ชุดโครงการวิจัย:

โครงการวิจัยที่ 2: โครงการพัฒนาการจัดการศัตรูผลิตผลเกษตรเพื่อรักษาคุณภาพ

กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาการผลิตชีวภัณฑ์และการนำไปใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

ชื่อการทดลอง:การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูสมุนไพร

(Bioactivities of essential oil from *Litsea cubeba* mature fruits against herbal pests)

หัวหน้าการทดลอง:	ดวงสมร สุทธิสุทธิ์	**สังกัด**	**สวป.**
ผู้ร่วมงาน:	พรรณเพ็ญ ชโยภาส	**สังกัด**	**สวป.**
	รังสิมา เก่งการพานิช	**สังกัด**	**สวป.**
	ภาวินี หนูชนะภัย	**สังกัด**	**สวป.**
	ณัฐวัฒน์ แย้มยิ้ม	**สังกัด**	**สวป.**

Abstract

Research on May Chang essential oil (*Litsea cubeba*) were conducted with Cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* (F.)) and Drugstore beetle (*Stegobium paniceum* (L.)) adults under laboratory conditions at Postharvest and Processing Research and Development Office during October 2011 to September 2013. The mature fruits of *L. cubeba* were collected from Chiang Rai province, Thailand and the essential oil were extracted by water distillation and analyzed by GC-MS. Total 10 compounds from *L. cubeba* oil were E-citral (49.99%), Z-citral (35.2%), D-limonene (1.95%), Bicyclo (3.1.0) hex-2-ene, 4-methyl-1-(-methylethyl) (1.75%), L-linalool (1%), 6-Octenal,3,7-dimethyl (1%), Beta-myrcene (0.7%), Geraniol (0.63%), 1,8-cineole (0.53%) and (1R)-2,6,6 -Trimethylbiciclo (3.1.1) het-2-ene (0.41%). The LC_{50} of *L. serricorne* and *S. paniceum* adults at 6 h were 1.9, 1.2 μL/cm^2 and 1.6, 0.8 μL/cm^2 at 24 h by contact toxicity on filter paper, respectively. In fumigation trail, LC_{50} of *L. serricorne* and *S. paniceum* adults at 24 h were >242, 3.3 μL/L and 129.9, 2.9 μL/L in air at 48 h after exposure respectively. At the highest concentration (0.63 μL/cm^2) on repellency assays, *L. cubeba* oil were not completely repel to *L. serricorne* and *S. paniceum* adults. Percent repellency (PR) of both insect species was 69.7 and 78.4%. In addition, the efficiency of *L. cubeba* oil in order to preserve the quality and quantity of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.) were investigated by coating on coriander seeds at different times. The results have shown that the *L. cubeba* oil could not control the adults of *L. serricorne* whilst, *S. paniceum* adults were highly susceptible. Furthermore, effectiveness of *L. cubeba* oil to F_1 (Filial 1; the first filial generation of offspring) progeny production of *L. serricorne* and *S. paniceum* were found that *L. cubeba* oil were reduced F_1 progeny production at 30 and

40% after 1 hour exposure for *L. serricorne* whereas at 20, 30, 40% after 1 hour and 40% after 1 week exposure for *S. paniceum*.

Keywords; essential oil, *Litsea cubeba*, *Lasioderma serricorne*, *Stegobium paniceum*

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูสมุนไพร ทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการของกลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2556 โดยพบสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นจำนวน 10 ชนิด คือ E-citral (49.99 %) Z-citral (35.2 %) D-limonene (1.95%), Bicyclo (3.1.0) hex-2-ene, 4-methyl-1-(-methylethyl) (1.75%), L-linalool (1%), 6-Octenal,3,7-dimethyl (1%), Beta-myrcene (0.7%), Geraniol (0.63%), 1,8-cineole (0.53%) และ (1R)-2,6,6,-Trimethylbiciclo (3.1.1) het-2-ene (0.41%) ตามลำดับ และสำหรับการทดลองการใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นเป็นสารสัมผัสต่อมอดยาสูบและมอดสมุนไพรพบว่า มีค่า LC_{50} ที่ 6 ชั่วโมง เท่ากับ 1.9 และ 1.6 มคล./ตร.ซม. และ LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.2 และ 0.8 มคล./ตร.ซม. ตามลำดับ สำหรับการทดสอบในการเป็นสารรมค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ > 242 และ 3.3 มคล./ล. และ LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 129.9 และ 2.9 มคล./ล.ตามลำดับ ในส่วนของการใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการเป็นสารไล่ต่อมอดยาสูบและมอดสมุนไพร พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ความเข้มข้นสูงที่สุด (0.63 มคล./ตร.ซม.) ไม่สามารถไล่แมลงทั้ง 2 ชนิดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยในการไล่เท่ากับ 69.7 และ 78.4 เปอร์เซ็นต์ และการใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นเพื่อการเก็บรักษาพืชสมุนไพรโดยการคลุกเมล็ดผักชีไทยพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดยาสูบแต่ในมอดสมุนไพรพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นทุกความเข้มข้นมีผลในการกำจัดมอดสมุนไพร และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นสามารถยับยั้งการเกิดตัวเต็มวัยรุ่นลูกของมอดยาสูบได้เมื่อคลุกเมล็ดผักชีไทยกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นแล้วปล่อยตัวเต็มวัยมอดยาสูบหลังจากคลุกเมล็ด 1 ชม.ที่ความเข้มข้น 30 และ 40% เท่านั้นและในมอดสมุนไพรน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นสามารถยับยั้งการเกิดตัวเต็มวัยรุ่นลูกได้เมื่อคลุกน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นแล้วปล่อยตัวเต็มวัยมอดสมุนไพรหลังจากคลุกเมล็ด 1 ชม. ที่ความเข้มข้น 20 30 และ 40% และหลังจากคลุกเมล็ด 1 สัปดาห์ที่ความเข้มข้น 40%

คำสำคัญ น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้ต้น มอดยาสูบ มอดสมุนไพร

กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

รหัสการทดลอง

คำนำ

เป็นเวลามากกว่า 10 ปี แล้วที่การควบคุมและป้องกันประชากรแมลงที่พบในผลผลิตทางการเกษตรทั่วโลกนิยมใช้สารฆ่าแมลง เช่น ออแกโนฟอสเฟต (Organophosphate), ไพรีทอยด์ (Pyrethoid), สารรมเมทิลโบรไมด์ (Methyl bromide) และ สารรมฟอสฟีน (Phosphine) ซึ่งการใช้สารฆ่าแมลงเหล่านี้ บางครั้งสามารถทำให้แมลงเกิดความต้านทานหากใช้อย่างไม่ถูกต้องและเหมาะสม อย่างเช่นในกรณีของสารรมฟอสฟีนที่พบแล้วว่าแมลงจากหลายพื้นที่สามารถสร้างความต้านทานได้ (Bell และ Wilson, 1995; Chaudhry, 1995) นอกจากนั้นสารรมเมทิลโบรไมด์ยังมีผลต่อสภาพแวดล้อม โดยพบว่าสารรมชนิดนี้สามารถทำลายชั้นโอโซนของโลก (Ozone depletion) (TEAP, 2000) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการกำหนดปริมาณการใช้สารรมชนิดนี้ ดังนั้นในปี 2015 ประเทศไทยจะสามารถใช้สารรมชนิดนี้ในกรณีการกำจัดศัตรูพืชกักกันเท่านั้น สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่น่ากังวลอย่างยิ่งต่อปริมาณแมลงที่ไม่สามารถกำจัดได้ ดังนั้น สารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่ได้จากพืช ไม่ว่าจะเป็นสารสกัดจากพืช (Crude extract) และ น้ำมันหอมระเหย (Essential oils) บางชนิดที่มีอยู่ในพืชจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติเหล่านี้ใช้ในกำจัดศัตรูพืช ซึ่งการใช้สารเหล่านี้สามารถนำมาใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น สารฆ่าแมลง (Insecticide), สารไล่แมลง (Repellant), สารล่อแมลง (Attractant), สารยับยั้งการกิน (Antifeedant) เป็นต้น (Shaaya et al., 1997) โดยที่ Rajendran et al. (2008) พบว่า มีสารสกัดจากพืชมากกว่า 75 ชนิด สามารถนำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรได้

