

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองการควบคุมมอดข้าวเปลือก

Rhyzopertha dominica (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae)

Efficiency of Essential Oil from Marigold for Controlling *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae)

ณัฐพงศ์ เมธินรังสรรค์¹
Nathapong Matintarangson¹

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรือง ที่กลั่นด้วยความร้อนไอน้ำในการเป็นสารไล่ สารรม และสารสัมผัสตายต่อมอดข้าวเปลือก *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) อายุ 7 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการชีววิทยา ผลการทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีประสิทธิภาพเป็นสารไล่ สารรมและสัมผัสตายของมอดข้าวเปลือก สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบกับชุดควบคุมเอทานอล ที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดข้าวเปลือก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไล่ 92% และ 100% ในชั่วโมงที่ 12 และ 24 ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองที่ความเข้มข้นที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ยังส่งต่อการตายของมอดข้าวเปลือกในการทดลองทั้งวิธีการรมและการสัมผัส โดยมีค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 25.0 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ และ 38.45 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย ดาวเรือง มอดข้าวเปลือก *Rhyzopertha dominica*

Abstract

The efficiency of essential oil of marigold (*Tagetes erecta* L.) obtained by hot steam distillation method as repellent, fumigant and contact toxicant was tested on 7 days old of lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). The treatments at various concentrations of essential oils 0, 10, 20, 30, 40 and 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ were applied. The treatments were arranged in a completely randomized design (CRD). The experiment was conducted in biological laboratory. The result found that the essential oil from marigold as repellent, fumigant and contact toxicant on lesser grain borer was significantly effective high ($P<0.05$) when compared with the control (ethanol). At concentration of 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ of marigold essential oil was effective as repellent against lesser grain borer with percentage repellency of 92.0 and 100% at 12 and 24 hrs, respectively. Besides, at concentration of 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ of marigold essential oil was effective as fumigant toxicity and contact toxicity with median lethal concentration (LC_{50}) values of 25.0 and 38.45 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ after 24 hrs, respectively.

Keywords: essential oil, marigold, lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*

¹หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

คำนำ

แมลงศัตรูในโรงเก็บ (stored pest insects) เป็นแมลงศัตรูเมล็ดพันธุ์หลังโรงเก็บที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิตลดลง เนื่องจากแมลงศัตรูในโรงเก็บมีขนาดเล็ก วงจรชีวิตสั้น ขยายพันธุ์สูง ทำให้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาไม่นาน (Srivastava and Subramanian, 2016) โดยแมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถสร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตร ได้หลายรูปแบบ เช่น การกัดกินเมล็ด ทำให้เป็นรูพรุน กลวง เป็นขุยผง สร้างใยทำให้เมล็ดเกาะติดกันเป็นก้อนและการถ่ายมูล มีกลิ่นเหม็น ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต สูญเสียคุณภาพและน้ำหนักและคุณค่าทางโภชนาการ (Rees, 2007) แมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถเข้าทำลายผลผลิตเมล็ดพันธุ์ สร้างความเสียหายทั้งคุณภาพและปริมาณ ทำให้ผลผลิตลดลงถึง 50% (Stejskal *et al.*, (2014) และ Sori and Ayana, (2012)

มอดข้าวเปลือก (lesser grain borer) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) อยู่ในวงศ์ Bostrichidae อันดับ Coleoptera เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวเปลือกและข้าวสาร ตัวหนอนกัดกินอยู่ภายในเมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดข้าวมีลักษณะเป็นรูพรุน กลวง ส่วนตัวเต็มวัยแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอยหรือเป็นรู และขับถ่ายของเสียออกมาทำให้อาหารมีกลิ่นเหม็น สร้างความเสียหายให้กับเมล็ดข้าวทั้งคุณภาพและปริมาณ (กุสุมา และคณะ, 2548) ตัวเต็มวัยมีรูปร่างทรงกระบอกสีน้ำตาลเข้มปนแดง มีความยาว 2.5-3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวสั้นและรุ่มขนอยู่ใต้อก ปล้องแรก ตัวเมียวางไข่ได้ 300- 500 ฟอง โดยวางเป็นกลุ่มตามรอยแตกบนเมล็ด ไข่จะฟักเป็นตัวหนอน ซึ่งมีลักษณะสีขาวขุ่นจะเข้าดักแด้อยู่ในเมล็ด แล้วจึงเจาะเมล็ดออกมาเป็นตัวเต็มวัย ระยะหนอน 21-28 วัน ดักแด้ 6-8 วัน วงจรชีวิตใช้เวลา 1 เดือนขึ้นไป ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่นานมากกว่า 5 เดือน (Edde, 2012) จากการรายงานของ Nopsa *et al.* (2015) มอดข้าวเปลือกทั้งตัวเต็มวัยและระยะตัวหนอนสามารถเข้าทำลายเมล็ดข้าวสาลี ทำให้เมล็ดข้าวสาลีสูญเสียคุณภาพและปริมาณ ผลผลิตผลิตลดลงถึง 72%

