ผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่าและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักในห้องปฏิบัติการ

EFFECT OF MAROGOLD EXTRACT AS THE INSECTICIDAL AND GROWTH INHIBITION ON COMMON CUTWORM, *SPODOPTERA LITURA* (FABRICIUS) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN LABORATORY

ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์*
Nathapong Matintarangson*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บทคัดย่อ

ปัญหาในการปลูกคะน้าคือการติดต่อและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูคะน้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งหนอนกระทู้ผักเป็นหนึ่งในแมลงศัตรูหลักของคะน้าในประเทศไทย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็น สารฆ่าและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8.0% (w/v) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ผลการทดลองพบว่าผลสารสกัดดาวเรืองมีผลต่อการฆ่า และการยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดดาวเรืองสูงขึ้นจะมีผลทำให้อัตราการตายของหนอนกระทู้ผักวัย 3 สูงขึ้น ที่ความเข้มข้น 8% (w/v) มีอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 สูงสุด 100% ค่า LC_{50} มีค่าเท่ากับ 0.95 และ 0.38% (w/v) ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ที่ความเข้มข้น 0.25% (w/v) ของสารสกัดดาวเรือง ระยะดักแด้มีเปอร์เซ็นต์การตาย 32.0% ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเป็นระยะดักแด้และตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 7.40 $\pm$ 0.48 และ 8.20 $\pm$ 0.48 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุม

* ผู้ประสานงาน: ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์
อีเมล์: Entomology2552@gmail.com

เปรียบเทียบระยะดักแด้ไม่มีเปอร์เซ็นต์การตาย ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเป็นระยะดักแด้และตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 4.60 $\pm$ 0.48 และ 5.40 $\pm$ 0.48 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ดาวเรือง, สารฆ่า, การยับยั้งการเจริญเติบโต, หนอนกระทู้ผัก

ABSTRACT

One of the problems in kale cultivation is infestation where kale is destroyed by pests, especially, the common cutworm, Spodoptera litura (Fabricius), which is one of the major pests in kale production in Thailand. The objective of this research is to study the effect of marigold extract as the insecticidal and growth inhibition on the third instar of common cutworm. The various concentrations of marigold extract: 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 and 8% (w/v) were applied. The treatments were arranged in a completely randomized design (CRD) and replicated 5 times on 10 adults. The experiment was conducted at biology laboratory. The results found that the insecticide and growth inhibition of marigold extract on the third instar of common cutworm were significantly effective ($p<0.05$) when compared with the controlled. When the marigold extract was higher, the mortality of cowpea aphid was higher. At the concentration of 8% (w/v), the percent of mortality on the third instar of common cutworm was the highest value of 100% and LC 50 values with 0.95 and 0.38% (w/v) were at 24 and 48h, respectively. In the growth inhibition at the concentration of 0.25% (w/v), the percent mortality of pupae was 32.0% and the times of development of pupae and adult stages were 7.40 + 0.48 and 8.20 + 0.48 days, respectively. Whereas the percent mortality of pupae was 0.00% and the times of development of pupae and adult stages were 4.60 + 0.48 and 5.40 + 0.48 days in control, respectively.

KEYWORDS: Marigold, Insecticidal, Growth Inhibition, Common Cutworm

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำไร่ ทำนา ทำสวน ปลูกข้าวและเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะการปลูกผักและผลไม้ เกษตรกรมักจะปลูกเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนและส่งออกขายเพื่อนำรายได้เข้าสู่ครัวเรือน ผักและผลไม้มีคุณค่าทางอาหารได้ครบถ้วน เช่น เกลือแร่และวิตามินที่ช่วยทำให้ร่างกายแข็งแรง มีภูมิต้านทานต่อโรคภัยไข้เจ็บและสามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติ ประเทศไทยมีพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกผัก ได้แก่ กะหล่ำปลี คะน้า ผักกาดขาวปลี ผักกาดเขียวปลี กะหล่ำดอก บร็อคโคลี่ และผักกาดหัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคะน้า (Kale) เป็นผักที่นิยมปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนและเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศอย่างมหาศาล ตลาดส่งออกที่สำคัญของสินค้าผักและผลไม้ไทย ได้แก่ เวียดนาม จีน ญี่ปุ่น ฮ่องกง และอินโดนีเซีย โดยในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมียอดการส่งออกผัก ผลไม้ ทั้งรูปของสด แช่เย็น แช่แข็ง และแห้ง มีปริมาณทั้งหมด 308,272 ตัน คิดเป็นมูลค่า 307.96 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (พัชรินทร์ คูณเศรษฐ, 2560)