สมุนไพร เป็นสิ่งที่ได้จากธรรมชาติทั้งที่ได้จากพืชหรือสัตว์ โดยมีผลต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นอาหารและยารักษาโรค ในระหว่างการเก็บรักษาสมุนไพรเหล่านี้สามารถเกิดความเสียหายได้จากแมลงหลายชนิดซึ่งถ้าสมุนไพรนั้นถูกทำลายโดยแมลงจะสร้างความเสียหายทั้งด้านคุณภาพและปริมาณเป็นอย่างมาก พินิจ และคณะ (2531) พบว่าแมลงที่เข้าทำลายสมุนไพรและเครื่องเทศ (พริกไทย, กระวาน, กานพลู, จันทน์เทศ, อบเชย, ยี่หร่าและหมาก) ได้แก่ มอดแป้ง, มอดยาสูบ, ด้วงงวงข้าวโพดและมอดฟันเลื่อย

มอดยาสูบ (Cigarette beetle; *Lasioderma serricorne* (F.)) เป็นแมลงศัตรูสำคัญของสินค้าที่มีราคาสูง เช่น ใบยาสูบ ใบชา โกโก้ บุหรี่ เครื่องเทศ และสมุนไพรเป็นต้น การป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ส่วนมากแล้วจะใช้สารรมในการป้องกันกำจัด นอกจากนี้ยังสามารถนำเอาคลื่นวิทยุที่ความถี่ 27.12 MHz ระดับพลังงาน 420 วัตต์ เป็นเวลา 60 วินาที กำจัดแมลงชนิดนี้ได้แต่ไม่สามารถกำจัดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (รตินุช และคณะ 2555)

มอดสมุนไพร (Drugstore beetle; *Stegobium paniceum* (L.)) เป็นแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวที่มีแหล่งอาหารหลายชนิด เช่น แป้ง ขนมปัง ช็อกกาแล็ต อาหารสัตว์ สมุนไพรและเครื่องเทศ และยังสามารถทำลายผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ขนแกะ หนังสัตว์ และตัวอย่างต่างๆที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์ นอกจากนี้ยังสามารถพบได้ในรังของนกพิราบ

ตะไคร้ต้น (*Litsea cubeba* (Lour.) Persoon) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กที่สามารถพบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย (Ko et al. 2009) และสามารถพบได้ในหลายประเทศ เช่น ธิเบต (Yang et al., 2010) จีน (Si et al., 2012) อินเดีย (Saikia et al., 2013) เวียดนาม (Bighelli et al., 2005) พืชชนิดนี้สามารถนำส่วน

ของใบ, ดอก และผลมาใช้เป็นยาสมุนไพร รวมถึงสามารถนำผลที่สุกมาสกัดน้ำมันหอยระเหยด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่ได้สามารถนำมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆเช่น สบู่ ยาหม่อง เครื่องสำอาง และที่สำคัญสามารถนำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลง เช่น ยุง (Noosidum et al., 2008) ด้วงงวงข้าวโพด, มอดแป้ง (Ko et al., 2009) และไส้เดือนฝอย (Park et al., 2007) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา (Gogoi et al., 1997; Yang et al., 2010) และแบคทีเรีย (Wang and Liu, 2010) หลากหลายชนิด ดังนั้นการนำน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ต้นมาใช้ควบคุมและป้องกันแมลงศัตรูสมุนไพรจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันและกำจัดรวมไปถึงสามารถลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงเหล่านี้ได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น
2. ตัวเต็มวัยของมอดยาสูบ และมอดสมุนไพร ที่มีอายุไม่เกิน 1 สัปดาห์
3. พืชอาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงแมลง (เมล็ดผักชี, แป้งสาลี)
4. อุปกรณ์การเลี้ยงแมลง (ขวดแก้ว, กระดาษซับ)
5. อุปกรณ์การทำการทดลอง (ไมโครปิเปต, จานแก้ว, กระดาษกรอง, ขวดแก้วขนาดเล็ก, ถุงพลาสติก, พาราฟิลม์)

วิธีการ

1. การเลี้ยงขยายพันธุ์แมลงและการสกัดน้ำมันหอมระเหย

แมลงที่ใช้ทดสอบในครั้งนี้มี 2 ชนิด คือ ตัวเต็มวัยของมอดสมุนไพร และมอดยาสูบ ทำการเลี้ยงขยายพันธุ์ในโหลแก้วโดยใช้เมล็ดผักชีไทย และแป้งสาลี เป็นแหล่งอาหารตามลำดับ และปิดด้วยฝาด้วยกระดาษซับที่มีรูระบายอากาศและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยแล้วจึงนำมาใช้ในการทดลอง โดยตัวเต็มวัยของแมลงทั้ง 2 ชนิด ที่นำมาทดสอบจะมีอายุไม่เกิน 1 สัปดาห์

ผลสุกของตะไคร้ต้นถูกเก็บมาจากพื้นที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูง ตามพระราชดำริ บ้านปางขอน ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นจะถูกสกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ในปี 2553 โดยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ได้จะถูกเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 10-15 °C เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป สำหรับตัวอย่างพรรณไม้อ้างอิงงานวิจัย BK 263502 (Voucher specimens) จะถูกเก็บรักษาไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS (Agilent model 6890N (GC) and 5973 (MS)) ของห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้คอลัมน์เคปิลลารีชนิด DB-5MS เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 เมตร ยาว 30 เมตร และความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร อุณหภูมิเริ่มต้นตั้งไว้ที่ 75 องศาเซลเซียส และเพิ่มทุก 2 องศาเซลเซียส/นาที จนกระ

ทั้งได้ 100 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเพิ่มทุก 3 องศาเซลเซียส/นาทีจนได้ 120 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 10 นาที และเพิ่ม 2 องศาเซลเซียส/นาทีจนได้ 134 องศาเซลเซียส และเพิ่ม 5 องศาเซลเซียส/นาที จนได้อุณหภูมิสุดท้ายคือ 240 องศาเซลเซียส และคงที่อุณหภูมินี้ 15 นาที

ตัวฉีดสารตัวอย่าง (Injector) และ ตัวตรวจวัด (Detector) ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 280 องศาเซลเซียส และใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นตัวพา (Carrier gas) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที ในระบบ spit less ชนิดของสารระเหยจะถูกเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ใน MS (Mass spectrum)

2. วิธีการวัดความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นต่อแมลงศัตรูสมุนไพร

2.1. วิธีการสัมผัสโดยหยดสารลงบนกระดาษกรอง (Contact toxicity on filter paper)

