

ศักยภาพความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยชาแดงในการควบคุมมอดพื้นเลื้อยใหญ่ Potential toxicity of essential oil from *Alpinia galanga* to control *Oryzaephilus mercator* (Fauvel)

จิตรกานต์ ภาควัฒนะ¹ อภิขยา จากโคสูง² สุรัตน์มณี ธิสา³ และ เยาวลักษณ์ จันทรบาง⁴
Chittakarn Pakawattana¹ Apichaya Jakkoksung² Suratmanee Tisa³ and Yaowaluk Chanbang⁴

บทคัดย่อ

มอดพื้นเลื้อยใหญ่ (*Oryzaephilus mercator*; Coleoptera: Silvanidae) พบแมลงศัตรูที่สำคัญของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ระหว่างการเก็บรักษาในพื้นที่ปลูกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ อำเภอบางบาล จังหวัดอุตรดิตถ์ การทดลองนี้ศึกษาการกำจัดแมลงด้วยสารสกัดจากชาแดง *A. galanga* (L.) Willd. โดยนำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยจากการกลั่นด้วยไอน้ำ (Hydro-distillation) ซึ่งพบว่ามีสารสำคัญที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยคือ 1,8-cineole (48.52%), chavicol acetate (8.96%) และ alpha-pinene (6.95%) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลง ผลการทดสอบคุณสมบัติในการมอดพบว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากชาแดง ที่ระดับ 1,687.73 ppm เป็นเวลา 7 วัน มีผลทำให้มอดพื้นเลื้อยระยะยวตอน และระยะตัวเต็มวัยตาย 100% แต่ให้ผลในการกำจัดแมลงในระยะไข่และดักแด้ 79.44 และ 28.33% และการทดสอบคุณสมบัติการไล่ น้ำมันหอมระเหยชาแดงที่ความเข้มข้น 10% สามารถใช้เป็นสารไล่มอดพื้นเลื้อยใหญ่ได้ในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Petri-dish choice bioassay มีผลการไล่ 83.89% ในช่วงเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยชาแดงมีศักยภาพในการป้องกันกำจัดมอดพื้นเลื้อยใหญ่ สามารถประยุกต์ใช้เป็นสารฉีดพ่นลงบนพื้นผิวและผนังโรงเก็บรักษา หรือใช้เป็นสารรมในบรรจุภัณฑ์ได้

คำสำคัญ: มอดพื้นเลื้อยใหญ่, มะม่วงหิมพานต์, น้ำมันหอมระเหย, การรม, การไล่

Abstract

Merchant grain beetle (*Oryzaephilus mercator*; Coleoptera: Silvanidae) has been found an important insect pest of stored cashew nuts in the cashew nut production area in Tha Pla district, Uttaradit province. In this experiment, Red galangal *A. galanga* (L.) Willd as the botanical insecticide was distilled for the essential oil by hydro-distillation. The three major products were 1,8-cineole (48.52%), chavicol acetate (8.96%) และ alpha-pinene (6.95%) which presented fumigation and repellent toxicity. The results showed that the essential oil at 1,687.73 ppm caused 100% mortality on larvae and adult of merchant grain beetle while the mortality in egg and pupal stage showed as 79.44 and 28.33% on 7 day of exposure. For the repellent test using impregnated filter paper test for two choice method, the result showed that 10% of essential oil showed percentage of repellency at 83.89% in 24-hr exposure. The essential oil from red galangal showed the potential botanical insecticide used as the residual spray in storage or fumigant in packaging.

Keywords: merchant grain beetle, cashew nut, essential oil, fumigant, repellent

คำนำ

มะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* (L.)) เป็นพืชที่ทนต่อสภาพแวดล้อมและสามารถนำมาแปรรูปเป็นสินค้าได้หลากหลาย แต่ในระหว่างการเก็บรักษาลดต้นทุนเพื่อรอจำหน่ายมักถูกเข้าทำลายจากมอดพื้นเลื้อยใหญ่ (*Oryzaephilus mercator* (Fauvel)) ทำให้สินค้าเกิดความเสียหาย อายุการเก็บรักษาลดลง ไปจนถึงไม่สามารถจำหน่ายได้ เนื่องจากแมลงมีการขยายจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว มีการกัดแทะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ก่อให้เกิดฝุ่นผงภายในถุงบรรจุภัณฑ์ การเกิดกิจกรรมของแมลงที่

¹ สถานีวิจัยดอยปุย, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร 10900

² Doi Pui Research Station, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

³ ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อโดยแมลงที่ 1.3 เชียงราย, กรมควบคุมโรค, เชียงราย 57000

⁴ Vector Borne Diseases Control Center 1.3 Chiang Rai, Department of Disease Control, Chiang Rai 57000

⁵ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่ 50230

⁶ Chiang Mai Royal Agriculture Research Center, Department of Agriculture, Chiang Mai 50230

⁷ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

⁸ Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

Corresponding author: Email: fagrcap@ku.ac.th

เป็นสาเหตุของการเกิดความชื้นภายในถุง เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เกิดการเหม็นหืน และเกิดเชื้อรา ทำให้สินค้ามีอายุการเก็บรักษาสั้นหรือไม่สามารถจำหน่ายได้

