อิทธิพลของสารสกัดดาวเรืองและการปลูกดาวเรืองแซมสลับถั่วเหลืองที่มีผลต่อประชากรเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองและแมลงศัตรูธรรมชาติ

Effect of Marigold Extract and Intercropping of Soybean With Marigold on Population of Soybean Aphid, *Aphis glycines* Matsumura and its Natural Enemies

ณฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์

Nathapong Matintarangson

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

E-mail: Entomology2552@gmail.com

Received: Mar 26, 2018

Revised: May 28, 2018

Accepted: Jul 07, 2018

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่าและสารไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองอายุ 4 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 และ 5% (w/v) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยาที่อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงทดลองทำการทดลองที่ จ.ปทุมธานี โดยศึกษาอิทธิพลของการปลูกดาวเรืองแซมสลับถั่วเหลืองที่มีผลต่อประชากรเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองและความหลากหลายของแมลงศัตรูธรรมชาติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (completely randomized block design; CRBD) ใช้แปลงทดลองทั้งหมด 12 แปลง ขนาด 7 x 5 เมตร ภายในแปลงระยะห่างระหว่างต้นและแถว 70 x 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแปลงทดลอง 1 เมตร โดยมี 4 ชุดการทดลองแต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ ปลูกถั่วเหลือง 1 แถว + ดาวเรือง 1 แถว, ปลูกถั่วเหลือง 2 แถว + ดาวเรือง 1 แถว, ปลูกถั่วเหลือง 3 แถว + ดาวเรือง 1 แถว และปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว เมื่อต้นถั่วเหลืองอายุ 15 วัน ทำการสุ่มและเก็บตัวอย่างเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองและแมลงศัตรูธรรมชาติในแต่ละแปลงทดลองทุกสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากดาวเรืองมีผลต่อการฆ่าและการไล่ของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ความระดับเข้มข้น 5% ของสารสกัดดาวเรืองมีผลต่อการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองสูงสุด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การตาย 100% ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 0.435% ในชั่วโมงที่ 48 และมีผลต่อการไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไล่ 100% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในแปลงทดลองพบว่าแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองระหว่างดาวเรือง (1:1) มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่1-6 ต่ำสุดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 30.33$\pm$1.24, 48.66$\pm$0.61, 68.33$\pm$1.69, 80.33$\pm$1.69, 116.66$\pm$1.24 และ 145.33$\pm$1.63 ตัว/ 5 ต้น ตามลำดับ และมีจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติสูงสุด ได้แก่ มดดำ ด้วงเต่า แมลงปอและแมงมุม ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรืองเท่ากับ 1.89

คำสำคัญ: ดาวเรือง การปลูกแซมสลับ ถั่วเหลือง เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง แมลงศัตรูธรรมชาติ

Abstract

The study of efficiency of marigold extract, *Tagetes erecta* (L.) as Insecticidal and repellency was tested on 4 days of soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura and the concentrations of marigold extract were 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 and 5% (w/v). The treatments were a completely randomized design (CRD) and replicated 5 times on 10 adults and experiment was conducted at laboratory biology at temperature (25-27°C) and RH (75-80%). The field experiment was studied to assess the effects of marigold and soybean intercropping on a population of soybean aphids, a number of natural enemies and insect bio-diversity at Pathum Thani province. The experiment design was a randomized complete block design (RCBD) with four treatments each of which was replicated three times which each of the 12 plots were measured 7 m x 5 m were used the experiment. The distance between inter and intra row spacing for all treatments were 70 x 50 cm with 1 m spacing between plots. The intercropping treatments were: sole soybean (T_1), 1 row of soybean with 1 row of marigold (T_2), 2 rows of soybean with 1 row of marigold (T_3) and 3 rows of soybean with 1 row of marigold (T_4). When soybean grows about 15 days old to sampling of soybean aphids and natural enemies. The results found that the insecticidal and repellent of marigold extract

on soybean aphid were significantly effective (p<0.05) when compared with the control. At 5% of marigold extract, the percent mortality was the highest 100% and LC_{50} value with 0.435% at 48 hours and the percent repellent was the highest 100% at 24 hours. The intercropping soybean with marigold had lowest significant (p<0.05) effect on a population of soybean aphids, a number of natural enemies and insect bio-diversity when compared with the sole soybean. The 1 row soybean + 1 row marigold were the lowest a population of soybean aphid from week1 to week6 when compared intercropping others value with 30.33±1.24, 48.66±0.61, 68.33±1.69, 80.33±1.69, 116.66±1.24 and 145.33±1.63 adults/ 5 soybeans. The natural enemies were the highest, the black ants (47.66±1.24), ladybird beetles (36.66±1.24), dragonflies (18.33±0.47) and spiders (18.33±0.47) respectively, and the insect bio-diversity was 1.89 when compared with the sole soybean.