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น ที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารฆ่าแมลงต่อตัวเต็มวัยของมอดสมุนไพรและมอดยาสูบ นำน้ำมันตะไคร้ต้นละลายในเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (เท่ากับ 0.16, 0.32, 0.64, 1.27 และ 2.54 มคล./ตร.ซม.) หยดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้นต่างๆบนกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร จำนวน 1000 ไมโครลิตร สำหรับกรรมวิธีควบคุม (Control) หยดเอทานอล 1000 ไมโครลิตรเพียงอย่างเดียว ปล่อยให้กระดาษแห้งประมาณ 10 นาที และนำกระดาษแต่ละอันวางลงในด้านล่างของจานแก้วตัวเต็มวัย จำนวน 20 ตัว/ซ้ำ 5 ซ้ำ/กรรมวิธี ถูกปล่อยบนกระดาษกรองในแต่ละจานแก้วและปิดฝา แมลงเหล่านี้ถูกเลี้ยงต่อที่อุณหภูมิ 30$\pm$2 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพันธ์ 70$\pm$5 เปอร์เซ็นต์ ทำการบันทึกแมลงที่ตายและแมลงที่มีชีวิตหลังจากการทดลองที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 24 ชั่วโมง

2.2 ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น ในการเป็นสารรม (Fumigation toxicity)

น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในปริมาณที่แตกต่างกันคือ 0, 0.1, 0.5, 1, 1.5, 2, 4 และ 8 มคล. (เท่ากับ 0, 3, 15, 30, 45, 60, 121 และ 242 มคล./ล) นำมาทดสอบกับตัวเต็มวัยของมอดยาสูบและมอดสมุนไพร ทำการนับตัวเต็มวัยของแมลงแต่ละชนิด (20 ตัว/ซ้ำ, 5 ซ้ำ/ กรรมวิธี) ใส่ลงในขวดแก้วแต่ละใบและหยดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น บนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตรตามปริมาณที่กำหนดและทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นใส่กระดาษกรองลงใต้ฝาขวดแล้วปิดฝาขวดให้สนิทพร้อมกับปิดผนึกด้วยพาราฟิล์ม ทำการบันทึกแมลงที่ตายและแมลงที่มีชีวิตหลังจากการทดลองที่ 3, 6 ,12, 24 และ 48 ชั่วโมง

2.3 ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการเป็นสารไล่ (Repellency test)

วิธีการทดสอบคุณสมบัติในการไล่แมลงเริ่มจากเตรียมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (เท่ากับ 0.08, 0.16, 0.32, 0.48 และ 0.64 มคล./ตร.ซม.) ตัดกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน เขียนคำว่า Treatment (T) และ Control (C) ลงบนกระดาษกรองแต่ละส่วน หยดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นแต่ละความเข้มข้นบน

กระดาษกรองชีกที่เขียนคำว่า Treatment (T) จำนวน 500 ไมโครลิตร ส่วนชีก Control (C) หยดตัวทำละลายซึ่งในการทดลองนี้คือ เอทานอล จำนวน 500 ไมโครลิตร หลังจากนั้นจึงวางกระดาษกรองบนโต๊ะและทิ้งให้แห้งประมาณ 10 นาที และนำกระดาษกรองทั้ง 2 ส่วนมาประกบกันด้วยสก็อตเทป วางกระดาษกรองบนจานแก้วที่เตรียมไว้และใส่แมลงที่เตรียมไว้จำนวน 20 ตัว/ ซ้ำ, 5 ซ้ำ/ กรรมวิธี ลงตรงกลางจานแก้ว เช็คผลทุกๆ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 5 ชั่วโมงนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาอัตราการไล่ (Percentage repulsion, PR) (ดวงสมร และคณะ, 2011)

อัตราการไล่ (Percentage repulsion, PR) = $N_c/(N_c + N_t)*100$

โดย N_c = จำนวนแมลงที่พบบนชีกที่หยดสารละลาย

N_t = จำนวนแมลงที่พบบนชีกที่หยดสารทดสอบ

2.4 ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่มีผลต่อระยะเวลาการเก็บรักษาพืชสมุนไพร

นำเมล็ดผักชีไทยจำนวน 250 กรัมใส่ลงในถุงพลาสติก ขนาด 14x22 นิ้ว จำนวน 5 ถุง แล้วนำมาคลุกกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น ที่ระดับความเข้มข้น 10%, 20%, 30% และ 40% โดยกรรมวิธีควบคุมคือ เอทานอล ทุกกรรมวิธีหยดสารจำนวน 2500 ไมโครลิตรต่อความเข้มข้น คลุกให้ทั่วโดยปิดปากถุงและเขย่าไปมา ทิ้งไว้ให้ตัวทำละลายแห้ง 20 นาที แบ่งเมล็ดผักชีไทยจาก 250 กรัมให้เป็นจำนวน 50 กรัม จำนวน 5 ชุด ใส่ในขวดแก้ว ทำการปล่อยตัวเต็มวัยของมอดยาสูบและมอดสมุนไพรในช่วงเวลาที่แตกต่างกันโดยปล่อยตัวเต็มวัยของแมลงแต่ละชนิดหลังจากที่คลุกน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น 1 ชั่วโมง, 1 , 2, 3 และ 4 สัปดาห์ หลังจากปล่อยแมลงในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นเวลา 3 วันแล้ว นำตัวเต็มวัยออกจากขวดทดลองให้หมดและเก็บเมล็ดผักชีไทยเหล่านั้นไว้ในขวดแก้วที่อุณหภูมิห้องเพื่อเช็คอัตราการรอดของตัวเต็มวัยรุ่นลูกต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทุกการทดลองวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีควบคุมทุกกรรมวิธี หากข้อมูลมีอัตราการตายในกรรมวิธีควบคุมมากกว่า 5-10 เปอร์เซ็นต์ข้อมูลชุดนั้นจะต้องนำมาหาเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงโดยใช้ Abbott’s formula (abbott, 1925) ก่อนที่ข้อมูลจะถูกวิเคราะห์ Variance (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม R (R Core Team, 2012) ค่าเฉลี่ยแต่ละการทดลอง จะถูกเปรียบเทียบโดยวิธี Turkey Test ที่ระดับความเชื่อมั่น P = 0.05 สำหรับค่า LC_{50} และ LC_{90} จะถูกคำนวณโดยใช้โปรแกรม POLO-PLUS เวอร์ชั่น 2.0 (LeOra Software, Petaluma, CA, USA)

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2554-กันยายน 2556

กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการวิเคราะห์สารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นโดยวิธี GC-MS

ผลการวิเคราะห์สารสำคัญที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ทำการสกัดจากผลสุกที่เก็บจากตำบลห้วยชมพู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย พบสารสำคัญทั้งหมด 10 ชนิด โดยสารสำคัญที่พบมากเป็นอันดับที่ 1 คือ E-citral (อีกชื่อคือ citral A หรือ geranial) โดยพบ 49.99 % และอันดับ 2 คือ Z-citral (อีกชื่อคือ citral B หรือ neral) มี 35.2 % ซึ่งสารสำคัญทั้ง 2 ชนิดถือว่าพบในปริมาณมากเมื่อเทียบกับสารสำคัญชนิดอื่นที่พบอีก 7 ชนิด คือ D-limonene (1.95%), Bicyclo(3.1.0) hex-2-ene, 4-methyl-1-(-methylethyl) (1.75%), L-linalool (1%), 6-Octenal,3,7-dimethyl (1%), Beta-myrcene (0.7%), Geraniol (0.63%), 1,8-cineole (0.53%) และ (1R)-2,6,6,-Trimethylbiciclo(3.1.1) het-2-ene (0.41%) ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

สำหรับการวิเคราะห์หาสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นนั้นได้มีนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาซึ่งนักวิจัยเหล่านี้ได้ศึกษาจากแหล่งและส่วนต่างๆของตะไคร้ต้น เช่น Wang and Liu (2010) สกัดน้ำมันหอมระเหยจากส่วนต่างๆของตะไคร้ต้น คือ ราก ลำต้น ใบ ตาดอก ดอก และผล พบว่าสารสำคัญที่พบในปริมาณมาก 3 ชนิดคือ Z-citral, β-phellandrene และ β-terpinene ตามลำดับ

