

ศักยภาพผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรบางชนิดป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว Potential of Some Herbal Plant Essential oils Against Cowpea Bruchids

บุญยาพร สระทองรอด¹, ฤชอุร วรณะ^{2*}

Bunyaporn Satongrod¹, Ruchuon Wanna^{2*}

Received: 20 December 2017; Accepted: 19 March 2018

บทคัดย่อ

การป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) โดยการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรบางชนิด เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีฆ่าแมลงสังเคราะห์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสภาพแวดล้อมได้ ผลจากการศึกษาคุณสมบัติความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรบางชนิด ได้แก่ สะระแหน่ญวน ชิง พาร์สลีย์ มะนาวอิตี ส้มแมนดาริน ส้มแขก เกรฟฟรุต มะตูมแขก สบู่ดำ ละหุ่ง พริกไทย กานพลู และดีป्ली พบว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ญวนมีคุณสมบัติความเป็นพิษต่อระยะไข่ ระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์มีคุณสมบัติการฆ่าตัวด้วงถั่วเขียวตัวเต็มวัยและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับสาร (Piperonyl butoxide) น้ำมันหอมระเหยมะนาวอิตี 931.5 ppm มะตูมแขก 1.0 mL/kg และดีป्ली 0.5 mL/kg มีคุณสมบัติการรมไล่ด้วงถั่วเขียวตัวเต็มวัยได้ดี สำหรับคุณสมบัติการยับยั้งการวางไข่และการออกเป็นตัวเต็มวัยนั้น น้ำมันหอมระเหยกานพลู 0.5 mL/kg น้ำมันหอมระเหยส้มแขก 1,343 ppm และน้ำมันหอมระเหยมะนาวอิตี 1,620 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการออกเป็นตัวเต็มวัยได้ดี (>70%) จะเห็นได้ว่า น้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรบางชนิดมีศักยภาพป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียวได้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย อีกทั้งยังมีราคาถูก

คำสำคัญ: พืชสมุนไพร ด้วงถั่วเขียว น้ำมันหอมระเหย

Abstract

Prevention of destruction from cowpea bruchids *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) by using essential oils of some Herbal plants is an interesting alternative to the use of synthetic insecticides harmful to consumers and the environment. This study concerns the toxicity properties of some Herbal plant's essential oils including *Mentha pulegium*, *Zingiber officinale*, *Petroselinum sativum*, *Citrus latifolia*, *C. reticulata*, *C. sinensis*, *C. paradise*, *Schinus terebinthifolius*, *Jatropha curcas*, *Ricinus communis*, *Piper aduncum*, *Syzygium aromaticum* and *P. hispidinervum*. *M. pulegium* essential oil had the property of fumigant toxicity on egg, larva and adult stages of cowpea bruchids. *P. sativum* had the property of fumigant killing on cowpea bruchid adults and was more effective when combined with PBO (piperonyl butoxide). *Citrus latifolia* 931.5 ppm, *S. terebinthifolius* 1.0 mL/kg, and *P. hispidinervum* 0.5 mL/kg had the properties of fumigant repellent as well. For properties of oviposition and emerging adult inhibitions, essential oils of *S. aromaticum* 0.5 mL/kg, *C. sinensis* 1,343 ppm and *C. latifolia* 1,620 ppm had highly effective inhibition of oviposition and adult emergence (> 70%). It can be seen that some Herbal plant essential oils, have the potential to prevent the destruction of cowpea bruchids, to replace the use of harmful chemicals and they are inexpensive.

Keywords: Herbal plants, cowpea bruchids, essential oils

¹ นิสิตระดับปริญญาโท, ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีมหาวิทาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Master Degree Student, ²Assistant Professor of Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, Thailand 44150

* Corresponding author: Ruchuon Wanna, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, Thailand 44150 E-mail: ruchuon.w@gmail.com, ruchuon.w@msu.ac.th

บทนำ

ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นจำนวนมาก เป็นที่ต้องการของตลาดภายในและต่างประเทศ เมล็ดของถั่วเขียวสามารถนำมาประกอบอาหารและแปรรูปได้หลายอย่าง ตลาดรับซื้อที่สำคัญของถั่วเขียวของไทยคือ ญี่ปุ่น มาเลเซีย ไต้หวัน¹ ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกถั่วเขียวถึง 855,304 ไร่ ได้ผลผลิตจำนวน 98,360 ตัน มีการใช้ประโยชน์ในประเทศ 102,000 ตัน ส่งออกจำนวน 15,754 ตัน และมีการนำเข้าจำนวน 23,753 ตัน² นอกจากนี้ถั่วเขียวยังเป็นพืชตระกูลถั่วที่เกษตรกรสามารถปลูกเพื่อเสริมรายได้ได้นอกจากการปลูกพืชหลัก เช่น ข้าวและข้าวโพดได้ง่าย เนื่องจากมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 65-70 วัน³ แต่การผลิตถั่วเขียวของเกษตรกรยังประสบปัญหาผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ และผลผลิตเสียหายหลังจากการเก็บเกี่ยวเนื่องจากการทำลายของตัวด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของถั่วเขียว ตัวด้วงถั่วเขียวมีวงจรชีวิตสั้น จึงสามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เมล็ดถั่วเขียวในขณะเก็บรักษาในโรงเก็บสูญเสียทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ก่อให้เกิดปัญหาการราคาของผลผลิตถั่วเขียวต่ำกว่าปกติเป็นอย่างมาก⁴

จากความเสียหายที่เกิดขึ้นจึงได้มีการหาวิธีป้องกันการเข้าทำลายของตัวด้วงถั่วเขียวอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ประเภทสารรม ได้แก่ เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) และฟอสฟีน (phosphine) ที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดตัวด้วงถั่วเขียวและใช้เวลาในการรมสั้น แต่เนื่องจากมีรายงานการทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ ซึ่งเป็นเหตุให้แสงอาทิตย์และแสงอุลตราไวโอเล็ตส่องผ่านมายังโลกได้โดยตรงมีผลทำให้โลกร้อนขึ้น⁵ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาวิธีการอื่นๆ มาทดแทนการใช้สารเคมีฆ่าแมลงสังเคราะห์ เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายต่อผู้บริโภคและสภาพแวดล้อม ปัจจุบันการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรในด้านการควบคุมแมลงศัตรูพืชเป็นที่นิยมกันมากขึ้น เนื่องจากมีราคาถูก หาได้ง่าย สะดวกต่อการใช้ และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีรายงานทั้งในและต่างประเทศว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรหลายชนิดสามารถใช้ได้ดีในการป้องกันการเข้าทำลายของตัวด้วงถั่วเขียวในโรงเก็บ ขณะเก็บรักษาผลิตผลเกษตรในโรงเก็บ เช่น ประสิทธิภาพการรมฆ่าและไล่ตัวด้วงถั่วเขียวของน้ำมันหอมระเหยมะตูมแขก *Schinus terebinthifolius*, พริกไทย *Piper aduncum*, กานพลู *Syzygium*

