BRT 539018

ผลของการสกัดจากใบสาบเสือ CHROMOLAENA ODORATA (L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก PLUTELLA XYLOSTELLA L.

นางสาวมนัญญา เพียรเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-818-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

M26

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.

นางสาวมนัญญา เพียรเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-818-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF LEAF EXTRACTS FROM SIAM WEED *Chromolaena odorata* (L.) ON DETOXIFICATION ENZYMES LEVEL IN DIAMONDBACK MOTH *Plutella xylostella* L.

Miss Mananya Phiancharoen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Zoology
Department of Biology
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1996

ISBN 974-636-818-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.
โดย	นางสาวมนัญญา เพียรเจริญ
ภาควิชา	ชีววิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ จริยา เล็กประยูร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. สุรพล วิเศษสรรค์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยศยิ่งยวด)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ จริยา เล็กประยูร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. สุรพล วิเศษสรรค์)

..... กรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว BRT 539018

มนัญญา เพียรเจริญ : ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. (EFFECT OF LEAF EXTRACTS FROM SIAM WEED *Chromolaena odorata* (L.) ON DETOXIFICATION ENZYMES LEVEL IN DIAMONDBACK MOTH *Plutella xylostella* L.) อ. ที่ปรึกษา : รศ. จริยา เล็กประยูร, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ดร. สุรพล วิเศษสรรค์; 148 หน้า. ISBN 974-636-818-4.

จากการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก พบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลายและวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำมีผลต่อการตายของหนอนใยผักน้อยมาก สำหรับสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลายมีผลต่อการตายของหนอนใยผัก 100% ที่ความเข้มข้น 1.50 และ 2.00%(w/v) ในการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก เลือกสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย

ผลของสารสกัดใบสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. โดยเลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) และสารสกัดจากใบสาบเสือดังกล่าวผสมกับ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate(DEM), piperonyl butoxide(PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3

จากการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือทำให้ระดับ esterase เพิ่มขึ้นประมาณ 20, 40 และ 90% ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% ระดับ glutathione S-transferase เพิ่มขึ้นประมาณ 5 และ 20% ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% ระดับ monooxygenase เพิ่มขึ้นประมาณ 10 และ 30% ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% สำหรับผลการทดลองสารสกัดจากใบสาบเสือผสมกับ synergists พบว่า DEM ทำให้ระดับ glutathione S-transferase ลดลงประมาณ 5% ส่วน PB มีผลต่อระดับ esterase และ monooxygenase ลดลงประมาณ 10% สำหรับ TPP มีผลทำให้ระดับ esterase ลดลงประมาณ 10-20%

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีผลต่อการตายของหนอนใยผักและการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase นอกจากนี้การใช้ DEM, PB และ TPP เป็นสารที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือในกรณีที่หนอนใยผักต้านทานต่อสารสกัดจากใบสาบเสือในอนาคต

ภาควิชา ชีววิทยา ลายมือชื่อนิสิต มนัญญา เพียรเจริญ

สาขาวิชา สัตววิทยา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

BKT 539018

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C725583 : MAJOR ZOOLOGY
KEY WORD: *Plutella xylostella* L. / *Chromolaena odorata* (L.) / DETOXIFICATION ENZYME / ESTERASE / GLUTATHIONE S-TRANSFERASE / MONOOXYGENASE

MANANYA PHIANCHAROEN : EFFECT OF LEAF EXTRACTS FROM SIAM WEED *Chromolaena odorata* (L.) ON DETOXIFICATION ENZYMES LEVEL IN DIAMONDBACK MOTH *Plutella xylostella* L. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. CHARIYA LEKPRAYOON, THESIS COADVISOR : SURAPHON VISETSON, Ph.D. 148 pp. ISBN 974-636-818-4.

Investigation of siam weed leaf extracts on detoxification enzymes of diamondback moth was conducted in the laboratory. Stream distillation and water soaking extracting methods showed low mortality rate. On the other hand, The soxhlet extraction using ethanol and hexane exhibited 100% mortality (at concentration of 1.50 and 2.00% (w/v))

Evaluation of detoxification enzymes change in diamondback moth was carried out by using the method of soxhlet extraction with ethanol. The concentration of siam weed extracts at concentration of 0.05, 0.25 and 0.50% (w/v) with or without synergists ; diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) and triphenyl phosphate (TPP) at 0.1% were trialed for their enzymes reaction namely; esterase, glutathione S-transferase and monooxygenase. Three generation of the insect were assayed.

Increased esterase levels by 20, 40 and 90% at the concentration of 0.05, 0.25 and 0.50% were recorded. glutathione S-transferase were increased by 5 and 20% at concentration of 0.25 and 0.50%. In addition monooxygenase were increased by 10 and 30% at concentration of 0.25 and 0.50%

Synergistic action played the important role in all enzyme systems. Most synergists inhibited enzyme reaction. There was 5% reduced glutathione S-transferase activity by using of DEM. Furthermore PB could reduce both esterase and monooxygenase activities by 10%. In addition, TPP inhibited esterase activity by 10-20%.

Manipulative data showed that siam weed extracts could reduce detoxification enzyme activity in diamondback moth *Plutella xylostella* L. and showed high mortality at appropriate extraction technique. Using of synergists could overcome. Their resistant mechanism in via increased reaction in the future.

ภาควิชา ชีววิทยา ลายมือชื่อนิสิต มนันญา เพียรเจริญ

สาขาวิชา สัตววิทยา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ จริยา เล็กประยูร อาจารย์ที่ปรึกษา และ ดร. สุรพล วิเศษสรรค์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาช่วยเหลือ ให้ความรู้ ความเข้าใจ คำแนะนำและข้อคิดเห็นตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยศยิ่งยวด หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และช่วยแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณอารีย์ ช่วยประสม คุณมณฑา ใจหาญ ข้าราชการ และเจ้าหน้าที่กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร ที่กรุณาช่วยเหลือในด้านสถานที่ อุปกรณ์เครื่องมือ และช่วยแนะนำเทคนิคในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจาก บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่เป็นกำลังใจให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชาย ในการสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฎ
คำย่อ ..... ณ
บทที่
1. บทนำ 1
2. บทสอบสวนเอกสาร 3
3. วิธีการดำเนินการวิจัย 23
4. ผลการทดลอง 32
5. วิจารณ์ผลการทดลอง 119
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 125
รายการอ้างอิง 129
ภาคผนวก 138
ประวัติผู้เขียน 148

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4-1 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย ที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม. 34

4-2 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่มีต่อการตาย ของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม. 35

4-3 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม. 36

4-4 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม. 37

4-5 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) 42

4-6 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยง ด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) 43

4-7 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจาก ใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) 44

4-8 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) 45

4-9 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) 46

4-10 เปรียบเทียบ **monooxygenase** ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยง ด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) 47

4-11 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 55

4-12 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3ที่เลี้ยงด้วย คะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 56

หน้า

4-13 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 57

4-14 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 58

4-15 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 59

4-16 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 60

4-17 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 68

4-18 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 69

4-19 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 70

4-20 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 71

4-21 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 72

หน้า

4-22 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 73

4-23 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 81

4-24 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3ที่เลี้ยงด้วย คะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 82

4-25 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 83

4-26 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 84

4-27 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจาก ใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 85

4-28 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 86

4-29 เปรียบเทียบปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 94

4-30 เปรียบเทียบปริมาณแ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัด จากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists 95

4-31 เปรียบเทียบปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัด จากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists 96

4-32 เปรียบเทียบปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัด จากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists 97

4-33 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยง ด้วยคะน้าชุบ synergists 104

หน้า

4-34 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists 105
4-35 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists 106
4-36 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists 107
4-37 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 114
4-38 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists 115
4-39 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists 116
4-40 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists 117

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	วงชีวิตของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.	5
2-2	ลักษณะตัวเต็มวัยของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.	6
2-3	ลักษณะตัวหนอนของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.	7
2-4	ลักษณะของต้นสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.)	16
4-1	ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย ที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.	34
4-2	ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่มีต่อการตาย ของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.	35
4-3	ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.	36
4-4	ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.	37
4-5	esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)	42
4-6	เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยง ด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)	43
4-7	glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจาก ใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)	44
4-8	เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)	45
4-9	monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)	46
4-10	เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยง ด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)	47

หน้า

4-11 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 55

4-12 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วย คะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 56

4-13 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 57

4-14 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 58

4-15 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจาก ใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 59

4-16 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% 60

4-17 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 68

4-18 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3ที่เลี้ยงด้วย คะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 69

4-19 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 70

4-20 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 71

หน้า

4-21 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจาก ใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 72

4-22 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1% 73

4-23 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 81

4-24 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3ที่เลี้ยงด้วย คะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 82

4-25 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 83

4-26 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 84

4-27 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจาก ใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 85

4-28 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% 86

4-29 เปรียบเทียบปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 94

4-30 เปรียบเทียบปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัด จากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists 95

4-31 เปรียบเทียบปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัด จากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists 96

หน้า

4-32 เปรียบเทียบปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists 97
4-33 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 104
4-34 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists 105
4-35 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists 106
4-36 เปรียบเทียบปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists 107
4-37 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 114
4-38 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists 115
4-39 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists 116
4-40 เปรียบเทียบปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists 117

