

การใช้สารสกัดจากพืชบางชนิดในการลดอัตราการฟักของดักแด้แมลงวันผลไม้

Bactocera dorsalis Hendel.

The Use of Some Plant Crude Extracts for Reduction of Emergence Rate of *Bactocera dorsalis* Hendel.

ดวงตา จุลศิริกุล* ไตรทิพ นภาลัย และ อุษา มงคลฉัตร

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Duangta Julsirikul* Trithip Naphalai and Usa Mongkhonchat

Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืช 4 ชนิดด้วย 80% เมธานอล ได้แก่ ใบยาสูบแห้ง ใบทางไหลสด เหง้าข้าว และเปลือกส้ม ในการควบคุมอัตราการฟักเป็นตัวของดักแด้แมลงวันผลไม้ *Bactocera dorsalis* Hendel พบว่าสารสกัดจากพืชทั้ง 4 ชนิดสามารถลดอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยสารสกัดจากใบยาสูบแห้งออกฤทธิ์ลดอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ได้ดี โดยอัตราการฟักเป็นตัวของดักแด้ในทุกอายุมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00% และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของดักแด้กับอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ พบว่า สารสกัดทุกชนิดให้ผลยับยั้งอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้อายุน้อยได้ดีกว่าดักแด้ที่มีอายุมาก

คำสำคัญ : สารสกัดหยาบจากพืช, ดักแด้, *Bactocera dorsalis* Hendel

Abstract

Efficacy of 80% methanol crude extract of dried tobacco leaves, fresh derris leaves, galangal rhizome and orange peel on the emergence rate of *Bactocera dorsalis* Hendel pupae was studied. The crude extract of all plants significantly reduced the percentage of emergence of adult fly ($p < 0.05$). The crude extract of dried tobacco leaves showed the highest potency on reduction of rate of emergence. In the analysis of relationship between age of pupae and rate of emergence, it was found that all plant crude extracts showed higher potential of inhibition on the emergence of young pupae than old pupae.

Keywords : Plant crude extract, Pupae, *Bactocera dorsalis* Hendel.

* Corresponding author. E-mail: d713126@yahoo.com

สารสกัดจากธรรมชาติที่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงเป็นที่รู้จักและใช้กันแพร่หลายมานานกว่าร้อยปีก่อนที่มนุษย์จะรู้จักการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืชสูงกว่า ซึ่งนำมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชอย่างแพร่หลาย และลดการใช้สารสกัดจากพืชน้อยลง แต่หลังจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์ไม่นาน ผลกระทบที่ตามมาจากการใช้สารเหล่านี้ที่เกิดกับสภาพแวดล้อมเริ่มปรากฏทั้งทางตรงและทางอ้อม (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537; Secoy & Smith, 1983; Thomas & Callaghan, 1999) จากปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการศึกษาสารสกัดจากธรรมชาติที่มีความเป็นพิษต่อแมลงศัตรูพืชมาใช้เป็นสารควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชเพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้สารเคมีสังเคราะห์ลง พืชสมุนไพรที่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช หมายถึงพืชที่มีสารสำคัญซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษในการเป็นสารออกฤทธิ์ต่อแมลง (ผุสดี สายชนะพันธ์ และพันธ์ิทธิ์ มะลิสุวรรณ, 2546) ส่วนใหญ่เป็นพืชที่ปลูกและหาได้ง่ายตามท้องถิ่น บางชนิดยังสามารถนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรพื้นบ้านในการรักษาโรคต่างๆ ได้ด้วย ข้อดีของการใช้สารสกัดจากพืชในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืช คือ ความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของแมลงศัตรูพืช จึงเป็นอันตรายน้อยต่อแมลงที่เป็นประโยชน์อื่นๆ นอกจากนั้น สารสกัดจากพืชสามารถสลายตัวได้เร็ว จึงไม่ตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม และสำคัญที่สุดคือมีความเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำกว่าสารเคมีกำจัดแมลง (ผุสดี สายชนะพันธ์ และพันธ์ิทธิ์ มะลิสุวรรณ, 2546; Cloyd, 2004; Kawuki et al., 2005; Pascual-Villabos & Robledo, 1999)