aromaticum, ดีปรี *Piper hispidinervum*, ตะไคร้ *Cymbopogon citratus*, อบเชยเทศ *Cinnamomum zeylanicum*, สบู่ดำ *Jatropha curcas* และ ละหุ่ง *Ricinus communis*⁶ เมล็ดผักชี *Coriandrum sativum* Linn., ใบมะกรูด *Citrus hystrix* DC., ใบสะระแหน่ *Mentha cordifolia* Opiz., ต้นคื่นฉ่าย *Apium graveolens* Linn. และใบกะเพรา *Ocimum sanctum* Linn.⁷ นอกจากนี้ยังมีรายงานความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัย ด้านประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่และการออกเป็นตัวเต็มวัยของตัวด้วงถั่วเขียวของน้ำมันหอมระเหยของยูคาลิปตัส *Eucalyptus citriodora* Hook. และ *E. staigeriana* F., ผักชีล้อม *Foeniculum vulgare* Mill. และตะไคร้หอม *Cymbopogon winterianus* Jowitt⁸ ผลการศึกษาดังกล่าวนี้สามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่ง ที่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีฆ่าแมลงสังเคราะห์ที่มีผลต่อผู้บริโภคและสภาพแวดล้อมได้ ดังนั้นจึงได้มีการรวบรวมเอกสารเพื่อให้ทราบถึงศักยภาพผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรบางชนิดที่สามารถใช้ป้องกันกำจัดตัวด้วงถั่วเขียวได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเป็นประโยชน์ต่อแนวทางในการควบคุมตัวด้วงถั่วเขียว

ตัวด้วงถั่วเขียว

ตัวด้วงถั่วเขียว มีชื่อสามัญว่า cowpea bruchids จัดอยู่ในวงศ์ Bruchidae และจัดอยู่ในอันดับ Coleoptera เป็นแมลงจำพวกตัวปีกแข็ง ตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาล ลำตัวขนาด 3-4.5 มิลลิเมตร ปีกสั้นไม่คลุมสุดลำตัว มีแถบหรือจุดสีน้ำตาลแก่บนปีกทั้งสองข้าง ปลายปีกมีสีดํา ลำตัวเรียวแคบไปทางส่วนหัว หัวเล็กและขมเข้าหาส่วนอก ตาประกอบใหญ่ หนวดเป็นแบบกึ่งฟันเลื่อย (sub serrate) ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่บนผิวเมล็ด 2-3 ฟองต่อเมล็ด โดยชอบวางไข่บนผิวเมล็ดถั่วที่มีความเรียบมากกว่าเมล็ดที่มีผิวขรุขระ⁹ ตลอดชีวิตวางไข่ได้ 40-100 ฟอง ไข่มีสีเหลือง ไข่มียางเหนียวเชื่อมติดกับพื้นผิววัตถุที่วางไข่ ตัวหนอนจะเจาะผิวเมล็ดลงไปอาศัยกัดกินในเมล็ด และจะเข้าดักแด้อยู่ภายในโพรงที่อาศัยจนเป็นตัวเต็มวัยแล้วจะเจาะผิวเมล็ดออกมา¹⁰ (Figure 1) ซึ่งถั่วจะถูกตัวด้วงถั่วเขียวเข้าทำลาย ตั้งแต่ยังเป็นฝักอยู่ในไร่ ซึ่งจะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ต่อไปในโรงเก็บ พืชอาหารของตัวด้วงถั่วเขียว คือ เมล็ดถั่วทุกชนิด โดยเฉพาะถั่วเขียวแตกวันถั่วเหลือง วงจรชีวิตของตัวด้วงถั่วเขียวจะมีระยะไข่ 5-7 วัน ระยะหนอนประมาณ 10-13 วัน มีการลอกคราบ 3 ครั้ง ระยะดักแด้ประมาณ 3-5 วัน ระยะตัวเต็มวัยประมาณ 6-8 วัน¹¹

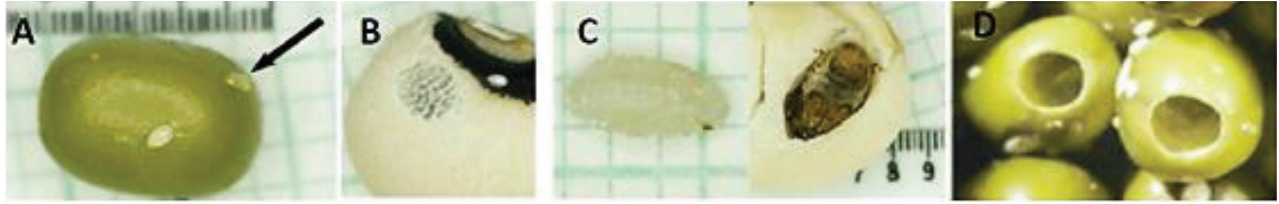


Figure 1 The life cycle of the cowpea bruchids. A) Adult females oviposit their eggs on the surface of the bean B) A window appears at the site of deposit C) Young (left) and older (right) pupa D) Adult emergence holes¹⁰

การป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว

การเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียวเป็นปัญหาที่สำคัญของการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวที่ทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณ การป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียวที่มักใช้เป็นสาร fumigant ส่วนใหญ่จะใช้กับโรงสีขนาดใหญ่หรือผู้ส่งออกเนื่องจากราคาค่อนข้างแพง วิธีการป้องกันกำจัดโดยใช้สารฆ่าแมลงนี้สามารถทำได้หลายลักษณะ เช่น การพ่นสารเคมีบนผนัง เพดาน พื้นของโรงเก็บและการคลุกสารฆ่าแมลงกับผลผลิต ทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้าง แมลงสร้างความต้านทานและเกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม¹² การป้องกันกำจัดด้วยสารรม phosphine¹³ และ methyl bromide เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศ (ozone depletion)⁵

จากความเสียหายที่เกิดขึ้นจึงได้มีการหลีกเลี่ยงการใช้สารฆ่าแมลง ในการป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว เช่น การใช้วิธีทำความสะอาด การคลุกเมล็ดด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษ การควบคุมปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การใช้ความร้อน ความเย็น การใช้รังสี การใช้สารขับไล่ และสารล่อแมลง การใช้กฎหมายควบคุม การควบคุมโดยชีววิธี การใช้พลังงานจากคลื่นเสียงและการใช้พืชสมุนไพรและสารจากธรรมชาติที่สลายตัวง่ายและปลอดภัยควบคุมแมลงศัตรูพืชมากขึ้น ในส่วนสารธรรมชาติจากพืชรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำมันหอมระเหย (essential oils) สารสกัดหยาบ (crude extracts) และผงบดละเอียด (powders) สามารถนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวได้ทั้งในรูปแบบคลุกเมล็ด หรือการใช้เป็นสารรม มีศักยภาพสูงที่จะพัฒนาให้ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และยังไม่มียารายงานเรื่องการสร้างความต้านทานของแมลง สารธรรมชาติจากพืชโดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหย มีผลต่อแมลงหลายลักษณะ เช่น มีฤทธิ์ฆ่าแมลง (insecticide) มีผลในการขับไล่ (repellent) มีผลในการดึงดูด (attractant) มีผลในการยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) และมีผลยับยั้งการเจริญเติบโต (insect growth regulator) เป็นต้น¹⁴

ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

พืชโดยทั่วไปจะสร้างสารประกอบเคมีอยู่ 2 ประเภท คือ สารประกอบปฐมภูมิ (primary metabolites) และ สารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolites) สารประกอบปฐมภูมิจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีวิตของพืช ได้แก่ แป้ง น้ำตาล เซลลูโลส กรดอะมิโน และโปรตีน ส่วนสารประกอบทุติยภูมินั้นไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชโดยตรงพืชแต่ละตระกูลหรือสายพันธุ์จะสร้างสารประกอบทุติยภูมิที่ต่างกัน โดยจะสะสมสารประกอบทุติยภูมิไว้ในส่วนต่างๆ ของพืช และออกฤทธิ์ในพืช พืชหลายชนิดสามารถสร้างสารประกอบทุติยภูมิเพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืช ซึ่งสารประกอบทุติยภูมินี้มีมากมายหลายชนิดและยากต่อการจำแนก เนื่องจากการสังเคราะห์เกิดขึ้นในพืช สารออกฤทธิ์สำคัญในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้แก่ น้ำมันหอมระเหย (essential oils), ซาโปนิน (saponin), แทนนิน (tannin), สารประกอบฟีนอล (phenol compounds), อัลคาลอยด์ (alkaloid), ไพรีทรินส์ (pyrethrins), กรดอินทรีย์ (organic acids), ไขมัน และสารอื่นๆ¹⁵ ในที่นี้จะกล่าวถึงน้ำมันหอมระเหยที่นำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในการเป็นสารฆ่าแมลงสำหรับป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว

น้ำมันหอมระเหย (essential oils) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชผลิตขึ้นตามธรรมชาติเก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ เช่น กลีบดอก ผิวของผล เกสร ราก เปลือกของลำต้น หรือยางที่ออกมาจากเปลือก มีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนและแตกต่างกัน น้ำมันมีลักษณะเป็นของเหลวไม่เหนียวเหนอะหนะเหมือนน้ำมันพืช มีกลิ่นหอมระเหยง่าย เมื่อได้รับความร้อนอนุภาคเล็กๆ ของน้ำมันหอมระเหยจะระเหยออกมาเป็นไอทำให้เราได้กลิ่นหอมซึ่งมีสาร Aromatic Substances ที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารหอม (Table 1)¹⁶ กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยในส่วนของดอกไม้มีบทบาทสำคัญในการช่วยดึงดูดแมลงมาผสมเกสร และปกป้องการรุกรานจากศัตรู¹⁷

พืชสมุนไพรหลายชนิดสามารถนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยได้โดยวิธีการกลั่น ซึ่งน้ำมันหอมระเหยมีกลิ่นหอมแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชสมุนไพร น้ำมันหอมระเหยมีสารสำคัญที่สกัดออกมาซึ่งใช้ประโยชน์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ รวม

ทั้งการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรในรูปแบบผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งมีคุณสมบัติในการปราบหรือควบคุมปริมาณการระบาดของแมลงศัตรูพืชโดยไม่มีพิษตกค้าง¹⁸ พืชหลายชนิดและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “insecticides of plant origin” หรือ “botanical insecticides” มีรายงานการทดสอบกับตัวงั่วเขียวถึงผลกระทบของน้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดต่อการตายของตัวเต็มวัย การวางไข่ การฟักออกของลูกหลาน (F1) และพฤติกรรมอื่น ๆ ของตัวงั่วเขียวโดยทางการสัมผัสหรือการรม น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วย monoterpenes, sesquiterpenes และสารประกอบ อะโรมาติกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ¹⁹ monoterpenoids บางชนิดมีผลต่ออัตราการตายในทุกๆระยะการพัฒนาและการวางไข่ของตัวงั่วเขียว²⁰ และ 1,8-cineole จาก *Alpinia calcarata* (Rosca.) (Zingiberaceae) ยังมีผลต่อการตายของตัวเต็มวัย การวางไข่ และการฟักออกของลูกหลาน (F1)²¹

Table 1 Display the main components of aromatic substances.¹⁶

Aromatic Substances	Essential oil / Fragrances
Anethole	Anise, Star Anise, Fennel
Anisaldehyde	Vanilla, Anise, Fennel
Benzaldehyde	Almond
Benzyl acetate	Jasmine, Gardenia, Ylang Ylang
Benzyl alcohol	Ylang Ylang, Jasmine, Tuberose, Wall Flower
Borneol	Rosemary, Lavender
Camphor	Camphor Tree
Carvone	Spearmint, Dill, Caraway Seed, Balsamite
Caryophyllene	Black pepper
Cineol (eucalyptol)	Eucalyptus, Majoram, Spike Lavender
Cinnaldehyde	Cinnamon Bark
Citral	Lemongrass, Lemon, Lime
Citronellal	Citronella, Bergamot (thai)
Citronellol	Geranium, Citronella, Rose
Eugenol	Clove, Cinnamon Leaf, Bay, Pimento
Geraniol	Palmarosa, Citronella, Geranium, Rose
Hexenol	Geranium, Thyme, Mulberry Leaf, Violet Leaf, Tea Leaf
Indole	Neroli, Jasmine
Isoeugenol	Clove, Ylang Ylang, Nutmeg
Limonene	Citrus spp.
Linalyl acetate	Bergamot, Neroli, Petigrain, Lavender
Linalool	Lavender, Bergamot, Coriander, Petigrain
Menthol	Peppermint, Mint, Spearmint
Methyl chavicol	Basil, Sweet basil
Methyl cinnamate	Galanga
Methyl eugenol	Galanga, Holy basil
Nerol	Rose, Neroli
Phenyl acetaldehyde	Rose, Narcissus, Neroli
Phenyl ethyl acetate	Rose, Geranium, Neroli
Phenyl ethyl alcohol	Rose, Geranium, Neroli
Sabinene	Black pepper, Bergamot
Santalool	Sandalwood
a	Plai, Tea tree
Thymol	Thyme