Keywords: marigold, intercropping, soybean, soybean aphid, natural enemies

บทนำ

ถั่วเหลือง (soybean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merr. วงศ์ Fabaceae เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย เพราะเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารมีโปรตีนสูงประมาณ 35-46 % อีกทั้งยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมหลายประเภท ถั่วเหลืองสามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงจนถึงปานกลาง มีการระบายน้ำดีและมีความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 5.5-7 ถั่วเหลืองมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 3-4 เดือน ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ประมาณ 250 กิโลกรัม สามารถปลูกได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน เป็นพืชเสริมรายได้แก่เกษตรกร นอกเหนือจากการปลูกพืชหลักและยังเป็นพืชหมุนเวียนบำรุงดินอีกด้วย [1]

อย่างไรก็ตามปัญหาการเพาะปลูกถั่วเหลืองยังประสบปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาสภาวะแวดล้อมและสภาวะบรรยากาศที่เปลี่ยนไปส่งผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง นอกจากนี้ยังมีปัญหาของการทำลายของโรคและแมลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (soybean aphid) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aphis glycines* Matsumura วงศ์ Aphididae อันดับ Homoptera เป็นแมลงศัตรูปากดูดที่สำคัญของถั่วเหลือง ทำความเสียหายให้กับพืชโดยเพลี้ยอ่อนทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงตามใบ ยอดอ่อนและดอกทำให้หงิกงอ หากมีการระบาดรุนแรง จะทำให้เหี่ยวและอ่อนแอ ไม่ออกดอกมูลของเพลี้ยอ่อนเป็นอาหารของราดำ (sooty mold) เจริญเติบโตปกคลุมตามส่วนต่าง ๆ ของพืช นอกจากนี้ยังเป็นพาหะของโรควิสาหลายชนิดกับถั่วเหลืองเช่น โรคใบด่างขีด (peanut strips virus) [2]

การป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชในปัจจุบันพบว่ามีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวางเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดศัตรูพืช แต่การสารเคมีส่วนใหญ่มีพิษตกค้างในผลผลิต ซึ่งเป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค รวมถึงสภาพแวดล้อมและที่สำคัญเป็นสาเหตุให้แมลงศัตรูพืชปรับตัวและสร้างความต้านทานต่อสารเคมีมากขึ้น นอกจากนี้ยังส่งกระทบต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ในระบบนิเวศ[3], [4] มีรายงานวิจัยที่แมลงศัตรูพืชแสดงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง โดยจะมียีนที่แสดงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงและถูกถ่ายทอดพันธุกรรมสู่รุ่นลูกหลาน มีผลทำให้แมลงไม่ตายต้องเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม[5], [6]

การป้องกันกำจัดโดยวิธีการเขตกรรม (cultural control) เช่น การปลูกพืชสลับ การปลูกพืชหมุนเวียน โดยเฉพาะการปลูกพืชแซมเป็นระบบการปลูกพืชที่ใช้กันมานานในอดีตเป็นการป้องกันและลดการทำลายของแมลงศัตรูพืชลงโดยอาศัยคุณลักษณะของพืชที่ปลูกแซมทั้งทางด้านกายภาพและเคมี และที่สำคัญเป็นการเพิ่มความหลากหลายของศัตรูธรรมชาติในระบบนิเวศ [7] ดาวเรือง (Marigold) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tagetes erecta* L. อยู่ในวงศ์ Asteraceae เป็นพืชล้มลุกที่ปลูกทั่วไป จากการศึกษาของ Promsattha และคณะ (2000) [8] ได้รายงานว่าสารประกอบที่ตรวจพบในต้น ใบ และดอกของดาวเรืองที่สกัดด้วย methanol ส่วนใหญ่เป็นสารพวก isoprene unit (carbon 5 ตัว) เช่น limonene, ocimene, caryophyllene, farnesene และ neophytadiene ซึ่งกลุ่มสารดังกล่าวมีผลการไล่แมลงศัตรูพืช ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่า (insecticidal) และสารไล่ (repellent) เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองในห้องปฏิบัติการ และศึกษาอิทธิพลของการปลูกดาวเรืองปลูกแซมสลับกับต้นถั่วเหลืองจะเป็นการลดการทำลายของประชากรเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองลง เนื่องจากกลิ่นของต้นดาวเรืองอาจจะมีองค์ประกอบเป็นสารไล่ซึ่งทำให้เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองไม่ชอบและไม่เข้ามาทำลาย ทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าและการเป็นสารไล่ของสารสกัดจากดาวเรือง (ส่วนใบและลำต้น) ในห้องปฏิบัติการ และศึกษาอิทธิพลของการปลูกแซมสลับระหว่างดาวเรืองกับถั่วเหลืองในแปลงทดลอง เพื่อเป็นการควบคุมและลดปริมาณประชากรของเพลี้ยอ่อนลง นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายของแมลงศัตรูธรรมชาติเพื่อให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การทดลองในห้องปฏิบัติการ (laboratory experiment)

