขณะที่ Ahmed *et al.* (2010) และ Chantawee *et al.* (2012) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงโดยวิธีการรมสูงกว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่พบว่าปริมาณสาร Eugenol ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยจากกรพลมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย ขณะที่สาร Citral เป็นสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ประมาณ 60-80% (Abe *et al.*, 2003; Nhu-Trang *et al.*, 2006; Rauber *et al.*, 2005; Kpoviessi *et al.*, 2014) และมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรในโรงเก็บ (*Tyrophagus sp.*) และ ไรผึ้ง (*Varroa jacobsoni* (Oudemans)) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง ซึ่งในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีสารประกอบ Citral เป็นสารประกอบหลัก 69.730% โดย Oliveira *et al.* (2011) รายงานว่า Citral เป็นสารประกอบหลักในตะไคร้บ้านของประเทศบราซิลเช่นกัน ขณะที่ Kpoviessi *et al.* (2014) รายงานว่า Citral เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านประมาณ 75.0% ซึ่งจากการทดลองพบว่า Eugenol และ Citral มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟ (*F. schultzei*) และตัวอ่อนเพลี้ยแป้ง (*P. jackbeardsleyi*) โดยวิธีการรม โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.31-2.31 และ 1.20-2.80 $\mu\text{L}/\text{air}$

4.3 การศึกษาความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอก กระเพรา และมะเขือเปราะหลังจากการทดสอบ

การศึกษาความเป็นพิษต่อกล้วยไม้ตัดดอก กระเพรา และมะเขือเปราะ จากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช ในตู้แก้วขนาด 1 m³ พบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย อัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) และสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ รมเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง มีการหมุนเวียนอากาศภายในตู้รม 15 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้ตัดดอก และผัก (กระเพราและมะเขือเปราะ) ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ตามลำดับ ซึ่งการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชส่งผลให้เกิดการสูญเสียของน้ำหนักของพืชได้ (Batish *et al.*, 2006; Kohli *et al.*, 1998) ขณะที่ Marshall *et al.* (2010) รายงานว่าดอกไม้ที่เกิดการวายหรือการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดมาจากปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ อุณหภูมิ แสง ธาตุอาหาร และน้ำ เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช สูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชต่ำและไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาปริมาณ chlorophyll ปริมาณ phenolic ค่า PPO activity และปริมาณ anthocyanin ของพืช หลังจากการรมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหย พบว่าปริมาณ chlorophyll และ phenolic ค่า PPO activity และปริมาณ anthocyanin ในแต่ละวันมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับกลุ่มควบคุม โดย Jeong *et al.* (2008) รายงานว่าในไม้ผลมีค่า PPO activity เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

จริงศักดิ์ พุฒนวน และคณะ

ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลอื่น ยกเว้นห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากมีการปกปิดหรือตัดเนื้อเยื่อ อาจเป็นไปได้เนื่องจากการตัดหรือเปลือกไม่ได้นำมาใช้ในพืชทดสอบ ทำให้ระบบทางเดินหายใจของพืชที่ได้รับการเก็บรักษาอย่างค่อนข้างเสถียร และไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ของค่า PPO activity และมีการรายงานของ Gao *et al.* (2014) ที่พบว่าสารระเหย (กานพลู cinnamaldehyde และ thyme) สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและดัชนี PPO activity ในเห็ดกระดุมได้ ขณะที่ Lee *et al.