Saikia et al. (2013) ได้ทำการศึกษาน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่สกัดจากใบและผลของตะไคร้ต้นจากพื้นที่ต่างๆในประเทศอินเดีย พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่สกัดจากใบพบสาร Sabinene เป็นสารสำคัญ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่สกัดได้จากผลจาก 3 แหล่งมีสารสำคัญแตกต่างกันคือ มีสาร citronellol, citronellal และ E-citral

ขณะที่ Hu et al. (2011) ได้ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นจากผลสดโดยวิธี Soxhlet โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบสารสำคัญคือ E-citral (33.16%), Z-citral (26.15%) และ limonene (8.52%)

Si et al. (2012) ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นจากผลสุกจาก 8 แหล่งที่ประเทศจีน พบสารสำคัญทั้งหมด 59 ชนิด โดยสารสำคัญที่พบมากคือ Z-citral และ E-citral

Bighelli et al., (2005) ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นจากใบตามจังหวัด 6 จังหวัดในประเทศเวียดนาม พบสารสำคัญคือ 1,8-cineole (0.2–51.7%), linalool (0.4–91.1%) และ sabinene (0–48.1%).

Ko et al. (2009) ได้ศึกษาสารสำคัญจากตะไคร้ต้นที่ปลูกที่ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย พบว่าสารสำคัญที่พบมีจำนวนมากกว่าการทดลองนี้ คือพบทั้งหมดคือ 17 ชนิด และพบว่ามีสารสำคัญที่พบในปริมาณมากคือ E-citral (41.31%), Z-citral (30.08%) และ Methylheptenone (5.56%) จะเห็นได้ว่าสารสำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นจากแหล่งและส่วนต่างๆของตะไคร้ต้นจะให้ชนิดและปริมาณของสารสำคัญที่แตกต่างกัน ดังนั้นการนำเอาน้ำมันหอมระเหยจากพืชมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆควรที่จะวิเคราะห์หาสารสำคัญว่าในน้ำมันหอมระเหยที่นำมาใช้มีสารสำคัญอะไรบ้างเพราะผลที่ได้แต่ละครั้งจะมีความแตกต่าง

กันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆด้านเช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพอากาศ หรือแม้แต่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว (Bakkali et al., 2008)

2. วิธีการวัดความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นต่อแมลงศัตรูสมุนไพร

2.1 วิธีการสัมผัสโดยหยดสารลงบนกระดาษกรอง (Contact toxicity on filter paper)

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นต่อตัวเต็มวัยของมอดยาสูบพบว่าที่ระดับความเข้มข้นต่ำที่สุด (0.16 มคล./ตร.ซม.) ใน 3 ชั่วโมงแรกหลังจากปล่อยแมลงมีการตายเกิดขึ้นน้อยมาก คือ 2.0% โดยที่ความเข้มข้น 0.16, 0.32, 0.64, และ 1.27 มคล./ตร.ซม. เปอร์เซ็นต์การตายไม่มีความแตกต่างในกรรมวิธีควบคุม ในขณะที่ ชั่วโมงที่ 4, 5, 6 และ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 0.16, 0.32, 0.64, และ 1.27 มคล./ตร.ซม. ไม่สามารถทำให้แมลงชนิดนี้เกิดการตายได้มากกว่า 50.0% มีเพียงที่ความเข้มข้นสูงที่สุด (2.54 มคล./ตร.ซม.) เท่านั้นที่สามารถทำให้มอดยาสูบตายเท่ากับ 58.0%, 65.0%, 67.0%, และ 73.0% ตามลำดับซึ่งมีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2)

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นต่อตัวเต็มวัยของมอดสมุนไพร พบว่า หลังการทดลอง 1 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นสูงที่สุด (2.54 มคล./ตร.ซม.) มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 20.0% ในขณะที่ชั่วโมงที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 พบว่าความเข้มข้นตั้งแต่ 0.64 มคล./ตร.ซม. เป็นต้นไปมีเปอร์เซ็นต์การตายแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมและที่ระดับความเข้มข้น 0.16 และ 0.32 มคล./ตร.ซม. สำหรับการตายที่มากกว่า 50% สามารถพบได้ที่ระดับความเข้มข้น 0.64 มคล./ตร.ซม. ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 หลังทำการทดลองโดยการตายเท่ากับ 55.0% ในขณะที่ความเข้มข้น 1.27 มคล./ตร.ซม. ที่ 24 ชั่วโมง พบการตายเท่ากับ 58.9% สำหรับความเข้มข้นสูงที่สุด (2.54 มคล./ตร.ซม.) พบการตายที่มากกว่า 50% ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 หลังการทดลองคือ 53% และที่ 24 ชั่วโมงหลังการทดลองในระดับความเข้มข้นเท่ากันนี้พบมีการตายของตัวเต็มวัยมอดสมุนไพรแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆคือ 83.3% (ตารางที่ 2)

ค่า LC_{50} คำนวณได้ที่ 6 และ 24 ชั่วโมงในมอดยาสูบมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.9 และ 1.6 มคล./ตร.ซม. ในขณะที่ มอดสมุนไพรมีค่าเท่ากับ 1.2 และ 0.8 มคล./ตร.ซม. จากค่าที่ได้สามารถสรุปได้ว่า มอดสมุนไพรมีความอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมากกว่ามอดยาสูบโดยที่ 24 ชั่วโมง พบว่ามอดสมุนไพรอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยชนิดนี้เป็น 2 เท่า (LC_{50} = 0.8 มคล./ตร.ซม.) ของมอดยาสูบ คือ มีค่า LC_{50} = 1.6 มคล./ตร.ซม.(ตารางที่ 4)

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นกับแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรชนิดอื่นโดยวิธีสัมผัส พบว่า ใบของตะไคร้ต้นที่สกัดน้ำมันโดยใช้ hexane และ methanol มีคุณสมบัติในการกำจัดมอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด ทั้งในรูปแบบใช้น้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารรม สารสัมผัส และสารยับยั้งการกิน (Liu et al., 2007)

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆกับแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่ทดสอบด้วยวิธีหยดสารลงบนกระดาษกรอง มีนักวิจัยได้ทำการทดสอบด้วยวิธีนี้หลายท่าน ยกตัวอย่าง เช่น Lee et

al. (2008) ได้ศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกของอบเชยและอบเชยจีนกับด้วงงวงข้าวพบว่ามีค่า LC_{50} เท่ากับ 20 และ 100 มคล./ตร.ซม. ตามลำดับ Tapondjou et al. (2005) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส (*Eucalyptus saligna*) และ สนดินสอ (*Cupressus sempervirens*) ที่ทดสอบกับมอดแป้ง (*Tribolium confusum*) และด้วงงวงข้าวโพด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.48 และ 0.36 มคล./ตร.ซม. ที่เวลา 3 วันหลังการทดลอง

ในขณะที่ Ko et al. (2009) พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่สกัดจากผลสุกมีประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสโดยตรงเมื่อใช้ micro-applicator หยดสารลงบนส่วนอกของมอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพด พบว่าที่ 24 ชั่วโมง LC_{50} มีค่า เท่ากับ 0.2 และ0.1 มคล./แมลง

2.2 ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการเป็นสารรม (Fumigation)