1.1 การเลี้ยงและเพิ่มปริมาณเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง

ปลูกถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองในกระถาง สังเกตเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและมีเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองตามธรรมชาติลงทำลาย หลังจากนั้นควบคุมดูแลและปลูกต้นถั่วเหลืองเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นอาหารให้เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองต่อไปเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันเมื่อจะทำการทดสอบก็นำตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองมาเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงทรงกลม โดยใช้ใบอ่อนถั่วเหลืองเป็นอาหารกล่องละ 20-30 ตัว เพื่อให้ได้เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองที่อยู่ในวัยเดียวกันสำหรับการทดสอบต่อไป

1.2 การสกัดสารออกฤทธิ์จากดาวเรือง (ใบ + ลำต้น)

ใช้วิธีการซอกห์เลต (soxhlet extraction) โดยใช้เอทานอล (ethanol) เป็นตัวทำละลาย นำต้นดาวเรือง (ใบ + ลำต้น) ที่เตรียมไว้บรรจุใน Thimble โดยใช้ตัวอย่างพืช 100 กรัม ต่อเอทานอล 800 มิลลิลิตร (1:8 w/v) นำไปสกัดด้วยเครื่องสกัดสาร Soxhlet Extraction สกัดวันละ 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นจึงนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จะได้สารสกัดที่ผสมอยู่ในตัวทำละลาย นำไประเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ได้เป็นสารสกัดหยาบ (crude extract) ซึ่งจัดเป็นสารสกัดความเข้มข้น 100% เก็บไว้ในขวดสีชาแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น (refrigerator) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ทดสอบขั้นต่อไป

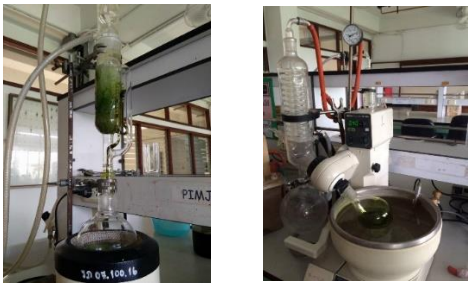

Figure 1 Soxhlet Extraction and Rotary evaporator

1.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดดาวเรืองกับเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดดาวเรืองต่อเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองใน 3 ด้านคือ ประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง (insecticidal activity) ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง (repellent activity) และประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการออกลูกของแมลง (anti-oviposition activity) สารสกัดที่ได้จากวิธี soxhlet extraction เจือจางด้วยน้ำจนมีความเข้มข้น 0, 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 และ 5% (w/v) ด้วยวิธี serial dilution และใส่สารจับใบ 0.5% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ส่วนชุดควบคุมใช้น้ำผสม ethanol 1% และสารจับใบ 0.5% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

1.3.1 ประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง

ทำการทดสอบโดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method) โดยตัดใบถั่วเหลืองมาพันก้านด้วยสำลีชุบน้ำใส่ในขวดแก้วขนาดเล็ก (vial) พันปากขวดด้วย parafilm เพื่อรักษาความชุ่มชื้นของใบถั่วเหลือง นำใบถั่วเหลืองไปจุ่มในสารสกัดที่ความเข้มข้น 0, 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 และ 5% (w/v) นาน 10 วินาที ผึ่งให้แห้ง จากนั้นวางใบที่ชุบสารแล้วในถ้วยเลี้ยงแมลง ย้ายเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองไม่มีปีก (apterous) อายุ 4 วัน ลงบนใบถั่วใบๆ ละ 10 ตัว ทดสอบ 5 ซ้ำ ต่อความเข้มข้น (50 ตัวต่อความเข้มข้น) บันทึกอัตราการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองหลังทำการทดสอบที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง และนำข้อมูลไปคำนวณหาค่า LC_{50} โดยใช้โปรแกรม Probit analysis และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.3.2 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง

นำสารสกัดจากดาวเรืองโดยมีชุดการทดลอง 5 ชุดการทดลองและชุดควบคุม ความเข้มข้น 0, 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 และ 5% (w/v) ทำการทดสอบแบบมีทางเลือกในจานแก้ว (Petri-dish choice bioassay) ใช้วิธี impregnated filter paper test โดยนำกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman เบอร์ 1) เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ตัดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ชีกหนึ่งหยดสารสกัดดาวเรืองจำนวน 1 มิลลิลิตร ส่วนอีกชีกหนึ่งหยดตัวทำละลายคือเอทานอลจำนวน 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้แห้ง นำ 2 ส่วนมาประกบเข้าด้วยกัน วางในจานแก้วเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร และนำระยะตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองที่ไม่มีปีก (apterous) อายุ 4 วัน ใส่ลงตรงกลางจานแก้ว แต่ละความเข้มข้นทำการทดลอง 5 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely Randomized Design; CRD) นำจานแก้ววางในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้น 75-80 เปอร์เซ็นต์ นับจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองที่พบบนแต่ละชีกของกระดาษกรองเมื่อเวลาผ่านไป 12 และ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การไล่

Percentage repellency, PR (%) = [(Nc–Nt)/(Nc+Nt)]×100

โดย Nc = จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดเอทานอลซึ่งเป็นชุดควบคุม (control)

Nt = จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดสารสกัดดาวเรือง

2. การทดลองในสภาพแปลงปลูก (field experiment)

ทำการทดลองที่แปลงเกษตรกร อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ปลูกดาวเรืองแซมสลับกับถั่วเหลือง วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) แปลงทดลองมีขนาด 7 x 5 เมตร ภายในแปลงทดลองระยะห่างระหว่างต้น 70 x 50 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างแปลงทดลอง 1 เมตร โดยมี 4 ชุดการทดลอง (Treatment) แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ (Replication) ดังนี้ การทดลองที่ 1 (T1) = ปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว (control) การทดลองที่ 2 (T2) = ปลูกถั่วเหลือง 1 แถว + ดาวเรือง 1 แถว และการทดลองที่ 3 (T3) = ปลูกถั่วเหลือง 2 แถว + ดาวเรือง 1 แถว และการทดลองที่ 4 (T4) = ปลูกถั่วเหลือง 3 แถว + ดาวเรือง 1 แถว เมื่อต้นถั่วเหลืองอายุ 15 วัน สุ่มและเก็บตัวอย่างเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองและแมลงศัตรูธรรมชาติในแปลงทดลองทุกสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์

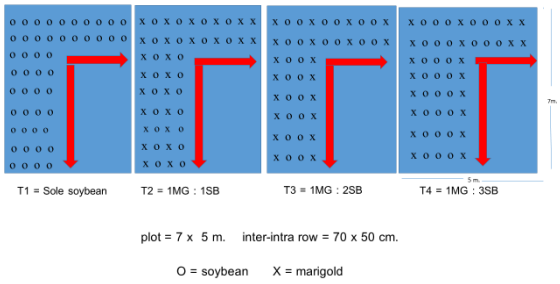

Figure 2 Experiment design

1.5 การหาดัชนีความหลากหลายของแมลง (insect bio-diversity index)

คำนวณค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity index) ตามวิธีของ Shanon-Weiner อ้างถึงในBureekum (2005) [9] ดังสมการ (1)

$$H' = - \sum_{i=1}^{n} pi \ln pi \qquad (1)$$

โดยที่ H' = ดัชนีความหลากหลาย

S = จำนวนชนิด

Pi = สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตที่พบต่อจำนวนประชากรทั้งหมด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง

ผลการทดสอบสารสกัดดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 และ 5% (w/v) ในการเป็นสารฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง พบว่าสารสกัดดาวเรืองมีผลต่อการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยที่ความเข้มข้นของสารสกัดดาวเรืองสูงขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ความเข้มข้น 5% ของสารสกัดดาวเรือง ในชั่วโมงที่ 24 มีผลต่อการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองเฉลี่ย 8.40 $\pm$ 0.80 ตัว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การตาย 84.0% และในชั่วโมงที่ 48 มีผลต่อการฆ่าเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองสูงสุดเฉลี่ย 9.20 $\pm$ 0.74 ตัว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การตาย 92.0% ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 0.435% ในขณะที่ความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5% มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 26.0, 30.0, 50.0 และ 72.0% ในชั่วโมงที่ 24 และ 40.0, 56.0, 70.0 และ 80.0% ในชั่วโมงที่ 48 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่มีผลต่อการตายของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (Table 1) องค์ประกอบของสารเคมีที่อยู่ในดาวเรืองส่วนใหญ่เป็นสารพวก isoprene unit (carbon 5 ตัว) เช่น limonene, ocimene, caryophyllene, farnesene และ neophytadiene ซึ่งสารบางตัวมีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลง [10] และจากการศึกษาของรัตนาภรณ์และคณะ (2543) [8] พบว่าสารที่พบทั้งในต้น ใบและดอกดาวเรืองได้แก่ indole, 2-cyclohexen-1-one,3-methyl-6-(1-methylethyl) และ neophytadiene ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นพิษถูกตัวตายและสารไล่แมลงศัตรูพืช จากการศึกษาของ Huron และคณะ (2016) and Zhou และคณะ (2016) [11] [12] อธิบายว่าเมื่อเพลี้ยอ่อนได้รับสารพิษเข้าไปในบริเวณกระเพาะอาหาร สารพิษจากพืชจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กลูธาไทโอน เอส ทรานเฟอเรส (glutathione S-transferases) เป็นเอนไซม์ในการกำจัดสารพิษของเพลี้ยอ่อนเกิดการสะสมสารพิษมากขึ้นส่งผลทำให้แมลงตายในที่สุด

Table 1 Effect of insecticidal activities of marigold extract on soybean aphid after 24, 48 h

concentration (%) (w/v)	Duration of exposure Number of soybean aphid / h			
	24h	mortality (%)	48h	mortality (%)
0	0.0 ± 0.00[a]	0.0	0.0 ± 0.00[a]	0.0
0.3125	2.60 ± 0.48[b]	26.0	4.00 ± 0.63[b]	40.0
0.625	3.00 ± 0.63[b]	30.0	5.60 ± 0.48[b]	56.0
1.25	5.00 ± 0.00[bc]	50.0	7.00 ± 0.63[bc]	70.0
2.5	7.20 ± 0.74[d]	72.0	8.00 ± 0.48[bc]	86.0
5	8.40 ± 0.80[d]	84.0	10.00 ± 0.00[cd]	100.0
CV (%)	10.34		13.27	LC_{50} = 0.435% (w/v)

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

2. ประสิทธิภาพของสารสกัดดาวเรืองในการเป็นสารไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง

ผลการทดสอบสารสกัดดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 และ 5% (w/v) ในการเป็นสารไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง พบว่าสารสกัดจากดาวเรืองมีผลต่อการไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดดาวเรืองสูงขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ที่ความเข้มข้น 5% ของสารสกัดดาวเรือง ในชั่วโมงที่ 12 มีผลต่อการไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองเฉลี่ย 8.40 ± 0.48 ตัว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไล่ 68.0% และในชั่วโมงที่ 24 มีผลต่อการไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองสูงสุดเฉลี่ย 10.00 ± 0.00 ตัว คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การไล่ 100% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่มีผลต่อการไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (Table 2) จากการศึกษาของ Dancewicz และคณะ (2011); Jaba และคณะ (2010) and Ikeura และคณะ (2012) [13] [14] [15] อธิบายว่ากลิ่นฉุนเหม็นของสารสกัดจากพืชจะมีผลต่อพฤติกรรมของเพลี้ยอ่อน บริเวณส่วนปาก ปลายหนวดและระยางค์ปากจะมีอวัยวะรับความรู้สึกทางเคมี (chemoreceptor) เซลล์ประสาทรับความรู้สึกในการดมกลิ่น (olfactory receptor cell) ของเพลี้ยอ่อน ซึ่งจะมีผลต่อการรับกลิ่นของเพลี้ยอ่อน ถ้ามีกลิ่นเหม็นฉุนที่ไม่เหมาะสมต่อการเป็นพืชอาหาร เพลี้ยอ่อนจะเกิดความสับสนในการค้นหาแหล่งพืชอาหารของตัวเอง ลดการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนลงได้