แมลงวันผลไม้ชนิด *Bactocera dorsalis* Hendel จัดเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย มีการระบาดทั่วทุกภาคทั้งในเขตป่าและเขตทำการเกษตรตลอดทั้งปี เนื่องจากพืชอาศัยของ

แมลงวันผลไม้ชนิดนี้มีหลายชนิดซึ่งสลับกันสูกตลอดทั้งปี ดังนั้นการระบาดของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* จึงเป็นปัญหาทำให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตทางการเกษตรเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาทต่อปี (อินทวัฒน์ บุรีคำ, 2537; Department of Agriculture Thailand, 1991) การควบคุมกำจัดแมลงวันผลไม้สามารถทำได้หลายวิธี เช่นการพ่นสารเคมีเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้โดยตรง การใช้สารล่อแมลง การใช้การควบคุมโดยชีววิธีหรือการจัดการแบบผสมผสาน การศึกษานี้ ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากพืช 4 ชนิด ได้แก่ ใบยาสูบ ใบทางไหลแดง เหนง้าซ่า และเปลือกส้ม ในการควบคุมอัตราการฟักของดักแด้เป็นแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ซึ่งระยะดักแด้เป็นระยะที่ฝังตัวอยู่ในดิน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาค้นหาและพัฒนาสารสกัดจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุม กำจัดแมลงศัตรูพืช รวมถึงการนำวิธีการทดสอบไปประยุกต์ใช้กำจัดดักแด้ของแมลงวันผลไม้เพื่อเป็นการตัดวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ในระยะดักแด้ทำให้การฟักเป็นตัวเต็มวัยลดลง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมดักแด้แมลงวันผลไม้

แมลงวันผลไม้สายพันธุ์ *B. dorsalis* นำมาจากกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีววิทยากรมวิชาการเกษตรเลี้ยงในห้องทดลองเพื่อให้ได้ดักแด้ที่มีอายุ 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน คัดดักแด้ที่มีขนาดใกล้เคียงกันเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

การเตรียมสารสกัดจากพืช

นำใบยาสูบแห้ง ใบทางไหลสด เหนง้าซ่า และเปลือกส้มเขียวหวาน มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ บดด้วยเครื่องบดปั่น ชั่งน้ำหนักพืชแต่ละชนิดอย่างละ 125 กรัม ใส่ลงใน 80% เมธานอล ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน 24 ชั่วโมง กรองสารสกัดที่ได้ออก แล้วเติม

ตัวทำละลายใหม่ 500 มิลลิลิตร เพื่อทำการสกัดซ้ำ ตั้งทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน 24 ชั่วโมง กรองสารสกัดที่ได้รวมกับ สารสกัดชนิดเดียวกันในครั้งแรก นำไประเหยเมธานอล ออกจนหมด แล้วจึงนำสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดไป ทดสอบกับดักแด้ของแมลงวันผลไม้ต่างๆ

การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัด

นำสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดไปผสมกับซีเถ้าแอลกอฮอล์ ฆ่าเชื้อ และทิ้งให้เย็นแล้วในอัตราส่วน 1:1 แบ่งชุด การทดลองออกเป็นกลุ่มตามอายุของดักแด้ และกลุ่ม ควบคุม แต่ละกลุ่มใช้ดักแด้กลุ่มละ 100 ตัว ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยการฝังดักแด้อายุต่างๆ ลงในซีเถ้าแอลกอฮอล์ ผสมสารสกัดแต่ละชนิดแล้ว เมื่อดักแด้ฟักเป็นตัว นับจำนวนแมลงวันผลไม้ที่เกิดในแต่ละกลุ่ม บันทึกเป็น ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดประเมิน จากอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่เกิดจาก