คำย่อ

DCNB	dichloronitrobenzene
DEM	diethyl maleate
EDTA	ethylene diamine tetraacetic acid
GSH	glutathion
GST	glutathione S-transferase
NADP	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
PB	piperonyl butoxide
PNPA	paranitrophenyl acetate
TPP	triphenyl phosphate
nm	nanomoles
pm	picomoles

บทที่ 1

บทนำ

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของผักคะน้า *Brassica oleracea* var. *alboglaba* Bial จัดอยู่ในพืชผักตระกูลกะหล่ำ ซึ่งเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย นิยมปลูกเพื่อบริโภคทั้งส่วนของต้นและใบ หนอนใยผักเป็นแมลงขนาดเล็กที่มีวงชีวิตสั้นและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว เกษตรกรจะเห็นความเสียหายในแปลงปลูกก็ต่อเมื่อประชากรของหนอนใยผักมีจำนวนมากแล้วจึงยากแก่การป้องกัน ทำให้เกิดการระบาดกับผักคะน้าอยู่เสมอซึ่งส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจของประเทศ (พิสมัย ชวลิตวงษ์พร, 2536) วิธีป้องกันและกำจัดหนอนใยผักที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุด คือ การใช้สารเคมี เนื่องจากใช้ง่าย สะดวก และเห็นผลอย่างรวดเร็ว สารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม organophosphate และ carbamate การใช้สารเคมีจะให้ผลดีในระยะแรกแต่เมื่อใช้ไปนานๆ หนอนใยผักสามารถต้านทานต่อสารเคมีได้อย่างรวดเร็วจึงก่อให้เกิดการดื้อต่อสารเคมีซึ่งเป็นปัญหามากที่สุดในการใช้สารเคมี (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2526)

การที่แมลงมีการต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดได้ เนื่องจากแมลงมีกระบวนการทำลายสารพิษหรือสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย (detoxification) ซึ่งเป็นวิธีทางชีวเคมีในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษให้มีฤทธิ์น้อยลงหรือไม่มีฤทธิ์เลย แมลงมีเอนไซม์สำคัญ 3 ชนิด ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการขจัดพิษ คือ esterase, glutathion S-transferase และ monooxygenase (Dauterman and Hodgson, 1978) เมื่อแมลงได้รับสารพิษ แมลงจะมีการเปลี่ยนแปลงการสร้างเอนไซม์ขจัดพิษออกมาในชนิดและปริมาณที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงนี้มีแนวโน้มที่จะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกต่อไปซึ่งเป็นผลให้แมลงในรุ่นถัดๆไปต้านทานต่อสารดังกล่าวได้ (Visetson, 1991)

ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องใช้สารเคมีในปริมาณมากขึ้นหรือเปลี่ยนไปใช้สารเคมีชนิดใหม่ที่มีฤทธิ์มากกว่าเดิม ผลที่ตามมาภายหลังอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เลยนั้นคือ สารเคมีจะก่อให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อ ผู้ใช้ ผู้บริโภค และส่งผลกระทบต่อสัตว์เลี้ยง นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้สมดุลของธรรมชาติสูญเสียไปก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถถ่ายทอดเข้าสู่สายใยอาหาร ปัจจุบันรัฐบาลตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาจากการใช้สารเคมีจึงได้มีนโยบายลดการใช้สารเคมีโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชต่างๆ และพืชสมุนไพร ทดแทนสารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช สารสกัดจากพืชที่นำมา

ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชมีมากมายหลายชนิด เช่น สารสกัดจากสะเดา ตะไคร้หอม สาบเสือ ว่านน้ำ ยาสูบ ขมิ้นชัน หางไหล ข่า เป็นต้น สารสกัดจากพืชส่วนใหญ่มีความสะดวกในการใช้และเห็นผลค่อนข้างเร็ว (ณัฐวุฒิ ธานี, 2533) และมีการออกฤทธิ์ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2532) มีอัตราการสลายตัวสูงและสลายตัวได้รวดเร็วในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ทำให้มีผลด้านพิษตกค้างในสายใยอาหารน้อย ดังนั้นสารสกัดจากพืชจึงมีความปลอดภัยต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมสูง (มารศรี อุดมโชค, 2528)

สาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) เป็นพืชที่มีการนำมาสกัดสารเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เนื่องจากสาบเสือเป็นวัชชพืชที่พบทั่วไปในประเทศไทย และเป็นพืชที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้มีศึกษาสารสกัดจากใบสาบเสือเพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก สารสกัดจากสาบเสือมีมากมายหลายชนิด เช่น isosakuranetin, kaempferide, sakuranetin, tamarixetin, odoratin, salviginin (Metwally and Ekejiuba, 1981) eupathal, lupeol, amyrin (Talapatra, 1974) pinene, myrecene, limonene, calamenene (Baruah and Leclercq, 1993) เป็นต้น แต่ในขณะนี้ยังไม่มีรายงานว่าสารชนิดใดเป็นสารออกฤทธิ์ และยังไม่ทราบถึงกลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากสาบเสือต่อหนอนใยผัก

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายและการเปลี่ยนแปลงระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก และศึกษาการใช้ synergist ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือ เนื่องจาก synergist เป็นสารที่ไม่มีพิษโดยตัวมันเอง แต่จะไปเสริมฤทธิ์ให้เกิดพิษเพิ่มขึ้นเมื่อรวมกับสารชนิดอื่น เพื่อดูแนวโน้มการต้านทานของหนอนใยผักต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ

การวิจัยครั้งนี้อาจจะเป็นแนวทางในการใช้สารสกัดจากใบสาบเสือเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ในอนาคตต่อไป

บทที่ 2

บทสอบสวนเอกสาร

ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของหนอนใยผัก

การจัดจำแนก (classification)

Kingdom Animalia

Phylum Arthropoda

Class Insecta

Order Lepidoptera

Family Plutellidae

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Plutella xylostella* L.

ชื่อสามัญ: diamondback moth

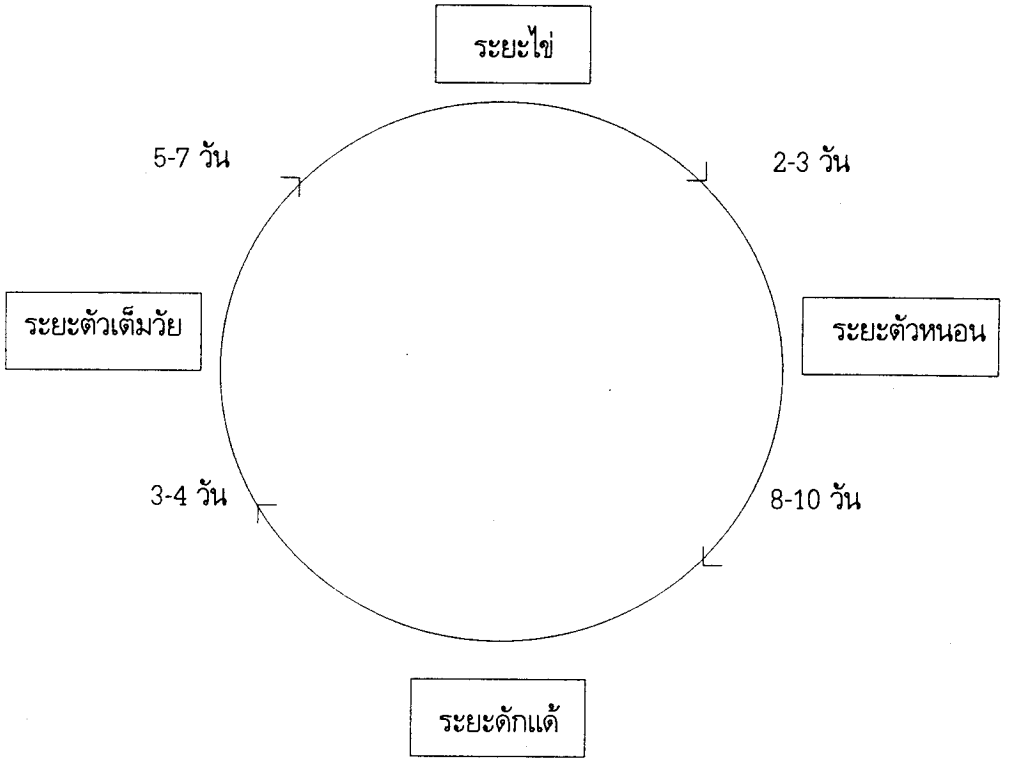
พืชอาหาร: พืชผักตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า ผักกาดขาวปลี เป็นต้น