ปัจจุบันนี้เกษตรกรต้องเผชิญกับปัญหาปัจจัยทางกายภาพ (Physical Factor) เช่น สภาพภูมิอากาศ ความชื้น และปัจจัยทางชีวภาพ (Biological Factor) เช่น สัตว์ศัตรูพืช แมลงศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงศัตรูพืช (insect pests) ถือว่าเป็นปัญหาสำคัญในการเข้าทำลายผลผลิตทางการเกษตรให้ได้รับความเสียหายทั้งคุณภาพและปริมาณ (Oliveira et al., 2014) แมลงศัตรูผักคะน้าที่สำคัญคือหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) หนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*) ด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuata*) เพลี้ยอ่อน (*Myzus persicae*) เพลี้ยไฟ (*Stenochaetothrips biformis*) และแมลงวันหนอนชอนใบ (*Liriomyza brassicae*) โดยเฉพาะหนอนกระทู้ผักถือว่าเป็นแมลงศัตรูผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ระยะหนอนจะเริ่มทำลายผักตั้งแต่เริ่มฟักออกมาและทำลายรุนแรงขึ้นสามารถกัดกินใบ ก้าน ดอก หัวได้ทุกส่วน ทำความเสียหายให้กับผักคะน้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นหนอนที่มีขนาดใหญ่และแพร่ระบาดได้รวดเร็วตลอดทั้งปี (สมศักดิ์ สิริพลตั้งมั่น และคณะ, 2544)

การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผักเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีสังเคราะห์ (chemical synthetic insecticide) เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้ทุกระยะการเจริญเติบโต (Aktar et al., 2009) อย่างไรก็ตาม ผลกระทบของการใช้สารเคมีสังเคราะห์มีหลายประการ เช่น ผลกระทบต่อผู้ใช้ สารเคมี

ตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม สัตว์และสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ตาย ลดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (Isenring, 2010; Mitra et al., 2011; Nicolopoulou-Stamati et al., 2016) และที่สำคัญแมลงสามารถสร้างหรือพัฒนาความต้านทานสารเคมี (Sarwar & Salman, 2015) จากรายงานการวิจัยของ Abbas et al. (2014) พบว่าหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) แสดงความต้านทานต่อสารเคมีโปรฟีโนฟอส (profenofos) ถึง 52 เท่า ใน 14 ชั่วรุ่น Ffrench-Constant (2013) อธิบายว่าแมลงศัตรูพืชจะมียีน (gene) ที่แสดงออกในการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีและสามารถถ่ายทอดยีนสู่รุ่นลูกรุ่นหลานได้

การใช้สารสกัดจากพืช (plant extract) เป็นวิธีการหนึ่งในการควบคุมแมลงศัตรูพืช เนื่องจากสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) จากพืชมีความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม ไม่คงทนและสลายตัวง่าย จึงทำให้ไม่มีปัญหาในเรื่องการสะสมของสารพิษและไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม (Prakash et al., 2008; Dubey et al., 2010; Pino et al., 2013) จากรายงานการวิจัยของ Isman (2006) และ Mikami & Ventura (2008) พบว่าสารทุติยภูมิจากพืชมีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่า (Insecticidal) สารไล่ (Repellant) สารยับยั้งการกิน (Anti-Feedant) สารยับยั้งการวางไข่ (Oviposition Deterrent) และสารยับยั้งการเจริญเติบโต (Growth Inhibition) ของแมลงศัตรูพืช ในการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาผลของสารสกัดดาวเรืองโดยจะนำส่วนที่เหลือใช้คือส่วนใบและลำต้นมาสกัดในการเป็นสารฆ่าและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากในส่วนใบและลำต้นมีสารออกฤทธิ์ที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ และเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้และทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ในการกำจัดหนอนกระทู้ผักต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเลี้ยงและขยายพันธุ์หนอนกระทู้ผัก