คุณสมบัติการเป็นสารฆ่าแมลง

น้ำมันหอมระเหยจากพืช เป็นสารประกอบ อะโรมาติกที่ให้รสหรือกลิ่น ที่มีความระเหยสูงและมีกลิ่นเฉพาะตัว ผลผลิตจากกระบวนการสันดาปที่ได้จากผลิตภัณฑ์ เรียกว่า “สารระเหยพืชชั้นทุติยภูมิ” ลักษณะกลิ่นหอมสามารถดึงดูดหรือไล่แมลง และถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในสารฆ่าแมลง เนื่องจากมีลักษณะทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพเฉพาะ ในทางชีวภาพมีลักษณะความเป็นพิษในการฆ่าไข่ ฆ่าตัวอ่อน ฆ่าตัวเต็มวัย และยังมีผลต่อการยับยั้งการวางไข่ กิจกรรมการกินและการไล่ รวมทั้งกระบวนการทางชีววิทยา เช่น อัตราการเจริญเติบโต อายุขัย และการสืบพันธุ์ ซึ่งหน้าที่และคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่าแมลง²²

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเป็นสารธรรมชาติที่พัฒนาขึ้นมาทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ในการเป็นสารฆ่าแมลง ซึ่งมีคุณสมบัติความเป็นพิษต่อตัวงั่วเขียวด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความเป็นพิษทางการรม

สารรมฆ่า (fumigants) เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชกระทำต่อเป้าหมายในสภาวะที่เป็นไอหรือก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำ²² เช่น เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) ที่มีสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ใช้กำจัดแมลงในสภาวะที่เป็นก๊าซหรือไอ การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรถึงความเข้มข้นของพืชเจียบพลันของน้ำมันหอมระเหยจากสาระแห่นกยูง *Mentha pulegium* และขิง *Zingiber officinale* ที่มีต่อระยะการเจริญเติบโตของตัวงั่วเขียวในสภาพห้องปฏิบัติการ (28±2 °C, 65±5% RH ในสภาพมืด)²³ โดยการทดสอบความเป็นพิษทางการรม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า LC₅₀ ของน้ำมันหอมระเหยขิงที่มีต่อระยะไข่ (อายุน้อยกว่า 24 ชั่วโมง) ระยะหนอน (อายุ 3 วันหลังจากฟัก) และระยะตัวเต็มวัย (อายุ 7-14 วัน) ของตัวงั่วเขียว มีค่าเท่ากับ 1.15, 2.33 และ 2.18 µL/mL air และน้ำมันหอมระเหยของสาระแห่นกยูง มีค่าเท่ากับ 0.07, 0.11 และ 0.09 µL/mL air ตามลำดับ ซึ่งค่า LC₉₀ ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มความเป็นพิษสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งน้ำมันหอมระเหยสาระแห่นกยูงมีฤทธิ์ฆ่าตัวงั่วเขียวในทุกๆระยะการเจริญเติบโตมากกว่าน้ำมันหอมระเหยขิง และระยะไข่เป็นระยะที่อ่อนแอต่อพิษของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะตัวเต็มวัยและระยะตัวอ่อน (Table 2) ซึ่งกลไกการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยยังไม่ได้รับการยืนยัน แต่การตายของแมลงอาจเกิดจากการหายใจไม่ออกและเกิดจากการยับยั้งของกระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthetic processes) ของการเผาผลาญของแมลง²⁴ จาก

รายงานของ Park et al.²⁵ กล่าวว่าองค์ประกอบบางอย่างของพืชหลายชนิด เช่น linalool, terpineol, carvacrol และ myrcene มีฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลงศัตรูพืชบางชนิด

นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาของ Massango et al.²⁶ ได้ศึกษาถึงความเป็นพิษทางการรณน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์ *Petroselinum sativum* และฟอสฟีน (phosphine) ที่มีต่อตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว (อายุ 1-3 วัน) ที่ 48 ชั่วโมง หลังการทดสอบ พบว่าน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์ มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ 8 ชนิด ได้แก่ α -Pinene (37.5%), β -Pinene (26.6%), Myristicin (16.6%), β -Phellandrene (9.1%), Terpinolene (3.5%), β -Myrcene (2.9%), Elemicin (2.4%) และ Sabinene (1.4%) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ว่า สารกลุ่ม Monoterpenes ได้แก่ α -Pinene, β -Pinene, Terpinolene, β -Myrcene, β -Phellandrene และ Sabinene²⁷ แสดงความเป็นพิษทางการรณชนิดรุนแรงกับแมลงชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแมลงศัตรูผลิตผลในโรงเก็บ^{28,29} และมีความเป็นพิษต่อการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียวเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟอสฟีน โดยน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์มีค่า LC₅₀ เท่ากับ 489.5 μ L/L air และฟอสฟีนมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 35.7 μ L/L air (Table 3) นอกจากนี้ยังมี

รายงานของ Dutra et al.³⁰ ถึงการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม *Citrus* spp. 4 ชนิด (มะนาวตาฮิติ *C. latifolia*, ส้มแมนดาริน *C. reticulata*, ส้มเซ้ง *C. sinensis* และเกรฟฟรุต *C. paradisi*) ควบคุมด้วงถั่วเขียวในถั่วพุ่ม *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ดำเนินการทดสอบความเป็นพิษทางการรณกับด้วงถั่วเขียวเพศเมียที่ 48 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม 4 ชนิดนี้ มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ α -Pinene, Sabinene, Myrcene, Limonene, β -(E)-Ocimene และ Linalool องค์ประกอบทางเคมีหลักที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยมะนาวตาฮิติ *C. latifolia* คือ Limonene (57.7%), γ -Terpinene (17.2%), β -Pinene (12.3%) และ α -Pinene (2.0%) ซึ่งพบองค์ประกอบทางเคมีหลักที่สำคัญ Limonene และ Myrcene ในน้ำมันหอมระเหยส้มเซ้ง *C. sinensis* (93.8%, 2.1%), ส้มแมนดาริน *C. reticulata* (94.2%, 1.6%) และเกรฟฟรุต *C. paradisi* (94.2%, 1.8%) ตามลำดับ พบค่า LC₅₀ ของน้ำมันหอมระเหยพืชตระกูลส้มทั้ง 4 ชนิด อยู่ระหว่าง 10.2-12.98 μ L/L air ซึ่งสามารถเรียงลำดับความเป็นพิษจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ *C. latifolia* > *C. paradisi* > *C. reticulata* > *C. sinensis* (Table 4)

Table 2 Toxicity of *Mentha pulegium* and *Zingiber officinale* essential oils to egg, larvae and adult of *Callosobruchus maculatus*.²³

Essential oils	Life stage	Slope \pm SE	LC ₅₀ (μ L/mL air) (95% FL)	LC ₉₀ (μ L/mL air) (95% FL)
<i>Z. officinale</i>	Egg	4.9 \pm 0.4	1.15 (0.59–1.40)	2.23 (1.79–2.63)
	Larvae	3.05 \pm 1.1	2.33 (1.95–2.69)	6.13 (3.80–106.37)
	Adult	5.8 \pm 0.7	2.18 (2.07–2.31)	3.71 (2.77–14.53)
<i>M. pulegium</i>	Egg	3.4 \pm 0.9	0.072 (0.05–0.08)	0.17 (0.13–0.33)
	Larvae	2.9 \pm 0.9	0.11 (0.09–0.17)	0.31 (0.19–2.44)
	Adult	3.9 \pm 0.5	0.09 (0.08–0.1)	0.19 (0.16–0.25)