มอดพินเลื้อยใหญ่หรือ merchant grain beetle (*Oryzaephilus mercator*; Coleoptera: Silvanidae) เป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สามารถพบได้ในภูมิภาคเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน แพร่กระจายผ่านการค้าระหว่างประเทศ (Rees, 2004) มอดพินเลื้อยใหญ่สามารถเข้าทำลายได้ในผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ตั้งแต่ธัญพืชและแป้งไปจนถึงผลไม้แห้งและพืชน้ำมัน (Kumar, 2017) นอกจากนี้มอดพินเลื้อยใหญ่ทำความเสียหายในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เมล็ดเต็มได้ ถึง 100 % ในช่วงการเก็บรักษา 3 เดือน (Pakawattana *et al.*, 2023) ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีกำจัดมอดพินเลื้อยและแมลงอื่น ๆ อย่างแพร่หลายในการควบคุมแมลงศัตรูโรงเก็บ (Jeanmart *et al.*, 2016) ผลกระทบที่ตามมาคือ การเสื่อมสภาพของสิ่งแวดล้อม การเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่นอกเป้าหมาย และการพัฒนาความต้านทานของแมลงและอื่น ๆ (Isman, 2020) น้ำมันหอมระเหยมีสารทุติยภูมิซึ่งมีผลในการป้องกันหรือดึงดูดแมลง และยังมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ สารรมและมีฤทธิ์ในการฆ่าไข่ของแมลง น้ำมันหอมระเหยมีกลิ่นแรง และมีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง (Feng *et al.*, 2021) มีการใช้น้ำมันหอมระเหยของชำคม (*Alpinia zerumbet*) ที่มีพิษทางการสัมผัส การรม และเป็นสารไล่ด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus*) ในเมล็ดถั่วพุ่ม (Barbosa *et al.*, 2022) และแมลงศัตรูโรงเก็บอีกหลายชนิด ประสิทธิภาพความเป็นพิษในพืชตระกูลข้าวต่อการควบคุมแมลง นอกจากนี้ข้าวแดงหรือข้าวป่าแดงเป็นพืชที่สนับสนุนให้ปลูกเป็นรายได้เสริมให้กับเกษตรกร อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ จึงเป็นที่มาของการศึกษาความเป็นพิษของข้าวแดงต่อการควบคุมมอดพินเลื้อยใหญ่ศัตรูในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งเป็นพืชมูลค่าสูงของจังหวัดอุตรดิตถ์และในหลายพื้นที่ของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเลี้ยงและขยายพันธุ์มอดพินเลื้อยใหญ่

วิธีการเลี้ยงมอดพินเลื้อยใหญ่หรือ merchant grain beetle โดยนำแมลงทดสอบได้มาจากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาชีววิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นำตัวเต็มวัยมาเลี้ยงด้วยเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 75% อาหารที่ใช้เลี้ยงคือเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ แมลงที่แข็งแรงและเติบโตสม่ำเสมอถูกสุ่มเลือกสำหรับทดสอบ ดัดแปลงตามวิธีการของ Keatmaneerat *et al.* (2011) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงมอดพินเลื้อยใหญ่ประมาณ 3 วัน เพื่อให้แมลงผสมพันธุ์และวางไข่ นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ร่อนแยกได้พร้อมทั้งเศษผงต่าง ๆ ที่มีไข่ของแมลงปะปนอยู่ ใส่กลับในขวดโหลเดิมพร้อมกับเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ หลังจากไข่ฟักเป็นตัวหนอน จะกัดกินเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จนกระทั่งเข้าดักแด้ และเป็นตัวเต็มวัยในที่สุด ระยะจากไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตประมาณ 4 สัปดาห์

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหยข้าวแดง

ข้าวแดง (*A. galanga* (L.) Willd) อายุ 9 เดือนขึ้นไป ที่ปลูกในพื้นที่อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2565 ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยนำเหง้าข้าวแดงมาล้างทำความสะอาด แล้วนำไปผึ่งให้แห้งในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 70 % เป็นระยะเวลา 1 วัน จากนั้นหั่นเหง้าข้าวแดงเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-7 เซนติเมตร ความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร จำนวนทั้งหมด 100 กิโลกรัม นำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยจากการกลั่นด้วยไอน้ำ (Hydrodistillation) ภายใต้อุณหภูมิ 1.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อุณหภูมิ 134°C โดยใช้ Clevenger apparatus เป็นเวลา 8 ชั่วโมง น้ำมันจะระเหยไปพร้อมกับไอน้ำ และหยดลงในภาชนะเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำมันออกจากร้าน้ำที่ลอยขึ้น ล้างของน้ำมันทั้ง เก็บส่วนที่เป็นน้ำมันชั้นบนเอาไว้ที่ 4°C เพื่อเตรียมนำไปวิเคราะห์และใช้ในการทดสอบต่อไป