นำหนอนกระทู้ผักจากแปลงผักเกษตรกร จ.ปทุมธานี มาเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนในห้องปฏิบัติการชีววิทยาที่อุณหภูมิห้อง 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ใบคะน้าเป็นอาหาร นำไข่ที่ได้ไปฟักโดยใส่ไว้ในกล่องพลาสติกใสขนาด 19 x 28 x 10 เซนติเมตร ให้ความชื้นสำหรับไข่โดยใช้สำลีชุบน้ำให้พอชุ่มใส่ไว้ในกล่องประมาณ 2-3 วัน ไข่จะเปลี่ยนจากสีขาวนวลเป็นสีน้ำตาลดำและฟักออกมา ย้ายหนอนวัยแรกใส่ในกล่องพลาสติกใสขนาดเท่าเดิมโดยมีใบคะน้าใส่ไว้ในกล่องเพื่อเป็น

อาหาร เปลี่ยนอาหารและกล่องเลี้ยงหนอนทุกวัน หลังจากหนอนเข้าดักแด้นำไปแยกเก็บไว้ในกล่องใหม่ซึ่งรองก้นด้วยกระดาษทิชชูที่พรมน้ำพอชื้น เมื่อดักแด้ออกเป็นตัวเต็มวัยปล่อยให้ผีเสื้อผสมพันธุ์กัน ใช้สำลีชุบน้ำหวานความเข้มข้น 10% สำหรับให้เป็นอาหาร ในการทดสอบใช้หนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ที่ได้จากการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 1 หนอนกระทู้ผัก

การเตรียมสารสกัดดาวเรือง

นำส่วนใบและลำต้นของดาวเรืองอเมริกัน (American marigolds) หลังจากการเก็บเกี่ยวดอกแล้วอายุประมาณ 60-65 วัน เก็บจากแปลงเกษตรกร ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี มาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นผึ่งให้แห้งในที่ร่ม นำส่วนใบและลำต้นของดาวเรืองมาหั่นให้ละเอียด นำไปสกัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Extractor) โดยใช้ 95% เอธานอล เป็นตัวทำละลายเนื่องจากมีคุณสมบัติในการดึงสารออกออกฤทธิ์ออกมาจากใบและลำต้นดาวเรืองได้ดี (Peris & Kiptoo, 2017) โดยนำส่วนใบและลำต้นของดาวเรืองบรรจุในท่อแก้วสำหรับบรรจุของแข็งที่ต้องการสกัด (thimble) โดยใช้ตัวอย่างละ 100 กรัมต่อเอธานอล 800 มิลลิลิตร (1:8 w/v) นำไปสกัดด้วยเครื่องสกัดสารแบบซอห์กเล็ท (soxhlet extraction) สกัดวันละ 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 นำไประเหยจะได้สารสกัดหยาบ (crude extract) นำไปเก็บโดยแช่แข็งเพื่อใช้ทดสอบขั้นต่อไป

รูปที่ 2 เครื่องซอล์กเล็ทและเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ

การทดสอบผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่าโดยการกิน (oral toxicity)

ทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดดาวเรืองโดยวิธีจุ่มใบพืช (leaf dipping method) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทำการทดสอบโดยวางใบคะน้าที่จุ่มสารสกัดดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 และ 8% (w/v) โดยใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลายนาน 30 วินาที ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม นำใบคะน้าใส่ลงในกล่องเลี้ยงแมลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร รองก้นกล่องด้วยกระดาษฟางชุบน้ำเพื่อให้ความชื้น ส่วนของฝากล่องเจาะรูและบุด้วยผ้าขาวบางเพื่อระบายอากาศ ปล่อยหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 จำนวน 10 ตัวต่อกล่อง ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ผักตายที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมงหลังการทดสอบ

การทดสอบผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibition)

ทำการทดสอบแบบเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าโดยการกิน โดยนำใบคะน้าที่ชุบด้วยสารสกัดดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้น 0.25% (w/v) ซึ่งเป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่ไม่มีผลต่อการตายของหนอนกระทู้ผักมาเลี้ยงตัวหนอนจนเข้าดักแด้และเจริญเป็นตัวเต็มวัย ความเข้มข้นละ 10 ตัว ทำการทดลอง 5 ซ้ำ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ผักที่รอดชีวิต เข้าสู่ดักแด้และเจริญเป็นตัวเต็มวัย

วิเคราะห์ข้อมูล

ประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าสามารถศึกษาได้โดยการนำข้อมูลที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) ดังสมการ

$$\text{อัตราการตายที่แท้จริง} = \frac{(A - B) \times 100}{(100 - B) \times A} \quad (1)$$

โดยที่ A = อัตราการตายของกลุ่มทดลอง

B = อัตราการตายของกลุ่มควบคุม

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองแต่ละการทดสอบมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น ($p<0.05$) และวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษ (Median Lethal Concentration; LC_{50}) โดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดสอบผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่าโดยการกิน

จากผลการทดสอบผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่าโดยการกินที่ความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8.0% (w/v) ในการเป็นสารฆ่าหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 พบว่าสารสกัดดาวเรืองมีผลต่อการฆ่าหนอนกระทู้ผักวัย 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดดาวเรืองสูงขึ้น มีผลทำให้อัตราการตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 สูงขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 8.0% (w/v) มีอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 สูงสุด 100% ค่า LC_{50} มีค่าเท่ากับ 0.95 และ 0.38% ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 และ 4.0% (w/v) ในชั่วโมงที่ 24 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เท่ากับ 12.0, 42.0, 52.0, 86.0 และ 94.0% ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 48 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เท่ากับ 34.0, 66.0, 86.0, 96.0 และ 100.0% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมแล้วพบว่าในสภาวะนี้ไม่มีอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 (ตารางที่ 1) รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา และคณะ (2544) รายงาน

ว่าสารประกอบที่ตรวจพบในต้น ใบและดอกของดาวเรืองที่สกัดโดยใช้เมธานอลเป็นตัวทำละลาย ทำให้ได้สารสกัดส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มไอโซพรีน (isoprene) เช่น ไลโมนีน (limonene), โอซิมีน (ocimene), แคริโอฟิลลีน (caryophyllene), ฟาร์เนซีน (farnesene) และ นีโอไฟตะไดอีน (neophytadiene) ซึ่งกลุ่มสารดังกล่าวมีผลการไล่และการฆ่าแมลงศัตรูพืช จากการวิจัยของ Sintim et al. (2009) อธิบายว่าสารพิษจากพืชจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอน เอสทรานสเฟอเรส (glutathione s-transferase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในการกำจัดสารพิษของแมลง Summarwar (2016) อธิบายว่าเมื่อหนอนกระทู้ผักได้รับสารพิษจากพืช สารพิษจะมีผลต่อการทำงานของระบบย่อยอาหารส่วนกลาง (midgut of digestive system) โดยจะทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อบุผิวของกระเพาะอาหารเซลล์เยื่อบุผิวมีรูปร่างผิดปกติ ซึ่งจะมีผลต่อการดูดซึมสารอาหาร ลำตัวมีสีคล้ำ เคลื่อนที่ช้าลง ส่งผลทำให้ตายในที่สุด

ตารางที่ 1 ผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่าหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (% w/v)	ผลการทดสอบที่เวลา 24 ชั่วโมง		ผลการทดสอบที่เวลา 48 ชั่วโมง	
	จำนวนหนอน (ตาย)	การตาย (%)	จำนวนหนอน (ตาย)	การตาย (%)
0	0.0 ± 0.00 c	0.0	0.0 ± 0.00 d	0.0
0.25	1.20 ± 0.48 c	12.0	3.40 ± 0.48 c	34.0
0.5	4.20 ± 0.48 b	42.0	6.60 ± 0.48 b	66.0
1.0	5.20 ± 0.48 b	52.0	8.60 ± 0.48 a	86.0
2.0	8.60 ± 0.48 a	86.0	9.60 ± 0.48 a	96.0
4.0	9.40 ± 0.48 a	94.0	10.00 ± 0.00 a	100.0
8.0	10.00 ± 0.00 a	100.0	10.00 ± 0.00 a	100.0

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test.

ผลการทดสอบผลของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต

จากผลการทดสอบผลของสารสกัดดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้น 0.25% (w/v) ในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 พบว่าสารสกัดดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตและระยะเวลาในการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยที่ระดับความเข้มข้น 0.25% (w/v) ของสารสกัดดาวเรืองมีผลทำให้หนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 มีอัตราการรอดชีวิตเพื่อเข้าดักแด้และเจริญออกเป็นตัวเต็มวัยน้อยลง โดยในระยะดักแด้มีเปอร์เซ็นต์การตาย 32.0% ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเป็นระยะดักแด้และตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 7.40 $\pm$ 0.48 และ 8.20 $\pm$ 0.48 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมเปรียบเทียบระยะดักแด้ไม่มีเปอร์เซ็นต์การตาย ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเป็นระยะดักแด้และตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 4.60 $\pm$ 0.48 และ 5.40 $\pm$ 0.48 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับรายงานวิจัยของจรงค์ศักดิ์ พุมนวน และ มณทินี ธีรารักษ์ (2555) พบว่าสารสกัดดาวเรืองมีประสิทธิภาพยับยั้งการเข้าดักแด้และตัวเต็มวัยของหนอนใยผักได้ 100% จากการวิจัยของ Javier et al. (2017) อธิบายว่าสารพิษจากพืชจะเข้าไปโดยการกินของหนอนซึ่งจะไปมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนเอกไดโซน (ecdysone) ในการลอกคราบของแมลง ทำให้แมลงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างในการเจริญเติบโตในระยะหนอนเข้าสู่ระยะดักแด้และระยะตัวเต็มวัย ส่งผลทำให้แมลงตายในที่สุด นอกจากนี้ Samia et al. (2016); Chauhan & Mishra (2016) อธิบายว่าสารพิษจากพืชยังส่งผลต่อการตายในระยะหนอน และระยะในเวลาการเจริญเติบโตของดักแด้และระยะตัวเต็มวัย ทำให้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตยาวนานขึ้น

ตารางที่ 2 ผลของสารสกัดจากดาวเรืองต่อการตาย ระยะเวลาการเจริญเติบโตของดักแด้และผีเสื้อหนอนกระทู้ผักที่ความเข้มข้น 0.25% (w/v)

ความเข้มข้น (% w/v)	การตายดักแด้ (%)		ระยะเวลาดักแด้ (วัน)	ระยะเวลาผีเสื้อ (วัน)
	ค่าเฉลี่ย	(%)	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
0.25	3.20 $\pm$ 0.48 a	32.0	7.40 $\pm$ 0.48 a	8.20 $\pm$ 0.48 a
ชุดควบคุม	0.00 $\pm$ 0.00 b	00.0	4.60 $\pm$ 0.48 b	5.40 $\pm$ 0.48 b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test.

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดจากบและลำต้นดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผักในด้านการเป็นสารฆ่าและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผัก เนื่องจากสารออกฤทธิ์ในดาวเรืองมีกลุ่มสารหลายชนิดที่มีคุณสมบัติในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก ซึ่งอาจจะมีผลในการฆ่าและยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักได้ การใช้สารสกัดจากใบและลำต้นดาวเรืองจะมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญเป็นการลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ลง ซึ่งในงานวิจัยครั้งต่อไปจะทดสอบในพื้นที่จริงในแปลงปลูกคะน้าของเกษตรกรและนำสารสกัดดาวเรืองมาพัฒนาในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมในรูปแบบสเปรย์ที่ใช้กับสภาพพื้นที่จริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และ มณทินี ธีรารักษ์. (2555). ประสิทธิภาพของสารสกัดจากดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ในการควบคุมหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.). *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 30*(2), 1-7.