Table 3 Toxicity of parsley essential oil against the cowpea bruchids, *Callosobruchus maculatus*.⁽²⁶⁾

Insecticides	Slope \pm SE	LC ₁₀ ^a (95% FL)	LC ₅₀ (95% FL)	LC ₉₅ (95% FL)	TR ^b
Parsley EO	4.5 \pm 0.73	399.3 (373.0-419.0)	489.5 (474.2-504.7)	635.8 (603.5-686.0)	-
Phosphine	14.4 \pm 1.78	18.6 (14.0-21.5)	35.7 (33.8-39.0)	68.5 (56.2-102.1)	13.6

^a Lethal concentration (in μ L/L air) ^b Toxicity ratio = (LC₅₀ to parsley oil) / (LC₅₀ to phosphine).

Table 4 Mortality of *Callosobruchus maculatus* adults after 48 h in fumigant test of cowpea bruchids treated with essential oils of *Citrus* spp.³⁰

Essential oils	Slope \pm SE	LC ₅₀ ^a (CI 95%)	TR ₅₀ ^b	LC ₉₅ (CI 95%)	TR ₉₀
<i>Citrus sinensis</i>	27.1 \pm 2.18	12.98 (12.82-13.14)	-	14.48 (14.24-14.79)	1.02
<i>Citrus reticulata</i>	18.98 \pm 1.28	12.68 (12.48-12.90)	1.02	14.82 (14.45-15.29)	1.00
<i>Citrus paradisi</i>	18.13 \pm 1.27	12.63 (12.39-12.87)	1.02	14.86 (14.47-15.35)	-
<i>Citrus latifolia</i>	8.49 \pm 0.86	10.02 (9.43-10.71)	1.29	14.18 (12.87-16.54)	1.04

^a Lethal concentration (in $\mu\text{L/L}$ air) ^b Toxicity ratio = (oil that exhibit the major LC) / (LC of other oil).

Massango et al.²⁶ ได้ศึกษาฤทธิ์การเป็นสารฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์ต่อด้วงถั่วเขียว และการวิเคราะห์การเพิ่มฤทธิ์ของสารประกอบ 3 ชนิด ได้แก่ triphenyl phosphate (TPP; esterase inhibitor), diethyl maleate (DEM; glutathione S-transferase inhibitor) และ piperonyl butoxide (PBO; inhibitor of cytochrome P450-dependent monooxygenases and esterases) ต่อประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์ โดยใช้อะซิโน 100% เป็นตัวทำลายสารเพิ่มฤทธิ์ ใช้สารละลายเสริมฤทธิ์ 20 mL เคลือบผิวด้านในหลอดทดสอบโดยทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง และทำให้แห้งโดยการหมุนหลอดทดสอบ จากนั้นปล่อยด้วงถั่วเขียวในหลอดทดสอบทิ้งไว้ให้สัมผัสกับสารเพิ่มฤทธิ์เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

ก่อนที่จะสัมผัสเมล็ดถั่วที่ได้รับน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์ที่ความเข้มข้น LC₁₀ บันทึกค่าอัตราการตายของด้วงถั่วเขียวหลังทดสอบที่ 48 ชั่วโมง พบว่าการใช้สารเพิ่มฤทธิ์ PBO, DEM และ TPP มีการเปลี่ยนแปลงการตายอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ LC₁₀ ของน้ำมันหอมระเหยพาร์สลีย์และฟอสฟีน (Figure 2) ขณะใช้สารเพิ่มฤทธิ์ PBO ก่อให้เกิดการตายสูงขึ้นโดยประมาณ 5 เท่า เมื่อเทียบกับไม่ใช้ สำหรับสารเพิ่มฤทธิ์ DEM ก่อให้เกิดการตายต่ำลงโดยประมาณ 3 เท่า (Figure 2A) อย่างไรก็ตาม ไม่พบว่าแตกต่างกันทางสถิติเมื่อใช้สารเพิ่มฤทธิ์ TPP (Figure 2A) ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกับในฟอสฟีนเมื่อใช้สารเพิ่มฤทธิ์ PBO แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการตายเมื่อใช้สารเพิ่มฤทธิ์ DEM และ TPP (Figure 2B)

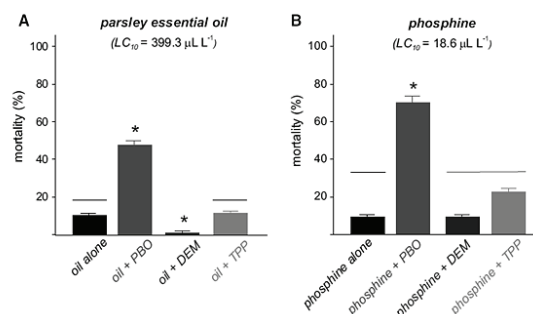


Figure 2 Comparative effects of the synergists piperonyl butoxide (PBO), diethyl maleate (DEM) and triphenyl phosphate (TPP) on the mortality of *C. maculatus* caused by parsley essential oil (A) and phosphine (B) at LC₁₀ (399 and 18.6 $\mu\text{L/L}$ air, respectively). *significant differences between synergized and unsynergized essential oils (paired *t* test; $P < 0.05$).²⁶

2. การไล่ด้วงถั่วเขียว

แมลงใช้ระบบรับรู้ความรู้สึกด้วยเซ็นเซอร์เคมี (chemosensory) สามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ เซ็นเซอร์เคมีรับรู้ด้วยกลิ่น (olfactory chemoreceptor) และเซ็นเซอร์เคมีรับรู้ด้วยรส (taste chemoreceptor) คุณสมบัติของสารไล่แมลงมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของแมลงผ่านการรับรู้ด้วยกลิ่น สารเคมีที่จัดว่าเป็นสารไล่แมลงส่วนมากเป็นสารในกลุ่ม terpenoids