วงชีวิตของหนอนใยผักมีการเจริญแบบเปลี่ยนรูปร่างอย่างสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ประกอบด้วยระยะ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยของหนอนใยผักเป็นผีเสื้อกลางคืน ผีเสื้อหนอนใยผักมีขนาดเล็ก มีความยาวลำตัวประมาณ 6-7 มิลลิเมตร ปีกสีเทา ส่วนหลังมีแถบสีเหลืองส้ม เมื่อเกาะนิ่งปีกแนบลำตัว มีหยักหลายหยักบนปีกคู่หน้า หนวดเป็นแบบเส้นด้ายแต่ละปล้องหนวดมีสีดำสลับขาว ผีเสื้อเพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยว หรือเป็นกลุ่มๆละ 2-3 ฟอง (มยุรา สุนย์วีระ, 2536) และผีเสื้อตัวหนึ่งสามารถวางไข่ตลอดชั่วอายุได้จำนวนมากถึง 100-150 ฟอง ไข่มีขนาดเล็กลักษณะค่อนข้างแบนและยาวรีมีสีเหลืองอ่อนเป็นมัน เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอน ตัวหนอนเข้าทำลายกัดกินใบผักจนเป็นรูพรุน ตัวหนอนยาวประมาณ 8-9 มิลลิเมตร หัวแหลม ท้ายแหลม ลำตัวเรียวยาว ส่วนท้ายมีปุ่มยื่นออกไปเป็นสองแฉก ตัวหนอนมีสีเขียวอ่อนหรือเขียวปนเหลืองหรือเทาอ่อน เมื่อหนอนถูกรบกวนจะดิ้นและทิ้งตัวลงข้างล่างโดยอาศัยเส้นใยที่สร้างขึ้น หนอนใยผักเข้าดักแด้บริเวณใบผักโดยสร้างใยปกคลุมตัว ดักแด้มีขนาดยาวประมาณ 10 มิลลิเมตร ในประเทศไทยมีรายงานว่าวงชีวิตของหนอนใยผักประมาณ 18-23 วัน ประกอบด้วยระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย 2-3, 8-10, 3-4 และ 5-7 วันตามลำดับ (วินัย รัชตปกรณ์ชัย, 2535) วงชีวิตของหนอนใยผักจะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม เช่น อาหาร อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ

ประเทศอินเดียมีรายงานหนอนใยผักมีวงชีวิต 36 วัน โดยมีระยะไข่ หนอน ดักแด้และตัวเต็มวัยดังนี้ คือ 4, 16, 6 และ 10 วัน ตามลำดับ (Satpathi, 1993) ในประเทศไต้หวันหนอนใยผักมีวงชีวิต 23 วัน โดยมีระยะไข่ 1 วัน หนอน 6-7 วัน ดักแด้ 3-5 วัน และตัวเต็มวัย 7-10 วัน (ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และคณะ, 2530) ในประเทศไทยบริเวณเขตเกษตรกรรมที่สูงเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ หนอนใยผักมีวงชีวิตประมาณ 17-18 วันในเดือนเมษายน-พฤษภาคม และ 29 วัน ในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม (ปิยรัตน์ และคณะ, 2531)

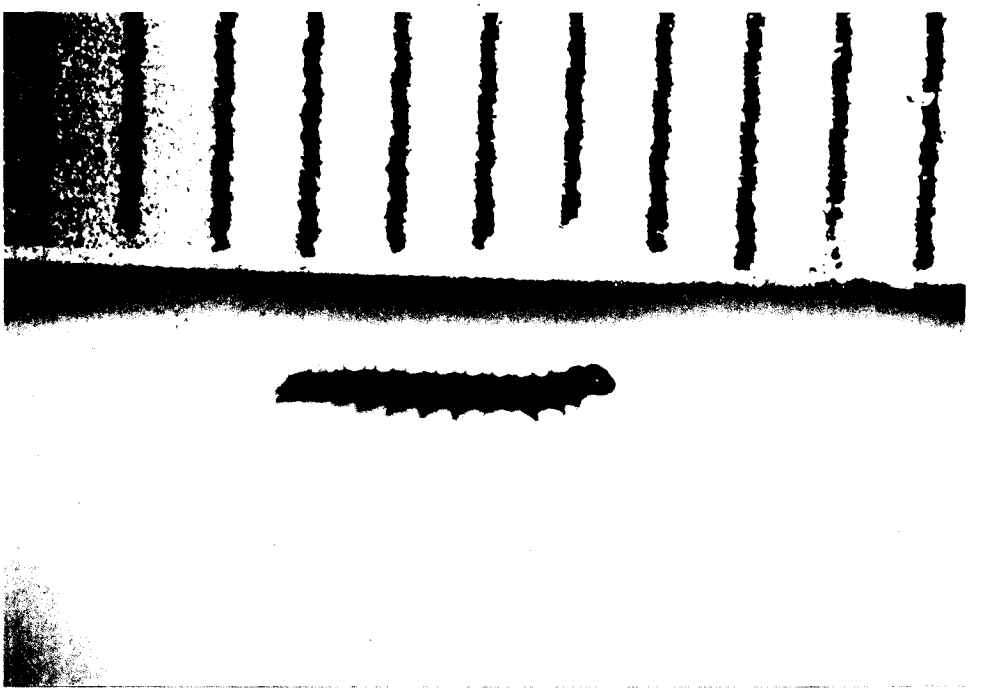
หนอนใยผักสามารถผสมพันธุ์หลังจากออกจากดักแด้ภายใน 1 วัน (พิสิษฐ์ เสพสวัสดิ์, 2516) อัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมียในสภาพธรรมชาติเป็น 1:1 ในการวางไข่พบว่าผีเสื้อตัวเมียวางไข่บริเวณยอดของพืชอาหารซึ่งอาจพบบนใบหรือใต้ใบ โดยวางเป็นฟองเดี่ยวๆ หรือเป็นกลุ่มๆ ละ 2-3 ฟอง ตัวหนอนที่เกิดขึ้นจะกินพืชอาหารจนกระทั่งเติบโตเป็นตัวเต็มวัย การเคลื่อนที่ของหนอนจากต้นหนึ่งไปอีกต้นหนึ่งนั้นเกิดขึ้นได้ยาก โดยเฉพาะตัวหนอนระยะที่ 1-3 ส่วนระยะที่ 4 อาจเกิดขึ้นได้เพื่อหาบริเวณเข้าดักแด้ (Harcourt, 1968) หนอนใยผักมีขนาดเล็กใช้อาหารในการเจริญเติบโตน้อยจึงสามารถอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ในกะหล่ำปลี 1 หัวอาจพบหนอนใยผักถึง 270 ตัว หรือในผักกาดเขียวปลีพบหนอนใยผัก 30 ตัวต่อต้น (กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์ และคณะ, 2517)

หนอนใยผักเป็นแมลงมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี (Stepanova, 1962) สามารถเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส หรือ สูงกว่า 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 10-30 องศาเซลเซียส (Arkhipov, 1980) การระบาดของหนอนใยผักเริ่มระบาดในฤดูหนาวและระบาดอย่างรุนแรงในฤดูร้อนโดยเฉพาะเดือนเมษายน การระบาดจะลดน้อยลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนเพราะฝนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้หนอนใยผักตาย (ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และคณะ, 2531) ในประเทศแคนาดามีรายงานการระบาดของหนอนใยผักน้อยมากในฤดูฝน เนื่องจากฝนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตายของหนอนใยผักระยะที่ 1 สูงถึง 46.5% (Harcourt, 1968)



ภาพที่ 2-1 วงชีวิตของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.

ภาพที่ 2-2 ลักษณะตัวเต็มวัยของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.



ภาพที่ 2-3 ลักษณะตัวหนอนของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.

การป้องกันกำจัดหนอนใยผัก

หนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ เนื่องจากพบการระบาดอยู่เสมอ และเข้าทำลายพืชผักตระกูลกะหล่ำซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจของประเทศ จึงมีแนวทางป้องกันกำจัดหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้มากที่สุด คือการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก สารเคมีที่ใช้มีมากมายหลายชนิด เช่น

การใช้สารเคมีกลุ่ม organochlorine เริ่มมีการใช้ DDT ในปี พ.ศ. 2491 ซึ่งใช้ได้ผลดี เกษตรกรจึงนิยมใช้ DDT ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ต่อมารัฐบาลยกเลิกการใช้ DDT เมื่อเดือนมีนาคม 2526 เนื่องจากเป็นสารอันตรายอาจก่อให้เกิดมะเร็งและมีฤทธิ์ตกค้างในสิ่งแวดล้อมนาน (จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล, 2535) ปัจจุบันจึงไม่นิยมใช้สารกลุ่มนี้ในการป้องกันกำจัด

การใช้สารเคมีกลุ่ม organophosphate ในประเทศไทยใช้ ethylmalathion, methyl malathion ในปี พ.ศ. 2493 ปัจจุบันมีการใช้สารกลุ่ม organophosphate เพราะมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดได้ดี และมีพิษตกค้างไม่นาน เช่น chlopyrifos, methyl parathion, malathion, metamidiphos, diazinon monocrotophos เป็นต้น (Yu and Nguyen, 1992)

การใช้สารเคมีกลุ่ม carbamate ในปี พ.ศ. 2513 ใช้ methomyl เพราะฤทธิ์ของสารชนิดนี้ทำให้หนอนสลบหล่นลงมาจากพืชทันที (กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์, 2536) เช่นเดียวกับประเทศมาเลเซียมีการใช้ methomyl, และ carbofuran ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (Sudderudin, 1978)

การใช้สารเคมีกลุ่ม pyrethroid เริ่มมีการใช้สารกลุ่มนี้ พ.ศ. 2513 (Tabashnik et al., 1995) มีการระบาดอย่างรุนแรงของหนอนใยผักเมื่อปี พ.ศ. 2519 จึงมีการใช้สารเคมีกลุ่ม pyrethroid ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักแทนสารเคมีในกลุ่ม organophosphate และ carbamate สารเคมีกลุ่มนี้ที่มีการใช้มาก คือ permetrin, cypermetrin, fenvalerate และ fluvalinate เนื่องจากค่อนข้างสลายตัวเร็วและเป็นอันตรายต่อสัตว์เลือดอุ่นค่อนข้างน้อย เกษตรกรนิยมใช้ในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผักสด 5-7 วัน (กอบเกียรติ บันสิทธิ์, 2536)