ดักแด้ที่สัมผัสกับสารสกัดแต่ละชนิด โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x} \pm SD$) จากนั้นเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของสารสกัดแต่ละชนิด กับกลุ่มควบคุม ทางสถิติโดยใช้วิธี Two-Way Analysis of Variance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของ แมลงวันผลไม้ในภายในกลุ่มสารสกัดแต่ละชนิดด้วย การวิเคราะห์ Least-Significant Different และ ประเมินความสัมพันธ์ของอายุของดักแด้ที่มีต่อผลอัตรา การฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ด้วยการวิเคราะห์ Regression โดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าสารสกัดจากพืชทั้ง 4 ชนิด สามารถลดอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 1)

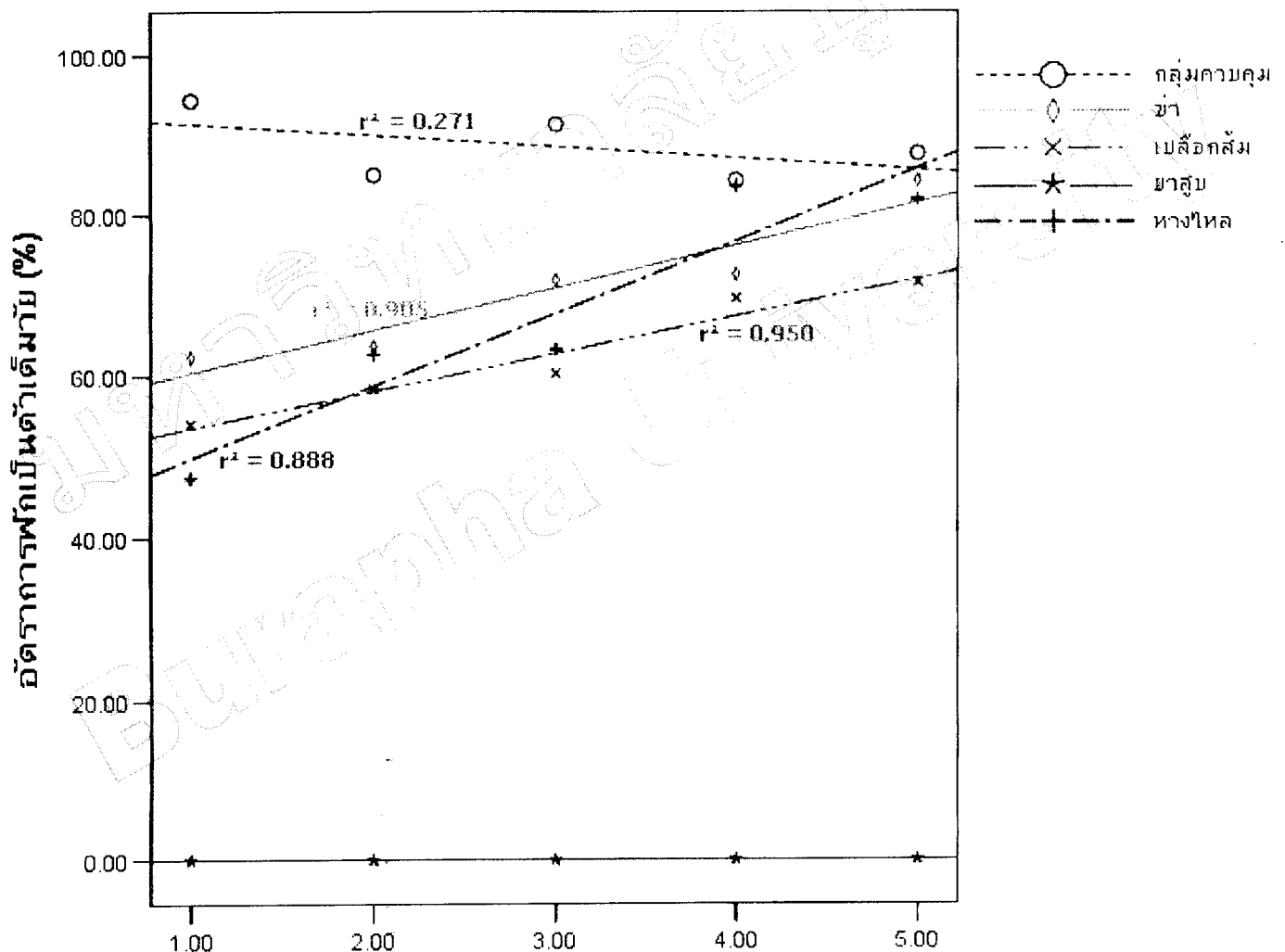
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของอัตราการฟักเป็นตัวของดักแด้แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เมื่อทดสอบกับสารสกัดจากพืช ชนิดต่าง ๆ