ที่ระเหยได้ นอกจากจะเป็นสารไล่แมลงแล้วยังเป็นสารล่อแมลงได้ด้วย เช่น ผลัดภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ซึ่ง Oliveira et al.⁶ รายงานประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยของมะตูมแขก *Schinus terebinthifolius*, สนุ่นดำ *Jatropha curcas*, ละหุ่ง *Ricinus communis*, พริกไทย *Piper aduncum*, กานพลู *Syzygium aromaticum* และตีปี้ *Piper hispidinervum* ในการรมไล่ด้วงถั่วเขียวในถั่วพุ่ม (*Vigna*

unguiculata) หลังทดสอบการรมที่ 48 ชั่วโมง นับด้วงถั่วเขียวที่ถูกดึงดูด พบว่าเมล็ดถั่วเขียวที่ได้รับการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยดีปส์ *P. hispidinervum* และมะตูมแขก *S. terebinthifolius* ดึงดูดด้วงถั่วเขียวได้น้อยอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพในการไล่ด้วงถั่วเขียวเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้รับการทดสอบสาร (Figure 3) จากรายงาน Dutra et al.³⁰ การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม *Citrus* spp. 4 ชนิด (มะนาวตาฮิติ *C. latifolia*, ส้มแมนดาริน *C. reticulata*, ส้มเซ้ง *C. sinensis* และ เกรฟฟรุต์ *C. paradisi*) ควบคุมด้วงถั่วเขียวในถั่วพุ่ม *V. unguiculata* (L.) Walp. ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการรมกำจัดด้วงถั่วเขียวเพศ

เมีย (อายุ 0-24 ชั่วโมง) ที่ 48 ชั่วโมง นับด้วงถั่วเขียวที่ถูกดึงดูด ดัชนี repellency index (RI) คำนวณโดยใช้สูตร: $RI = 2G/(G+ P)$ ที่ G = เปอร์เซนต์ของด้วงถั่วเขียวที่ดึงดูดการทดสอบและ P = เปอร์เซนต์ของด้วงถั่วเขียวที่ดึงดูดให้เกิดในชุดควบคุม พบดัชนีการไล่ด้วงถั่วเขียวของน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม *Citrus* spp. ถูกจัดให้เป็นกลางในทุกความเข้มข้น (Table 5) เปอร์เซนต์ของแมลงที่ถูกดึงดูดในชุดควบคุมและน้ำมันหอมระเหยทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเข้มข้น 931.5 ppm ของน้ำมันหอมระเหย *C. latifolia* ที่ 931.5 ppm ของน้ำมันหอมระเหย *C. reticulata* ที่ 711 ppm และ 1,027 ppm ของน้ำมันหอมระเหย *C. sinensis*

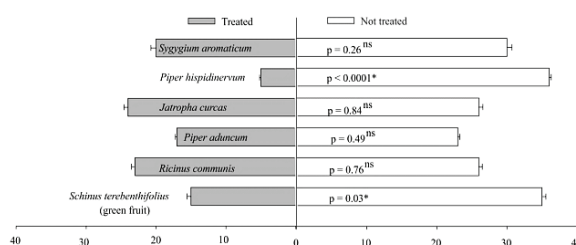


Figure 3 Number of *C. maculatus* adults attracted to cowpea (*Vigna unguiculata*) grains treated and not treated with essential oils. The fumigation chambers were kept at: 26.9±1.04 °C, 64.7±2.6 %RH, and 12 hour photoperiod. ^{ns}Non-significant. *Significant by the t-test, at 5% probability, when compared with the control.⁶

Table 5 Percentage of *Callosobruchus maculatus* adults in control and test chambers after 48 h in repellency tests of cowpeas treated with essential oils from *Citrus* spp.³⁰

Treatments	Concentrations (ppm)	% Adults attracted (±SE)		RI (M ± DP) ^b
		Control	Oil ^a	
<i>Citrus latifolia</i>	688.5	48 ± 8.27	52 ± 8.27	1.04 ± 0.52
	931.5	62 ± 5.73	38 ± 5.73*	0.76 ± 0.36
	1,620	57 ± 5.78	43 ± 5.78	0.86 ± 0.36
<i>Citrus reticulata</i>	607.5	43 ± 5.78	57 ± 5.78	1.14 ± 0.48
	931.5	35 ± 6.01	65 ± 6.01*	1.3 ± 0.38
	1,255.5	42 ± 6.96	58 ± 6.96	1.16 ± 0.44
<i>Citrus sinensis</i>	711	36 ± 6.00	64 ± 6.00*	1.28 ± 0.37
	1,027	39 ± 6.57	61 ± 6.57*	1.22 ± 0.41
	1,343	52 ± 4.67	48 ± 4.67	0.96 ± 0.29
<i>Citrus paradisi</i>	600	44 ± 6.36	56 ± 6.36	1.12 ± 0.40
	1,000	39 ± 7.11	61 ± 7.11	1.22 ± 0.53
	1,520	56 ± 6.86	44 ± 6.86	0.88 ± 0.43

^a *Significant by the t-test (P < 0.05).

^b RI (Repellence index) = 2G/G+P (G = % of insects attracted to the treatment; P = % of insects attracted to the control).

4. การยับยั้งการวางไข่และการออกเป็นตัวเต็มวัย

น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติช่วยในการลดการวางไข่ของแมลงศัตรูพืชเมี่ยงและสารที่ไปทำให้การเจริญเติบโตของแมลงผิดปกติ เช่น ลอกคราบไม่ได้ หรือตัวอ่อนไม่สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ จากรายงานของ Oliveira et al.⁶ ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยของมะตูมแขก *S. terebinthifolius*, สนุ่นดำ *J. curcas*, ละหุ่ง *R. communis*, พริกไทย *P. aduncum*, กานพลู *S. aromaticum* และตีปัส *P. hispidinervum* ในการยับยั้งการวางไข่และการออกเป็นตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวในถั่วพุ่ม (*V. unguiculata*) หลังทดสอบการรมที่ 48 ชั่วโมง ทำการแยกด้วงถั่วเขียวออกจากเมล็ดถั่วพุ่ม หลังจากนั้น 12 วัน นับจำนวนไข่และจำนวนการออกเป็นตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว พบว่าจำนวนไข่ของด้วงถั่วเขียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยของละหุ่ง *R. communis* และ

สนุ่นดำ *J. curcas* (Table 6) น้ำมันหอมระเหยของกานพลู *S. aromaticum* และพริกไทย *P. aduncum* สามารถลดการวางไข่ได้มาก นอกจากนี้ยังลดการออกเป็นตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว ถึงแม้ว่าน้ำมันหอมระเหยมะตูมแขก *S. terebinthifolius* จะลดการวางไข่ลงถึง 35.24% และยังลดการออกเป็นตัวเต็มวัยได้ถึง 60.85% (Table 7) Dutra et al.³⁰ รายงานการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม *Citrus* spp. 4 ชนิด (มะนาวตาฮิติ *C. latifolia*, ส้มแมนดาริน *C. reticulata*, ส้มเซ็ง *C. sinensis* และ เกรฟฟรุต *C. paradisi*) ควบคุมด้วงถั่วเขียวในถั่วพุ่ม *V. unguiculata* (L.) Walp. ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการรมกำจัดด้วงถั่วเขียวที่ 48 ชั่วโมง นับจำนวนไข่และตัวเต็มที่เกิดขึ้นหลังจากวันที่ 12 และ 32 วัน ตามลำดับ พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นสูงทำให้การวางไข่และการออกเป็นตัวเต็มวัยลดลง Table 8 และ Table 9

