

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ ในการควบคุมหนอนใยผัก

Efficacy of Aloe Rind Extracts on Diamondback Moth Larva Control

ปัทมรสี สู้ศิริรัตน์^{1/*}
Pannarasi Susirirut^{1/*}

^{1/}คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต กรุงเทพมหานคร 10210

^{1/}Faculty of Applied Science, Dhurakij Pundit University, Bangkok 10210, Thailand

*Corresponding author: Email: pannarasi.sus@dpu.ac.th

(Received: 4 January 2016; Accepted: 21 June 2016)

Abstract: The efficacy of aloe (*Aloe vera* L. Burm. f.) rind extracts on larva of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) was found that ethanol soxhlet extraction was used against the diamondback moth. The repellency of the extract to diamondback moth (5 hr) showed percentage repellency (PR) class of 3 (40.1-60.00% repellency) when exposed to 1.0, 2.0 and 3.0% w/v and percentage repellency (PR) class of 4 (60.1-80.00% repellency) when exposed to 4.0 and 5.0% w/v. The median antifeedant index; AFI₅₀ (24 hr) was 2.97 % w/v. The extract exhibited 100% mortality at concentration of 3.0 % w/v and median lethal dose (LD₅₀) 72 hr was 1.83% w/v. Evaluations of detoxification enzymes namely; esterase and glutathione S-transferase in three generations were assayed. Manipulative data showed the level of detoxification enzyme activity were not significantly different.

Keywords: Aloe, diamondback moth, resistant, enzyme

บทคัดย่อ: ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ (*Aloe vera* L. Burm. f.) ในการควบคุมหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) เมื่อนำสารสกัดโดยใช้เอทานอลด้วยวิธีซอกซ์เลต (Soxhlet extraction) เพื่อทดสอบการไล่ การยับยั้งการกินอาหาร และอัตราการตายของหนอนใยผักพบว่าการไล่เมื่อเวลาผ่านไป 5 ชั่วโมง ความเข้มข้นที่ 1.0, 2.0 และ 3.0% (w/v) ให้เปอร์เซ็นต์การไล่ 40.1-60.00 % ความเป็นสารไล่อยู่ระดับ 3 ส่วนที่ความเข้มข้น 4.0 และ 5.0% w/v มีค่า 60.1-80.00% ความเป็นสารไล่อยู่ระดับ 4 สำหรับการทดสอบการยับยั้งการกินอาหารพบว่ามีค่า median antifeedant index; AFI₅₀ ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 2.97% (w/v) และค่าอัตราสำหรับการตาย 100% อยู่ที่ความเข้มข้น 3% (w/v) ขณะที่ค่า LC₅₀ ที่ 72 ชั่วโมงเท่ากับ 1.83% และผลการศึกษากการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษ 2 ชนิด คือ เอสเทอเรสและกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรสไม่พบความแตกต่างของเอนไซม์ทำลายพิษ 2 ชนิดในหนอนใยผักทุกรุ่นที่ความเข้มข้นเดียวกัน

คำสำคัญ: ว่านหางจระเข้ หนอนใยผัก ความต้านทาน เอนไซม์

คำนำ

ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้เพื่อการบริโภค มีเปลือกว่านหางจระเข้เป็นของเสียที่เหลือจากกระบวนการผลิต มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณวัตถุดิบ ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งที่ไม่เกิดมูลค่าใด ๆ อีกทั้งเปลือกว่านหางจระเข้มีสารฟลูออโนแอนทราควิโนน (anthraquinone) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นยาระบายอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาทางการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยี และเงินลงทุนที่จำกัด จึงทำการศึกษาวิธีการสกัดสารจากเปลือกว่านหางจระเข้ด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

หนอนไผ่เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของผักคะน้าซึ่งเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย นิยมปลูกเพื่อบริโภคทั้งส่วนของต้นและใบ หนอนไผ่เป็นแมลงขนาดเล็กที่มีวงจรชีวิตสั้นและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ยากแก่การป้องกัน วิธีป้องกันและกำจัดที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุด คือ การใช้สารเคมีฆ่าแมลง เนื่องจากใช้ง่าย สะดวก เห็นผลอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อใช้ไปนาน ๆ หนอนไผ่จะสามารถต้านทานต่อสารเคมีฆ่าแมลงได้ โดยเมื่อหนอนไผ่ได้รับสารพิษจะมีการเปลี่ยนแปลงการสร้างเอนไซม์กำจัดพิษออกมาในชนิดและปริมาณที่เหมาะสม เพื่อทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการขจัดพิษ การเปลี่ยนแปลงนี้มีแนวโน้มที่จะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกต่อไปจึงต้องใช้สารเคมีในปริมาณมากขึ้น หรือเปลี่ยนไปใช้สารเคมีชนิดใหม่ที่มีฤทธิ์มากกว่าเดิม และเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตมากยิ่งขึ้นปัจจุบันรัฐบาลตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงมีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรใช้สารจากพืชมาทดแทนสารเคมี เนื่องจากมีราคาถูก ใช้ง่ายและเห็นผลค่อนข้างเร็วมีการออกฤทธิ์ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง อัตราการสลายตัวสูง พิษตกค้างในธรรมชาติน้อย ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาการนำสารสกัดหยาบจากเปลือกว่านหางจระเข้มาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนไผ่ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ทดแทนสารเคมีฆ่าแมลงต่อไป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดหนอนไผ่ในแง่