* (1990) รายงานความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการเกิดสีน้ำตาลกับปริมาณ phenolic โดยเฉพาะ PPO activity จะควบคุมปริมาณ phenolic (Siriphanich, 2007) ซึ่งหากสารประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยจากพืชสามารถก่อให้เกิดสัญญาณที่กระตุ้นให้พืชมีการผลิตสาร phenol เพิ่มขึ้น อาจจะสามารถตอบสนองต่อความเสียหายเซลล์ได้มากขึ้น (Sharma and Tripathi, 2006) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณ phenol และค่า PPO activity ของพืช กลุ่มที่รมด้วยสูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมตลอดระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว นั่นก็หมายความว่าสารเคมีในน้ำมันหอมระเหยจากสูตรดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของเซลล์พืช จึงไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ phenolic และค่า PPO activity สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ anthocyanin ในไม้ดอกที่เกิดจากการเสื่อมของเมล็ด ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่ากล้วยไม้ตัดดอกที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช สูตร Cl1Ci3 ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ส่งผลกระทบต่อ การเสื่อมและทำให้ปริมาณ anthocyanin แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุม

4.4 การทดสอบภาคสนาม

การผสมสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงให้มีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน นั้น สามารถส่งผลให้เกิดการเสริมประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงได้มากขึ้น (Miresmaili *et al.*, 2006; Tripathi *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2012) และเนื่องจากการนำสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชไปใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนบนพืชนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาความเป็นพิษต่อพืช ซึ่งหากสามารถกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ดีแต่มีผลทำให้พืชเหล่านั้นแสดงอาการพิษ เกิดความเสียหายต่อผลผลิต สูตรน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวนั้นก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริงในภาคสนาม ซึ่งจากการทดลองพบว่าจากการทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช สูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 ที่ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 μL air ต่อแมลงศัตรูพืช และความเข้มข้น 20 และ 28 g/m^3 (อัตราคำแนะนำในการรมในผักและกล้วยไม้ตัดดอก ตามลำดับ) ใช้เวลาในการรม 2 ชั่วโมง ในตู้รม DOA chamber พบว่าการรมด้วยสาร methyl bromide ทุกความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงได้ทุกชนิดทดสอบ 100% และสามารถฆ่าเพลี้ยไฟได้สูงกว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยทุกสูตรได้อย่างมีนัยทางสถิติ ขณะที่สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกสูตรที่ความเข้มข้น 3.0 μL air สามารถฆ่าเพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และแมลงหริ่งขาวได้ ไม่แตกต่างกับการใช้ methyl bromide และทุกการทดลองสามารถฆ่าตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง 100% ขณะที่กล้วยไม้ตัดดอกและมะเขือเปราะที่รมด้วยสาร methyl bromide ส่งผลให้เกิดลักษณะอาการพิษต่อพืช โดยมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวเพียง 3 วันเท่านั้น ส่วนกระเปาะแสดงอาการใหม่ที่เกิดจากการรมทันทีหลังการรม สำหรับพืชที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยไม่พบระดับความเป็นพิษ โดยไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนในพืชส่งออกไม่สามารถกำจัดแมลงได้ 100% (โดยการใช้ที่ไม่มีผลต่อความเป็นพิษต่อพืช) เทียบเท่ากับการใช้สาร methyl bromide แต่ที่น่าสนใจคือสามารถนำมาเป็นทางเลือกในการกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนในผลิตผลทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากความเป็นพิษต่อพืชจากการใช้สาร methyl bromide ในอัตราคำแนะนำ ได้อย่างแน่นอน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเบื้องต้น 18 ชนิด ในการฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหริ่งขาว และตัวอ่อนของเพลี้ยแป้ง โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย กานพลู และตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงทั้ง 4 ชนิด ได้ดีที่สุด ทั้งวิธีการรมและการสัมผัส โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 1.14-2.27 $\mu\text{L}/\text{air}$ และ 0.29-1.80% ตามลำดับ และจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยมีสารประกอบ Eugenol เป็นสารประกอบหลัก 97.100 และ 82.054% ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีสารประกอบ Citral เป็นสารประกอบหลัก 69.73% (*trans*-citral และ *cis*-citral เท่ากับ 37.929 และ 31.801% ตามลำดับ โดยสารมาตรฐาน Eugenol และ Citral เป็นสารประกอบหลักที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง

โดยสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย อัตราส่วน 1:3 (Cl1Ci3) และสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน อัตราส่วน 1:3 (Cl1Le3) ที่ความเข้มข้น 2.0 $\mu\text{L}/\text{air}$ รมเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง มีการหมุนเวียนอากาศภายในตู้รม 15 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้วยไม้ตัดดอก และผัก (กระเพราและมะเขือเปราะ) ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ตามลำดับ โดยสูตร Cl1Ci3 และ Cl1Le3 มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงในสภาพแปลงได้ มากกว่า 65% ขณะที่การรมด้วยสาร methyl bromide 1k,ki5 ฆ่าแมลงได้ 100% ขณะที่กล้วยไม้ตัดดอกและมะเขือเปราะที่รมด้วยสาร methyl bromide ส่งผลให้เกิดลักษณะอาการพิษต่อพืช โดยมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวเพียง 3 วันเท่านั้น ส่วนกระเพราแสดงอาการไหม้ที่เกิดจากการรมทันทีหลังการรม สำหรับพืชที่รมด้วยสูตรน้ำมันหอมระเหยไม่พบระดับความเป็นพิษ โดยไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้บ้าน เพื่อนำมาผสม สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการรมแมลงปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ต้องเป็นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่มีสารประกอบ Eugenol เป็นองค์ประกอบหลักไม่น้อยกว่า 80% และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่มีสารประกอบ Citral เป็นองค์ประกอบหลักไม่น้อยกว่า 60% จึงสามารถเป็นสูตรที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการฉีดพ่นสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช จำเป็นต้องทำให้น้ำมันหอมระเหยจากพืชนั้นแตกเป็นละอองฝอยให้มากที่สุด ซึ่งในการทดลองนี้มีการใช้ปั๊มลมเป็นตัวฉีดพ่นและทำให้น้ำมันหอมระเหยฟุ้งกระจายทั่วตู้รม และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้พัดลมในตู้รมในช่วง 15 นาทีแรก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของสารรมให้ทั่วถึง และไม่ควรรให้มีการหมุนเวียนอากาศตลอดเวลา เพราะจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเกิดความเสียหายได้

3. ความเข้มข้นและระยะเวลาในการใช้สารรมสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชนั้น 2-3 $\mu\text{L}/\text{air}$ แนะนำที่ 2-3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพืชที่ไม่ส่งผลต่อความเป็นพิษกับพืช แต่ไม่สามารถกำจัดแมลงทุกชนิดได้ 100% โดยอาจเพิ่มความเข้มข้นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลผลิตทางการเกษตรและชนิดของแมลงศัตรูพืชที่ต้องกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามในสภาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จริงศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การรมสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชให้มีการปฏิบัติเหมือนกับการรมด้วยตัวสาร methy bromide แต่ไม่ต้องกังวลเรื่องความปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม เพราะการใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืชมีความปลอดภัยสูงมากเมื่อเทียบกับการใช้สารเคมี

5. การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนในพืชส่งออกไม่สามารถกำจัดแมลงได้ 100% (โดยการใช้ที่ไม่มีผลต่อความเป็นพิษต่อพืช) เทียบเท่ากับการใช้สาร methyl bromide แต่ที่น่าสนใจคือสามารถนำมาเป็นทางเลือกในการกำจัดแมลงที่ปนเปื้อนในผลิตผลทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเสียหายของผลิตผลที่เกิดจากความเป็นพิษต่อพืชจากการใช้สาร methyl bromide ในอัตราคำแนะนำ ได้อย่างแน่นอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จริงค์ศักดิ์ พมวนวน และคณะ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2554. แมลงหิวข้าว...ศัตรูพืชกักกันในอียู. จดหมายข่าวผลิใบ ก้าวใหม่การวิจัยและ
พัฒนาการเกษตร. 10(4). [Online]. Available: http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n14/v_4-may/borkor.html
- กรุงเทพธุรกิจออนไลน์. 2552. กรมวิชาการเกษตรสั่งด่านตรวจพืช 37 แห่ง คุ่มเข็มพืชผักผลไม้นำเข้าและ
ส่งออก จับตาสินค้าจากจีนเป็นพิเศษ. กรุงเทพธุรกิจออนไลน์ 16 กุมภาพันธ์ 2552. [ออนไลน์]:
<http://www.bangkokbiznews.com>.