จากการทดลองพบว่า มอดยาสูบไม่มีเปอร์เซ็นต์การตายเกิดขึ้นหลังการทดลอง 3, 6 และ 12 ชั่วโมง ในขณะที่ 24 ชั่วโมง ที่ปริมาณน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นสูงที่สุด (242 มคล./ล.) มีการตายเพียง 15.9% แต่ที่ 48 ชั่วโมง ที่ปริมาณ 60, 121 และ 242 มคล./ล. มีเปอร์เซ็นต์การตายที่มากกว่า 50% และมีค่าไม่แตกต่างกัน คือ 52.9, 50.4 และ 53.3% ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

สำหรับมอดสมุนไพรพบว่าชั่วโมงที่ 3 หลังการทดลองยังไม่พบเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงชนิดนี้แต่จะเริ่มพบการตายที่ 6 ชั่วโมง หลังการทดลอง ตั้งแต่ปริมาณน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นน้อยที่สุดคือ 3 มคล./ล.โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 40.2% และในชั่วโมงเดียวกันที่ 242 มคล./ล. จะมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุดคือ 92.0% สำหรับที่ 12, 24 และ 48 ชั่วโมงหลังการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของมอดสมุนไพรมีค่ามากกว่า 50% ตั้งแต่ปริมาณน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นตั้งแต่ 15 มคล./ล. ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การตายของมอดสมุนไพร ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

จากค่า LC_{50} ของแมลงทั้งสองชนิดที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงของมอดยาสูบไม่สามารถคำนวณค่า LC_{50} ได้ คือ มีค่าเท่ากับ >242 มคล./ล. ในขณะที่มอดสมุนไพรมีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.3 มคล./ล. สำหรับที่ 48 ชั่วโมง ค่า LC_{50} ของมอดยาสูบและมอดสมุนไพรเท่ากับ 129.9 และ 2.9 มคล./ล. ซึ่งจะเห็นได้ว่ามอดสมุนไพรอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมากกว่ามอดยาสูบถึง 43 เท่า (ตารางที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Ko et al. (2009) ที่ได้ทำการทดลองน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นกับมอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพดด้วยวิธีเดียวกันนี้พบว่าแมลงทั้ง 2 ชนิดมีค่า LC_{50} เท่ากับ 549.97 และ 92.46 มคล./ล. ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวจะพบว่า มอดสมุนไพรจะมีความอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมากกว่า มอดยาสูบ ด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง

2.3 ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการเป็นสารไล่ (Repellency test)

ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นพบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ความเข้มข้นต่ำที่สุด (0.08 มคล./ตร.ซม.) สามารถไล่มอดยาสูบได้เพียง 51.0-62.0% โดยมีอัตราการไล่สูงที่สุดในชั่วโมงที่ 1 เท่ากับ 62.0% ที่ความเข้มข้น 0.16 มคล./ตร.ซม. สามารถไล่มอดยาสูบได้

53.0-77.0% โดยมีการไล่สูงที่สุดอยู่ที่ชั่วโมงที่ 2 เท่ากับ 77.0% ที่ความเข้มข้น 0.31 มีอัตราการไล่เท่ากับ 55.0-70.0% และมีการไล่สูงที่สุดอยู่ที่ชั่วโมงที่ 1 เท่ากับ 70.0% ที่ความเข้มข้น 0.47 มีอัตราการไล่เท่ากับ 79.0-81.0% และมีการไล่สูงที่สุดอยู่ที่ชั่วโมงที่ 2 และ 3 เท่ากับ 81.0% สำหรับความเข้มข้นสูงที่สุด 0.63 มีอัตราการไล่เท่ากับ 86.0-88.0% และมีอัตราการไล่สูงที่สุดอยู่ที่ชั่วโมงที่ 3 เท่ากับ 88.0% (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาแต่ละชั่วโมงหลังการทดลองพบว่าชั่วโมงที่ 1 และ 2 ผลการทดลองไม่สามารถสรุปผลได้ แต่จะเริ่มเห็นแนวโน้มที่น่าจะเป็นไปได้ในการไล่ชั่วโมงที่ 3, 4 และ 5 ที่พบว่า ความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด (0.08 มคล./ตร.ซม.) จะมีความแตกต่างจากความเข้มข้นที่สูงที่สุดคือ 0.63 มคล./ตร.ซม.(ตารางที่ 5)

ในส่วนของมอดสมุนไพร พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 0.08 และ 0.16 มคล./ตร.ซม. มีอัตราการไล่ เท่ากับ 57.0-74.0% และ 67.0-86.0% โดยมีอัตราการไล่สูงที่สุดในชั่วโมงที่ 1 เท่ากับ 74.0 และ 86.0% ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้น 0.31 มีอัตราการไล่เท่ากับ 72.0-84.0% และมีการไล่สูงที่สุดอยู่ที่ชั่วโมงที่ 4 เท่ากับ 84.0% ที่ความเข้มข้น 0.47 มีอัตราการไล่เท่ากับ 75.0-86.0% และมีการไล่สูงที่สุดอยู่ที่ชั่วโมงที่ 1 และ 2 เท่ากับ 86.0% สำหรับความเข้มข้นสูงที่สุด 0.63 มีอัตราการไล่เท่ากับ 85.0-93.0% และมีการไล่สูงที่สุดอยู่ที่ชั่วโมงที่ 2 เท่ากับ 93.0% (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาแต่ละชั่วโมงหลังการทดลองพบว่าในชั่วโมงที่ 1 มีแต่ความเข้มข้นที่ 0.63 มคล./ตร.ซม. มีเปอร์เซ็นต์การไล่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ ชั่วโมงที่ 2, 3, 4 และ 5 ความเข้มข้นที่ 0.08 มคล./ตร.ซม. จะมีเปอร์เซ็นต์การไล่ที่แตกต่างจากความเข้มข้นที่สูงที่สุดคือ 0.63 มคล./ตร.ซม. (ตารางที่ 5)

จากข้อมูลเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยอัตราการไล่ของมอดยาสูบและมอดสมุนไพรพบว่าสามารถไล่มอดสมุนไพร (78.4%) ได้ดีกว่า มอดยาสูบ (69.7%) โดย Ko et al. (2009) ที่ได้ทำการทดลองด้วยวิธีการเดียวกันนี้ พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การไล่ต่อมอดแป้งและด้วงงวงเท่ากับ 97.0 และ 88.5% ตามลำดับ ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นสามารถใช้เป็นสารไล่ในมอดแป้งได้ดีกว่าด้วงงวงข้าวโพด มอดสมุนไพร และมอดยาสูบ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

2.4 ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่มีผลต่อระยะเวลาการเก็บรักษาพืชสมุนไพร

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่คลุกเมล็ดผักชีไทยและทดสอบกับตัวเต็มวัยของมอดยาสูบและมอดสมุนไพรที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆกันพบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นทุกความเข้มข้น ทำให้เกิดการตายมอดยาสูบไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม แต่เป็นที่สังเกตได้ว่าที่ 1 ชั่วโมงหลังการคลุกเมล็ดผักชีที่ความเข้มข้นสูงที่สุด 40% มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุด (10.6%) (ตารางที่ 6)

เมื่อทำการนับจำนวนตัวเต็มวัยรุ่นลูกในแต่ละช่วงเวลา พบว่า เมื่อปล่อยตัวเต็มวัยหลังการคลุกเมล็ดผักชีไทยด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 30 และ 40% มีเปอร์เซ็นต์ตัวเต็มวัยที่เกิดใหม่ของมอดยาสูบเฉลี่ยเท่ากับ 26.2 และ 15.4 % ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ และหลังการทดลอง 1 สัปดาห์ที่ความเข้มข้น 40% มีจำนวนตัวเต็มวัยที่เกิดใหม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม และที่ 2, 3 และ 4 สัปดาห์หลังการทดลองพบว่ามีตัวเต็มวัยที่เกิดใหม่ของมอดยาสูบไม่มีความแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 7)