อายุดักแด้ (วัน)	อัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ <i>B. dorsalis</i> (% \pm SD)				
	กลุ่มควบคุม	สารสกัดใบยาสูบแห้ง	สารสกัดใบทางไหลสด	สารสกัดชา	สารสกัดเปลือกส้ม
1	94.33 \pm 3.79	0.00 \pm 0.00 ^a	47.33 \pm 1.53 ^a	62.33 \pm 4.16 ^a	54.00 \pm 1.00 ^a
2	85.00 \pm 3.61	0.00 \pm 0.00 ^a	62.67 \pm 4.51 ^b	63.67 \pm 1.15 ^a	58.33 \pm 4.73 ^a
3	91.33 \pm 3.06	0.00 \pm 0.00 ^a	63.33 \pm 6.66 ^b	72.00 \pm 3.61 ^b	60.33 \pm 2.08 ^{ab}
4	84.33 \pm 7.23	0.00 \pm 0.00 ^a	83.67 \pm 4.73 ^c	72.67 \pm 4.04 ^b	69.67 \pm 9.07 ^{bc}
5	87.67 \pm 1.53	0.00 \pm 0.00 ^a	82.00 \pm 6.08 ^c	84.33 \pm 0.58 ^c	71.67 \pm 6.51 ^c

ตัวอักษร a b c ในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

โดยทั้งอายุของดักแด้และชนิดของสารสกัด มีผลในการลดอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ($p < 0.05$) เมื่อใช้การวิเคราะห์ Least-Significant Different เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ระหว่างกลุ่มของสารสกัดพบว่า สารสกัดชา เปลือกส้ม และหางไหล ให้ผลในการลดอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้ใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) และเมื่อใช้การวิเคราะห์ Regression ประเมินความสัมพันธ์

ของอายุของดักแด้ที่มีต่อผลอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ พบว่า อายุของดักแด้ไม่มีผลต่ออัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ในกลุ่มที่ทดสอบกับสารสกัดใบยาสูบแห้ง ส่วนกลุ่มที่ทดสอบกับสารสกัดอีก 3 ชนิด พบว่าอายุของดักแด้มีความสัมพันธ์กับอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ โดยสารสกัดชา มีค่า $r^2 = 0.888$, $p = 0.016$ สารสกัดเปลือกส้ม มีค่า $r^2 = 0.950$, $p = 0.005$ และสารสกัดใบหางไหล มีค่า $r^2 = 0.905$, $p = 0.013$ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุของดักแด้ที่ทดสอบกับสารสกัดกับอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis*