- กลุ่มบริการศัตรูพืช และกลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2554. แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก. เอกสารวิชาการ
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร. 2553ก. ปัญหาศัตรูพืชและการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในการนำเข้า ได้รับ
การแจ้งเตือนจากสหภาพยุโรป ปี 2550. เอกสารเผยแพร่ กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตรสำนัก
ควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร. 2553ข. สถานการณ์การตรวจพบศัตรูพืชและไม่ปฏิบัติตามประกาศกรม
วิชาการเกษตรไปสหภาพยุโรป ปี 2550 ณ คลังสินค้า ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ. เอกสารเผยแพร่ กลุ่ม
บริการส่งออกสินค้าเกษตรสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์.
- กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ. 2555. เพลี้ยไฟฝ้าย....แมลงศัตรูสำคัญของกล้วยไม้ในฤดูร้อน. บทความส่งเสริม
การเกษตร. ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กองเกษตรสัมพันธ์ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
[ออนไลน์]: <http://previously.doe.go.th/report/bt101.htm>. สืบค้นเมื่อ มกราคม 2555.
- กลุ่มวิจัยการกักกันพืช. 2553. เป้าหมายในการตรวจปล่อยทางกักกันเมื่อสินค้าไปถึงปลายทางโดยหน่วยงาน
กักกันและตรวจสอบออสเตรเลีย. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. [ออนไลน์]:
http://210.246.186.28/onestop/aus/aus_07.htm. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2553.
- โกศล เจริญสม. 2525. แมลงอ้อย. ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. 108
หน้า.
- เครือพันธุ์กิตติกรรมและวันเพ็ญศรีทองชัย. 2545. โรคไวรัสที่สำคัญของพืชผักและพืชน้ำมัน. กองโรคพืชและ
จุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- ใจทิพย์ อุไรชื่น. 2547. ทางเลือกทดแทนสารเมทิลโบรไมด์. วารสารเมืองไม้ผล. 4(37): 102-104.
- ชลิตา อุณหวุฒิ ศิริณี พูนไชยศรี ลักษณะ บำรุงศรี ยุวรินทร์ บุญทบ สุนัดดา เขาวลิต ณัฐวัฒน์ แยมยัม สิทธิศิริโรตม
แก้วสวัสดิ์. 2553ข. อนุกรมวิธานแมลงศัตรูที่พบในเบญจมาศ. หน้า 1615-1618 ในฐานข้อมูล
ผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [Online]. Available:
<http://www.it.doa.go.th>.
- ชลิตา อุณหวุฒิ ชมัยพร บังมาศ ศิริณี พูนไชยศรี ลักษณะ บำรุงศรี ยุวรินทร์ บุญทบ สุนัดดา เขาวลิต ณัฐวัฒน์
แยมยัม สิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ์. 2553ก. อนุกรมวิธานเพลี้ยแป้งสกุล *Pseudococcus*. หน้า 1975-
1989 ในฐานข้อมูลผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [Online].
Available: <http://www.it.doa.go.th>.

- ชลิตา อุณหุฒิ ศิริณี พูนไชยศรี และสมหมายชื่นราม. 2546. การศึกษาอนุกรมวิธานของเพลี้ยแป้งศัตรูมังคุด. หน้า 723 – 743. ในรายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2546. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชกรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ดวงทิพย์ กันฐา. 2549. ชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ของแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- บุปผา เหล่าสินชัย และชลิตาอุณหุฒิ. 2543. เพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอยศัตรูพืชที่สำคัญ. โรงพิมพ์ ศุภสภาลาดพร้าวกรุงเทพมหานคร. 70 หน้า.
- ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ไพศาล รัตนเสถียร วัฒนา จารณศรี ศิริณี พูนไชยศรี ชมพูนุท จรรยาเทศ และศรีสุดา ไททอง. 2542. แมลง-สัตว์ศัตรูกล้วยไม้. กองกัญและสัตววิทยากรมวิชาการเกษตร. 32 หน้า.
- ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ศรีสุดา ไททอง สมรวัย รวมชัยอภิกุล ศรีจันทร์จักษ์ พิชิตสุวรรณชัย กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์ และมณฑนา มิลล์. 2551. แมลงศัตรูกล้วยไม้และการป้องกันกำจัด. หน้า 75-86. ใน:กล้วยไม้. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. กรุงเทพฯ. 152 หน้า.