ปัจจุบันนี้เกษตรกรและเจ้าของกิจการโรงสีมักป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บโดยวิธีการรมด้วยสารเคมี (fumigant) เช่น ฟอสฟีน เนื่องจากคุณสมบัติของสารรมฟุ้งกระจายและแทรกซึมผ่านเข้าไปยังกองเมล็ดพันธุ์ และมีประสิทธิภาพสามารถกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต (Liu and Liu, 2014) แต่การใช้สารรมในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ มักมีผลกระทบต่อสัตว์และสิ่งแวดล้อมและที่สำคัญเมื่อใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมีขึ้น (Pimentel, 2007) มีรายงานการสร้าง ความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน เช่น มอดข้าวเปลือก โดย Song *et al.* (2011) ทำการเก็บตัวอย่างมอดข้าวเปลือกจากหลายพื้นที่มาทดสอบความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน พบว่ามอดข้าวเปลือกสามารถสร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน ความเข้มข้น 0.017 ถึง 4.272 mg/L และค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) สูงกว่าชุดควบคุม Schlipalius *et al.* (2008) รายงานว่าความต้านทานต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนที่เกิดขึ้นมียีน (gene) ควบคุมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลานต่อไปได้

การใช้น้ำมันหอมระเหย (essential oils) จากพืชเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บเพราะมีความปลอดภัยกับมนุษย์ สัตว์ และไม่ตกค้างสิ่งแวดล้อม (Koul *et al.*, 2008) ดาวเรือง (marigold) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tagetes erecta* L. อยู่ในวงศ์ Asteraceae น้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองเป็นกลุ่มของสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) ระเหยง่าย มีความเป็นพิษสูงต่อแมลงที่เข้าทำลายเมล็ดธัญพืช แต่มีความเป็นพิษน้อยมากต่อสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นสารไล่ สารรมและสารสัมผัสตายต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บ (Karwani and Sisodia, 2015) สารประกอบทางเคมีของดาวเรืองสามารถนำมาใช้ประโยชน์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ใช้เป็นสารกำจัดแมลงกำจัดวัชพืชและยังเป็นแหล่งสำคัญของสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (Priyanka *et al.*, 2013) จากงานวิจัยของ Krishna *et al.* (2005) พบว่าสารสกัดจากดาวเรืองมีผลต่อการไล่ การรม การฆ่าและการยับยั้งการวางไข่ของแมลงศัตรูในโรงเก็บ นอกจากนี้จากรายงานการวิจัยของ Mmbone *et al.* (2014) พบว่าสารสกัดจากดาวเรืองมีฤทธิ์ไล่ไรแดงและเพลี้ยอ่อน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การไล่ (PR) เท่ากับ 55% ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงนำส่วนที่

เกลือใช้คือใบและลำต้นของดาวเรืองสกัดน้ำมันหอมระเหย เพื่อศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในการเป็นสารไล่ (repellent) สารรม (fumigant) และสารพิษสัมผัสตาย (contact toxicant) ต่อมอดข้าวเปลือกและประยุกต์ใช้ทดแทนสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลี้ยงและเพิ่มจำนวนมอดข้าวเปลือก