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในข้าวแดง

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย โดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (Gas chromatography-Mass Spectroscopy, GC-MS) Instrument: Agilent Technologies รุ่น 7890 B, Triple Quad Mass Selective Detector รุ่น 7000 D ภายใต้สภาวะทดสอบ ดังนี้

Capillary colum	:	HP-5MS (30 m × 0.25 mm, film thickness 0.25 μm)
Column temperature	:	50 °C – 230 °C, 4 °C/min
Injector	:	(mode pulse split) 20:1, 230 °C
Detector	:	MSD, EI 70 eV, Scan mode, 40-400 amu
Carrier gas	:	Helium 10.0 psi, flow 1.2 mL/min, Average velocity 40 cm/sec
Library	:	Wiley 11 th NIST 2014+2017

4. การทดสอบความเป็นพิษการรมของน้ำมันหอมระเหยข้าวแดงกับมอดพินเลื้อยใหญ่

ทดสอบความเป็นพิษการรมของน้ำมันหอมระเหยชำแดงในมอดพื้นเลื้อยใหญ่โดยทดสอบในขวดแก้ว (240 มิลลิลิตร) ในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 70% โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Huang *et al.* (2000) นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์บดหยาบ 1 กรัม เพื่อเป็นอาหารของแมลงบรรจุร่วมกับมอดพื้นเลื้อยใหญ่ระยะตัวเต็มวัย (คละเพศ) และระยะหนอน โดยใช้แต่ละระยะจำนวน 30 ตัว ลงไปในขวดแก้ว กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ตัดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร และติดด้วยด้ายที่ด้านล่างของฝาเกลียวขวดแก้ว (Figure 1) กระดาษกรองแขวนถูกชุบน้ำมันหอมระเหยปริมาณสารละลาย 1 มิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้น 0 (Control), 2.5, 5, 10, 20 และ 50% แต่ละความเข้มข้นทำซ้ำ 6 ครั้ง ทำการเก็บข้อมูลมอดพื้นเลื้อยใหญ่ในระยะหนอนและตัวเต็มวัย หลังจากเริ่มการทดลอง 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน (ได้เตรียมตัวอย่างการทดลองมีจำนวนพอดีในแต่ละการเก็บข้อมูล จะไม่มีการนับตัวอย่างการทดลองซ้ำ) นับจำนวนแมลงที่ตายและมีชีวิตรอด หลังจากครบ 7 วัน หนอนหรือตัวเต็มวัยที่ไม่สามารถขยับหัว เหนวด และลำตัวได้ถือว่าตายแล้ว ส่วนในระยะไข่ และดักแด้ ทำการทดสอบในทำนองเดียวกัน แมลงได้รับสารรมเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นรอจนไข่ หรือดักแด้พัฒนาเป็นตัวเต็มวัย หลังจากวันทดสอบ 30 และ 10 วัน ตามลำดับ ตรวจสอบจำนวนแมลงที่รอดและหักลบเป็นจำนวนแมลงที่ตายจากสารรมในกรรมวิธีต่าง ๆ

บันทึกอัตราการตายของมอดพื้นเลื้อยใหญ่ในแต่ละระดับความเข้มข้นที่ใช้รม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละระดับความเข้มข้นและระยะเวลา วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design โดยในแต่ละกรรมวิธีทำ 6 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบอัตราการตายของมอดพื้นเลื้อยใหญ่ระยะต่าง ๆ



Figure 1 Fumigant toxicity study jars: merchant grain beetles with ground cashew nuts as feed.

5. การทดสอบการไล่ของน้ำมันหอมระเหยชำแดงกับมอดพื้นเลื้อยใหญ่

การประเมินฤทธิ์ขับไล่ของน้ำมันหอมระเหยชำแดงกับมอดพื้นเลื้อยใหญ่โดยกำหนดลักษณะพื้นที่ในสภาพห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 70% ดัดแปลงตามวิธีการของ Lu *et al.* (2011) ทดสอบคุณสมบัติการไล่แบบมีทางเลือก 2 ทาง ด้วยวิธี impregnated filter paper test ใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ตัดครึ่งให้เหลือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 cm หยดน้ำมันหอมระเหยชำแดงที่ปริมาณความเข้มข้น 2.5, 5, 10, 20 และ 50% ที่เจือจางในเอทานอล 95% ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ตรงกลางกระดาษกรองครึ่งแผ่น และตรงกลางกระดาษกรองอีกครึ่งแผ่นที่เหลือหยดด้วยเอทานอล 95% จำนวน 0.5 มิลลิลิตร และใช้เป็นชุดควบคุม หลังจากผ่านไป 20 นาที นำแผ่นกระดาษกรองทั้งสองซีก (วางชิดกันโดยไม่ยึดติดกัน เพื่อป้องกันการแพร่ของสารทดลอง) วางไว้ในจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่ทาขอบด้วยโพลีเตตระฟลูออโรเอทิลีน (PTFE) เพื่อป้องกันแมลงหลบหนี จากนั้นปล่อยมอดพื้นเลื้อยใหญ่ระยะตัวเต็มวัย อย่างละ 30 ตัว (คละเพศ) ที่กึ่งกลางของกระดาษของกระดาษกรอง 2 ผืน ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยแต่ละระดับความเข้มข้น ทำซ้ำ 6 ครั้ง (Figure 2) และทำการบันทึกจำนวนแมลงที่อยู่ในพื้นที่ควบคุม (Nc) และพื้นที่ที่ได้รับน้ำมันหอมระเหยชำแดง (Nt) หลังการทดลองที่เวลา 30 นาที, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรหาเปอร์เซ็นต์การไล่ (% Repellent: % PR) และการแบ่งระดับการไล่ (McDonald *et al.*, 1970) class; โดยเปอร์เซ็นต์การไล่ที่ยอมรับได้ขั้นต่ำคือ class 3 (Class 0= $0 < 0.1\%$, Class 1= $0.1-20\%$, Class 2= $20.1-40\%$, Class 3= $40.1-60\%$, Class 4= $60.1-80\%$, Class 5= $80.1-100\%$)