การไล่ การยับยั้งการกินอาหาร และอัตราการตาย และเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษของหนอนไผ่ สำหรับดูแนวโน้มในการสร้างความต้านทานต่อสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้

นำเปลือกว่านหางจระเข้ไปอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer) ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง และปั่นให้ละเอียด นำผงว่านหางจระเข้ 50 กรัม ไปสกัดสารด้วยวิธีซอกซ์เลต (soxhlet extraction) โดยใช้เอทานอล (ethanol) 500 มิลลิลิตร เป็นตัวทำละลาย นาน 8 ชั่วโมงจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (rotatory vacuum evaporator) นำตัวอย่างสารสกัดที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแอนทราควิโนน (anthraquinone) และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้

นำหนอนไผ่ (*Plutella xylostella*) จากแหล่งปลูกผักแปลงเกษตรกรมาขยายพันธุ์โดยใช้ผักคะน้า ซึ่งปลูกโดยวิธีปลอดจากสารฆ่าแมลง และนำมาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการไล่ การยับยั้งการกินและการตายของหนอนไผ่

2.1 ประสิทธิภาพในการไล่

ดัดแปลงวิธีของเกรียงไกร และคณะ (2540) และ Mc Donald et al. (1970) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยเตรียมสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ 5 ความเข้มข้น คือ 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 (น้ำหนัก/ปริมาตร, w/v) จำนวน 3 ซ้ำ ตัดกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร (Whatman No.1) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน เท่า ๆ กันหยดสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ปริมาตร 400 ไมโครลิตร (จากข้อ 1) ลงบนกระดาษกรองส่วนแรก

สำหรับกระดาศกรงส่วนที่สอง หยดด้วยตัวทำลาย
เอทานอล ปริมาตร 400 ไมโครลิตร เพื่อใช้เป็นกรรมวิธี
ควบคุม (control) ติดกระดาศกรงกับ Petri dish เมื่อ
เอทานอลระเหยจึงทำการปล่อยหนอนใยผักวัยที่ 2 ลงไป
ตรงกลางของกระดาศกรงจำนวน 10 ตัวต่อซ้ำ จำนวน 3
ซ้ำ ปิดฝา Petri dish จดบันทึกจำนวนหนอนใยผักในแตร
ละส่วนของกระดาศกรงทุก 1 ชั่วโมง จนครบ 5 ชั่วโมง
บันทึกข้อมูลนำมาคำนวณค่า percentage repellency
(PR) โดยใช้สูตรของ Talukder and Howse (1995) และ
นำมาวิเคราะห์โดยใช้ ANOVA และ Duncan's New
Multiple Range Test (DMRT)

ซึ่ง percentage repellency (PR) = $2 (C-50)/C$
คือ เปอร์เซ็นต์ของหนอนใยผักบนกระดาศกรงส่วนที่ไม่มี
สารสกัดโดยค่า PR ที่เป็นบวกแสดงว่าเป็นสารไล่
(repellency) และค่า PR ที่เป็นลบแสดงว่าเป็นสารดึงดูด
(attractancy) นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาจัดระดับความเป็นสาร
ไล่แบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้ Talukder and Howse,
(1995) ระดับ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 Repellency rate
(%) > 0.01-0.1, 0.1-20, 20.1-40, 40.1-60, 60.1-80 และ
80.1-100 เปอร์เซ็นต์

2.2 ประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหาร

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ CRD โดย
เตรียมสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ที่ 5 ความเข้มข้น
คือ 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 w/v จำนวน 3 ซ้ำ ตัดใบ
คะน้าที่ปลูกประมาณ 30 วัน เป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง 1 นิ้ว จุ่มลงในสารสกัดจากเปลือกว่านหาง
จระเข้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งใส่สารจับใบ 1 หยดจุ่มเป็น
เวลา 30 วินาที นำไปผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปใส่กล่อง
พลาสติกขนาด 3 x 2 x 0.8 นิ้ว ซึ่งมีกระดาศกรงอยู่ นำ
หนอนใยผักวัยที่ 2 จำนวน 10 ตัว ผ่านการอดอาหาร 2
ชั่วโมงปล่อยลงบนใบคะน้าดังกล่าว ตรวจวัดพื้นที่การกิน
ของหนอนใยผักภายใน 24 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้มา
คำนวณค่าดัชนีการยับยั้งการกิน (antifeedant index ;
AFI) ตามวิธีของ Abivardi and Benz (1984) และ
วิเคราะห์ด้วย probit analysis เพื่อหาค่า median
antifeedant index (AFI₅₀) ของสารสกัดจากเปลือกว่าน
หางจระเข้ต่อหนอนใยผักสูตรการคำนวณค่าดัชนีการ
ยับยั้งการกิน มีดังนี้