การใช้สาร insect growth regulator (IGR) สารกลุ่มนี้ใช้ในปี พ.ศ. 2523 (Kao and Sun, 1995) สารสำคัญในกลุ่มนี้ คือ teflubenzuron, chlorfluazuron เป็นต้น แต่บางพื้นที่เกษตรกรไม่ค่อยนิยมใช้เนื่องจากออกฤทธิ์ค่อนข้างช้า คือ หนอนต้องกินเข้าไปและตายภายหลังรับสาร 3-4 วัน (กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์, 2536)

นอกจากการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด ยังมีวิธีอื่นๆที่สามารถนำมาป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ซึ่งวิธีการดังกล่าวได้แก่

การใช้จุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ที่นิยมใช้กันมากคือ *Bacillus thuringiensis* มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก เมื่อหนอนกิน *B. thuringiensis* จะมีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารและตายในที่สุด (วินัย รัชตปกรณ์ชัย, 2535) ในเขตปลูกผักที่ประเทศไต้หวันมีการใช้ *B. thuringiensis* ซึ่งให้ผลการทำลายสูง ปลอดภัยและสะดวกต่อการนำมาใช้ (Liu et al., 1982) ปัจจุบันผลิตออกมาในรูปการค้าหลายชนิด

การใช้ศัตรูธรรมชาติในการป้องกันป้องกันกำจัดหนอนใยผัก มีรายงานจากหลายประเทศ เช่น ในประเทศแคนนาดาพบแตนเบียน 3 ชนิด คือ *Didegma plutella, D. insularis* และ *Microplitis plutellae* สามารถทำลายหนอนใยผักได้ 4.6%, .12.12% และ 17.1% ตามลำดับ (Harcourt, 1968) ในประเทศนิวซีแลนด์พบหนอนใยผักที่กำลังระบาดถูกทำลายโดยแตนเบียน 2 ชนิด คือ *Angitia cerophaga* และ *Didromus collaris* (Todd, 1959) ในประเทศญี่ปุ่นมีการศึกษาแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผัก ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน พบแตนเบียน 3 ชนิด คือ *Apanteles plutellae* เข้าทำลายในระยะหนอน ส่วนแตนเบียนอีก 2 ชนิด *Itoplectis alternans* และ *Brachymeria* sp. เข้าทำลายในระยะดักแด้ของหนอนใยผัก (มยุรา สุนย์วีระ, 2537) สำหรับในประเทศไทยมีรายงานพบแตนเบียน *Apanteles plutellae, Thyrarella collaris, Trichogramma confusum* และ *Trichogramma bactrae* (พรพิมล นันทะ และคณะ, 2534) ในเขตที่สูงพบแตนเบียนไข่ *T. confusum* และในเขตที่ราบพบ *T. bactrae* มีประสิทธิภาพในการควบคุมไข่ของหนอนใยผัก 16.2-45.2% นอกจากนี้ยังพบแตนเบียนหนอน *Cotesia plutellae* ควบคุมหนอนใยผักได้ 6.1-32.4% (ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และคณะ, 2531)

การใช้สารล่อเพศเป็นกับดักสารเพศซึ่งมีส่วนผสมของ cis-11-hexadecenyl acetate , cis-11-hexadecenal และ cis-11-hexadecenol ในอัตราส่วน 5:5:0.1 จำนวน 0.1 มิลลิกรัม มีประสิทธิภาพในการจับผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ (พิสมัย ชวลิตวงษ์พร และคณะ, 2538)

การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองทรงกระบอกหรือกระป๋องทาด้วยกาวเหนียว polybutane ความเข้มข้น 5% ในสารละลาย hexane โดยทา 10-15 วันต่อครั้ง สามารถดักผีเสื้อหนอนใยผักเฉลี่ย 16 ตัวต่อกับดัก โดยอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 0.79:1 เมื่อติดตั้งกับดักจำนวน 80 อันต่อไร่ สามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงลงได้ถึง 50% (วินัย รัชตปกรณ์ชัย, 2535)

การใช้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน เป็นการปลูกผักกางมุ้งในโรงเรือนขนาด 4 x 2.50 เมตร คลุมด้วยตาข่ายไนล่อนสีขาวขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว สามารถป้องกันการเข้าทำลายของหนอนใยผักได้ดีและผักที่ปลูกสามารถเจริญเติบโตปกติ (วินัย รัชตปกรณ์ชัย, 2535)

การใช้สารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก วิธีนี้เป็นทางเลือกใหม่ของเกษตรกรสารสกัดจากพืชหลายชนิดใช้ป้องกันกำจัดหนอนใยผัก อาทิเช่น สารสกัดจากสะเดา โดยสกัดจากเมล็ด สามารถฆ่าหนอนใยผักระยะที่ 2 และระยะที่ 4 มีค่า LC_{50} 0.49 และ 4.50% ตามลำดับ (กฤษกนธ์ เต็มบุญเกียรติ, 2530) ส่วนสารสกัดจากยี่โถ โดยทำการแยกก้าน ใบ ดอก และลำต้นในการสกัด ผลปรากฏว่าสารสกัดจากดอกยี่โถความเข้มข้น 0.4 g/cc มีฤทธิ์ทำให้หนอนใยผักตาย 95.99% ที่เวลา 72 ชม. (อารมย์ แสงวณิชย์ และคณะ, 2534) นอกจากนี้สารสกัดจากรักดอก โดยนำใบของต้นรักดอกมาทำการสกัด พบว่าสารสกัดจากใบรักดอกความเข้มข้น 0.3 g/cc มีผลต่อการตายของหนอนใยผัก 65.39% ที่เวลา 72 ชม. (ชัยพัฒน์ จิระธรรมจารี และคณะ, 2535) และสารสกัดจากใบคนทีเขมา *Vitex negundo* (L.) ความเข้มข้น 100 และ 200 mg/l ทำให้หนอนใยผักระยะที่ 3 ตาย 97 และ100% ที่เวลา 72 ชม. ตามลำดับ (Rejesus, 1993)

การต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดของหนอนใยผัก

ปัจจุบันมีแมลงมากกว่า 500 ชนิด ที่สร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัด รวมทั้งแมลงที่เป็นพาหะนำโรค แมลงศัตรูพืช แมลงศัตรูในโรงเก็บ สิ่งที่บ่งบอกถึงการเกิดความต้านทาน คือ การใช้สารเคมีในอัตราเดิมแต่ประสิทธิภาพไม่เท่าเดิม การสร้างความต้านทานของแมลงมีหลายรูปแบบดังนี้

- การสร้างความต้านทานโดยการเพิ่มชั้นไขมันบริเวณผนังลำตัวของแมลงทำให้สารเคมีซึมเข้าสู่ตัวแมลงได้ช้าลง
- การสร้างความต้านทานโดยการเปลี่ยนพฤติกรรม เช่น การหลีกเลี่ยงไม่กินอาหารที่มีสารเคมี โดยการไม่บินไปเกาะหรือเลี่ยงไปกินที่ไม่มีสารเคมี
- การสร้างความต้านทานโดยปฏิกิริยาทางเคมีภายในตัวแมลง เช่น แมลงสร้างเอนไซม์ออกมาเพื่อลดความเป็นพิษให้มีฤทธิ์น้อยลงหรือไม่มีฤทธิ์เลย
- การสร้างความต้านทานโดยการเพิ่มความรวดเร็วในการขับถ่ายเพื่อขจัดสารพิษ
- การสร้างความต้านทานโดยการเพิ่มไขมันเพื่อดูดซับสารพิษมากขึ้นเพื่อลดความเป็นพิษของสาร (พรรณเพ็ญ ชโยภาส, 2539)

หนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูพืชชนิดหนึ่งซึ่งมีการพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีหลายชนิดที่ใช้ในการป้องกันกำจัด

การต้านทานสารเคมีกลุ่ม organophosphate หนอนใยผักมีความต้านทานต่อสารกลุ่มนี้ในระดับค่อนข้างสูง เนื่องจากมีการใช้สารกลุ่มนี้เป็นระยะเวลานาน ในประเทศมาเลเซียหนอนใยผักมีการต้านทานต่อ malathion 2,096 เท่า chlorpyrifos-methyl 626 เท่า และ dichlorvos 40 เท่า (Sudderuddin and Kok, 1978) มีรายงานในประเทศไต้หวันพบหนอนใยผักต้านทานต่อสาร cynofenphos และ methyl parathion มากกว่า 1,000 เท่า malathion, profenofos และ prothionfos 3,000-6,000 เท่า และน้อยกว่า 100 เท่าในสาร dichlorvos (Liu et al., 1982) ในฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกาหนอนใยผักมีการต้านทานสาร chloropyrifos 21 เท่า methyl parathion 35 เท่า malathion 20 เท่า methamidophos 35 เท่า และ diazinon 73 เท่า (Yu and Nguyen, 1992)

การต้านทานสารเคมีกลุ่ม organochlorine พบการต้านทานครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซียซึ่งต้านทานต่อ DDT (Ankersmit, 1953) ในประเทศไต้หวันหนอนใยผักต้านทาน DDT 2,870 เท่า (Liu et al., 1982) ในสหรัฐอเมริกาที่ฟลอริดาหนอนใยผักต้านทานต่อสาร endosulfan 25 เท่า (Yu and Ngugen, 1992)