$$\% \text{ PR} = \frac{N_c - N_t}{N_c + N_t} \times 100$$

บันทึกเปอร์เซ็นต์การไล่ของมอดพื้นเลื้อยใหญ่ในแต่ละระดับความเข้มข้น เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ตาย วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design โดยในแต่ละกรรมวิธีทำ 6 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การไล่ของมอดพื้นเลื้อยใหญ่ระยะตัวเต็มวัย



Figure 2 Repellent testing on merchant grain beetle using *A. galanga* oil by impregnated filter paper test for Petri dish choice bioassay

ผล

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากข่าแดง ที่ปลูกในพื้นที่อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่อายุ 9 เดือนขึ้นไป พบสารที่เป็นองค์ประกอบจำนวน 15 ชนิด โดยพบสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก 3 ชนิดได้แก่ 1,8-cineole (48.52%), chavicol acetate (8.96%) และ alpha-pinene (6.95%) (Table 1)

Table 1 Chemical composition of *Alpinia galanga* oil: different constituents' concentration

Number	Compounds	Area (%)
1	alpha-pinene	6.95
2	camphene	0.11
3	beta-pinene	2.99
4	beta-myrcene	0.67
<u>5</u>	<u>1,8-cineole</u>	<u>48.52</u>
6	gamma-terpinene	0.84
7	terpinene-4-ol	2.6
8	alpha-terpineole	1.95
9	chavicol	1.12
10	chavicol acetate	8.96
11	methyl eugenol	2.17
12	alpha-bergamotene	3.59
13	alpha-bisabololene	0.43
14	beta-bisabololene	4.41
15	gamma-bisabololene	2.14
	Total	87.45

2. การทดสอบการรมอดฟุ้งเลี้ยงใหญ่ด้วยสารน้ำมันหอมระเหยข่าแดง

ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยข่าแดงในระยะหนอนและตัวเต็มวัยของมอดฟุ้งเลี้ยงใหญ่ในขวดแก้วขนาด 240 มิลลิลิตร โดยมีการใช้น้ำมันหอมระเหย 1 มิลลิลิตรที่ 5 ระดับความเข้มข้น คือ 2.5, 5, 10, 20 และ 50% หยดลงในกระดาษกรองบรรจุอยู่ในขวดแก้วขนาด 240 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 154.9, 210.97, 421.94, 843.88 และ 1,687.73 ppm ตามลำดับ

ในชุดการรมที่ทดสอบกับมอดฟั่นเลื่อยใหญ่ระยะหนอนและระยะตัวเต็มวัย พบว่า น้ำมันหอมระเหยชำแดงที่ระดับความเข้มข้น 843.88 ppm เมื่อนำมารวมมอดฟั่นเลื่อยใหญ่ไม่มีผลทำให้หนอนตาย แต่เมื่อเพิ่มขึ้นเป็น 1,687.73 ppm เมื่อเริ่มปล่อยหนอนลงไปในขวดแก้ว แมลงอยู่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า ทำให้หนอนตาย 94.11% และเพิ่มอัตราการตายเป็น 98-99% ในวันที่ 1-6 หลังจากการรมและแมลงตายอย่างสมบูรณ์ในวันที่ 7 (Table 2) ในระยะตัวเต็มวัยมอดฟั่นเลื่อยใหญ่ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 843.88 ppm ทำให้มอดฟั่นเลื่อยใหญ่เริ่มพบการตายเล็กน้อย

Table 2 Fumigant activity of *Alpinia galanga* oil against *Oryzaephilus mercator* (Fauvel) in larvae and adults at day 7 after expose in jar tests.