สำหรับมอดสมุนไพรพบว่าการปล่อยตัวเต็มวัยหลังจากคลุกน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นทุกช่วงเวลา (1ชม, 1, 2, 3 และ 4สัปดาห์) ในทุกระดับความเข้มข้น (10, 20, 30, 40%) มีเปอร์เซ็นต์การตายที่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 6) ในส่วนของตัวเต็มวัยรุ่นลูกที่พบในเมล็ดผักชีที่คลุกด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น และปล่อยตัวเต็มวัยหลังการคลุกเมล็ด 1 ชม. ที่ความเข้มข้น 20, 30 และ 40 % มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีควบคุม แต่ในเมล็ดผักชีไทยที่คลุกด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น หลังการทดลอง 1 สัปดาห์ พบว่ามีเพียงที่ระดับความเข้มข้นสูงที่สุด (40%) มีจำนวนตัวเต็มวัยรุ่นลูกน้อยที่สุดคือ (11.2%) สำหรับจำนวนตัวเต็มวัยรุ่นลูกที่พบในเมล็ดผักชีที่คลุกน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น ทุกความเข้มข้นหลังจากทดลอง 2, 3, 4 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ถึงแม้ว่าจะพบอัตราการตายของมอดสมุนไพรในกรรมวิธีดังกล่าวแต่ก็ไม่สามารถทำให้ปริมาณตัวเต็มวัยรุ่นลูกที่เกิดขึ้นลดจำนวนลงได้

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่สกัดจากผลสุกที่เก็บจากจังหวัด เชียงราย พบว่ามีสารสำคัญทั้งหมด 10 ชนิด โดยพบ E-citral และ Z-citral เป็นสารที่พบปริมาณมากที่สุด ทั้งนี้สารสำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยในแต่ละพืชจะมีความแตกต่างกันของสารสำคัญทั้งชนิดและปริมาณทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งกายภาพและชีวภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อตะไคร้ต้นที่มีผลต่อมอดยาสูบและมอดสมุนไพรด้วยวิธีการสัมผัสโดยหยดสารลงบนกระดาษกรอง พบว่ามีค่า LC_{50} ที่ 6 ชั่วโมง เท่ากับ 1.9 และ 1.6 มคล./ตร.ซม. และ LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.2 และ 0.8 มคล./ตร.ซม. ตามลำดับ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการเป็นสารรมค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ > 242 และ 3.3 มคล./ล. และ LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 129.9 และ 2.9 มคล./ล.

การใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นในการเป็นสารไล่ต่อมอดยาสูบและมอดสมุนไพร พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ความเข้มข้นสูงที่สุด (0.63 มคล./ตร.ซม.) ไม่สามารถไล่แมลงทั้ง 2 ชนิดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยในการไล่เท่ากับ 69.7 และ 78.4 เปอร์เซ็นต์

การใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นเพื่อการเก็บรักษาพืชสมุนไพรพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดยาสูบเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในทุกช่วงเวลาแต่มีแนวโน้มว่าหลังจากคลุกด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น 1 ชม.แรกที่ความเข้มข้น 30 cและ 40% จะสามารถลดจำนวนปริมาณประชากรของตัวเต็มวัยรุ่นลูกได้ แต่ในกรณีของมอดสมุนไพรพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นทุกความเข้มข้นมีผลในการกำจัดมอดสมุนไพรหลังจากคลุกด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นแล้วปล่อยแมลงหลังจากหยดน้ำมันหอมระเหย 1 ชม., 1, 2 และ 3 สัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม มีเพียงสัปดาห์ที่ 4 เท่านั้นที่ความเข้มข้นสูงที่สุดมีความแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม โดยหลังจากหยดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น 1 ชม.แรกที่ความเข้มข้น 20, 30 และ 40% จะสามารถลดจำนวนปริมาณประชากรของตัวเต็มวัยรุ่นลูกได้อย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความเข้มข้น 10 % ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 55.8% แต่ที่ระดับความเข้มข้นนี้ไม่สามารถลดจำนวนประชากรของตัวเต็มวัยรุ่นลูกได้คือพบจำนวน 115.0% และในสัปดาห์ที่ 2 มีเพียงความเข้มข้นสูงที่สุดเท่านั้นที่สามารถลดจำนวนประชากรตัวเต็มวัยรุ่นลูกได้ ดังนั้นการนำ

น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมาใช้กำจัดและป้องกันแมลงโดยการคลุกเมล็ดไม่สามารถป้องกันและกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นไม่สามารถคงประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ดังนั้นควรที่จะพัฒนานำเอาเทคนิคที่ทำให้น้ำมันหอมระเหยมีสภาพระเหยช้า ก็จะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะสามารถคงประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยให้ยาวนานและมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดมากกว่านี้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การนำเอาน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมาใช้ป้องกำจัดมอดยาสูบและมอดสมุนไพรจะสามารถนำมาใช้ป้องกันและกำจัดมอดสมุนไพรได้ดีกว่ามอดยาสูบในทุกการทดลองไม่ว่าจะนำมาใช้เป็นสารสัมผัส สารรม สารไล่ และการคลุกเมล็ดเพื่อการรักษาสมุนไพร แต่จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดในช่วงระยะเวลาสั้นเท่านั้นดังนั้นการนำเอาน้ำมันหอมระเหยจำเป็นต้องหาวิธีการที่ทำให้มีประสิทธิภาพนานพอที่จะป้องกันกำจัดแมลงได้

เอกสารอ้างอิง

รตินุช นุตพงษ์ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง และ ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ. 2555. การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมมอดยาสูบ. วารสารเกษตร 28(1): 75-82.

พินิจ นิลพานิชย์ ชูวิทย์ ศุชปราการ และ โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล 2531. การสำรวจชนิดของแมลงศัตรูสมุนไพรและเครื่องเทศหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2531 กรมวิชาการเกษตร. หน้า 71-74.

Abbot, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **J. Econ. Entomol.** 18: 265-267.

Bakkali, F., S. Averbeck, D. Averbeck and M. Idaomar. 2008. Biological effects of essential oils-A review. **Food Chem. Toxicol.** 46: 446-475.

Bell, C.H. and S.M. Wilson. 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). **J. Stored Prod. Res.** 31: 199–205.

Bighelli, A., Muselli, A., Casanova, J., Tam, N.T., Van Anh, V., J.M. and Bessière. 2005. Chemical Variability of Litsea cubeba Leaf Oil from Vietnam. **J. Essent. Oil Res.** 17: 86-88.

Chaudhry, M.Q. 1995. Molecular biological approaches in studying the gene(s) that confer phosphine-resistance in insects. **J. Cell. Biochem. Suppl.** 21A: 215.

Gogoi. P., Baruah. P. and S.C. Nath. 1997. Antifungal Activity of the Essential Oil of *Litsea cubeba* Pers. **J. Essent. Oil Res**. 9: 213-215.

Hu, L., Wang, Y., Du, M., Zhang, J., 2011. Characterzation of the volatiles and active components in ethanol extracts of fruits of *Litsea ccubeba* (Lour.) by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-olfactometry (GC-O). J. Medidinal Plants Res. 5: 3298-3303.

Jiang, Z., Akhtar, Y., Bradbury, R., Zhang, X. and M.B. Isman, 2009. Comparative Toxicity of Essential Oils of *Litsea pungens* and *Litsea cubeba* and Blends of Their Major Constituents against the Cabbage Looper, Trichoplusia ni. J. Agr. Food Chem. 57: 4833-4837.