Table 2 Effect of repellent activities of marigold extract on soybean aphid after 12, 24 h

concentration (%) (w/v)	Duration of exposure Number of soybean aphid / h			
	12h	(%) repellent	24h	(%) repellent
0	0.00 ± 0.00[c]	0.0	0.00 ± 0.00[c]	0.0
0.3125	5.40 ± 0.48[ab]	8.0	6.80 ± 0.40[b]	36.0
0.625	6.20 ± 0.40[ab]	24.0	8.00 ± 0.63[b]	60.0
1.25	7.00 ± 0.63[a]	40.0	8.60 ± 0.48[b]	72.0
2.5	7.40 ± 0.48[a]	48.0	9.60 ± 0.48[a]	92.0
5	8.40 ± 0.48[a]	68.0	10.00 ± 0.00[a]	100.0

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

3. จำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองที่พบในแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง

ผลการศึกษาจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองที่พบในแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง พบว่าจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองเพิ่มจำนวนสูงขึ้นเมื่อระยะเวลา (สัปดาห์) เพิ่มขึ้น แปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองระหว่างดาวเรือง (1:1) มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองต่ำสุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม โดยที่สัปดาห์ที่ 1 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองเท่ากับ 30.33±1.24 ตัว สัปดาห์ที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองเท่ากับ 48.66±0.61, 68.33±1.69, 80.33±1.69, 116.66±1.24 และ 145.33±1.63 ตัว ตามลำดับ

ในขณะที่แปลงปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวมีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองเท่ากับ 48.33±1.24, 78.33±0.19, 101.66±2.05, 137.66±1.63, 165.33±1.24 และ 188.33±1.24 ตัว ตามลำดับ (Table 3) สอดคล้องกับการศึกษาของ Baidoo และคณะ (2012); Degri and Ayuba (2012) [16] [17] พบว่าการปลูกพืชแซมสลับที่มีลักษณะกลิ่นเหม็นฉุนจะทำให้จำนวนประชากรเพลี้ยอ่อน โดยกลิ่นเหม็นฉุนของพืชที่ปล่อยออกมาจะไปรบกวนเซลล์ประสาทรับความรู้สึกในการดมกลิ่นและการมองเห็น เพลี้ยอ่อนจึงการสับสนในการหาแหล่งอาหาร [18]

Table 3 Mean the numbers of soybean aphid infested under different soybean intercrop systems

Cropping system	Mean number of soybean aphids (aphids/5 soybeans)					
	Week1	Week2	Week3	Week4	Week5	Week6
Sole SB	48.33±1.24^{a}	78.33±0.19^{a}	101.66±2.05^{a}	137.66±1.63^{a}	165.33±1.24^{a}	188.33±1.24^{a}
1SB + 1MG	30.33±1.24^{d}	48.66±0.61^{c}	68.33±1.69^{d}	80.33±1.69^{d}	116.66±1.24^{d}	145.33±1.63^{d}
2SB + 1MG	35.66±1.63^{c}	50.33±0.64^{bc}	79.66±1.24^{c}	99.33±1.24^{c}	124.66±2.05^{c}	159.66±2.60^{c}
3SB + 1MG	40.66±1.24^{b}	58.66±0.43^{b}	85.33±1.24^{b}	111.0±1.63^{b}	137.33±1.69^{b}	170.66±1.24^{b}

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

4. จำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบในแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง

จากผลการทดลองการปลูกถั่วเหลืองสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรืองพบว่าแมลงศัตรูธรรมชาติมีดังนี้ ด้วงเต่า แมงมุม แมลงปอ และมดดำ แปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง (1:1) มีจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติสูงสุดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติเท่ากับ 86.77 ตัว โดยที่มดดำพบจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 47.66 ตัว รองลงมาคือด้วงเต่า แมงมุมและแมลงปอเท่ากับ 36.66, 18.33 และ 18.33 ตัว ตามลำดับ แปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง (2:1) และ (3:1) มีจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติเท่ากับ 79.65 และ 67.65 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่แปลงปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวมีจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติเท่ากับ 51.98 ตัว (Table 4) สอดคล้องกับการวิจัยของ Mochiah และคณะ (2011) [19] ทำการศึกษาการปลูกพืชสลับระหล่างกระหล่ำปลีกับมะเขือเทศพบว่าพบความหลากหลายและจำนวนของแมลงศัตรูธรรมชาติมากกว่าแปลงปลูกกระหล่ำปลีอย่างเดียว แมลงศัตูธรรมชาติได้แก่ ด้วงเต่า มดดำและแมงมุม และจากรายงานของ Smith and McSorley (2000) [20] อธิบายว่าการปลูกพืชแซมสลับโดยใช้พืชมีดอกจะมีผลต่อการดึงดูดแมลงศัตรูธรรมชาติให้เข้ามาในแปลงในด้านการผสมพันธุ์และแหล่งอาหาร