Duration of exposure	Larvae				Adults			
	Concentration % (w/v)				Concentration % (w/v)			
	0 ppm	421.94 ppm	843.88 ppm	1,687.73 ppm	0 ppm	421.94 ppm	843.88 ppm	1,687.73 ppm
1 day	0 ^c	0 ^c	0 ^c	96.11 ^b	0 ^c	0 ^c	44.44 ^b	100 ^a
2 days	0 ^c	0 ^c	0 ^c	98.88 ^a	0 ^c	0 ^c	47.22 ^b	100 ^a
3 days	0 ^c	0 ^c	0 ^c	98.88 ^a	0 ^c	0.55 ^c	47.77 ^b	100 ^a
4 days	0 ^c	0 ^c	0 ^c	98.88 ^a	0 ^c	0.55 ^c	48.88 ^b	100 ^a
5 days	0 ^c	0 ^c	0 ^c	99.44 ^a	0 ^c	0.55 ^c	50 ^b	100 ^a
6 days	0 ^c	0 ^c	0 ^c	99.44 ^a	0 ^c	0.55 ^c	50 ^b	100 ^a
7 days	0 ^c	0 ^c	0 ^c	100 ^a	0 ^c	0.55 ^c	51.66 ^b	100 ^a

Mean values in the same column with the same letter are significantly ($p < 0.05$,*)

และการทดสอบการรมได้ทดสอบความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยชำแดงในระยะไข่และดักแด้ของมอดฟั่นเลื่อยใหญ่ โดยการทดสอบความเป็นพิษจากการรม จนครบ 7 วัน จากนั้นรอตรวนับแมลงที่สามารถเจริญจากไข่และดักแด้เป็นตัวเต็มวัย คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายหักลบจากจำนวนแมลงที่สามารถรอดมาเป็นตัวเต็มวัย พบว่า ในระยะไข่ที่ถูกรมด้วยน้ำมันหอมระเหย 50% มีการตายสูงที่สุด 79.44% ในขณะที่ระยะดักแด้ของมอดฟั่นเลื่อยมีการตายที่ 28.33%

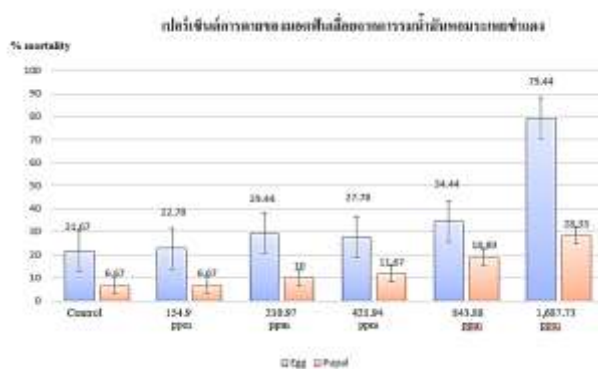


Figure 3 Mortality of *Oryzaephilus mercator* (Fauvel) in pupal stage after being fumigated with galangal essential oils for 7 days.

3. การทดสอบการไล่มอดฟั่นเลื่อยใหญ่น้ำมันหอมระเหยชำแดง

การทดสอบความสามารถในการไล่มอดฟั่นเลื่อยใหญ่ระยะตัวเต็มวัยด้วยน้ำมันหอมระเหยชำแดง วิธีการทดสอบแบบมีทางเลือกในงานแก้ว (Petri-dish choice bioassay) พบว่าเปอร์เซ็นต์การไล่ของมอดฟั่นเลื่อยใหญ่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ที่ระดับความเข้มข้น 10% มีเปอร์เซ็นต์การไล่สูงสุดเท่ากับ 83.89% อยู่ใน Repellent class ที่ 5 เป็นชั้นที่ยอมรับได้สูงสุด ในการเป็นสารไล่ของแมลง และที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 20% เปอร์เซ็นต์การไล่มอดพินเลื้อยใหญ่ 49.73 และ 56.00% ตามลำดับ อยู่ใน Repellent class ที่ 3 เป็นยอมรับได้ในระดับต่ำสุดของการเป็นสารไล่ของแมลง เปอร์เซ็นต์การไล่ของมอดพินเลื้อยใหญ่เพิ่มขึ้น เมื่อปัจจัยจากระยะเวลาการไล่และความเข้มข้นเพิ่มขึ้นสูงสุดถึงชั่วโมงที่ 4 จากนั้นเริ่มลดลง มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการไล่ โดยที่ความเข้มข้นน้ำมันหอมระเหย 10% เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ความเข้มข้น 5 % เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การไล่มอดพินเลื้อยใหญ่เท่ากับ 94.44 และ 57.78 % ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Repellent activity of the *Alpinia galanga* oil against *O. mercator* (Fauvel) adult using Petri-dish choice bioassay.