พัชรินทร์ คูณเศรษฐ. (2560). *สินค้าผัก แช่เย็น แช่แข็งและแห้ง.* สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ.

รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, มัณฑนา มิลน์ และ อารมณ์ แสงวนิชย์. 2544. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของดาวเรือง, น. 406-409. ในรายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39, 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ สิริพลตั้งมั่น, อุราพร หนูนารถ, สมรวย รวมชัยอภิกุล และ ศรีจำนรรจ์ ศรีวันทรา. (2544). *แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

Abbas, N., Ullah, S., Shad, S. A., Razaq, M. Waheed, A., & Aslam, M. (2014). Resistance of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) to profenofos: Relative fitness and cross resistance. *Crop Protection, 58*, 49-54.

Abbott, W. S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide**.** *Journal of Economic Entomology, 18*, 265–267.

Aktar, M. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, *2*(1), 1–12.

Chauhan, D., & Mishra, V. K. (2016). Effect of medicinal plant extracts on growth and development of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius). *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 9*(3), 435-442.

Dubey, N. K., Shukla, R., Kumar, A., Singh, P., & Prakash, B. (2010). Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture. *Current science, 98*(4), 479-480.

Ffrench-Constant, R. H. (2013). The molecular genetics of insecticide resistance. *Genetics, 194*, 807–815.

Finney, D. J. (1971). *Probit Analysis.* 3rd ed. London: Cambridge University Press:

Isenring, R. (2010). Pesticides reduce biodiversity. *Pesticides News, 88,* 1-4.

Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review* of *Entomology, 26*(2), 81-94.

Javier, A. M. V., Ocampo, V. R., Ceballo, F. A., & Javier, P. A. (2017). Insecticidal activity of selected essential oil extracts against common cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Philippine Journal of Science, 146*(3), 247-256.

Mikami, A. Y., & Ventura, M. U. (2008). Repellent, antifeedant and insecticidal effects of neem oil on *Microtheca punctigera*. *Brazilian Archives of Biology and Technology, 51*(6), 1121-1126.

Mitra, A., Chatterjee, C., & Mandal, F. B. (2011). Synthetic chemical pesticides and their effects on birds. *Research Journal of Environmental Toxicology, 5*(2), 81-96.

Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health, 4*, 1-8.

Oliveira, C. M., Auad, A. M., Mendes, S. M., & Frizzas, M. R. (2014). Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. *Crop Protection, 56*, 50-54.

Peris, N. W. and Kiptoo, J. J. (2017). Potential of botanical extracts in the control of kale aphids (*Brevicoryne brassicaea*) and their effect on the parasitic wasp (*Aphidius ervi*). *Asian Research Journal of Agriculture, 4*(3), 1-6.

Prakash, A., Rao, J., & Nandagopal, V. (2008). Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. *Journal of* Biopesticides*, 1*(2), 154–169.

Pino, O., Sánchez, Y., & Rojas, M. M. (2013). Plant secondary metabolites as an alternative in pest management. I: Background, research approaches and trends. *La Revista de* Protección *Vegetal, 28*(2), 81-94.

Samia, P. R., De Oliveira, R. L., Moscardini. V. F., & Carvalho, G. A. (2016). Effects of aqueous extracts of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) on the growth and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology, 45*, 580–587.

Sarwar, M., & Salman, M. (2015). Insecticides resistance in insect pests or vectors and development of novel strategies to combat its evolution. *International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering, 1*(3), 344-351.

Sintim, H. O., Tashiro, T., & Motoyama, N. (2009). Response of the cutworm *Spodoptera litura* to sesame leaves or crude extracts in diet. *Journal of Insect Science, 9*, 1-13.

Summarwar, S. (2016). Toxicity of neem against different larval instars of *Spodoptera litura*. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 6*(1), 66-71.