- ลักขณา บำรุงศรี ศิริณี พูนไชยศรี ชลิตา อุณหุฒิ ยุวรินทร์ บุญทบ ญัฐวัฒน์ แยมยิ้มและสิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ์. 2553. อนุกรมวิธานของเพลี้ยอ่อนวงศ์ย่อย Aphidinae. หน้า 1990-2008 ในฐานข้อมูลผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. [Online]. Available: <http://www.it.doa.go.th>.
- วีรณา ลินสวัสดิ์ ฟอเรอร์ ศิริณี พูนไชย ศิริศิริณี พูนไชยศรี ยรัตน์ เขียนมีสุข ชลิตา อุณหุฒิ ลักขณา บำรุงศรี ยุวรินทร์ บุญทบ ญัฐวัฒน์ แยมยิ้ม และสิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ์. 2550. อนุกรมวิธานชีววิทยาเพลี้ยไฟกล้วยไม้ ; Orchid Thrips : *Dichromothrips corbettii* Priesner. โครงการวิจัยการศึกษาและสำรวจเชื้อพันธุ์พืชจุลินทรีย์แมลงไรศัตรูศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ แผนการวิจัย อนุรักษ์เชื้อพันธุ์. แบบรายงานเรื่องเต็มผลการวิจัยที่สิ้นสุดปีงบประมาณ 2550. กรมวิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ศรีจันทร์ศรีจันทร์บุษบงมนัสมันคงพวงผกาอ่างมณีชลิตาอุณหุฒิขมัยพรบัวมาควนาพรวงษ์นิกงส์ัญญาณี ศรีคชาและเกรียงไกรจำเริญมา. 2552. สถานการณ์การแพร่กระจายของเพลี้ยแป้ง *Cataenococcus hispidus* Green และ *Planococcus lichi* Cox ในลำไย. หน้า 1453-1467 ในฐานข้อมูลผลงานวิจัยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [Online]. Available: <http://www.it.doa.go.th>.
- ศิริณี พูนไชยศรี. 2544. เพลี้ยไฟ *Terebrantia*. โรงพิมพ์ศุภสภาลาดพร้าว. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดฉะเชิงเทรา. 2555. แมลงหิวข้าว. [Online]. Available: <http://www.moaccco24.org>
- สุนทร ธารามาต (เรียบเรียง). 2555. เพลี้ยอ่อน (Aphids). ใน คลินิกพืช. กลุ่มงานแมลงศัตรูพืช สำนักพัฒนาสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. [Online]. Available: <http://forecast.doae.go.th/web/>.
- สุภา สุขเกษม. 2551. คุณภาพกล้วยไม้หลังการเก็บเกี่ยว. หน้า 127-129. ใน:กล้วยไม้. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 152 หน้า.
- อดุลย์รัตน์ แคล้วคลาด และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2548. ชีววิทยาของแตนเบียน *Anagyrus dactylopii* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยแป้ง. หน้า 156-162 ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 (สาขาพืช). วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2548, ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2530. บทปฏิบัติการ กีฏวิทยาทางการเกษตร. โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา. กรุงเทพฯ. 243 หน้า.
- โอภาช บุญเส็ง. 2553. เพลี้ยแป้ง...มหันตภัยต่อมันสำปะหลัง. มติชน เทคโนโลยีชาวบ้าน. 22(471): 36-42.
- Abbott, W.S. 1987. A method of computing the effectiveness of an insecticide. 1925. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 3(2): 302-303.
- Abe, S., Sato, Y., Inoue, S., Ishibashi, H., Maruyama, N., Takizawa, T., Oshima, H. and H. Yamaguchi. 2003. Anti-Candida albicans activity of essential oils including Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil and its component, citral. *Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi*. 44(4): 285-291.
- Ahmed, M.E. and A. El-Salam. 2010. Fumigant toxicity of seven essential oils against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F) and the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*. 2(1): 1- 6.