การต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม carbamate สารกลุ่มนี้ที่นิยมใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก คือ carbaryl และ methomyl และพบการต้านทานต่อสาร 2 ชนิดนี้ในประเทศไต้หวัน 33 เท่า และ 111 เท่า ตามลำดับ (Liu et al., 1982) เช่นเดียวกับประเทศสหรัฐอเมริกาพบการต้านทานต่อ carbofuran 504 เท่า และ methomyl 409 เท่า (Yu and Nguyen, 1992) ในประเทศญี่ปุ่น (Hama, 1983) และประเทศมาเลเซีย (Sudderudin and Kok, 1978) มีรายงานการต้านทานสารกลุ่มคาร์บาเมทของหนอนใยผัก

การต้านทานสารเคมีกลุ่ม pyrethroid ประเทศสหรัฐอเมริกามีการใช้สารเคมีกลุ่มนี้เมื่อปี พ.ศ. 2523 ที่ฟลอริดา และเพียงระยะเวลาไม่นานหนอนใยผักสามารถต้านทาน permetrin และ fenvalerate ในปี พ.ศ. 2534 หนอนใยผักมีความต้านทาน permetrin 2,132 เท่า cypermetrin 11,177 เท่า fenvalerate 82,475 เท่า cyhalothrin 10,699 เท่า esfenverate 2,305 เท่า และ fluvalinate 12,278 เท่า (Yu and Nguyen, 1992)

การต้านทานสาร insect growth regulator (IGR) จากการศึกษาการใช้สารระงับการลอกคราบ teflubenzuron ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักพบการต้านทานต่อสารชนิดนี้ 12 เท่า ในหนอนใยผักรุ่นที่

29 (Perng et al., 1987) เช่นเดียวกับในประเทศไต้หวันหนอนใยผักต้านทาน teflubenzuron 31 เท่า (Liu et al., 1989) ส่วนในประเทศไทยพบหนอนใยผักจากทับหลวง และบางแก้ว ต้านทาน chlorfluazuron 400 และ 3,400 เท่าตามลำดับ (Fahmy et al., 1991)

การต้านทานเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* ของหนอนใยผัก ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการศึกษาการต้านทานของหนอนใยผักต่อ *B. thuringiensis* 2 สายพันธุ์ คือ *B. thuringiensis kustaki* และ *B. thuringiensis aizawai* พบการต้านทานต่อ *B. thuringiensis kustaki* ที่มีชื่อทางการค้า Biobit HP และ Javelin WG 461.1 และ 320.7 เท่า ตามลำดับ และต้านทานต่อ *B. thuringiensis aizawai* ที่มีชื่อทางการค้า Xentari , Agree และ NB200 FC 3.0, 3.5 และ 4.1 เท่า ตามลำดับ เห็นได้ว่าแม้จะเป็น *B. thuringiensis* สายพันธุ์เดียวกันแต่ผลิตจากต่างบริษัทการต้านทานก็แตกต่างกัน (Shelton et al., 1993)

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หนอนใยผักมีการสร้างความต้านทานต่อสารที่ใช้ในการป้องกันกำจัดอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงมีการศึกษาหาแนวทางในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักที่ปลอดภัยต่อ ผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม โดยใช้สารสกัดจากพืชซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันกำจัดในอนาคต

การใช้สารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

เกษตรกรมีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชอย่างแพร่หลายแต่ขาดความระมัดระวังการใช้อย่างถูกวิธี ผลของการใช้สารเคมีของเกษตรกรได้ทำลายศัตรูธรรมชาติทำให้สมดุลของธรรมชาติสูญเสียไป และยังเป็นอันตรายโดยตรงต่อ ผู้ใช้ ผู้บริโภค ตลอดจนสัตว์เลี้ยง และที่สำคัญส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รัฐบาลจึงมีนโยบายลดการใช้สารเคมีและสนับสนุนการใช้สารธรรมชาติทดแทน สารธรรมชาติที่ใช้กันมากคือสารสกัดจากพืช การคัดเลือกพืชเพื่อนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชควรคำนึงถึงคุณสมบัติดังนี้

- เป็นพืชที่มีความต้านทานตามธรรมชาติจากการทำลายของแมลง
- เป็นพืชที่ขยายพันธุ์ง่าย เจริญเติบโตเร็วและสามารถนำมาใช้ได้อย่างต่อเนื่อง
- เป็นพืชที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์
- เป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ด้วย
- เป็นพืชที่นำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชด้วยกรรมวิธีที่ง่ายไม่ยุ่งยาก

การเก็บพืชมาสกัดสารนั้นควรคำนึงถึง ชนิดของพืช อายุพืช ฤดูกาลในการเก็บ ระยะเวลาที่เก็บ และที่สำคัญคือส่วนของพืชที่เก็บเพราะส่วนต่างๆ ของพืชแต่ละชนิดจะมีชนิดและปริมาณของสารแตกต่างกัน เช่น สะเดา ส่วนที่นำมาสกัดคือส่วนของเมล็ดซึ่งมีสาร azadirachtin มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดให้ผลดีที่สุด (Schmutterer, 1990)

การใช้สารสกัดจากพืชแม้จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไม่เท่าเทียมกับสารเคมี แต่มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากสลายตัวง่ายและเร็วเมื่อโดนความร้อน ดังนั้นจึงมีอันตรายต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค สัตว์เลี้ยง และสิ่งแวดล้อมค่อนข้างน้อย จึงควรใช้สารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช สาบเสือเป็นพืชชนิดหนึ่งที่นำมาสกัดสารเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

สาบเสือ

การจัดจำแนก(classification)

Division Tracheophyta

Class Angiospermae

Order Asterales

Family Asteraceae

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Chromolaena odorata* (L.)

ชื่อสามัญ: siam weed

ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้พุ่มแตกกิ่งก้านสาขามากมาย ตามลำต้นและกิ่งก้านจะมีขนนุ่มประปราย ลำต้นสูงประมาณ 1-2 เมตร ใบออกตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ ลักษณะของใบเรียวยาวค่อนข้างเป็นสามเหลี่ยม ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบกว้างจะสอบแคบมาทางก้านใบ ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย ใบมีสีเขียวอ่อนจะมีขนปกคลุมทั่วใบทั้งด้านบนและด้านล่าง ขนาดของใบกว้างประมาณ 3-6 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ออกดอกเป็นช่ออยู่ตรงส่วนยอดของต้น แต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อย 10-35 ดอก ลักษณะของดอกที่โคนกลีบดอกจะเชื่อมติดกันเป็นหลอดและตรงปลายแยกออกเป็น 5 กลีบ ดอกรอบนอกจะบานก่อน ดอกมีสีน้ำเงินแกมม่วงอ่อนหรือสีขาว มีเกสรตัวผู้ตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ผลมีขนาดเล็กแห้งเรียวบาง สีดำ ลักษณะผลเป็นเหลี่ยม 5 เหลี่ยม ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร ปลายผลมีกระจุกสีขาวหรือน้ำตาลอ่อน ยาว 5 มิลลิเมตร เพื่อช่วยพยุงผลและเมล็ดให้ลอยไปไกล (สุรชัย มัจฉาชีพ, 2539)

สาบเสือเป็นวัชชพืชพบได้โดยทั่วไป ออกดอกในฤดูหนาวประมาณเดือนพฤศจิกายน การแพร่กระจายจะรวดเร็ว ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดโดยการแพร่กระจายไปในอากาศ สาบเสือสามารถเจริญเติบโตในดินชนิดใดก็ได้แต่ดินที่เหมาะสมคือดินร่วนมีความชื้นปานกลาง (วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม, 2531) และสาบเสือจะกระจายอยู่ในเขตร้อน (Tropical) บริเวณ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียตะวันออก แอฟริกาตะวันตก เม็กซิโก เวสท์อินดีส และ อเมริกาใต้ (Holm et al., 1977)

ผลของสารสกัดจากสาบเสือต่อแมลงศัตรู

ในการศึกษาทางด้านเคมีได้มีการสกัดสารจากสาบเสือ พบสารหลายชนิด เช่น isosakuranetin, sakuranetin, kaempferide, tamarixetin, salvigenin , odoratin (Metwally and Ekejiuba, 1981) eupatal, lupeol, amylin (Talapatra, 1974) pinene, myrecene, limonene, geijerene, calamenene (Baruah and Leclercq, 1993) pyrrolizidine (Biller et al., 1994) เป็นต้น ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานว่าสารใดเป็นสารออกฤทธิ์และยังไม่ทราบกลไกการออกฤทธิ์ที่มีต่อแมลง

ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากสาบเสือ พบว่าสาบเสือสามารถป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเหลือง *Callosobruchus maculatus* L. ได้นาน 25 วัน โดยการนำใบสาบเสือที่บดละเอียดมาคลุกเมล็ดถั่วเขียวในอัตราส่วนใบสาบเสือ 2 กรัมต่อเมล็ดถั่วเขียว 20 กรัม (มยุรา สุนย์วีระ, 2535) เมื่อนำสารสกัดจากสาบเสือมาทดสอบกับตัวอ่อนระยะที่ 1 ของลูกน้ำยุงลาย *Ades aegypti* ยุงก้นปล่อง *Anopheles dirus* และหนอนหลอดหอม *Spodoptera exiqua* พบว่าสารสกัดจากสาบเสือมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย ยุงก้นปล่อง และหนอนหลอดหอม โดยมีค่าเปอร์เซนต์การตาย LC_{50} 2.38, 7.80 และ 31.60% ตามลำดับ (Sukhapanth et al., 1991) ในประเทศฟินแลนด์ มีรายงานว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* L. ซึ่งเป็นแมลงศัตรูโรงเก็บ พบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 10% มีฤทธิ์ในการฆ่าด้วงงวงข้าว 78.6% (Niber, 1994)