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ในการศึกษาค้างนี้พบว่า สารสกัดจากพืชทั้ง 4 ชนิดสามารถลดอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้โดยสารสกัดจากใบยาสูบแห้งออกฤทธิ์ลดอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ได้ดี สังเกตได้จากอัตราการฟักของดักแด้เป็นตัวเต็มวัยในทุกอายุมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00% เนื่องจากในใบยาสูบมีสารออกฤทธิ์สำคัญในการกำจัดแมลง คือ นิโคติน (nicotine) ซึ่งเป็นสารอัลคาลอยด์ ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางของแมลงที่บริเวณ acetylcholine receptors (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537; Moore & Langlet, 2004) โดยจัดเป็นสารกำจัดแมลงที่เป็นพิษทางสัมผัส และจากรายงานการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสารกำจัดแมลงที่สกัดจากพืช นิโคตินมีความเป็นพิษต่อแมลงสูงที่สุด (Cloyd, 2004) นิโคติน 40% ในรูปของนิโคตินซัลเฟต นิยมใช้เป็นยาฆ่าแมลงจำพวกที่มีโครงสร้างภายนอกอ่อนนุ่ม เช่น เพลี้ย หนอน (Farnham *et al.*, 2007) ซึ่งการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดใบยาสูบ มีการศึกษาในแมลงศัตรูพืชหลายรูปแบบ โดยสารสิน อูยานนท์ และคณะ (2542) ได้ทดสอบสารสกัดจากใบยาสูบทั้งชนิดสดและแห้งกับหนอนแมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) พบว่าสารสกัดจากใบยาสูบสามารถทำลายหนอนแมลงวันบ้านได้โดยอัตราการตายเฉลี่ยของหนอนแมลงวันบ้าน ระยะต้นสูงกว่าระยะปลาย นอกจากนั้น Boeke *et al.* (2004) ศึกษาผลของใบยาสูบต่ออัตราการฟักของไข่ด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus*) พบว่าใบยาสูบสามารถทำให้ไข่ของด้วงถั่วเขียวไม่ฟักเป็นตัว โดยมีอัตราการฟักเป็น 0.00% แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบยาสูบมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูพืชในระยะต่างๆ ทั้ง ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของดักแด้กับอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ พบว่า สารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด คือ ข่า เปลือกส้ม และใบหางไหลสด มีแนวโน้มที่จะลดอัตรา

การฟักเป็นตัวของดักแด้แมลงวันผลไม้ได้น้อยได้แก่ ดักแด้ที่มีอายุ 1-2 วันได้ดีกว่าดักแด้ที่มีอายุมากได้แก่ ระยะที่มีอายุ 4-5 วัน นั่นคือ สารสกัดทุกชนิดให้ผลยับยั้งอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ได้ดีเมื่อใช้สารสกัดกับแมลงวันผลไม้ในระยะที่เริ่มเข้าดักแด้ ซึ่งดักแด้ในระยะต้นจะอยู่ในช่วงของการเจริญ พัฒนาเปลี่ยนแปลง มีการบวนการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อและการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ทำให้มีอัตราเมแทบอลิซึมสูง (Pedigo, 1991) และสารออกฤทธิ์ในสารสกัดจากพืชในการทดลองได้แก่ โรติโนน (rotenone) จากหางไหล เป็นสารที่มีผลเป็นพิษต่อไมโทคอนเดรียของแมลง (Haley, 1978) โดยไปขัดขวางกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและการใช้ออกซิเจนของเซลล์ ไลโมนีน (limonene) จากเปลือกส้มออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง ส่งผลให้เกิดอาการหดเกร็งของกล้ามเนื้อและเป็นอัมพาต (Cloyd, 2004) และ 1'acetoxychavical acetate และ ซีนีออล (cineole) จากข่า ซึ่ง 1'acetox ychavical acetate มีผลทำลายเนื้อเยื่อโดยทำให้ไซโตพลาสซึมเกิดการแข็งเป็นก้อน (Dadang *et al.*, 1998 ; Oonmetta-aree *et al.*, 2006) ส่วนซีนีออล มีผลต่อแมลงโดยการยับยั้งการกินอาหาร (Lee *et al.*, 2003 ; Trapathi *et al.*, 2001) จากกลไกการทำงานของสารออกฤทธิ์ที่กล่าวมาข้างต้นที่มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของแมลง จึงทำให้ดักแด้ในระยะต้นมีความไวต่อสารสกัดมากกว่าดักแด้ที่มีอายุมาก ซึ่งการเจริญพัฒนาเกิดขึ้นสมบูรณ์แล้ว