- Batish, D.R., Singh, H.P., Setia, N., Kaur, S. and R.K. Kohli. 2006. Chemical composition and phytotoxicity of volatile essential oils from intact and fallen leaves of *Eucalyptus citriodora*. *Zeitschrift für Naturforschung* 61c, 465-471.
- Blackman, R. L. and V. F. Eastop. 2000. Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, England. 466 pp.
- Boonplain, A., Pumnuan, J. and A. Insung. 2012. Effectiveness of essential oils of lemon grass (*Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)), cinnamon (*Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet) and clove (*Syzygium aromaticum* (Linn.)) against mealybug (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller). *Proceedings 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology*, Harbin, P.R.China, 27-30 December 2012; 50-53.
- Capinera, J.L. 2004. Encyclopaedia of Entomology Volume 1. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Chantawee, A., Pumnuan, J. and A. Insung. 2012. Effectiveness of essential oils of medicinal plants against brown planthopper (*Nilaparvata lugens* (Stål)). *Proceedings 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology*, Harbin, P.R.China, 27-30 December 2012; 54-58.
- Cornelius, M.L., Grace, J.K. and J.R. Yates. 1997. Toxicity of monoterpenoids and other natural products to the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*. 90(2): 320-325.
- De Assis, C.P.O., Gondim, M.G.C., De Siqueira, H.A.A., and C.A.G., Da Camara. 2011. Toxicity of essential oils from plants towards *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) and *Suidasia pontifica* Oudemans (Acari: Astigmata). *Journal of Stored Products Research*. 47(4): 311-315.
- Fraser, G.R., Chaves, A.V., Wang, Y., McAllister, T.A., Beauchemin, K.A. and C. Benchaar. 2007. Assesment of the effects of cinnamon leaf oils on rumen microbial fermentation using two continuous culture systems. *Journal of Dairy Science*. 90(5): 2315-2328.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จรงศ์ศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Gao, M., Feng, L. and T. Jiang. 2014. Browning inhibition and quality preservation of button mushroom (*Agaricus bisporus*) by essential oils fumigation treatment. *Food Chemistry*. 149: 107-113.
- Hummelbrunner, A. L. and M.B. Isman. 2001. Acute, sublethal, antifeedant and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the tobacco cut worm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(2): 715-720.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*. 19: 603-608.
- Kim, E.H., Kim, H.K., Choi, D.H. and Y.J. Ahn. 2003. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). *Applied Entomology and Zoology*. 38: 261-266.
- Kim, S.I., Kim, H.K, Koh, Y.Y., Clark, J.M. and Y.J. Ahn. 2006. Toxicity of spray and fumigant products containing cassia oil to *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *Pest Management Science*. 62: 768-774.
- Kim, S.I., Yoon, J.S., Baeck, S.J., Lee, S.H., Ahn, Y.J. and H.W. Kwon. 2012. Toxicity and synergic repellency of plant essential oil mixtures with vanillin against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. 49(4): 876-885.
- Kohli, R.K., Batish, D.R. and H.P. Singh. 1998. Eucalypt oils for the control of parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.). *Crop Protection*. 17(2): 119-122.
- Kpoviessi, S., Bero, J., Agbani, P., Gbaguidi, F., Kpoviessi, B.K., Sinsin, B., Accrombessi, G., Frédérick, M., Moudachirou, M. and Q. Leclercq. 2014. Chemical composition, cytotoxicity and *in vitro* antitrypanosomal and antiplasmodial activity of the essential oils of four *Cymbopogon* species from Benin. *Journal of Ethnopharmacology*. 151(1): 652-659.
- Kung, L., Williams, P., Schmidt, R.J. and W. Hu. 2008. A blend of essentials oils used an additive to alter silage fermentation or used as a feed additive for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91(12): 4793-4800.
- Lee, C.Y., Kagan, V., Jaworski, A.W. and S.K. Brown. 1990. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 38: 99-101.
- Lee, C.Y., Kagan, V., Jaworski, A.W. and S.K. Brown. 1990. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 38: 99-101.
- Lee, S., Peterson, C.J. and J.R. Coats. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insect. *Journal of Stored Products Research*. 39: 77-85.