เก็บตัวอย่างมอดข้าวเปลือก จากโรงสีมาเลี้ยงขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนแมลงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ข้าวกล้องเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงแมลง โดยใส่ตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือก 300 ตัว ลงในขวดแก้วที่บรรจุข้าวกล้องปริมาณ 250 กรัม ทิ้งไว้ประมาณ 7-10 วัน นำตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือกออก มอดข้าวเปลือกวางไข่ ไข่ที่ถูกวางเจริญเติบโตพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยรุ่นที่ (F1) ใช้ตัวเต็มวัยอายุประมาณ 7 วัน เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การสกัดน้ำมันหอมระเหย

นำใบและลำต้นของดาวเรืองมาทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หั่นเป็นชิ้นเล็กประมาณ 1 - 1.5 เซนติเมตร ใช้วิธีกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) นำไปบดให้เป็นผงบรรจุในขวดกั้นกลผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 3 ส่วน และนำเข้าเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย (Clevenger-type apparatus) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เติมโซเดียมซัลเฟต (sodium sulphate) เพื่อกำจัดน้ำที่ปนเปื้อนออกจากน้ำมันหอมระเหย แยกชั้นของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้บรรจุในขวดแก้วที่ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อในการทดลองต่อไป

การทดสอบพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในการเป็นสารไล่มอดข้าวเปลือก

นำน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ทดสอบแบบมีทางเลือกในจานแก้ว (Petri-dish choice bioassay) ใช้วิธี impregnated filter paper test โดยตัดกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman เบอร์ 1) เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ซีกหนึ่งหยดน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในแต่ละความเข้มข้นจำนวน 1 มิลลิลิตร ส่วนอีกซีกหนึ่งหยดตัวทำละลายคือเอทานอลจำนวน 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้แห้ง นำ 2 ส่วนมาประกบเข้าด้วยกัน วางในจานแก้วเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร และนำตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือกอายุ 7 วัน ใส่ลงตรงกลางจานแก้ว แต่ละความเข้มข้นทำการทดลอง 5 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) นำจานแก้ววางในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้น 75-80 เปอร์เซ็นต์ นับจำนวนมอดข้าวเปลือกที่พบบนแต่ละซีกของกระดาษกรองเมื่อเวลาผ่านไป 12 และ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การไล่

Percentage repellency, PR (%) = $[(Nc - Nt)/(Nc + Nt)] \times 100$ โดย Nc = จำนวนของแมลงที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดเอทานอลซึ่งเป็นชุดควบคุม (control) Nt = จำนวนของแมลงที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดน้ำมันหอมระเหย

การทดสอบพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในการเป็นสารรมมอดข้าวเปลือก

หยดน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ลงบนกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร วางกระดาษกรองทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นใส่กระดาษกรองลงใต้ฝาขวดแก้วขนาดเล็ก (glass vial) ปลอ่ยตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือกจำนวน 10 ตัว แล้วปิดฝาขวดให้สนิท บันทึกอัตราการตายเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ) และใช้เอทานอลเป็นชุดควบคุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ ANOVA และ Duncan's multiple rang test

การทดสอบพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในการเป็นสารพิษสัมผัสตายมอดข้าวเปลือก

หยดน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ลงบนกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ผึ่งกระดาษกรองที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5 นาที จนกระดาษกรองแห้ง นำไปวางลงในจานแก้ว (Petri-dishes) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ใส่ข้าวกล้างลงไปในจานแก้วจำนวน 10 เมล็ด/ จ้า ปล่อยตัวเต็มวัยของมอดข้าวเปลือก จำนวน 10 ตัว ปิดฝา บันทึกอัตราการตายของแมลง เมื่อเวลาผ่านไป 24 และ 48 ชั่วโมง (ทำการทดลองความเข้มข้นละ 5 จ้า) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และใช้เอทานอลเป็นชุดควบคุม

วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ ANOVA และ Duncan's multiple range test และวิเคราะห์ค่า median lethal concentration (LC_{50}) โดยวิธี probit analysis (Finney, 1971) เปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) ดังสูตร อัตราการตายที่แท้จริง = $(A-B) \times 100 / (100-B)$ A = อัตราการตายของกลุ่มทดลอง B = อัตราการตายของกลุ่มควบคุม

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดสอบพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในการเป็นสารไล่มอดข้าวเปลือก

ผลการทดสอบความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ในการเป็นสารไล่มอดข้าวเปลือก พบว่าความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีผลต่อการไล่มอดข้าวเปลือกมีได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองสูงขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การไล่มอดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น ที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรือง ในช่วงเวลาที่ 12 มีผลต่อการไล่มอดข้าวเปลือกเฉลี่ย 9.60 ± 0.48 ตัว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไล่ 92% และในช่วงเวลาที่ 24 มีผลต่อการไล่มอดข้าวเปลือกสูงสุดเฉลี่ย 10.00 ± 0.00 ตัว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไล่ 100% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่มีผลต่อการไล่มอดข้าวเปลือก (Table 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Mishra and Tripathi (2011) น้ำมันหอมระเหยจากพืช *Schzygium aromaticum* มีฤทธิ์ในการไล่มอดแบ่งและด้วงงวงข้าว 90 และ 90% ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Padin *et al.* (2013) พบว่าคุณสมบัติของดาวเรืองสามารถเป็นสารไล่มอดแบ่งได้ โดยมีค่า Repellency เท่ากับ 0.04 นอกจากนี้ Aref and Valizadegan (2015) อธิบายว่ากลิ่นฉุนเหม็นของสารสกัดจากพืชมีผลต่อพฤติกรรมของแมลง โดยบริเวณส่วนหัว หนวด และระยางค์ปากจะมีเซลล์ประสาทรับสัมผัสทางเคมี (chemosensilla) ในการรับกลิ่น ถ้ากลิ่นเหม็นฉุนหรือไม่เหมาะสม ระบบประสาทส่วนกลางส่งการมายังเซลล์ประสาทรับสัมผัสทางเคมีให้หยุดการตอบสนองและถอยหนีออกไป โดยรัตนภรณ์และคณะ (2544) รายงานว่าสารประกอบที่ตรวจพบในต้น ใบและดอกของดาวเรืองที่สกัดด้วย methanol ส่วนใหญ่เป็นสารพวก isoprene unit (carbon 5 ตัว) เช่น limonene, ocimene, caryophyllene, farnesene และ neophytadiene ซึ่งกลุ่มสารดังกล่าวมีผลการไล่และการฆ่าแมลงศัตรูพืช

Table 1 Effect of essential oil form marigold as repellent on lesser grain borer after 12 and 24 h.

Concentration ($\mu\text{L/L}_{\text{air}}$)	Number insects and percentage repellency after exposure for			
	12 h	repellency (%)	24 h	repellency (%)
0	0.00 ± 0.00^a	0.0	0.00 ± 0.00^a	0.0
10	5.10 ± 0.74^b	2.0	5.80 ± 0.40^b	16.0
20	5.80 ± 0.40^b	16.0	7.60 ± 0.48^b	52.0
30	6.60 ± 0.48^b	32.0	8.80 ± 0.40^b	76.0
40	7.60 ± 0.48^b	52.0	9.60 ± 0.40^b	92.0
50	9.60 ± 0.48^b	92.0	10.00 ± 0.00^b	100.0

Mean values in the same column with the same letter do not differ significantly ($P < 0.05$ according to DMRT).

พิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในการเป็นสารรมและสารสัมผัสตายของมอดข้าวเปลือก

ผลการทดสอบความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ในการเป็นสารรมและสารสัมผัสตายของมอดข้าวเปลือก พบว่าความเข้มข้นของความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองสูงขึ้นไปจะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของมอดข้าวเปลือกสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในการเป็นสารรมที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีเปอร์เซ็นต์การตายของมอดข้าวเปลือกสูงสุด คิดเป็น 96.0% ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 25.0 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ที่ 24 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 34.0, 46.0, 66.0 และ 80.0% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่มีผลต่อการตายของมอดข้าวเปลือก (Table 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Jahanshir (2013) พบว่าสารรมจากน้ำมันหอมระเหยจากพืชมีพิษต่อมอดแป้ง *Tribolium castaneum* (Herbst) และ *Tribolium confusum* (Du Val.) โดยมีค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 2.32 and 2.94 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ตามลำดับ Radha and Susheela (2014) อธิบายว่าสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) กลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) จากดาวเรืองผ่านเข้าสู่ลำตัวแมลงโดยทางรูหายใจ ขั้วต่อลำคอ ขั้วขา ซึ่งมีผลต่อการหายใจระดับเซลล์ของแมลง โดยไปยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของโคเอนไซม์ NADH-co-enzyme ubiquinon reductase (complex I) และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (electron transport system) ในไมโทคอนเดรีย ซึ่งส่งผลทำให้แมลงขาดก๊าซออกซิเจนและตายในที่สุด ในความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีผลต่อการเป็นพิษสัมผัสตายของมอดข้าวเปลือก เมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองสูงขึ้นไปทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของมอดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น ที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีเปอร์เซ็นต์การตายของมอดข้าวเปลือกสูงสุด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การตาย 92.0% ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 38.45 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ที่ 24 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 10.0, 18.0, 36.0 และ 52.0% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่มีผลต่อการตายของมอดข้าวเปลือก (Table 2) จากการศึกษานี้ของ Nikkon *et al.* (2009) ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากดาวเรืองต่อมอดแป้ง พบว่าค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ในระยะหนอนวัย 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เท่ากับ 11.64, 14.23, 19.26, 29.02, 36.66 และ 59.51 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ในเวลา 72 ชั่วโมง ในขณะที่ตัวเต็มวัย 65.93 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ที่เวลา 72 ชั่วโมง นอกจากนี้ Santos *et al.* (2016) เปรียบเทียบประสิทธิภาพความเป็นพิษ (LC_{50}) ของดาวเรือง *T. erecta* L. กับ *T. patula* L. ต่อการตายของด้วงงวงข้าวโพด พบว่าทั้ง 2 ชนิด สามารถฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ โดยค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) มีค่าเท่ากับ 11.23 และ 11.43 (mg/mL) ตามลำดับ

Table 2 Effect of essential oil from marigold as fumigant and contact toxicant on lesser grain borer after 24 h.

Concentration ($\mu\text{L/L}_{\text{air}}$)	percentage mortality after exposure for 24 h	
	fumigant	contact toxicant
	(%) mortality	(%) mortality
0	0.0	0.0
10	34.0	10.0
20	46.0	18.0
30	66.0	36.0
40	80.0	52.0
50	96.0	72.0

สรุป

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองในการควบคุมมอดข้าวเปลือก พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ สารรมและสัมผัสตายต่อมอดข้าวเปลือกสูงสุด ที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ของน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถไล่มอดข้าวเปลือกได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองที่ความเข้มข้นที่ความเข้มข้น 50 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ ยังส่งต่อการตายของมอดข้าวเปลือกในการทดลองทั้งวิธีการรมและการสัมผัส โดยมีค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 25.0 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ และ 38.45 $\mu\text{L/L}_{\text{air}}$ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ สารรมและการสัมผัสตายต่อมอดข้าวเปลือก ซึ่งในงานวิจัยครั้งต่อไปจะทดสอบในพื้นที่จริง เช่น โรงสีข้าวและจะนำน้ำมันหอมระเหยจากดาวเรืองมาพัฒนาในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสภาพจริงต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรห้องปฏิบัติการชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กุสุมา นวลวัฒน์, พรทิพย์ วิสารทนนท์, บุษรา จันทรแก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และจิราภรณ์ ทองพันธ์. 2548. แมลงศัตรูข้าวเปลือกและการป้องกันกำจัด. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 160 หน้า.
- รัตนภรณ์ พรหมศรีธธา, มณฑนา มลิณี และอารมณีย์ แสงวนิชย์. 2544. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของดาวเรือง, น. 406-409. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39, กรุงเทพฯ.
- Abbott, W.S. 1925. Method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18(2) : 265-267.
- Aref, S.P. and O. Valizadegan, O. 2015. Fumigant toxicity and repellent effect of three Iranian *Eucalyptus* species against the lesser grain beetle, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col.: Bostrichidae). Journal of Entomology and Zoology Studies. 3(2): 198-202.
- Edde, P.A. 2012. A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. Journal of Stored Products Research 48(4): 1-18.
- Finney, D.J. 1971. Probit Analysis, 3rd ed. Cambridge University Press, London.