เกษตรกรใช้ใบสาบเสือในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนและหนอนกระทู้ผักในแปลงมะเขือเปราะ โดยใช้ใบสาบเสือ 400 กรัม ตำให้ละเอียดผสมน้ำ 3 ลิตร ต้มนาน 10 นาที แล้วนำส่วนที่กรองได้ไปพ่นในแปลง (มยุรา สุนย์วีระ, 2537) นอกจากนี้ยังมีการนำใบสาบเสือมาใช้ร่วมกับสารสกัดจากพืชชนิดอื่น ใช้ใบสาบเสือ เมล็ดสะเดา ตะไคร้หอมและข่าแห้ง บดให้ละเอียดอย่างละ 100 กรัม หมักในน้ำ 8 ลิตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นำส่วนที่กรองได้มาฉีดพ่นในแปลงผักกาดทุก 5 วัน สามารถไล่หนอนกระทู้ผัก 53% และหนอนใยผัก 57.01% (ธนินทร์ ชำนาญกิจ, 2535)

จากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลง ในการวิจัยครั้งนี้จึงอยากทราบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือจะมีผลต่อการตายและระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักอย่างไร และดูแนวโน้มการสร้างความต้านทานของหนอนใยผักต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ โดยศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษ 3 ชนิด คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase

ภาพที่ 2-4 ลักษณะของต้นสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.)

ระบบเอนไซม์ของแมลง

เมื่อแมลงได้รับหรือสัมผัสสารพิษแมลงจะมีพฤติกรรมในการหลีกเลี่ยงจากสารพิษเพื่อมิให้ส่วนของร่างกายไปสัมผัสสารพิษนั้น หรือแมลงจะมีการเก็บสะสมสารพิษไว้ในชั้นไขมันและเนื้อเยื่อต่างๆ นอกจากนี้แมลงยังมีกระบวนการการทำลายสารพิษหรือสารแปลกปลอมเข้ามาในร่างกาย (detoxification) ซึ่งเป็นวิธีการทางชีวเคมีในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารพิษโดยมีเอนไซม์ขจัดพิษ (detoxification enzyme) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ให้เกิดเป็นโครงสร้างใหม่ที่แตกต่างไปจากโครงสร้างเดิม เพื่อให้สารพิษมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีขึ้นหรือทำให้สารดังกล่าวเป็นสารมีขั้วเพื่อง่ายแก่กำจัด (ไมตรี สุทธจิตต์, 2530)

เอนไซม์ขจัดพิษ (detoxification enzyme) ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- อยู่ในออร์กาเนลของเซลล์ที่ได้รับสารพิษหรือสารแปลกปลอมอยู่เป็นประจำ เช่น เซลล์ไขมันและลำไส้ของแมลง
- เป็น non specific enzyme คือสามารถทำปฏิกิริยากับสารแปลกปลอมได้หลายชนิดไม่จำเพาะเจาะจง
- เมื่อร่างกายได้รับสารพิษหรือสารแปลกปลอมแล้วร่างกายจะสร้างเอนไซม์ขึ้นอย่างรวดเร็ว

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษนอกจากทำให้สารพิษมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดีขึ้นแล้วยังทำให้สารพิษมีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์เปลี่ยนแปลงไป คือ เปลี่ยนแปลงจากสารพิษที่ไม่สามารถออกฤทธิ์การเกิดพิษเป็นสารที่ออกฤทธิ์ได้ เปลี่ยนแปลงสารพิษที่ออกฤทธิ์ให้มีฤทธิ์น้อยลงหรือไม่มีฤทธิ์เลยหรือออกฤทธิ์การเป็นพิษมากกว่าเดิม (ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, 2539)

กระบวนการทำลายสารพิษเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจะมีขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง 2 ขั้นตอน คือ

- ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงระยะที่ 1 (phase I)

สารพิษเมื่อเข้าสู่เซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโดยมีเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาให้เกิดเป็นโครงสร้างใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม คือ แตกตัวเป็นสารที่มีขั้วและละลายน้ำเพื่อกำจัดออกจากร่างกาย ปฏิกิริยาที่สำคัญ ได้แก่ oxidation, hydrolysis เป็นต้น

- ขั้นตอนการจับตัวระยะที่ 2 (phase II)

สารพิษที่ยังไม่ถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแล้วจะจับตัว (conjugation) กับสารที่มีอยู่ภายในเซลล์เพื่อให้มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีขึ้นเพื่อขับออกจากร่างกาย

ในแมลงมีเอนไซม์ในการขจัดพิษที่สำคัญ 3 ชนิด คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase (Dauterman and Hodgson, 1978)

esterase

esterae เป็นเอนไซม์ในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 1 (phase I) มีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการทำลายสารพิษหรือสารแปลกปลอมโดยเร่งปฏิกิริยา hydrolysis ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษเพื่อกำจัดออกจากร่างกาย ในแมลงเราพบเอนไซม์ชนิดนี้ใน cytosol, microsome, mitochondria, nucleus ของเซลล์ลำไส้ (Zhu and Brindley,1990) การทำงาน (activity) ของ esterase ในแมลงต่างชนิดจะไม่เท่ากัน หรือในแมลงชนิดเดียวกันการทำงานของเอนไซม์ก็จะไม่เท่ากันด้วย ขึ้นอยู่กับ เพศ อายุ สายพันธุ์ (Yu, 1990) การศึกษาของ Zu and Brindley (1990) พบว่าการทำงานของ esterase ของ *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera : Miridae) ในเพศผู้จะมากกว่าเพศเมีย 25%

Cohen et al. (1977) พบว่าการทำงานของ esterase ในแมลงชนิดเดียวกันแต่ต่างระยะกัน จะมีการทำงานของ esterase ต่างกันด้วย ใน *Tribolium castaneum* (Herbst) ในระยะไข่จะมีการทำงานของ esterase น้อยและจะเพิ่มขึ้นในระยะตัวหนอนแล้วจะลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะดักแด้และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเป็นตัวเต็มวัย esterase มีหน้าที่สำคัญในการทำลายสารพิษหรือสารแปลกปลอมก่อให้เกิดการต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัด เช่น สารเคมีในกลุ่ม organophosphate, pyrethroid (Dauterman, 1985) สารเคมีในกลุ่ม chitin inhibitor (Ishaaya and Degheele, 1988) ส่วน Riskallah (1983) พบว่าใน Egytian cotton leafworm สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่ม pyrethroid มีการทำงานของ esterase มากกว่าสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทาน โดยพบปริมาณ esterase มากกว่า 3-7 เท่า ในขณะที่ Hama and Hosoda (1983) พบว่าใน *Tribolium castaneum* (Herbst) มีการต้านทานต่อ malathion ซึ่งเป็นสารเคมีในกลุ่ม organophosphate พบปริมาณ esterase มากกว่าสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทาน 2 เท่า และมีรายงานการต้านทานต่อสาร malathion, fenitrothion และ chlorpyrifos-methyl ของ *Oryzaephilus surinamensis* ในสายพันธุ์ที่ต้านทานมีปริมาณ esterase มากกว่าสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทาน 10 เท่า (Brooke, 1986)

glutathione S-transferase

glutathione S-transferase เป็นเอนไซม์เกี่ยวกับกระบวนการทำลายสารพิษหรือสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกายจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 2 (phase II) โดยจะไปเร่ง

ปฏิกิริยาการรวมกัน (conjugation) ของ glutathione S-transferase กับสารประกอบ สารพิษที่เข้ามาในร่างกาย (Chasscaud, 1979) เอนไซม์ชนิดนี้พบในพืช (Schroder et al., 1990) โปรโตซัว รา แบคทีเรีย สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม และแมลง (Jakoby, 1970) จะพบเอนไซม์ชนิดนี้ ใน cytoso microsome (Jakoby, 1978) glutathione S-transferase ในแมลงต่างชนิดหรือในแมลงชนิดเดียวกันแต่ต่างระยะกัน จะมีการทำงานของ glutathione S-transferase ต่างกันด้วย มีรายงานเกี่ยวกับการทำงานของ glutathione S-transferase หนอนใยผัก ว่าการทำงานของเอนไซม์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากระยะตัวหนอนไประยะดักแด้ (Rose and Wallbank, 1986)