$$AFI = (1 - T / C) \times 100$$

เมื่อ C คือพื้นที่การกินในกลุ่มควบคุมและ T คือ พื้นที่
การกินในกลุ่มทดลอง

2.3 ประสิทธิภาพต่ออัตราการตาย และค่า LC₅₀

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ CRD โดย
การทดสอบแบบจุ่มใบ (leaf dipping bioassay) ดัดแปลง
วิธีการของ Visetson and Milne (2001) โดยเตรียมสาร
สกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้สกัดเช่นเดียวกับข้อ 1 ใช้
ความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00,
1.25, 1.50, 2.00, 2.25, 2.50, 2.75 และ 3.00% (w/v) ตัด
ใบคะน้าที่ปลูกประมาณ 30 วัน เป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง 1 นิ้ว จุ่มลงในสารสกัดจากเปลือกว่านหาง
จระเข้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งใส่สารจับใบ 1 หยดจุ่ม
เป็นเวลา 30 วินาที นำไปผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปใส่กล่อง
พลาสติกขนาด 3 x 2 x 0.8 นิ้ว ซึ่งมีกระดาศกรงอยู่ นำ
หนอนใยผักวัยที่ 2 จำนวน 10 ตัว ผ่านการอดอาหาร 2
ชม. ปล่อยลงบนใบคะน้าที่ชุบสารสกัดจากเปลือกว่าน
หางจระเข้ เปลี่ยนใบคะน้าทุก 24 ชั่วโมง ตรวจเปอร์เซ็นต์
การตายของหนอนใยผักภายใน 72 ชั่วโมง หาค่า
เปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง โดยใช้วิธี Abbott's formula
(Finney, 1978) เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความ
เข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ต่อ
เปอร์เซ็นต์การตายจริงของหนอนใยผักหลังจากได้รับสาร
สกัดนำข้อมูลการตายมาวิเคราะห์โดยวิธี probit analysis
เพื่อหาค่า median lethal concentration (LC₅₀) ของสาร
สกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ต่อหนอนใยผัก
เปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ
ค่าเฉลี่ยของอัตราการตาย โดยวิธี One - way ANOVA ที่
ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

3. ปริมาณเอนไซม์ทำลายพืชของหนอนใยผัก
ทำการศึกษานาน 3 รุ่น เมื่อหนอนใยผักวัย 2 ได้รับสาร
สกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ (สกัดเช่นเดียวกับข้อ 1) ที่
ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ โดยวิธีทดสอบแบบ CRD โดย
เตรียมสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ 3 ระดับ ที่
เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์การตายที่
แท้จริงนำไปคะน้าที่ปลูกประมาณ 30 วัน มาชุบสารสกัด
จากเปลือกว่านหางจระเข้ตามระดับความเข้มข้นดังกล่าว

ใส่สารจับใบ 1 หยด เป็นเวลา 30 วินาที นำมาผึ่งให้แห้ง แล้วใส่ในกล่องพลาสติกขนาด $6 \times 8 \times 3$ นิ้ว ที่มีกระดาษซับรองอยู่ นำหนอนใบฝักวันที่ 2 จำนวน 10 ตัว ผ่านการอดอาหาร 2 ชั่วโมง มาปล่อยลงบนใบคะน้าที่ซบสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ดังกล่าว เปลี่ยนใบคะน้าทุก 24 ชั่วโมง จนหนอนเข้าสู่วัยที่ 4 นำหนอนใบฝักวัยที่ 4 มาสกัด และตรวจวัดเอนไซม์โดยดัดแปลงวิธีการของ Feng *et al.* (1995) และ Visetson and Milne (2001) เพื่อใช้ตรวจวัดระดับเอนไซม์ทำลายพืชโดยตรวจวัดระดับเอนไซม์เอสเทอเรส (esterase) ใช้วิธี PNPA assay ของ Mackness *et al.* (1983) และ Yu and Hsu (1985) โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 400 นาโนเมตร ตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของ paranitrophenol โดยเอนไซม์เอสเทอเรส จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารตั้งต้น คือ paranitrophenyl acetate (PNPA) ไปเป็น paranitrophenol ได้สารละลายสีเหลือง และตรวจวัดระดับเอนไซม์กลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรส (glutathione s-transferase) ใช้วิธี CDNB-DCNB assay ของ Booth *et al.* (1961); สุรพล และ เรวดี (2542); สุรพล และคณะ (2544) โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 340 นาโนเมตร ตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของ monochloronitrobenzene glutathione ซึ่ง dichloronitrobenzene จะเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับ glutathione โดยมีเอนไซม์กลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (one way analysis of variance) ทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับเอนไซม์ทำลายพืชของหนอนใบฝักในแต่ละรุ่น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ต่อการควบคุมหนอนใบฝักนั้น พบว่าสามารถสกัดได้ด้วยเอทานอล และสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้นั้นสามารถไล่ ยับยั้งการกินอาหาร และฆ่าหนอนใบฝักได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งแนวโน้ม