โดยทั่วไปการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชนิยมใช้กับแมลงศัตรูพืชในระยะตัวเต็มวัย ในรูปของการรม การพ่น หรือสัมผัสกับแมลงโดยตรง เช่น น้ำมันหอมระเหยจากข่าสามารถทำให้มอดแบ่งตายได้โดยการสัมผัส (สงวน สมบูรณ์ และสุภาณี พิมพ์สมาน, 2546) สารสกัดจากเปลือกส้มในรูปของสารพ่นสามารถกำจัดแมลงวันบ้าน และ แมลงสาบได้ (Ezeonu *et al.*, 2001) ซึ่งวิธีการใช้สารควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากการใช้

สารกำจัดศัตรูพืชในบางวิธีเช่น การพ่นสารเคมีเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชตัวเต็มวัยอาจส่งผลกระทบต่อแมลงที่เป็นประโยชน์อื่นๆ เช่น แมลงศัตรูธรรมชาติ (Stiling, 1985) รวมถึงมนุษย์ได้ Stark *et al.* (1990) ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากสะเดา โดยการฝังดักแด้ของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis*, *B. cucurbitae* และ *Ceratitis capitata* ในทรายที่ผสมสารสกัด พบว่า สามารถควบคุมอัตราการฟักเป็นตัวของแมลงวันผลไม้ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติที่อาศัยอยู่ภายในดักแด้ของแมลงวันผลไม้เหล่านั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Kawuki *et al.* (2005) ที่พบว่าสารสกัดจากพืชรวมถึงสารเคมีกำจัดแมลงบางชนิดไม่มีผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติที่อาศัยอยู่ภายในดักแด้ของแมลงศัตรูพืช ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชสามารถทำกับระยะดักแด้ของแมลงได้ และมีประสิทธิภาพดีเช่นกัน ประกอบกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชซึ่งส่วนใหญ่สารสกัดเหล่านี้สลายตัวในสภาพแวดล้อม ที่มีแสงแดดได้รวดเร็ว (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537; Ware, 1989) จึงไม่ตกค้างในดินและไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม สามารถใช้ผสมผสานร่วมกับวิธีการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีอื่นๆ เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการลงทำลายของแมลงศัตรูพืชได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีววิทยา กรมวิชาการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* Hendel ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และเครื่องมือในการทำวิจัย ขอขอบคุณ รศ.ดร.สังวรณ์ กิจทวี ที่กรุณาให้คำแนะนำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และ ผศ. ภาคมุณี พระประเสริฐ ที่ช่วยตรวจสอบ แก้ไขให้บทความนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- พลดี สายชนะพันธ์ และพันธ์ิทธิ์ มะลิสุวรรณ. (2546). *สมุนไพรกำจัดแมลงศัตรูพืช*. กรุงเทพฯ: ศรีสยามพรีนแอนด์แพคค์.
- สังวาล สมบูรณ์ และสุภาณี พิมพ์สมาน. (2546). ศักยภาพของการใช้น้ำมันระเหยง่ายจากพืชตระกูล Zingiberaceae ในการควบคุมมอดแป้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร*. 4(6). 183-186.
- สารสิน อูยานนท์, สุเทพ ศิลปานันท์กุล และวงศ์วิวรรธณศิลป์. (2542). การประเมินผลการใช้สารสกัดจากใบยาสูบเพื่อทำลายหนอนแมลงวันบ้านในห้องปฏิบัติการ. *สารานุกรมสุขศาสตร์*, 29(2), 17-24.
- สุภาณี พิมพ์สมาน. (2537). *สารฆ่าแมลง*. กรุงเทพฯ: โครงการทางตำราและเอกสารทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อินทวัฒน์ บุรีคำ. (2537). *บทปฏิบัติการกีฏวิทยาทางการเกษตร*. กรุงเทพฯ: รุ่งวัฒนา.
- Boeke, S.J., Baumgart, I.R., Van Loon, J.J.A., Van Huis, A., Dicke, M., & Kossou, D.K. (2004). Toxicity and Repellence of African Plants Traditionally Used for The Protection of Stores Coepes Against *Callosobruchus malacutus*. *Journal of Stored Products Research*, 40, 423-438.
- Cloyd, R.A. (2004). Natural Indeed : Are Natural Insecticides Safer and Better Than Conventional Insecticides. *Illinois Pesticides Review*, 17(3), 1-3.
- Dadang, S. Riyanto, & Ohsawa, K. (1998). Lethal and Antifeedant Substance from Rhizome of *Apinia galanga* SW. (Zingiberaceae). *J. Pesticide Sci.*, 23, 304-307.
- Department of Agriculture Thailand. (1991). *Biological Control of Insect Pest*. Bangkok.