Table 6 Effect of essential oils on the oviposition of *Callosobruchus maculatus* on cowpea (*Vigna unguiculata*) grains treated and not treated with essential oils.⁶

Treatments	Concentrations (mL/kg)	Number of Eggs (\pm SE)		Reduction (%)
		Control ^a	Oil	
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1.0	23.60 \pm 3.90*	11.30 \pm 3.93	35.24
<i>Syzygium aromaticum</i>	0.5	120.60 \pm 13.75*	19.50 \pm 11.39	74.16
<i>Ricinus communis</i>	1.0	104.00 \pm 27.87	90.00 \pm 26.09	7.21
<i>Piper aduncum</i>	0.5	69.50 \pm 12.13*	14.20 \pm 7.07	66.06
<i>Jatropha curcas</i>	1.0	109.30 \pm 14.85	102.60 \pm 21.35	3.16
<i>Piper hispidinervum</i>	0.5	82.10 \pm 18.01*	31.40 \pm 13.16	44.67

^a*Significant by the t-test ($P < 0.05$), when compared with the control.

Table 7 Effect of essential oils on reducing adult emergence of *Callosobruchus maculatus* in cowpea (*Vigna unguiculata*) grains, treated and not treated with essential oils.⁶

Treatments	Concentrations (mL/kg)	Number of Emerged adults (\pm SE)		Reduction (%)
		Control ^a	Oil	
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1.0	18.90 \pm 4.33*	4.60 \pm 2.07	60.85
<i>Syzygium aromaticum</i>	0.5	111.60 \pm 14.60*	14.60 \pm 9.55	76.86
<i>Ricinus communis</i>	1.0	61.70 \pm 12.70	66.00 \pm 15.35	-3.67
<i>Piper aduncum</i>	0.5	55.90 \pm 11.32*	10.40 \pm 5.68	68.63
<i>Jatropha curcas</i>	1.0	84.40 \pm 12.46	63.00 \pm 15.41	14.52
<i>Piper hispidinervum</i>	0.5	61.00 \pm 11.88*	23.50 \pm 10.20	44.38

^a*Significant by the t-test ($P < 0.05$), when compared with the control.

Table 8 Number of eggs laid of *Callosobruchus maculatus* in control and test chambers after 48 h in repellency tests of cowpeas treated with essential oils from *Citrus* spp.³⁰

Treatments	Concentrations (ppm)	Number of Eggs (\pm SE)		Reduction (%) ^b
		Control	Oil ^a	
<i>Citrus latifolia</i>	688.5	207.33 \pm 37.37	93.5 \pm 18.40*	39.8
	931.5	174.33 \pm 22.22	95.0 \pm 16.25*	45.5
	1,620	141.5 \pm 40.5	59.0 \pm 9.0	69.2
<i>Citrus reticulata</i>	607.5	178.0 \pm 20.0	99.0 \pm 4.58*	44.3
	931.5	223.0 \pm 37.0	101.0 \pm 36.0	54.7
	1,255.5	212.5 \pm 22.5	87.5 \pm 13.5*	58.8
<i>Citrus sinensis</i>	711	139.5 \pm 2.5	98.0 \pm 26.0	29.7
	1,027	163.5 \pm 26.5	72.5 \pm 8.5	55.6
	1,343	242.33 \pm 15.45	68.66 \pm 17.70*	71.6
<i>Citrus paradisi</i>	600	129.0 \pm 13.0	87.0 \pm 12.0	32.5
	1,000	202.0 \pm 26.0	99.5 \pm 36.5	50.7
	1,520	172.5 \pm 18.5	58.0 \pm 26.0	66.3

^a*Significant by the t-test ($p < 0.05$).

^b PR = $[(NC-NT)/(NC) \times 100]$, where PR = percentage of oviposition reduction; NC = number of eggs in the control and NT = number of eggs in the treatment.

Table 9 Number of emerged adults of *Callosobruchus maculatus* in control and test chambers after 48 h in repellency tests of cowpeas treated with essential oils from *Citrus* spp.³⁰

Treatments	Concentrations (ppm)	Number of emerged adults (\pm SE)		Reduction (%) ^b
		Control	Oil ^a	
<i>Citrus latifolia</i>	688.5	123.67 \pm 53.79	75.5 \pm 21.89	18.5
	931.5	117.33 \pm 3.71	65.33 \pm 3.66*	44.3
	1,620	88.5 \pm 19.5	13.0 \pm 2.0	85.3
<i>Citrus reticulata</i>	607.5	119.0 \pm 14.18	76.66 \pm 6.93	35.5
	931.5	129.0 \pm 20.0	68.5 \pm 20.5	46.8
	1,255.5	172.5 \pm 22.5	61.5 \pm 25.5	64.3
<i>Citrus sinensis</i>	711	118.5 \pm 3.5	85.5 \pm 22.5	27.8
	1,027	132.5 \pm 22.5	65.0 \pm 8.0	50.9
	1,343	173.33 \pm 12.60	58.66 \pm 13.66*	66.1
<i>Citrus paradisi</i>	600	81.0 \pm 6.0	68.5 \pm 8.5	15.4
	1,000	136.5 \pm 38.5	68.5 \pm 30.5	49.8
	1,520	73.0 \pm 21.0	33.5 \pm 5.5	54.1

^a*Significant by the t-test ($p < 0.05$).

^b PR = $[(NC - NT)/(NC) \times 100]$, where PR = percentage of emergence reduction; NC = number of insects in the control and NT = number of insects in the treatment.

สรุป

น้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรบางชนิด มีศักยภาพป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียวที่แตกต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยของพืชแต่ละชนิดที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าแมลงมีความแตกต่างกัน อีกทั้งปริมาณความเข้มข้นน้ำมันหอมระเหย ระยะเวลา และสารเพิ่มฤทธิ์ ที่ใช้ก็มีผลต่อประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว โดยประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดจะสูงขึ้น เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นสูงขึ้น ใช้ระยะเวลาในการรมยาวนานขึ้น และเมื่อใส่สารเพิ่มฤทธิ์ PBO ร่วมด้วย นอกจากนี้ระยะการเจริญเติบโตและของด้วงถั่วเขียวก็นับเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดของน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกันด้วย ด้วงถั่วเขียวระยะไข่และระยะตัวเต็มวัยจะอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยมากกว่าระยะหนอน เนื่องจากระยะหนอนอาศัยอยู่ในเมล็ดถั่ว ผงเมล็ดสามารถป้องกันการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหย ทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียวระยะตัวหนอนต่ำ การนำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรบางชนิดมาใช้เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว สามารถนำมาใช้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีที่มีอันตรายต่อผู้บริโภค และสภาพแวดล้อมได้ อีกทั้งยังมีราคาถูกและสามารถหาได้ง่ายทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