ของระดับเอนไซม์ทำลายพืชไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้

สกัดด้วยวิธีชอกห์เลต โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ด้วยวิธีทดสอบ T-CM-050 Based on Food and Chemical Toxicology (1999) พบว่าปริมาณแอนทราควิโนน (Anthraquinone) จากสารสกัดหยาบ (crude extract) เปลือกว่านหางจระเข้มีปริมาณ 27.38 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก, w/w) ทั้งนี้เนื่องจากสารที่สกัดได้จากเปลือกว่านหางจระเข้นั้นจะอยู่ในรูปของแอนทราควิโนน ไกลโคไซด์ (Anthraquinone glycoside) (อตุลย์, 2537) การสกัดด้วยวิธีชอกห์เลตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (Du *et al.*, 1998) จึงสามารถละลายในเอทานอลซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วได้ดี

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ต่อหนอนใบฝัก

2.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ในการไล่หนอนใบฝัก พบว่าสารสกัดมีผลต่อการไล่หนอนใบฝักวัยที่ 2 นับเปอร์เซ็นต์การไถ่ถอน 5 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใบฝัก โดยใช้ One-way ANOVA มีผลดังตารางที่ 1

เมื่อระยะเวลา 5 ชั่วโมง ระดับการไล่แมลงอยู่ในระดับ 3 เมื่อทำการทดสอบกับสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 1.0, 2.0 และ 3.0% w/v และอยู่ในระดับ 4 ที่ระดับความเข้มข้น 4.0 และ 5.0% w/v โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใบฝักสูงสุดคือ 73.33 ± 3.33 เปอร์เซ็นต์ คือที่ระดับ 5% แอนทราควิโนนมีคุณสมบัติทางเคมีกลุ่มอัลคาลอยด์ (alkaloid) มีฤทธิ์เป็นเบส อยู่ในสารจำพวกไลแมลง เป็นพิษระคายเคืองต่อผิวหนังสัมผัส คงอยู่ในสภาพธรรมชาติ ได้นานกว่ากลุ่มน้ำมันหอมระเหย (essential oils) จากผลการศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยจาก ใบ ยูคา ลิ ป ต ส *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh ต่อหนอนกระทู้ฝัก *Spodoptera litura* (Fabricius) พบว่า ประสิทธิภาพในการไล่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และเมื่อใช้เวลา 5 ชั่วโมง หนอนถูกไล่เพียง

45-72 เปอร์เซ็นต์ (ศิริพรรณ และคณะ, 2550) ซึ่งแตกต่างจากสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ซึ่งคงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และสารแอนทราควิโนนมีค่าความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก (acute oral toxicity) LD₅₀ มากกว่า 5000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Anthraquinone Fact Sheet, 1998) จึงจะเป็นอันตรายกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

2.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ในการยับยั้งการกินของหนอนใยผักโดยใช้วิธีทดสอบแบบจุ่มใบ กับหนอนใยผักวัยที่ 2 ตรวจวัดพื้นที่การกินภายใน 24 ชั่วโมงโดยใช้ความเข้มข้น 5 ระดับพบดัชนีการยับยั้งการกิน (AFI) สูงสุด 82.60% และมีค่า AFI₅₀ 2.97% เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วย probit analysis (ภาพที่ 1) ซึ่งประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักที่เวลา 24 ชั่วโมงเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ที่ทำให้เกิดการยับยั้งการกินของหนอนใยผักสูงสุดที่ 24 ชั่วโมง คือ 5 เปอร์เซ็นต์ (w/v) มีค่าดัชนียับยั้งการกินเท่ากับ 82.60 เปอร์เซ็นต์และความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ที่ทำให้เกิดการยับยั้งการกินของหนอนใยผักต่ำสุดที่ 24 ชั่วโมง คือ 1 เปอร์เซ็นต์ (w/v) มีค่าดัชนียับยั้งการกินเท่ากับ 15.01 และสมการ regression คือ $y = 16.364X + 1.338$ ค่า AFI₅₀ เท่ากับ 2.97 เปอร์เซ็นต์ (w/v) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ probit analysis แสดงว่าแอนทราควิโนนและอนุพันธ์อื่นที่เป็นองค์ประกอบคือสารซาโปนิน (saponin) และ กลุ่ม triterpenoids (Waller *et al.*, 1978) ที่ได้จากการสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักที่ 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบผลการศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักหรือแมลงชนิดอื่นเมื่อได้รับสารสกัดทุติยภูมิจากพืชในกลุ่มอัลคาลอยด์ ชนิดอื่น ๆ ได้ผล

Table1 Percentage of repellency rate and level of repellent of aloe (*Aloe vera*) rind extract to diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) at different concentrations at 1, 2, 3, 4 and 5 hr.