Duration of exposure (h.)	Concentration % (w/v) ^{1/}				Mean ^{2/}
	2.5	5	10	20	
0.50	67.78 ^{a-e}	78.89 ^{a-d}	78.89 ^{a-d}	48.89 ^{d-g}	68.61 ^{ABC}
1	60.00 ^{b-f}	78.89 ^{a-d}	85.56 ^{abc}	67.78 ^{a-e}	73.06 ^{AB}
2	63.33 ^{a-f}	86.67 ^{abc}	91.11 ^{ab}	50.00 ^{d-g}	72.78 ^{AB}
3	31.11 ^{f-i}	68.89 ^{a-e}	86.67 ^{abc}	40.00 ^{e-h}	56.67 ^{BC}
4	67.78 ^{a-e}	85.56 ^{abc}	88.89 ^{abc}	65.56 ^{a-e}	76.94 ^A
5	-1.11 ^u	57.78 ^{c-f}	94.44 ^a	72.22 ^{a-e}	55.83 ^C
6	19.44 ^{g-i}	47.26 ^{d-h}	84.44 ^{abc}	72.22 ^{a-e}	55.84 ^C
7	17.78 ^{g-j}	0.00 ^{ij}	80.00 ^{a-d}	41.11 ^{e-h}	34.72 ^D
12	-40.00 ^k	-2.22 ^j	80.00 ^{a-d}	56.67 ^{c-f}	23.61 ^D
24	14.44 ^{h-j}	-4.44 ^j	68.89 ^{a-e}	45.56 ^{e-h}	31.11 ^D
Mean ^{3/}	30.06 ^Z	49.73 ^Y	83.89 ^X	56.00 ^Y	
LSD _{0.05} Duration of exposure (h.)				*	
LSD _{0.05} Concentration % (w/v)				*	
LSD _{0.05} Duration of exposure (h.) x Concentration % (w/v)				*	

วิจารณ์ผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยชาแดง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยชาแดงพบสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1,8-cineole (48.52%), chavicol acetate (8.96%) และ alpha-pinene (6.95%) เปรียบเทียบการวิเคราะห์สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยจาก Raina *et al.* (2014) พบว่า *A. galanga* และ *A. officinarum* พบสาร 1,8-cineole เท่ากับ 63.4 และ 44.2% ตามลำดับ จัดว่าสาร 1,8-cineole เป็นสารหลักที่พบในชาแดง และสารประกอบใน *A. galanga* โดยเทคนิค GC-MS พบสารประกอบ 1,8-cineole ในชาสดและชาที่ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น อบแห้งลมร้อน, อบแห้งสุญญากาศ และการทำแห้งแบบเยือกแข็ง คือ 2,218±15, 2,661±45, 2,863±57 และ 3,058±46 mg/ml ตามลำดับ (Ge *et al.*, 2022) เมื่อวิเคราะห์สารประกอบ alpha-pinene ในน้ำมันหอมระเหยในชา *A. brevilabris*, *A. brevilabris* และ *A. elegans* โดยใช้คอลัมน์ต่างกันพบว่า มีสารเท่ากับ 5.9, 4.7 และ 10.5 % ตามลำดับ และคอลัมน์ HP-5MS มีสารเท่ากับ 8.5, 4.8 และ 9.7% ตามลำดับ (Houdkova *et al.*, 2018) จากรายงานข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ชนิดของคอลัมน์ สภาพแวดล้อมในการปลูกพืช อายุพืช รวมทั้งวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย ส่งผลต่อชนิดและปริมาณสารประกอบที่พบ คาดว่าสาร 1,8-cineole ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยชาแดงน่าจะมีประสิทธิภาพทำให้ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* (L.)) ตายมากถึง 75%

การทดสอบพิษสารของน้ำมันหอมระเหยชาแดงต่อมอดพื้นเลื้อยใหญ่

สารประกอบสำคัญที่ออกฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดมอดพื้นเลื้อยใหญ่คือ 1,8-cineole ซึ่งเป็นสารประกอบหลักในชาแดง โดยสาร 1,8-cineole จัดเป็นสารประกอบหลักที่พบในการสกัดชาแดงครั้งนี้ สาร 1,8-cineole เป็น monoterpene oxide ที่จัดอยู่ในกลุ่ม secondary metabolite ที่พบในพืช มีคุณสมบัติเป็นสารป้องกันแมลง มีฤทธิ์เป็นพิษจากการนำไปใช้รม (fumigation) การไล่ (repellent) และพิษทางสัมผัส สามารถฆ่าแมลงศัตรูโรงเก็บ 3 ชนิดได้แก่ ตัวงั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* F.) มอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* F.) และ ตัวงั่วขาว (*Sitophilus oryzae* L.) (Aggarwal et al., 2001)