Ko, K., W. Juntarajumnong and A. Chandrapatya. 2009. Repellency, fumigant and contact toxicities of *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Kasetsart J. (Nat. Sci.).** 43: 56-63.

Lee EJ, Kim JR, Choi DR, Ahn YJ.2008 , Toxicity of cassia and cinnamon oil compounds and cinnamaldehyde-related compounds to *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae).J. Econ. Entomol. **101: 1960-6.**

Liu, Z.L., Goh, S.H. and S.H. Ho. 2007. Screening of Chinese medicinal herbs for bioactivity against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **J. Stored Prod. Res.** 43: 290-296.

Noosidum, A., Prabaripai A., Chareonviriyaphap, T. and A. Chandrapatya. 2008. Excito-repellency properties of essential oils from *Melaleuca leucadendron* L., *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon, and *Litsea salicifolia* (Nees) on *Aedes aegypti* (L.) mosquitoes. **J. Vector Ecol.** 33: 305-312.

Park I.K., Kim J., Lee S.G. and S.G. Shin. 2007. Nematicidal activity of plant essential oils and components from Ajowan (*Trachyspermum ammi*), Allspice (*Pimenta dioica*) and Litsea (*Litsea cubeba*) essential oils against Pine wood nematode (*Bursaphelenchus Xylophilus*). **J. Nematol**. 39: 275–279.

Rajendran, S. and V. Sriranjini. 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **J. Stored Prod. Res.** 44: 126–135.

Saikia, A.K., Chetia, D., D'Arrigo, M., Smeriglio, A., Strano, T. and G. Ruberto. 2013. Screening of fruit and leaf essential oils of *Litsea cubeba* Pers. from north-east India – chemical composition and antimicrobial activity. **J. Essent. Oil Res.** 25: 330-338.

Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J. and C., Sukprakarn. 1997. Plant oils as fumigant and contact insecticides for the control of stored product insects. **J. Stored Prod. Res**. 33: 7–15.

Salunke B.K., H.M. Kotkar, P.S. Mendki, S.M. Upasani and V.L. Maheshwari. 2005. Efficacy of flavonoids in controlling *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae), a post-harvest pest of grain legumes. **J. Crop Protection**. 24: 888–893.

Si L, Chen Y, Han X, Zhan Z, Tian S, Cui Q and Y. Wang. 2012. Chemical Composition of Essential Oils of *Litsea cubeba* Harvested from Its Distribution Areas in China**. Molecules.** 17: 7057-7066.

Tapondjou, A.L., Adler, C., Fontem, D.A., Bouda, H. and C. Reichmuth. 2005. Bioactivities of cymol .and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **J. Stored Prod. Res.** 41: 91-102.

TEAP, 2000. Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer: UNEP Technology and Economic Assessment Panel. April 2000 Rep. United Nations.

Wang, H. and Y. Liu. 2010. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from Different Parts of *Litsea cubeba*. **Chemistry & Biodiversity**. 7: 229-235.

Yang, Y., Jiang, J., Qimei, L., Yan, X., Zhao, J., Yuan, H., Qin, Z. and M. Wang. 2010. The Fungicidal Terpenoids and Essential Oil from *Litsea cubeba* in Tibet. **Molecules** 15: 7075-7082.

Table 1 Chemical constituents of essential oils from *Litsea cubeba* mature fruits collected from Doi Phangknon Muang District, Chiang Rai province, Thailand.

Compounds	Retention time (min)	Composition (%)
E-citral	23.12	49.99
Z- citral	21.38	35.2
D-limonene	9.85	1.95
Bicyclo(3.1.0)hex-2-ene, 4-methyl-1-(-methylethyl)	7.56	1.75
L-linalool	13.33	1
6-Octenal,3,7-dimethyl	16.27	1
Beta-myrcene	8.15	0.7
Geraniol	22.08	0.63
1,8-cineole	9.98	0.53
(1R)-2,6,6,-Trimethylbiciclo(3.1.1) het-2-ene	6.25	0.41

Table 2 Mortality of *Lasioderma serricorne* and *Stegobium paniceum* adults treated with *Litsea cubeba* oil at different concentration and duration times by filter paper contact bioassay.

Insect	concentration	Mortality (%) at different durations (Mean±SE)						
	(μL/cm^2)	1h	2h	3h	4h	5h	6h	24h
L. serricorne	0	0.0± 0.0 a	0.0± 0.0 a	0.0±0.0 a	2.0±1.2 a	2.0±1.2 a	3.0±1.2 a	4.0±1.9 a
	0.16	0.0 ±0.0 a	2.0± 2.0 a	2.0±2.0 a	13.0±4.1 a	13.0±4.1 ab	15.0±5.7 ab	16.0±6.6 ab
	0.32	2.0 ±1.2 ab	4.0±1.0 ab	5.0±1.6 ab	6.0±1.9 a	10.0±1.6 ab	16.0±5.1 ab	23.0±9.0 ab
	0.64	2.0 ±1.2 ab	7.0±3.7 ab	9.0±3.3 ab	9.0±3.32 a	14.0±4.9 ab	15.0±5.7 ab	27.0±8.5 ab
	1.27	3.0 ±2.0 ab	4.0±1.9 ab	6.0±1.9 ab	19.0±8.12 a	31.0±6.4 b	35.0±5.7 b	36.0±5.1 b
	2.54	1.0± 4.9 ab	19.0±8.0 b	19.0±8.0 b	58.0±15.0 b	65.0±13.0 c	67.0±11.1 c	73.0±9.2 c
S. paniceum	0	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
	0.16	5.0±2.7 ab	5.0±2.7 a	7.0±2.5 a	6.2±3.0 a	8.2±2.5 a	8.2±1.9 a	8.9±3.8 a
	0.32	8.0±4.4 ac	9.0±4.3 a	11.0±4.0 a	8.2±4.1 a	8.2±4.1 a	8.2±4.1 a	11.1±5.8 a
	0.64	10.0±3.2 ac	25.0±2.7 b	55.0±5.2 b	58.8±6.5 b	58.8±6.5 b	58.8±6.5 b	56.7±6.4 b
	1.27	13.0±2.0 bc	31.0±2.9 b	47.0±2.5 b	45.4±2.6 b	46.4±2.6 b	48.4±3.3 b	58.9±6.2 b
	2.54	20.0±3.5 c	38.0±4.6 b	53.0±5.2 b	55.7±5.8 b	57.7±5.0 b	63.9±4.3 b	83.3±4.7 c

* Five replicates of 20 insects in each replication, mean in same column followed by the different letters are significantly ($p>0.05$) Turkey test.

Table 3 Mortality of *Lasioderma serricorne* and *Stegobium paniceum* adults caused by fumigation toxicity with *Litsea cubeba* oil at 3, 6, 12, 24 and 48 h after exposure.