Concentration (% w/v)	Mean ¹ ±SD of percentage of repellency rate in each hour (%)				
	1	2	3	4	5
	(level of repellent)				
1.0	3.33 ^a ±3.33	10.00 ^a ±5.77	20.00 ^a ±5.77	20.00 ^a ±5.77	43.33 ^a ±3.33 (3)
2.0	20.00 ^b ±11.55	20.00 ^{ab} ±11.55	26.67 ^a ±6.67	33.33 ^b ±6.67	53.33 ^b ±3.33 (3)
3.0	26.67 ^b ±8.82	33.33 ^b ±6.67	40.00 ^b ±5.77	40.00 ^b ±5.77	50.00 ^{ab} ±5.77 (3)
4.0	16.67 ^b ±6.67	33.33 ^b ±3.33	33.33 ^{ab} ±6.67	56.67 ^c ±3.33	63.33 ^c ±3.33 (4)
5.0	26.67 ^b ±8.82	36.67 ^b ±8.82	46.67 ^b ±3.33	60.00 ^c ±5.77	73.33 ^d ±3.33 (4)

¹Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05)

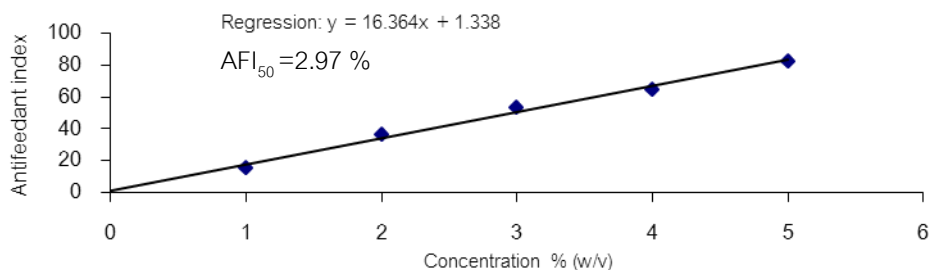


Figure 1 The efficacy of aloe (*Aloe vera*) rind extract on antifeedant index (AFI) of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) for 24 hr.

เป็นไปในทางเดียวกันคือ ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการกินของสารสกัดจากเมล็ดสะเดา 3 ชนิด คือ สะเดาอินเดีย (*Azadirachta indica* A. Juss) สะเดาช้าง (*A. excels* (Jack) Jacobs) และสะเดาไทย (*A. indica* A. Juss. var. *siamensis* Valetton) ต่อหนอนใยผัก พบว่าผลการยับยั้งการกินใบค่น้ำของหนอนใยผักเท่ากับ 55.69, 79.69 และ 44.45% ตามลำดับ (รติยา และคณะ, 2546) หรือสารพวก terpinoid ซึ่งมีรสขมสามารถยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักได้ ดังผลการศึกษา Reed *et al.* (1982) ตลอดจนนักวิจัยอีกหลายท่านที่ได้ให้ความสนใจนำน้ำมันสกัดจากเมล็ดสะเดา azadirachtin ซึ่งเป็น tetranor-terpinoid มีผลควบคุมแมลงได้หลายด้าน ตัวอย่างเช่น สามารถหยุดยั้งการกินอาหารของแมลงวันบ้าน ตัวอ่อนหนอนใยผัก ตัวงาแดง เป็นต้น

2.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกกว่านหางจระเข้ต่อการตายของหนอนใยผัก ซึ่งมีเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย โดยใช้วิธีทดสอบแบบจุ่มใบ กับหนอนใยผักวัยที่ 2 ซึ่งผ่านการอดอาหาร 2 ชั่วโมง นับเปอร์เซ็นต์การตายที่ 72 ชั่วโมงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบเปอร์เซ็นต์การตายจริงคำนวณโดยใช้ Abbott's formula (Finney, 1978) มีค่า LC_{50} 1.83% เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ probit analysis (ภาพที่ 2)

จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกกว่านหางจระเข้ทำให้หนอนใยผักตาย 100% คือ 3% (w/v) และพบค่า LC_{50} 1.83% (w/v) การที่แอนทราควิโนนสามารถทำให้หนอนใยผักตายได้ภายใน 72 ชั่วโมง เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีเมื่อถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะถูกรีดิวซ์ให้เป็นแอนทรานอล (Anthranol) ซึ่งระคายเคืองต่อลำไส้ (อดุลย์, 2537) หรืออีกสาเหตุหนึ่งคือแอนทราควิโนน ไม่มีผลทำให้กลไกการทำลายสารพิษในหนอนใยผักเกิดการเหนี่ยวนำให้สร้างเอนไซม์ทำลายพิษของสารแปลกปลอมในปริมาณน้อยเกินไป ซึ่งเอสเทอร์และกลูตาไรโอน เอส-ทรานสเฟอเรส ถือว่าเป็นกลไกหลักของแมลงที่จะถูกเหนี่ยวนำให้มีปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป เพื่อทำลายความเป็นพิษของสารแปลกปลอม (Yu, 1984) ดังนั้นจึงทำให้หนอนใยผักไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในทางตรงกันข้าม หนอนใยผักที่รอดตายจะมีการเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างเอนไซม์ทำลายพิษปริมาณมากพอที่จะพาของสารแปลกปลอมออกไปจนไม่สามารถทำอันตรายให้ถึงกับตายได้ และทั้งนี้หนอนใยผักในรุ่นต่อไปหรือหนอนใยผักในพื้นที่อื่น ๆ อาจจะสามารถสร้างความต้านทานต่อสารสกัดได้แตกต่างกัน ดังผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์ (diamide) คือ chlorantraniliprole (CTPR) ต่อหนอนใยผักจาก