- Jahanshir, S. 2013. Fumigant toxicity of four plant essential oils against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *T. confusum* (Du Val.). Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 3(22): 3158-3162.
- Liu, S.S. and Liu, Y.B. 2014. Reducing injury of lettuce from phosphine fumigation. HortTechnology 24(2): 188-195.
- Karwani, G. and Sisodia, S.S. 2015. *Tagetes erecta* plant: Review with significant pharmacological activities. World Journal of Pharmaceutical Sciences 3(6): 1180-1183.
- Koul, O., Walia, S. and Dhaliwai, G.S. 2008. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. Biopesticides International 4(1): 63-84.
- Krishna, A., Prajapati, V., Bhasney, S. and Tripathi, A.K. 2005. Potential toxicity of new genotypes of *Tagetes* (Asteraceae) species against stored grain insect pests. International Journal of Tropical Insect Science 25(2): 122-128.
- Mishra, B.B. and Tripathi, S.P. 2011. Repellent activity of plant derived essential oils against *Sitophilousoryzae* (Linnaeus) and *Tribolium castaneum* (Herbst). Singapore Journal of Scientific Research 1: 173-178.
- Mmbone, S., Mulaa, M., Wanjala, F.M., Nyukuri, R.W. and Cheramgoi, E. 2014. Efficacy of *Tagetes minuta* and *Tephrosia vogelii* crude extracts on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae). African Journal of Food Science and Technology 5(8): 168-173.
- Nikkon, F., Habib, M.R., Karim, M.R., Zennat Ferdousi, Z., Rahman, M.M. and Haque, M.E. 2009. Insecticidal activity of flower of *Tagetes erecta* L. against *Tribolium castaneum* (Herbst). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 5(5): 748-753.
- Nopsa, J.F.H., Daglish, G.L., Hagstrum, D.W., Lealie, J.F., Phillips, T.W., Scoglio, C., Thomas-Sharma, S., Walter, G.H. and Garrett, K.A. 2015. Ecological networks in stored grain: key postharvest nodes for emerging pests, pathogens, and mycotoxins. BioScience 65(10): 985-1002.
- Padin, S.B., Fuse, C., Urrutia, M.I. and Dal Bello, G.M. 2013. Toxicity and repellency of nine medicinal plants against *Tribolium castaneum* in stored wheat. Bulletin of Insectology 66(1): 45-49.
- Pimentel, M.A.G., Faroni, L.R.D., Totola, M.R. and Guedes, R.N.C. 2007. Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. Pest Management Science 63(9): 876-881.
- Priyanka, D., Shalini, T. and Navneet, V.K. 2013. A brief study on marigold (*Tagetes* species): a review. International Research Journal of Pharmacy 4(1): 43-48.
- Radha, R. and Susheela, P. 2014. Efficacy of plant extracts on the toxicity, ovipositional deterrence and damage assessment of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Entomology and Zoology Studies 2(3): 16-20.
- Rees, D. 2007. Insects of Stored Grain : A Pocket Reference. 2nd ed. CSIRO Publishing, Melbourne. 77 p.
- Santos, P.C., Santos, V.H.M., Mecina, G.F., Andrade, A.R., Figueiredo, P.A., Moraes, V.M.O., Silva, L.P. and Silva, R.M.G. 2016. Insecticidal activity of *Tagetes* sp. on *Sitophilus zeamais* Mots. International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR) 2(4): 31-38.
- Schlupalius, D.I., Chen, W., Collins, P.J. Nguyen, T., Reilly, P.E.B. and Ebert, P.B. 2008. Gene interactions constrain the course of evolution of phosphine resistance in the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*. Heredity 100(5): 506-516.
- Song, X.H., Wang, P.P. and Zhang, H.Y. 2011. Phosphine resistance in *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) from different geographical populations in China. African Journal of Biotechnology 10(72): 16367-16373.
- Sori, W. and Ayana, A. 2012. Storage pests of maize and their status in Jimma Zone, Ethiopia. African Journal of Agricultural Research 7(28): 4056-4060.
- Srivastava, C. and Subramanian, S. 2016. Storage insect pests and their damage symptoms: an overview. Indian Entomology 78(special issue): 53-58.
- Stejskal, V., Aulicky, R. and Kucerova, Z. 2014. Pest control strategies and damage potential of seed-infesting pests in the czech stores – a review. Plant Protection Science 50(4): 165-173.