1. อุดม โกสยสุก. การปลูกพืชไร่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท อักษรฯ พิมพ์น์ จำกัด; 2532.
2. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2558 เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 402. [Online]; 2558 [สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2560. จาก: http://www.oae.go.th/download/download_journal/2559/commodity58.pdf.]
3. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. การปลูกถั่วเขียว. เอกสารคำแนะนำการปลูกถั่วเขียว. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร; 2544.
4. มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์, ชุติมาศ บุญไทย อิวาย. การป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* F.) โดยใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2545; 33(พิเศษ6): 310-312.
5. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2555. เอกสารประกอบการฝึกอบรมองค์ความรู้ เรื่องหลักปฏิบัติที่ดีของการใช้สารรมฟอสฟีน 10 สิงหาคม 2555. 67 หน้า.
6. Oliveira JV. de, França SM. de, D Barbosa. R. e. S, Dutra K. d. A, Araujo A. M. N. de, Navarro DM.de. AF. Fumigation and repellency of essential oils against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in cowpea. Pesquisa Agropecuária Brasileira 2017; 52(1):10-17.
7. ฤชอร วรณะ, ทศพร โชติศรี. การใช้ น้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว. เกษตร 2560; 45(พิเศษ1): 1348-1354.
8. Gusmao N.M.S, Oliveira JV.de, Navarro DM. do AF, Dutra K A, Silva WA. da, Wanderley M. JA. Contact and fumigant toxicity and repellency of *Eucalyptus citriodora* Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Foeniculum vulgare* Mill. essential oils in the management of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae). Journal of Stored Products Research 2013; 54:41-47.
9. พรทิพย์ วิสารทานนท์, กุสุมา นวลวัฒน์, บุษรา จันท์ แก้วมณี ใจทิพย์, อุไรชื่น รังสิมา, เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เฟิงค์ม. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2548.
10. Beck C, Blumer L. A Handbook on Bean Beetles, *Callosobruchus maculatus*. [Online].; 2011 [Access November 25, 2017. Available from: <http://www.beanbeetles.org/handbook/handbook.pdf>>]
11. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ. ข้อมูลทั่วไปของด้วงถั่วเขียว. [Online]; 2550 [สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2560. จาก: <http://www.thaibiodiversity.org/Life/LifeDetail.aspx?LifeID=43468>]
12. สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. การจัดการศัตรูพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ริ้วเขียว; 2543.
13. Collin PJ, Daghli GJ, Bengston M, Lambkin TM, Pavic H. Genetics of resistance to phosphine in *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Economic Entomology. 2002; 95(4): 862-869.
14. สังวาล สมบูรณ์, สุภาณี พิมพ์สมาน, รัตนาภรณ์ พรหมศรทรา, วาสนา ไชยคำ, พรทิพย์ วิสารทานนท์. การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืช *Zingiberaceae* ในการควบคุมแมลงศัตรูหลังเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบทางเคมี. ภาค

- วิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2546.
15. สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สารฆ่าศัตรูพืชและธรรมชาติจากน้ำมันหอมระเหยของพืช. [Online]; 2553 [สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2560. จาก: <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR9.pdf>]
 16. สำนักการแพทย์ทางเลือก กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. ตำราวิชาการ สุนทรบำบัด. [Online]; 2550 [สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2560. จาก: <http://thaicamdb.info/Downloads/PDF/.pdf>]
 17. True Industry. น้ำมันหอมระเหยคืออะไร. [Online]; 2017 [สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2560. จาก: http://www.trueindustry.in.th/index.php?route=blog/post/view&blog_post_id=22]
 18. กรมส่งเสริมการเกษตร. 2545. คู่มือพืชสมุนไพรเครื่องเทศ ชุดที่ 1 การปลูกพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ. กรมส่งเสริมการเกษตร; 2545.
 19. Knaak N, Fiuza LM. Potential dos oleos essenciais de plantas no controle de insetos e microorganismos. Neotropical Biology and Conservation 2010; 5: 120-132.
 20. Mbata GN, Payton ME. Effect of monoterpenoids on oviposition and mortality of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) under hermetic conditions. Journal of Stored Products Research 2013; 53: 43-47.
 21. Abeywickrama K, Adhikari A.A.C.K, Paranagama P, Gamage C.S.P. The efficacy of essential oil of *Allpinia calcarata* (Rosc.) and its major constituent, 1,8-cineole, as protectants of cowpea against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Canadian Journal of Plant Science 2006; 86: 821-827.
 22. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติจากน้ำมันหอมระเหยของพืช. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. [Online]; 2553 [สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2560. จาก: <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR9.pdf>]
 23. Vojoudi S, esmaili M, farrokhi M, Saber M. Acute toxicity of kaolin and essential oils from *Mentha pulegium* and *Zingiber officinale* against different stages of *Callosobruchus maculatus* under laboratory conditions. Archives of Phytopathology and Plant Protection 2014; 47(3): 285-291.
 24. Don-Perdo KN. Mechanism of the action of the some vegetable oils against *Sitophilus zeamias* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) on wheat. Journal of Stored Products Research 1989; 25: 217-223.
 25. Park IK, Lee SG, Choi WS, Jeong CY, Song CH, Cho KY. Insecticidal and acaricidal activity of piperonaline and piperoceta-decalidine derived from dried fruits of *Piper longum* L. Crop Prot. 2002; 21: 249-251.
 26. Massango HGLL, Faroni LRA, Haddi K, Heleno FF, Jumbo LOV, Oliveira E. Toxicity and metabolic mechanisms underlying the insecticidal activity of parsley essential oil on bean weevil, *Callosobruchus maculatus*. Journal of Pest Science 2016; 90(2): 723-733.
 27. อรพิน เกิดชูชื่น. Plant Essential. [Online]; 2554 [สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2561. จาก: <http://www.crcd.kmutt.ac.th/Data%202011/News/Plant%20Essential%20Oil.pdf>]
 28. Bett PK, Deng AL, Ogendo JO, Kariuki ST, Kamatenesi-Mugisha M, Mihale JM. Chemical composition of *Cupressus lusitanica* and *Eucalyptus saligna* leaf essential oils and bioactivity against major insect pests of stored food grains. Ind. Crops Prod. 2016; 82: 51-62.
 29. Zhang Z, Yang T, Zhang Y, Wang L, Xie Y. Fumigant toxicity of monoterpenes against fruitfly, *Drosophila melanogaster*. Ind. Crops Prod. 2016; 81: 147-151.
 30. Dutra K de A, Oliveira JV de, Navarro DM de AF, Barbosa DR e S, Santos JPO. Control of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in *Vigna unguiculata* (L.) WALP. With essential oils from four *Citrus* spp. Plants. Journal of Stored Products Research 2016; 68: 25-32.