Table 4 Mean numbers of natural enemies of yardlong bean grown under different yardlong bean intercrop systems

Cropping system	Mean number of natural enemies/ plots				Total
	ladybird beetles	spiders	dragonflies	black ants	
Sole SB	14.66±0.47^{c}	5.33±0.47^{c}	9.66±0.47^{c}	22.33±0.47^{b}	51.98^{d}
1SB : 1MG	36.66±1.24^{a}	18.33±0.47^{a}	18.33±0.47^{a}	47.66±1.24^{a}	86.77^{a}
2SB : 1MG	26.33±0.81^{b}	10.66±0.47^{b}	14.33±0.47^{b}	28.33±1.24^{b}	79.65^{b}
3SB : 1MG	23.33±0.47^{b}	7.33±0.81^{c}	10.66±0.47^{c}	28.33±0.94^{b}	67.65^{c}

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

5. ดัชนีความหลากหลายของแมลง (Shannon-Weaver Index) พบในแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง

จากผลการทดลองการปลูกถั่วเหลืองสลับกับดาวเรืองพบว่าดัชนีความหลากหลายของแมลงแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง (1:1) มีดัชนีความหลากหลายของแมลงสูงสุดเท่ากับ 1.89 รองลงมาคือแปลงปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรือง (2:1) และ (3:1) เท่ากับ 1.73 และ 1.68 ในขณะแปลงปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวมีค่าเท่ากับ

1.44 (Table 5) สอดคล้องกับจากการศึกษาของ Chalermsan (2013); Anbalagan และคณะ (2016) [21] [22] อธิบายว่าแปลงที่มีการปลูกพืชแซมสลับจะมีค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงสูงกว่าแปลงที่ปลูกพืชชนิดเดียวและจะมีการถ่ายทอดพลังงาน การไหลเวียนพลังงานในห่วงโซ่อาหารนั้นทำให้ระบบนิเวศในแปลงเกิดความสมดุล

Table 5 Effect of intercropping soybean with marigold on diversity of Shannon-Weaver Index (H´)

Cropping system	Shannon-Wiener index
Sole soybean	1.44[c]
1 rows soybean + 1 row marigold	1.89[a]
2 rows soybean + 1 row marigold	1.73[b]
3 rows soybean + 1 row marigold	1.68[b]

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

สรุปและข้อเสนอแนะ

สารสกัดจากดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าและสารไล่เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง ที่ระดับความเข้มข้น 5% มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงสุดเท่ากับ 84 และ 100% ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ที่ระดับความเข้มข้น 5% มีเปอร์เซ็นต์การไล่สูงสุดเท่ากับ 68 และ 100% เวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ในห้องปฏิบัติการ และในการปลูกสลับระหว่างถั่วเหลืองระหว่างดาวเรือง (1:1) มีจำนวนเพลี้ยอ่อนถั่วเหลืองต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 1-6 และมีจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติมากที่สุดคือมดดำเท่ากับ 47.66 ตัว รองลงมาคือด้วงเต่า แมงมุมและแมลงปอ นอกจากนี้ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงสูงสุดเท่ากับ 1.89 ดังนั้นการปลูกพืชแซมสลับ (intercropping) ระหว่างถั่วเหลืองกับดาวเรืองเป็นการควบคุมโดยวิธีการเขตกรรม (cultural control) โดยอาศัยหลักการปลูกพืชแซมที่มีกลิ่นเหม็นฉุนของดาวเรืองในการไปรบกวนเซลล์ประสาทรับความรู้สึกทางเคมีในด้านการดมกลิ่นเพื่อหาแหล่งอาหารของเพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง และยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายของแมลงศัตรูธรรมชาติ นอกจากนี้ยังเป็นการลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ลง ซึ่งปลอดภัยต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

References

[1] Pukpakdee, A. 2003. **Soybean.** Bangkok: Kasetsart University Press. (In Thai)

[2] Tilmon, K.J. and et al. 2011. "Biology of the soybean aphid, *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) in the United States". **Journal of Integrated Pest Management.** 2(2): 1-7.