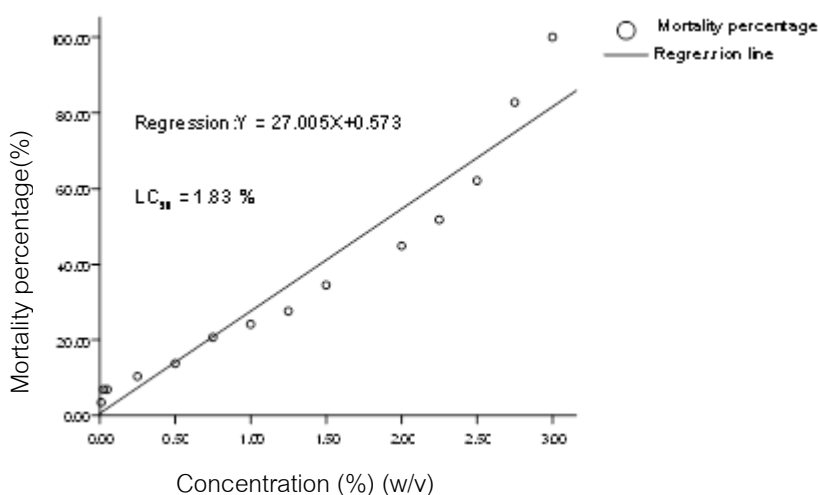


Figure 2 The efficacy of aloe (*Aloe vera*.) rind extract at various concentrations on mortality percentage of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) for 72 hr.

ประชากรจังหวัดเชียงใหม่ และสุพรรณบุรีในห้องปฏิบัติการพบว่ามีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.1191 และ 7.1484 ppm แสดงว่าหนอนใยผักจากประชากรจังหวัดสุพรรณบุรีมีความต้านทานต่อสาร CTPR เป็น 60 เท่าของหนอนใยผักจากประชากรจังหวัดเชียงใหม่ (กฤษณา และ ยาวลักษณ์, 2557) เนื่องจากหนอนใยผักแต่ละพื้นที่จะมีการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ต่างกันตามระยะเวลาและปริมาณการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลง

3. ผลการศึกษาในระดับเอนไซม์ทำลายพืชของหนอนใยผักรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณเอสเทอเรส (esterase) โดยใช้ One-way ANOVA ให้ผลดังตารางที่ 2 ส่วนระดับกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรส ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างโดยใช้ One-way ANOVA ให้ผลดังตารางที่ 3

เมื่อนำกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนใยผักรุ่นที่ 1, 2 และ 3 ที่เลี้ยงด้วยค่น้ำชุปสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 0.00, 1.50, 2.00 และ 2.25% (w/v) มาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความแตกต่างของปริมาณกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรส โดยใช้ One-way ANOVA พบว่าปริมาณกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรส ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1, 2 และ 3 ที่เลี้ยงด้วยค่น้ำชุปสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ความเข้มข้นเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพืช คือ เอสเทอเรส (esterase) และกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรส โดยพบว่าเอนไซม์ทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น Yu (1984) ได้กล่าวว่าเมื่อแมลงได้รับสารสกัดจากพืชจะทำให้แมลงมีการสร้างเอนไซม์

Table 2 Esterase in diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) fed with aloe extract-coated Chinese kale (*Brassica oleracea*.)

Concentration % (w/v)	Mean ¹ ± SD of esterase (n mole)		
	F1	F2	F3
0.00	5.47 ^a ±0.09	5.47 ^a ±0.14	5.45 ^a ±0.16
1.50	7.29 ^b ±0.53	7.32 ^{ab} ±0.24	7.21 ^{ab} ±0.51
2.00	9.47 ^c ±0.72	9.43 ^b ±0.67	9.40 ^b ±0.48
2.25	11.03 ^c ±0.38	11.02 ^b ±0.31	10.97 ^b ±0.92

¹Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05)

Table 3 Glutathione S-transferase in diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) fed with aloe extract-coated Chinese kale (*Brassica oleracea*.)