ในการทดสอบครั้งนี้ น้ำมันหอมระเหยชาแดงที่ระดับความเข้มข้น 1,687.73 ppm มีผลทำให้มอดพื้นเลื้อยใหญ่ตัวเต็มวัยตายอย่างสมบูรณ์ ภายในวันแรก ส่วนระยะหย่อน เมื่อได้รับสารในอัตราเดียวกันทำให้เกิดการตายได้ 96.11% ซึ่งพบว่ายังคงมีแมลง รอดเหลืออยู่ อาจกล่าวได้ว่า ระยะหย่อนมีแนวโน้มต้านทานต่อสารจากน้ำมันหอมระเหยชาแดง โดยมอดพื้นเลื้อยใหญ่ทั้งระยะหย่อนและตัวเต็มวัยพบการตายจากการรอมอย่างสมบูรณ์ในช่วงระยะเวลา 7 วัน ส่วนการทดสอบกับแมลงระยะไข่ และดักแด้ ซึ่งประเมินผลการรอมว่า แมลงไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ พบการตาย 79.44% ในขณะที่ ระยะดักแด้มีการตาย 28.33 % ซึ่งความเป็นพิษเกิดจากการรอม Emekci et al. (2002) รายงานว่า ระยะตัวเต็มวัยของมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) จะเป็นระยะที่มีอัตราการหายใจสูงสุด ตัวอ่อนระยะแรก ตัวอ่อนระยะสุดท้าย ดักแด้ และไข่ ซึ่งในทำนองเดียวกันกับมอดพื้นเลื้อยใหญ่ อาจจะทำให้ระยะตัวเต็มวัยมีความไว (อ่อนแอ) กับการรอมมากกว่าแมลงในระยะอื่น แม้ว่าในดักแด้จะไม่แสดงอาการตายทันทีที่ได้รับสาร แต่มีการศึกษาการรอมด้วยสาร 1,8-cineole ในทั้งสองเพศของดักแด้ (*T. castaneum*) สามารถแบ่งผลกระทบต่อดักแด้ได้ 2 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ 1 คือเป็นอันตรายต่อระยะดักแด้ ทำให้การพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยหยุดลง และรูปแบบที่ 2 รบกวนการเจริญเติบโตของดักแด้ ทำให้ดักแด้ที่รอดชีวิตบางส่วนที่ได้รับการสารเมื่อพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยจะมีรูปร่างผิดปกติ และการสืบพันธุ์ที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับตัวเต็มวัยที่พัฒนาตามปกติ (Liška et al., 2011)

การทดสอบความสามารถในการเป็นสารไล่ของน้ำมันหอมระเหยชาแดงต่อมอดพื้นเลื้อยใหญ่

หากเปรียบเทียบในแต่ละความเข้มข้น โดยไม่คำนึงถึงระยะเวลาในการสัมผัส ในการทดสอบด้วยวิธี impregnated filter paper พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ระดับความเข้มข้น 10% ให้ผลการไล่สูงสุด แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น 20 และ 5% ตามลำดับ ($P < 0.05$) ช่วงเวลา 0.5 ชั่วโมง ถึงช่วง 2 ชั่วโมงหลังจากได้รับสาร มีผลการไล่สูงกว่า ในช่วงเวลา 3, 5, 6, 7, 12, และ 24 ชั่วโมง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ผลการไล่มีความแปรปรวน พบว่า ในชั่วโมงที่ 4 ระดับการไล่มีค่าร้อยละ 76.94% ในช่วงเริ่มต้นของการทดสอบ น้ำมันหอมระเหยชาแดงที่ระดับความเข้มข้น 2.5% มีผลในการไล่แมลง 67.78% ในช่วง 30 นาทีแรกของการทดสอบ ระดับการไล่แมลงในช่วงเวลาถัดมา จนถึง 24 ชั่วโมงไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสาร ในช่วงเวลาเริ่มต้นของการทดสอบที่ 30 นาทีแรก พบว่าเปอร์เซ็นต์การไล่ ไม่ได้เพิ่มขึ้น เริ่มต้นที่ 48.89% เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยเข้มข้น 20% ซึ่งผลในการไล่แมลง ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ 2.5 ถึง 20% ในน้ำมันหอมระเหยมีสารประกอบชนิด monoterpene สูง โดยเฉพาะสาร 1,8-cineole พบถึง 17.7 % จากผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมแสดงให้เห็นว่าแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การไล่ของน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 10 % สามารถไล่มอดพื้นเลื้อยใหญ่ได้ดีทุกช่วงระยะเวลาดังกล่าว ตั้งแต่ 0.50 – 24 ชั่วโมง จำนวนมอดพื้นเลื้อยใหญ่ที่ไล่ได้อยู่ในช่วง 25.33 – 29.17 ตัว จากทั้งหมด 30 ตัว และเปอร์เซ็นต์การไล่อยู่ในช่วง 68.89 – 94.44 % อยู่ใน Repellent class ที่ 4 - 5 เป็นขั้นที่ยอมรับได้สูงสุดในการเป็นสารไล่ของแมลง (Licciardello et al., 2013) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lü et al. (2012) ซึ่งได้ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยชาแดง ในการเป็นสารไล่มอดแป้ง พบว่าที่ความเข้มข้น 0.10 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การไล่สูงสุด 91 % และอยู่ใน Repellent class ที่ 5 ตัวเต็มวัย *Lasioderma serricorne* ที่ความเข้มข้นสารสกัดชา 0.20 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเปอร์เซ็นต์การขับไล่เฉลี่ยสูงถึง 91.3 % และอยู่ใน Repellent class ที่ 5 ในการทดสอบสารสกัดชา มีความสามารถไล่มอดได้ดีที่สุด แต่หลังจากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ 7 วัน พบว่า อัตราการไล่ลดลง เนื่องจากประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยลดลง (Leamsuwan et al., 2021)

สรุป

น้ำมันหอมระเหยชาแดงมีสารออกฤทธิ์สำคัญหลัก 3 ชนิด ได้แก่ 1,8-cineole, chavicol acetate และ alpha-pinene มีฤทธิ์ในการไล่มอดพื้นเลื้อยใหญ่ได้