[3] Relyea, R.A. 2005. **"The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities".** Ecological Applications. 15(2): 618–627.

[4] Al-Zaidi, A.A. and et al. 2011. "Negative effects of pesticides on the environment and the farmars awareness in Saudi Arabia: a case study. **Journal of Animal and Plant Sciences".** 21(3): 605-611.

[5] Silva, A.X. and et al. 2012. **"Insecticide resistance mechanisms in thegreen peach aphid *Myzus persicae* Hemiptera: Aphididae) I: transcriptomic survey".** PLoS ONE. 7(6): 1-14.

[6] Bass, C. and et al. 2015**. "The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides.** Pesticide Biochemistry and Physiology". 121: 78–87.

[7] Mousavi, S.R. and Eskandari, H. 2011. "A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. **Journal of Applied Environmental and Biological Sciences".** 1(11): 482-486.

[8] Promsattha, R., Milne, M., and Sangwanich, A. 2000. **Study on chemical compositions of marigold (*Tagetes erecta*). Proceedings of the 39th Kasetsart University Annual Conference:** Plants, Agricultural Extension and Communication. 404-409. Bangkok: Kasetsart University. (*in Thai*)

[9] Bureekam, I. 2005. **Analytical Ecology in Entomology.** Bangkok: Kasetsart University Press. (In Thai)

[10] Morallo-Rejesus, B. and Decena, A. 1982. "The activity, isolation, purification and identification of insecticidal principles from Tagetes". Philippine **Journal of Crop Science.** 7: 31-36.

[11] Huron, E.N. and et al. 2016. "Toxicity and acute macromolecular abnormalities induced by some plant extracts against the Cowpea aphid; *Aphis carricivora* Koch". **Journal of Plant Protection and Pathogen, Mansoura University.** 7(7): 445-449.

[12] Zhou, B.G. and et al. 2016. "Aphicidal activity of *Illicium verum* Fruit extracts and their effects on the acetylcholinesterase and glutathione S- transferases activities in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)". **J Insect Science.** 16(1): 1–7.

[13] Dancewicz, K. Gabrys, B and Przybylska, M. 2011. **"Effect of garlic (*Allium sativum* L.) and tansy (*Tanaceum vulgare* L.) extracts and potassic horticultural soap on the probing and feeding behaviour of *Myzus persicae* (Sulzer1776)"**. Aphids and Other Hemipterous Insects. 17: 129-136.

[14] Jaba, B. and et al. 2010. "Olfactory response of cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch, to host odours and population of conspecifics". **Journal of Biopesticides.** 3(1): 405–407.

[15] Ikeura, H. Kobayashi F. and Hayata, Y. 2012. "Repellent effect of herb extracts on the population of wingless green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae)". **Journal of Agricultural Science.** 4(5): 139-144.

[16] Baidoo, P.K. Mochiah M.B. Apusiga K. 2012. **"Onion as a pest control intercrop in organic abbage (*Brassica oleracea*) production system in Ghana".** Sustainable Agriculture Research. 1(1): 1-6.

[17] Degri, M M. and Ayuba, J. 2012. "Effect of pepper and cereals intercropping in the management of aphids (*Aphis gossypii* Glove) on pepper (*Capscium annum* L.)". **International Journal of Research in Agriculture and Forestry.** 3(4): 23-27.

[18] Pahla, I. and et al. 2012. "Evaluation of *Allium sativum* and *Allium cepa* intercrops on the control of *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in *Brassica napus"*. International **Journal of Farming and Allied Sciences.** 3(10): 1069-1074.

[19] Mochiah, M.B. and et al. 2011. "Tomato as an intercropped plant on the pests and natural enemies of cabbage (*Brassica oleracea*)". **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences.** 1(3): 233-240.

[20] Smith, H.A. and McSorley, R. 2000. "Intercropping and pest management: A review of major concepts". American Entomologist. 46(3): 154-161.

[21] Chalermsan, Y. 2013. Using ecological engineering approach in rice pest management for Hom Nil organic rice production at Ban Thung Yai, Nikompattana Sub-district, Bang Ra Kam District, Phitsanulok Province. **Journal of Community Development and Life Quality.** 1(2): 63-70. (In Thai)

[22] Anbalagan, V. and et al. 2016. **"Natural enemy (Arthropoda-Insecta) biodiversity in vegetable crops in Northeastern Tamil Nadu, India".** International Letters of Natural Sciences. 53: 28-33.