- Ezeonu, F.C., Chidume, G.I., & Udedi, S.C. (2001). Insecticidal Properties of Volatile Extracts of Orange Peels. *Bioresource Technology*, 76, 273-274.
- Farnham, A.S., Flora, J.W., Ingram, S.S., & Faustini, D.L. (2007). No Evidence of Substantial Nicotine Metabolism by *Lasioderma serricorne* Fabricius (Coleoptera:Anobiidae) Rared on Tobacco. *Journal of Stored Products Research*, 43, 171-176.
- Haley, T.J. (1978). A Review of The Literature of Rotenone 1,2,12,12a-tetrahydro-8,9-dimethoxy-(2-(1-methylethenyl)-1-benzopyrano[3,5-*B*]fluoro[2,3-*H*][1]-benzopyran-6(6*h*))-one. *J. Environ. Pathol. Toxicol.*, 1, 315-337.
- Kawuki, R.S., Agona, A., Nampala, P., & Adipala, E. (2005). A Comparison of Effectiveness of Plant-based and Synthetic Insecticides in The Field Management of Pod and Storage Pests of Cowpea. *Crop Protection*, 24, 473-478.
- Lee, S., Peterson, C.J., & Coats, J.R. (2003). Fumigant Toxicity of Monoterpenoids to Several Stored Product Insects. *J. Stored Products Research*, 39, 77-85.
- Moore, S.J., & Langlet, A.D. (2004). An Overview of Plants Used as Insect Repellents. In Willcox, M., Bodekwr, G., & Rasoanaivo, P. (ed.). *Treditional Medicinal Plants and Malaria*. (pp. 343-363). CRC Press LLC.
- Oonmetta-Aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P., & Eumkeb, G. (2006). Antimicrobial Properties and Action of Galangal (*Apinai galangal* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT*, 39, 1214-1220.
- Pascual-Villalobos, M.J., & Robledo, A. (1999). Anti-insect Activity of Plant Extracts From The Wild Flora in Southeastern Spain. *Biochemical Systematics and Ecology*, 27, 1-10.
- Pedigo, L.P. (1991). *Entomology and Pest Management*. New York: Macmillan.
- Seycoy, D.M., & Smith, A.E. (1983). Use of Plants in Control of Agricultural and Domestic Pests. *Economic Botany*, 37(1), 28-57.
- Stark, J.D., Vargas, R.I., & Thalman, R.K. (1990). Azadirachtin : Effect on Metamorphosis, Longivity and Reproduction of Three Tephritid Fruit Fly Species (Diptera : Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, 83(6), 2168-2174.
- Stiling, S.R. (1985). *An Introduction to Insect Pests and Their Control*. London: Macmillan.
- Thomas, C.J., & Callaghan, A. (1999). The Use of Garlic (*Allium sativa*) and Lemon Peel (*Citrus limon*) Extracts as *Culex pipiens* Larvacides: Persistence and Interaction with An Organophosphate Resistance Mechanism. *Chemosphere*, 39(14), 2489-2496.
- Tripathi, A.K., Prajapati, V., Aggarwal, K.K., & Kumar, S. (2001). Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1,8-cineole from *Artemisia annua* on progeny product of *Tribolium castanaeum* (Coleoptera:Tenebrionidae). *J. Econ. Entomol.*, 94(4), 979-983.
- Ware, G.W. (1989). *The Pesticide Book*. (3rd ed.). Thomson.