Concentration(%) (w/v)	Mean ¹ ± SD of glutathione S-transferase (n mole)		
	F1	F2	F3
0.00	0.59 ^a ±0.03	0.59 ^a ±0.06	0.55 ^a ±0.06
1.50	0.63 ^{ab} ±0.04	0.62 ^{ab} ±0.01	0.62 ^{ab} ±0.02
2.00	0.71 ^{bc} ±0.09	0.70 ^{bc} ±0.02	0.69 ^{bc} ±0.04
2.25	0.78 ^c ±0.08	0.78 ^c ±0.09	0.76 ^c ±0.02

¹Means with different letters in the same column and roll are significantly different (P<0.05)

ทำลายพิษ ปริมาณที่เหมาะสมเพื่อทำลายพิษจากสารสกัดจากพืชซึ่งเป็นสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกายให้มีความเป็นพิษน้อยลงหรือไม่มีพิษเลยและการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษในแมลงแต่ละชนิดต่อสารพิษที่แตกต่างกัน หรือในแมลงชนิดเดียวกันถ้าได้รับสารพิษคนละชนิด การเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษก็จะแตกต่างกันด้วย (Rose and Terriere, 1980)

ในการศึกษาเอนไซม์ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อได้รับสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ เพื่อดูแนวโน้มการต้านทานของหนอนใยผักต่อสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ จากผลการทดลองพบว่าเอสเทอร์เอส (esterase) และกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนใยผักทั้ง 3 รุ่นไม่แตกต่างกัน การสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารเคมีแต่ละชนิดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดจะใช้เวลาแตกต่างกัน และพบว่าสารเคมีในกลุ่ม pyrethroid เป็นสารเคมีที่แมลงสร้างความต้านทานได้เร็วที่สุด คือ 2 ปี การสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดต้องใช้เวลาลายรุ่น ซึ่งการสร้างเอนไซม์ถูกควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมคู่ที่ 2 (Metcalf, 1989) และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป ซึ่งจะมีผลทำให้แมลงมีความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัด ดังนั้นผลการศึกษาก็ยังสรุปไม่ได้ว่าหนอนใยผักไม่สามารถสร้างความต้านทานต่อสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้แต่จะไม่มีเปลี่ยนแปลงในระยะเวลานาน

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ต่อการควบคุมหนอนใยผักนั้นพบว่าสารสกัดที่ได้โดยวิธีซอกซ์เลต โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนใยผักวัย 2 พบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การไล่หนอนใยผักจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาและความเข้มข้นมากขึ้น ส่วนในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักวัย 2 มีค่า AFI_{50} เท่ากับ 2.97% (w/v) ซึ่งประสิทธิภาพในการยับยั้งการกินจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ในการทดสอบเพิ่มขึ้นการ

ทดสอบประสิทธิภาพต่อการตายพบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักที่ 72 ชม. มีค่า LC_{50} คือ 1.83% (w/v) จากผลการศึกษาระดับเอนไซม์ทำลายพิษของหนอนใยผักรุ่นที่ 1, 2, 3 ตรวจวัดปริมาณ เอสเทอร์เอสและกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และพบว่าพบว่าระดับเอสเทอร์เอสและกลูตาไธโอน เอส-ทรานสเฟอเรส ของหนอนใยผักทั้ง 3 รุ่นไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ควรตรวจวิเคราะห์หาสารทุติยภูมิตัวอื่น ๆ ในเปลือกว่านหางจระเข้ที่สามารถออกฤทธิ์ในการควบคุมหนอนใยผักได้ หรือทำการแยกสารทุติยภูมิแต่ละชนิดให้บริสุทธิ์รวมทั้งสารแอนทราควิโนน แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักเพื่อเปรียบเทียบหาสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และควรมีการทดลองกับแมลงศัตรูพืชอื่น และศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ที่มีผลต่อระยะต่าง ๆ ในวงจรชีวิต เช่น การวางไข่ การเป็นตัวหนอน การเข้าดักแด้ การลอกคราบ เป็นต้น และควรทดสอบผลของสารสกัดจากเปลือกว่านหางจระเข้ที่มีต่อระดับเอนไซม์ทำลายพิษของแมลงในระยะยาว เพื่อดูแนวโน้มการต้านทานของแมลง และควรมีการทดสอบในพื้นที่จริง โดยทดลองพ่นในแปลงผักชนิดต่าง ๆ เพื่อทดสอบการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในสภาพธรรมชาติ และวิเคราะห์ต้นทุนในการที่เกษตรกรจะนำไปใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา สุเมธะ และ ยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2557. พืชนเนสคอสต์ของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์ในหนอนใยผัก. วารสารเกษตร 30(1): 29-37.
- เกรียงไกร จำเริญมา และ เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์. 2540. ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดากับหนอนกระทู้หอม. กล้วยและสัตววิทยา 19(2): 78-88.