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และวิสาหกิจชุมชนบ้านหาดไเก่ด้อย อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์ ให้ความอนุเคราะห์สถานที่การเก็บตัวอย่างแมลง

เอกสารอ้างอิง

- Aggarwal, K. K., A.K. Tripathi, V. Prajapati, and S. Kumar. 2001. Toxicity of 1,8-Cineole Towards Three Species of Stored Product Coleopterans. *International Journal of Tropical Insect Science* 21(2):155–160. DOI:10.1017/S1742758400020208.
- Barbosa, D. R. E. S., R. B. V. dos Santos, F. M. P. Santos, P. J. da Silva Junior, F. M. de Oliveira Neto, G. N. Silva and D. M. do Amaral Ferraz Navarro. 2022. Evaluation of *Cymbopogon flexuosus* and *Alpinia zerumbet* essential oils as biopesticides against *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(1): 125-136.
- Emekci, M., S. Navarro, E. Donahaye, M. Rindner and A. Azrieli. 2002. Respiration of *Tribolium castaneum* (Herbst) at reduced oxygen concentrations. *Journal of Stored Products Research*, 38(5): 413-425.
- Feng, Y. X., X. Zhang, Y. Wang, Z. Y. Chen, X. X. Lu, Y. S. Du and S. S. Du. 2021. The potential contribution of cymene isomers to insecticidal and repellent activities of the essential oil from *Alpinia zerumbet*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, Volume 157, Article 105138.
- Ge, X., Q. Liang, Y. Long, H. Shen, Q. Zhang, Z. Sun and W. Li. 2022. Assessment of fresh *Alpinia galanga* drying techniques for the chemical composition of essential oil and its antioxidant and biological activity. *Food Chemistry*, Volume 392, Article 133314.
- Houdkova, M., I. Dorskocil, K. Urbanova, E. K. C. B. Tulin, J. Rondevaldova, A. B. Tulin and L. Kokoska. 2018. Evaluation of antipneumonic effect of Philippine essential oils using broth microdilution volatilization method and their lung fibroblasts toxicity. *Natural Product Communications*, Volume 13(8): 1059-1066.
- Huang, Y., S. L. Lam and S. H. Ho. 2000. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) maton to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research*, 36(2): 107-117.
- Isman M, B. 2020. Bioinsecticides based on plant essential oils: a short overview. *Journal Zeitschrift für Naturforsch.* Volume 75(7-8): 179-182.
- Jeanmart, S., A. J. Edmunds, C. Lamberth and M. Pouliot. 2016. Synthetic approaches to the 2010–2014 new agrochemicals. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 24(3): 317-341.
- Keatmaneerat, S., Y. Chanbang, and J. Kulsarin. 2011. Biology of sawtoothed grain beetle (*Oryzaephilus surinamensis* L.) and its control efficacy using ozone in milled rice. *Journal of Agriculture* 27(2): 145-153. (in thai)
- Kumar, R. 2017. Insect pests of stored grain: biology, behavior, and management strategies. Apple Academic Press United States of America. 394 pp.
- Leamsuwan, I., N. Horats, S. Suttirat and T. Phupanich. 2021. Development of ant repellent product from herbs. Huachiew Chalermprakiet University. Samut Prakan, Thailand. 67p.
- Licciardello, F., G. Muratore, P. Suma, A. Russo and C. Nerin. 2013. Effectiveness of a novel insect-repellent food packaging incorporating essential oils against the red flour beetle (*Tribolium castaneum*). *Innovative food science & emerging technologies*, 19: 173-180.
- Liška, A., V. Rozman, I. Kalinović, A. Eđed, S. Mustač and B. Perhoč. 2011. Bioactivity of 1, 8-cineole against red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). *Poljoprivreda*, 17(1): 58-63
- Lü, J., X. Guo and L. Zhang. 2012. Bioactivity of two extracts from *Alpinia officinarum* rhizome against *Tribolium castaneum* (Herbst) adults. *African Journal of Biotechnology*, 11(16): 3788-3792.
- Lu, J., C. Wu and Y. Shi. 2011. Toxicity of essential oil from *Artemisia argyi* against *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) (Coleoptera: Silvanidae). *African Journal of Microbiology Research*, 5(18): 2816-2819.
- Pakawattana, C., V. Rachain, S. Siritham, T. Suratmanee, J. Apichaya and C. Yaowaluk. 2023. Cashew nut damage caused by merchant grain beetle (*Oryzaephilus mercator* (Fauvel)) infestation. *Khon Kaen Agriculture Journal* 51(6): 1071-1082.
- Raina, A. P., V S. Kerma and Z. Abraham. 2014. Volatile constituents of essential oils isolated from *Alpinia galanga* Willd.(L.) and *A. officinarum* Hance rhizomes from North East India. *Journal of Essential Oil Research*, 26(1): 24-28.
- Rees, D., 2004. Insects of Stored Products. CSIRO Publishing, Collinwood Australia. 181 pp.