- Lee, S., Tsao, R., Peterson, C. and J.R. Coats. 1997. Insecticidal activity of monoterpenoids to western corn root worm (Coleoptera: Chrysomelidae), two spotted spidermite (Acari: Tetranychidae) and Housefly (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*. 90(4): 883-892.

- Marshall, D.L., Avritt, J.J., Maliakal-Witt, S., Medeiros, J.S. and M.G.M. Shaner. 2010. The impact of plant and flower age on mating patterns. *Annals of Botany*. 105: 7-22.
- Miresmailli, S., Bradbury, R. and M.B. Isman. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science*. 62(4), 366–371.
- Nhu-Trang, T.T., Casabianca, H. and M.F. Grenier-Loustalot. 2006. Authenticity control of essential oils containing citronellal and citral by chiral and stable-isotope gas-chromatographic analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 386(7-8): 2141-2152.
- Obeng-Ofori, D. and C.H. Reichmuth. 1997. Bioactivity of eugenol, a major component of essential oil of *Ocimum suave* (wild) against four species of stored product coleopteran. *International Journal of Pest Management*. 43(1): 89–94.
- Olianwuna, C.C. and P.A. Umoru. 2010. Effects of *Cymbopogon citratus* (lemon grass) and *Ocimum suave* (wild basil) applied as mixed and individual powders on the eggs laid and emergence of adult *Callosobruchus maculatus* (Cowpea Bruchid). *Journal of Agricultural Research*. 5: 2837-2840.
- Oliveira, M.M.M., Brugnera, D.F., Cardoso, M.G., Guimarães L.G.L. and R.H. Piccoli. 2011. Yield, chemical composition and antilisterial activity of essential oils from *Cymbopogon* species. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 13(1): 8–16.
- Patra, A.K., Kamra, D.N. and N. Agarwal. 2009. Effects of extracts of spices on rumen methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feeds *in vitro*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90(3): 511–520.
- Pumnuan, J., Insung, A. and A. Chandrapatya. 2008. Acaricidal effects of herb extracts on the mushroom mites, *Luciaphorus perniciosus* Rack and *Formicomotes heteromorphus* Magowski. *Systematic and Applied Acarology Society*. 13: 33–38.
- Pumnuan, J., Insung, A. and R. Pikanes. 2009. Effectiveness of medical plant essential oils on pregnant female of *Luciaphorus perniciosus* Rack (Acari: Pygmephoridae). *Asian Journal of Agricultural and Food Sciences*. (Special): 410-414.
- Pumnuan, J., Nuchpo, A. and A. Insung. 2014. Fumigation and residual contact toxicity of lemon grass, betel vine, myrtle grass and clove essential oils against stored product mite, *Tyrophagus* sp. *Proceedings 11th International Working Conference on Stored Product Protection (11th IWCSPP 2014)*, The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand. 24-28 November 2014.
- Pumnuan, J., Teerarak, M. and A. Insung. 2012. Fumigant toxicity of essential oils of medical plants against maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Proceedings 2nd International Symposium of Biopesticides and Ecotoxicology Network*, Bangkok, Thailand, 24-26 September 2012; 177-183.

- Rauber, Cda S., Guterres, S.S. and E.E. Schapoval. 2005. LC determination of citral in *Cymbopogon citratus* volatile oil. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 37(3): 597-601.
- Sharma, N. and A. Tripathi. 2006. Fungitoxicity of the essential oil of *Citrus sinensis* on post-harvest pathogens. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 22:587-593.
- Siriphanich, J. 2007. Postharvest Biology and Plant Senescence. 2nd ed. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Thailand. 453 p. (in Thai)
- Tripathi, A.K., Upadhyay, S., Bhuiyan, M. and P.R. Bhattacharya. 2009. A review on prospects of essential oils as biopesticides in insect pest management. *Journal of Pharmacognosy Phytotherapy*. 1(5): 52-63.
- Williams, D.J. and G.W. Watson. 1988. The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region Part 2. the Mealybugs (Pseudococcidae). CAB International Institute of Entomology, Wallingford. 260 pp.