Insects	Dose (μL/L)	Mortality (%) at different durations (Mean+SE)				
		3h	6h	12h	24h	48h
L. serricorne	0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0 a	1.0 ±1.0 a
	3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.0±1.0 a	1.1±1.1 a
	15	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.0±1.0 a	7.7 ±5.3 ab
	30	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	6.0±3.0 ab	18.0±6.0 ab
	45	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	5.0±2.2 a	27.0±4.0 b
	60	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	9.9±3.5 ab	52.9± 3.1 c
	121	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	8.9±2.9 ab	50.4±9.0 c
	242	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	15.9±2.4 b	53.3± 5.8 c
S. paniceum	0	0.0±0.0	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
	3	0.0±0.0	40.2±9.8 b	42.2±7.6 b	44.0± 5.0 b	48.2±4.4 b
	15	0.0±0.0	66.4±7.6 bd	78.6±3.3 c	79.8±4.5 c	85.2±4.8 c
	30	0.0±0.0	62.1±10.1 bc	82.8±2.5 c	82.1±2.6 c	86.2±2.8 c
	45	0.0±0.0	87.1±5.6 cd	91.8±6.0 c	91.4±6.3 c	91.7± 4.0 c
	60	0.0±0.0	88.0±3.0 cd	91.8± 3.1 c	91.4±3.2 c	91.7± 3.1 c
	121	0.0±0.0	80.2±3.5 cd	87.7±5.8 c	87.1±6.0 c	91.0±4.7 c
	242	0.0±0.0	92.0±1.2 d	92.9±1.3 c	97.8±1.3 c	98.9± 1.1 c

* Five replicates of 20 insects in each replication, for each insect, mean in same column followed by the different letters are significantly ($p>0.05$) Turkey test.

Table 4 Contact and Fumigation toxicity of extracted essential oils from *Litsea cubeba* mature fruits against adults of *Lasioderma serricorne* and *Stegobium paniceum*, 6, 24 h and 24, 48 after exposure, respectively.

Toxicity assay	Insects	Duration times (h)	LC_{50}	95% confidence interval	LC_{90}	95% confidence interval	Degrees of freedom	Chi-square	Slope ±SE	Intercept ±SE
Contact ($\mu L/cm^2$)	*L. serricorne*	6	1.9	1.3-3.4	17.4	7.3-139.7	23	291.3	1.3±0.09	-0.4±0.04
		24	1.6	1.0-3.2	13	5.3-229.2	23	436.9	1.4±0.10	-0.3±0.04
	S. paniceum	6	1.2	0.9-1.6	7.9	4.6-19.8	23	273.9	1.5±0.07	-0.1±0.03
		24	0.8	0.7-1.0	3.6	2.6-5.8	23	262	2.0±0.07	0.2±0.03
Fumigation (µL/L)	*L. serricorne*	24	>242	-	-	-	-	-	-	-
		48	129.9	99.0-187.1	1276.7	676.2-3563.8	33	350.6	1.3±0.06	-2.7±0.1
	S. paniceum	24	3.3	1.5-5.5	63	43.2-106.0	33	355.4	1.0±0.04	1.0±0.05
		48	2.9	1.6-4.3	37.3	28.1-52.6	33	246.4	1.2±0.05	-0.5±0.07

Table 5 Percent repellency (PR) of *Lasioderma serricorne* and *Stegobium paniceum* adults (n=20) on untreated side of petri dish. The treated side was dropped by *Litsea cubeba* oils at different concentration and duration times.

Insects	oil (μL/cm^2)	PR (Mean%+SE) time after insect release (h)					PR (Mean%)
		1	2	3	4	5	
L. serricorne	0.08	62.0±7.3 ab	60.0±7.1 ab	51.0±8.6 a	52.0±5.2 a	53.0±6.0 a	55.6
	0.16	59.0±2.5 a	77.0±3.4 ab	53.0±7.5 ab	59.0±5.6 ab	63.0±5.7 ab	62.2
	0.31	70.0±3.5 ab	55.0±6.4 a	69.0±6.6 ab	68.0±2.9 ab	63.0±2.9 ab	65.0
	0.47	73.0±1.2 ab	81.0±1.2 ab	81.0±2.5 ab	79.0±2.0 ab	79.0±2.2 ab	78.6
	0.63	87.0±3.3 b	87.0±3.7 b	88.0±5.2 b	86.0±4.2 b	87.0±4.3 b	87.0
							69.7
S. paniceum	0.08	74.0±8.5 a	70.0±7.1 a	57.0±6.4 a	67.0±6.4 a	72.0±6.0 a	68.0
	0.16	86.0±11.3 a	77.0±5.2 ab	67.0±12.3 ab	74.0±8.7 ab	75.0±7.7 ab	75.8
	0.31	75.0±6.5 a	78.0±11.4 ab	72.0±2.5 ab	84.0±3.7 ac	81.0±5.2 ab	78.0
	0.47	86.0±3.7 a	86.0±5.8 ab	75.0±4.9 ab	80.0±4.3 bc	79.0±4.1 ab	81.2
	0.63	92.0±8.9 b	93.0±5.3 b	89.0±5.6 b	87.0±6.8 c	85.0±5.8 b	89.2
							78.4

Table 6 Number of knockdown *Lasioderma serricorne* and *Stegobium paniceum* adults were treated with *Litsea cubeba* oil on media at 1h 1, 2, 3 and 4 week after exposure.

Insects	Dose (%)	knockdown of adults (Mean%+SE)				
		1 (h)	1 week	2 week	3 week	4 week
L. serricorne	0	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
	10	1.0± 2.0 a	1.3±1.1 a	3.0±2.0 a	5.4±2.7 a	2.7±0.1 ab
	20	1.6±1.7 a	2.7±2.6 a	0.3±1.3 a	3.4±1.4 a	5.4±0.7 b
	30	5.1±2.3 a	4.1±3.1 a	3.0±0.7 a	4.8±1.1 a	2.6±1.3 ab
	40	10.6±5.3 a	8.1±2.4 a	5.7±2.8 a	3.4±0.8 a	3.4±1.7 ab
S. paniceum	0	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
	10	55.8±1.7 b	41.4±11.2 b	50.0±5.9 b	37.4±3.8 b	20.1±6.6 ab
	20	45.0±6.1 b	64.4±2.7 bc	49.2±7.2 b	43.1±2.2 b	23.5±7.9 b
	30	59.2±7.3 b	59.9±4.7 bc	60.8±3.1 b	33.6±5.5 b	20.2±3.1 ab
	40	58.5±8.9 b	72.5±4.0 c	63.8±6.6 b	49.8±8.0 b	35.8±5.6 b

Table 7 Effect of *Litsea cubeba* oils to F_1 progeny production of *Lasioderma serricorne* and *Stegobium paniceum* at 1h 1, 2, 3 and 4 week after exposure.

Insects	Dose (%)	Number of adults (Mean%+SE)				
		1 (h)	1 week	2 week	3 week	4 week
L. serricorne	0	266.0±18.7 c	282.6±15.7 b	248.8±32.7 a	325.4±34.3 a	249.8±15.3 a
	10	185.6±19.9 b	300.6±8.2 b	184.4±16.7 a	282.6±40.5 a	262.4±36.4 a
	20	132.0±7.2 b	249.0±18.9 ab	197.6±20.2 a	271.4±22.1 a	262.0±25.1 a
	30	26.2±4.6 a	264.4±15.3 b	192.0±14.0 a	271.4±13.7 a	304.2±18.2 a
	40	15.4±3.0 a	198.2.6±13.9 a	166.4±13.6 a	290.6±32.0 a	274.2±21.7 a
S. paniceum	0	224.2± 33.3 c	264.4±11.5 c	252.2±16.6 a	264.0±18.6 a	271.4±20.0 a
	10	115.0±3.7 b	226.4±29.3 bc	247.8±12.2 a	271.2±13.0 a	218.8±25.2 a
	20	26.8±5.0 a	198.0±23.8 ac	224.6±5.5 a	253.0±10.9 a	261.2±16.0 a
	30	14.6±7.9 a	167.8±22.1 ab	240.6±13.9 a	251.8±13.2 a	263.6±35.9 a
	40	15.2±7.7 a	11.2±8.6 a	207.0±25.5 a	247.2±10.8 a	254.0±38.0 a