- รติยา คุณเขตพิทักษ์วงศ์ สังวาล สมบูรณ์ สุภาณี พิมพ์
สมาน และ วชิร คุณกิตติ. 2546. การ
เปรียบเทียบปริมาณสาร azadirachtin และฤทธิ์
การยับยั้งการกินของสารสกัดจากเมล็ดสะเดา
สามชนิดต่อหนอนใยผัก. วารสารวิจัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น 8(2): 11-16.
- ศิริพรรณ ตันตาคม นันทิยา จิตธรรมมา บุญฤทธิ์
ส้ายมพล สุรัตน์วดี จิระจินดา และ ธรรมศักดิ์
ทองเกตุ. 2550. ประสิทธิภาพในการเป็นสาร
ไล่หนอนกระทุ้งผักของน้ำมันหอมระเหยจากใบยู
คาลิปตัส. วิทยาศาสตร์การเกษตร 5(1): 30-35.
- สุรพล วิเศษสรรค์ มณัญญา เพียรเจริญ และ ธานี วัฒน-
สมบัติ. 2544. ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ
(*Chromolaena odorata*) และเหง้าข่า (*Alpinia
galangal* Stuntz) ต่อระดับเอนไซม์ทำลายพืช
ในหนอนใยผัก (*Plutella maculipennis* L.) หน้า 55-
61. ใน: รายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืช
แห่งชาติ ครั้งที่ 5 เรื่องอารักขาพืช: ผลิตอาหาร
เพื่อประชากรโลก:สมาคมคนไทย-ผู้ประกอบการ
ธุรกิจสารเคมีเกษตร/สมาคมอารักขาพืชไทย/
สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย,
กรุงเทพฯ.
- สุรพล วิเศษสรรค์ และ เรวดี ชูช่วย. 2542. ประสิทธิภาพ
ของสารสกัดจากตะไคร้หอม และสะเดากับการ
เปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพืชในหีบ
สุ้นซ์ หน้า 847-851. ใน: รายงานผลการวิจัย
ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย.
การประชุมวิชาการประจำปี โครงการ BRT ครั้งที่
3. 11-14 ตุลาคม 2542. หาดใหญ่, สงขลา.
- อดุลย์ รัตนมโนเกษม. 2537. ว่านหางจระเข้ตำหรับแพทย์
จีนฉบับปรับปรุง. นานมี บุ๊คส์, กรุงเทพฯ.
- Abivardi, C. and G. Benz. 1984. Tests with extracts
of 21 medicinal plants for antifeedant
activity against larvae of *Pieris brassicae* L.
Mitteilungen der Schweizerische
Entomologische Gesellschaft 57(4): 383-
392.
- Du. H., R.A. Fuh, J. Li, A. Corkanand and J.S.
Lindsey. 1998. Photochem CAD: A
computer-aided design and research tool in
photochemistry. Photochemistry and
Photobiology 68: 141-142.
- Feng, R., W. Chen and M.B. Isman. 1995.
Synergism of malathion and inhibition of
midgut esterase activities by an extract
from *Melastoma* (Meliaceae).
Pesticide Biochemistry and Physiology 53:
34-41.
- Finney, D.J. 1978. Statistical Methods in Biological
Assay, 3rd ed. Charles Griffin and Company
Limited, London. 365 p.
- Mackness, M., I.C.H. Walker, D.G. Rowland and N.
R. Price. 1983. Esterase activity in
homogenates of three strains of the rust red
flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst).
Comparative Biochemistry and Physiology
74(1): 65-68.
- McDonald, L.L., R.H. Guyard and R.D. Speirs. 1970.
Preliminary evaluation of new candidate
materials as toxicants, repellents and
attractants against stored product insect.
Marketing Research Report No. 882.
Agricultural Research Service, US., Dept. of
Agriculture, Washington D.C.
- Metcalf, R.L. 1989. Insect resistance to insecticides.
Journal of Pesticide Science 26: 333-358.
- Rose, H.A. and L.C. Terriere. 1980. Microsomal
oxidase activity of tree blowfly species and
its induction by phenobarbital and p-
naphthoflavone. Pesticide Biochemistry and
Physiology 14: 275-281.
- Reed, D.K., J.D. Warthen, Jr., E.C. Uebeland and G.
L. Reed. 1982. Effect of two-triterpenoids
from neem on feeding by cucumber
beetles, (Coleoptera: Chrysomelidae).

- Journal of Economic Entomology 75: 1109-1113.
- Talukder, F.A. and P.E. Howse. 1995. Evaluation of *Aphanamixis polystachya* as a source of repellents, antifeedants, toxicants and protectants in storage against *Tribolium castaneum*. Journal of Stored Products Research 31(1): 55-61.
- U.S. Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs 1961. Anthraquinone Fact Sheet, 1998 http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_122701.htm, (20 November, 2010) .Booth, J., E Boyland P. Sims. An enzyme from rat liver catalyzing conjugation with glutathione. Biochem.
- Visetson, S. and M. Milne. 2001. Effects of root extract from derris (*Derris elliptica* Benth) on mortality and detoxification enzyme levels in the diamondback moth larvae (*Plutella xylostella* Linn.). Kasetsart Journal : Natural Science 35: 157-163.
- Waller, G.R., S. Mangiafico and C.R. Ritchey. 1978. A Chemistry investigation of *Aloe barbadensis* MILLER. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science 58: 69-76.
- Yu, S.J. 1984. Interaction of allelochemical with detoxification enzymes of insecticides susceptible and resistance fall armyworm. Pesticide Biochemistry and Physiology 22: 60-68.
- Yu, S.J. and E.L. Hsu. 1985. Induction of hydrolases by allelochemicals and host plants in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Environmental Entomology 14: 512-515.
-