Cohen (1986) พบการทำงานของ glutathione S-transferase ใน *Tribolium castaneum* จะมากในระยะตัวหนอน และจะลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ ส่วนในระยะไข่จะไม่พบการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้ สำหรับ Balabaskaran et al. (1989) พบว่าการทำงานของ glutathione S-transferase จะเพิ่มขึ้นจากระยะตัวหนอนไปสู่ระยะดักแด้ และจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเข้าสู่ตัวเต็มวัยและจะพบปริมาณ glutathione S-transferase ในหนอนใยผักสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงสูงกว่าสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานถึง 3-4 เท่า และ glutathione S-transferase เป็นเอนไซม์ขจัดพิษชนิดหนึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดการต้านทานต่อสารเคมีของแมลง (Jakoby,1978) โดยเฉพาะสารเคมีในกลุ่ม organophosphate organochlorine pyrethroid และ carbamate (Motoyama and Dauterman, 1980) ส่วน Grant and Matsumura (1989) พบระดับ glutathione S-transferase ในยุงลาย *Aedes aegypti* ในสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารเคมีสูงกว่าสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทาน 1.5-8 เท่า นอกจากนี้ Rose and Wallbank (1986) พบว่า *Oryzaephilus surinamsis* มีการต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่ม organophosphate และพบว่าการทำงาน glutathione S-transferase ในสายพันธุ์ที่ต้านทานสูงกว่า สายพันธุ์ที่ไม่ต้านทาน 2 เท่า

monooxygenase

monooxygenase เป็นเอนไซม์สำคัญชนิดหนึ่งที่เกี่ยวกับกระบวนการทำลายสารพิษซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 1 (phase I) โดยเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษหรือสารแปลกปลอมเพื่อง่ายต่อการกำจัดออกจากร่างกาย ปฏิกิริยาสำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปฏิกิริยา oxidation, ปฏิกิริยา hydrolysis, ปฏิกิริยา reduction ปฏิกิริยาการจับตัว (conjugation) เป็นต้น เอนไซม์ชนิดนี้พบใน พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ และพบใน smooth endoplasmic reticulum, microsome mitochondria (Hodgson, 1985) monooxygenase อยู่ในอวัยวะที่สำคัญ คือ smooth endoplasmic reticulum (SER) ซึ่งเมื่อแยกออกจากเซลล์โดยการปั่น จะเรียกเอนไซม์ส่วนนี้ว่า microsomal enzyme นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกอีกหลายชื่อ เช่น mixed function oxidase หรือ cytochrome P450

monooxygenase เป็นต้น microsomal enzyme ทั้งที่อยู่ใน microsome และ mitochondria จะมีองค์ประกอบที่เหมือนกัน คือประกอบด้วยลูกโซ่การหายใจ(respiratorychian) ลูกโซ่การหายใจใน microsomal enzyme มีองค์ประกอบดังนี้

- อิเล็กทรอนที่ถูกจับและนำเข้าสู่ลูกโซ่การหายใจด้วย NADPH
- ฟลาโวโปรตีนเป็นเอนไซม์เรียกว่าซัยโตโครมซีรีดักเตส (NADPH-cytochrome C reductase)
- โปรตีนพิเศษที่ไม่มีฮีม (non-heme protein)
- ซัยโตโครม พี 450 (cytochrome P-450)
- เอ็นไซม์ออกซิเดสชนิดต่างๆ ที่ร่วมในปฏิกิริยาเร่งอีกจำนวนหนึ่ง
- องค์ประกอบที่จำเป็นที่ต้องหาจากภายนอกให้เพียงพอ คือ โมเลกุลออกซิเจนจากอากาศซึ่งร่างกายจะนำไปยังเซลล์ต่างๆ ด้วยการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตโมเลกุลออกซิเจนนี้จะถูกกระตุ้นให้เป็นออกซิเจนที่ออกฤทธิ์ได้ (active oxygen)

จากองค์ประกอบต่างๆ ของ microsomal enzyme เขียนสรุปออกมาในรูปสมการดังนี้ (ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, 2539)

$$NADPH + A + H^{+} \xrightarrow{a} AH_2 + NADP^{+}$$

$$AH_2 + O_2 \xrightarrow{b} \text{Active oxygen } (P450.O_2)$$

$$\text{Active oxygen} + \text{Toxic substance} \xrightarrow{c} \text{Oxidized toxic substance} + A + H_2O$$

$$NADPH + O_2 + \text{Toxic substance} = NADP^{+} + H_2O + \text{Oxidized toxic substance}$$

a = Cytochrome P-450; a = Cytochrome C reductase

b = Cytochrome P-450 reductase; c = monooxygenases

ในแมลงหลายชนิดสามารถตรวจพบ monooxygenase ใน microsome ของเซลล์ไขมัน ลำไส้ ท่อมัลปิเกียน การทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับ เพศ อายุ สายพันธุ์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าการทำงานของ monooxygenase ขึ้นอยู่กับอาหารที่ได้รับด้วย (Rose, 1985) ส่วน Jesudason et al. (1988) พบว่าการทำงานของเอนไซม์ใน *Oryzaephilus surinamensis* ตัวเต็มวัยสูงกว่าในระยะตัวหนอน 6-8 เท่า นอกจากนี้ Benke and Wilkinson (1971) พบการทำงานของ monooxygenase ในแมลงสาบ *Acheta domestica* เพศเมียมีการทำงานสูงกว่าในเพศผู้ เช่นเดียวกับ Matthews and Casida (1970) พบการทำงานของเอนไซม์ในเพศเมียของแมลงวันบ้านสูงกว่าเพศผู้ 2 เท่า monooxygenase เป็นเอนไซม์สำคัญในการต้านทานของแมลงโดยตรวจพบปริมาณเอนไซม์ในแมลงที่สร้างความต้านทาน Scott et al. (1990) พบว่าปริมาณ monooxygenase ในแมลงวันบ้าน *Musca domestica* L. ที่สร้างความต้านทานมากกว่าสายพันธุ์ไม่ต้านทาน 2 เท่า และ Rose and Wallbank (1986) พบว่าใน *Oryzaephilus surinamensis* สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสาร fenitrotion มีปริมาณ monooxygenase มากกว่าสายพันธุ์ไม่ต้านทาน 14 เท่า

จากการศึกษาพบว่าเอนไซม์ขจัดพิษจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นเมื่อแมลงได้รับสารพิษหรือสารแปลกปลอมเข้าไปในร่างกาย เมื่อได้รับปริมาณของสารพิษเพิ่มขึ้นจะพบว่าการทำงานของเอนไซม์ก็เพิ่มขึ้นตามลำดับ จึงเป็นเหตุผลที่ใช้ในการอธิบายการต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดของแมลง ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการใช้ synergist พื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลง

Synergist

synergist เป็นสารที่ไม่มีฤทธิ์ด้วยตัวของมันเอง แต่จะไปเสริมฤทธิ์ให้เกิดความเป็นพิษมากขึ้นเมื่อไปรวมกับสารอื่น (Amdur et al., 1991) จึงมีการนำ synergist มาผสมกับสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคมี synergist จะมีผลไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ขจัดพิษ ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ (Wilkinson, 1983) ปัจจุบันมีการใช้ synergist หลายชนิดในการเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลง synergist ที่นิยมใช้ คือ diethyl maleate (DEM) มีผลยับยั้งการทำงานของ glutathione S-transferase (Lamoreux and Rusness, 1987) piperonyl butoxide (PB) มีผลยับยั้งการทำงานของ monooxygenase (Scott and Georghion, 1986) triphenyl phosphate (TPP) มีผลยับยั้งการทำงานของ esterase (Prabhaker et al., 1988) สำหรับปริมาณและชนิดของ synergist ที่ใช้ขึ้นอยู่กับ ชนิดของแมลง ชนิดของสารฆ่าแมลง และวิธีการใช้ (Scott and Georghion, 1986; Prabhaker et al., 1988) จากรายงานของ Collin (1990) ได้ใช้ synergist เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคมีในกลุ่ม organophosphate ในการกำจัด *Tribolium castaneum* โดย synergist ที่ใช้ คือ piperonyl butoxide(PB) และ s,s,s,-tributyl phosphorotrithoiate (DEF) ใช้ความเข้มข้น 10 และ 5% ตามลำดับ

กอบเกียรติ เต็มบุญเกียรติ (2530) ได้ใช้ piperonyl butoxide ความเข้มข้น 0.1% ผสมกับสารสกัดจากสะเดาในการกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* พบว่าหนอนใยผักตายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Prabhaker et al. (1988) ใช้ synergist คือ diethyl maleate, piperonyl butoxide, triphenyl phosphate และ s,s,s,-tributyl phosphorotrithioate ผสมกับสารเคมีในกลุ่ม organophosphate permetrin และ DDT เพื่อศึกษาระดับ esterase ของ *Bemistia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) ที่มีการสร้างความต้านทาน พบว่า triphenyl phosphate มีผลยับยั้งการทำงานของ esterase โดยพบว่าระดับ esterase ลดลง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก และมีการใช้ synergist เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ 3 ชนิด คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase และดูแนวโน้มการต้านทานของหนอนใยผักต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ การทดลองนี้น่าจะเป็นแนวทางการป้องกันกำจัดหนอนใยผักโดยใช้สารสกัดจากใบสาบเสือต่อไปในอนาคต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. จากแหล่งปลูกผักแปลงเกษตรกร อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

2. พืชทดลอง

สาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) จากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

คะน้า *Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bail. เพาะปลูกที่กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร ซึ่งไม่มีการใช้สารฆ่าแมลง

3. วัสดุและอุปกรณ์

เครื่องกวนด้วยแท่งแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic stirrer)

เครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ (liquid-liquid extractor)

เครื่อง gas liquid chromatography ของ Hewlett packard รุ่น 5890

เครื่องปั่นละเอียด (blender)

เครื่องสกัดซอกซ์เลต (soxhlet extractor)

เครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน (rotatory vacuum evaporator)

เครื่อง spectrophotometer ของ Hitachi รุ่น U-2,000

เครื่อง ultracentrifuge รุ่น Centricon T-1080

กล่องพลาสติก ขนาด 6x8x3 นิ้ว

กล่องพลาสติก ขนาด 3x2x0.8 นิ้ว

กระดาษ thermal paper

โกร่งบด

หลอด centrifuge ขนาด 10 มิลลิลิตร

4. สารเคมี

absolute ethanol

aldrin

dichloronitrobenzene (DCNB) ของ Aldrich D6,880-0

diethyl maleate (DEM) ของ Sigma M5887

ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) ของ Fluka R02295

glycerol ของ Fluka R1383

glucose 6 - phosphate ของ Sigma P6888

glucose 6 - phosphate dehydrogenase ของ Sigma G4134

hexane

hydrochloric acid (HCl)

liquid nitrogen

nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP) ของ Sigma N3880

paranitrophenyl acetate (PNPA) ของ Sigma N8130

piperonyl butoxide (PB) ของ Fluka R04115

polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) ของ Fluka R03588

sodium hydroxide (NaOH)

triphenyl phosphate (TPP) ของ Fluka R04074

trishydroxymethyl amino-methane ของ Sigma T1503

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเลี้ยงหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L.

นำหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. จากแหล่งปลูกผักแปลงเกษตรกร เขตอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี มาเลี้ยงโดยให้พืชอาหารคือผักคะน้า ซึ่งเพาะปลูกโดยวิธีปลอดจากสารฆ่าแมลง เปลี่ยน

คะน้าทุกวันจนหนอนเข้าดักแด้ นำดักแด้ไปใส่ไว้ในกรงผสมพันธุ์ เพื่อขยายพันธุ์ ระยะดักแด้ใช้เวลา 3 -4 วัน เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยแล้วนำต้นกล้าของคะน้าที่เพาะไว้มาใส่ในกรงผสมพันธุ์ประมาณ 7 วัน เพื่อให้ผีเสื้อวางไข่ เปลี่ยนต้นกล้าของคะน้าทุกวัน นำต้นกล้าของคะน้าที่มีไข่ของผีเสื้อเก็บในกล่องพลาสติกเพื่อรอให้ไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนระยะที่ 1 ซึ่งจะกินต้นกล้าของคะน้าจนเข้าสู่ตัวอ่อนระยะที่ 2 จึงนำใบคะน้ามาเป็นพืชอาหารและทำการเปลี่ยนทุกวันจนหนอนเข้าดักแด้ หนอนจะเข้าดักแด้บริเวณฝาและผนังของกล่องพลาสติกที่เลี้ยง รวบรวมดักแด้และดำเนินการขยายจำนวนประชากรต่อไป

2. การสกัดสารจากใบสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.)

เก็บใบสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) จากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ นำมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เมื่อแห้งแล้วนำไปปั่นให้ละเอียด เพื่อนำมาสกัดสารที่มีอยู่ในใบสาบเสือ

2.1 การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีหมัก

นำใบสาบเสือที่ปั่นละเอียดมาใส่น้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:1 หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชม. กรองเอากากออก เก็บสารละลายที่ได้จากการหมักไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

2.2 การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ

นำใบสาบเสือที่ปั่นละเอียด 500 กรัม เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร นำไปสกัดสารโดยเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ เก็บสารละลายที่ได้จากการสกัดไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

2.3 การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลต (soxhlet extraction)

2.3.1 การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลต ซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย

นำใบสาบเสือที่ปั่นละเอียด 50 กรัม ไปสกัดด้วยเครื่องสกัดซอกซ์เลต โดยใช้ absolute ethanol 500 มิลลิลิตร เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน (rotatory vacuum evaporator) เก็บส่วนของสารที่ได้จากการระเหยตัวทำละลายออกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

2.3.2 การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลต ซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลาย

นำใบสาบเสือที่ปั่นละเอียด 50 กรัม ไปสกัดด้วยเครื่องสกัดซอกซ์เลต โดยใช้hexane 500 มิลลิลิตร เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดไประเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน (rotatory vacuum evaporator) เก็บส่วนของสารที่ได้จากการระเหยตัวทำละลายออกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

3. การศึกษาเปรียบเทียบผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีต่างๆ ต่อหนอนใยผัก

เป็นการทดสอบเบื้องต้น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการต่างๆ กัน คือ โดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย วิธีกลั่นด้วยไอน้ำ และวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลาย เลือกวิธีสกัดสารจากใบสาบเสือที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดและช่วงความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสม เพื่อนำไปศึกษาระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผักต่อไป การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มทำการทดลอง 5 ซ้ำ

วิธีการทดลอง

ใช้การทดสอบแบบจุ่มใบ (leaf dipping bioassay)

1. เตรียมสารสกัดจากใบสาบเสือ ดังนี้

- สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย ความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100% (v/v)
- สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100% (v/v)
- สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย ความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 และ 2.00% (w/v)
- สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลาย ความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50% (w/v)

2. ตัดใบคะน้าที่ปลูกประมาณ 30 วัน เป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว จุ่มลงในสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการต่างๆที่ระบุไว้ในแต่ละการทดลอง ซึ่งใส่สารจับใบ 1 หยด เป็นเวลา 30 วินาที นำไปผึ่งให้แห้ง เพื่อให้ตัวทำละลายระเหยออก เมื่อแห้งแล้วนำไปใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 3x2x0.8 นิ้ว ซึ่งมีกระดาษซับรองอยู่

3. นำหนอนใยผักระยะที่ 3 จำนวน 10 ตัว ผ่านการอดอาหาร 2 ชม. ปล่อยลงบนใบคะน้าที่ชุบสารสกัดจากใบสาบเสือดังกล่าว เปลี่ยนใบคะน้าทุก 24 ชม. ตรวจนับเปอร์เซนต์การตายของหนอนใยผักที่ 72 ชม.

4. การศึกษาระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก

4.1 การทดสอบหนอนใยผักกับสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายและสารสกัดจากใบสาบเสือผสมกับ synergists

การทดลองเพื่อศึกษาระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก 3 รุ่น เมื่อได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือโดยใช้วิธีการสกัดซอกซ์เลต ซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย และได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือดังกล่าวผสมกับ synergists 3 ชนิด คือ

1. diethyl maleate (DEM)
2. piperonyl butoxide (PB)
3. triphenyl phosphate (TPP)

โดยใช้วิธีทดสอบแบบจุ่มใบ (leaf dipping bioassay) การทดลองนี้วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มทำการทดลอง 5 ซ้ำ ดังนี้

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารสกัดจากใบสาบเสือดังนี้ คือ

- สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v)
- สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate ความเข้มข้น 0.1% ทุกความเข้มข้น
- สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxideความเข้มข้น 0.1% ทุกความเข้มข้น
- สารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate ความเข้มข้น 0.1% ทุกความเข้มข้น

2. นำใบคะน้าที่ปลูกประมาณ 30 วัน มาชุบสารสกัดจากใบสาบเสือดังกล่าว ใส่สารจับใบ 1หยด เป็นเวลา 30 วินาที นำมาผึ่งให้แห้งแล้วใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 6x8x3 นิ้ว ที่มีกระดาษซับรองอยู่

3. นำหนอนใยผักระยะที่ 3 มาปล่อยลงบนใบคะน้าที่ชุบสารสกัดจากใบสาบเสือดังกล่าว เปลี่ยนใบคะน้าทุกวันจนหนอนเข้าสู่ระยะที่ 4

4. นำหนอนใยผักระยะที่ 4 มาสกัดและตรวจวัดระดับเอนไซม์ ส่วนหนอนใยผักที่เหลือเลี้ยงจนหนอนเข้าดักแด้เพื่อนำมาทดลองในรุ่นที่ 2 และ 3 ต่อไป

4.2 การสกัดเอนไซม์ของหนอนใยผัก

วิธีการสกัด

1. ชั่งหนอนใยผักระยะที่ 4 ที่ทดสอบด้วยใบคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือในแต่ละการทดลอง 0.5 กรัม และ polyvinylpolypyrrolidone 0.25 กรัม ใส่ลงในโกร่งบดที่แช่เย็น บดให้ละเอียดโดยค่อย ๆ เติม 0.1 M potassium phosphate buffer pH 7.5

2. เมื่อบดละเอียด กรองด้วยผ้าขาวบาง นำส่วนของเหลวที่กรองได้ใส่ในหลอด centrifuge

3. นำหลอด centrifuge ไปปั่นด้วยเครื่อง ultracentrifuge ความเร็ว 18,000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที

4. ดูดส่วนใสข้างบน (supernatant) ไว้ นำมาใส่หลอดไมโครทิวขนาด 1.5 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวัด esterase ส่วนที่เหลือนำมาใส่หลอด centrifuge

5. นำหลอด centrifuge ไปปั่นด้วยเครื่อง ultracentrifuge ที่ความเร็ว 52,000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

6. ดูดส่วนใสข้างบน (supernatant) ใส่ในหลอดไมโครทิวขนาด 1.5 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวัด glutathione S-transferase

7. นำส่วนตะกอน (pellet) มาบดใน 0.2M EDTA ผสมกับ 20% glycerol phosphate buffer เพื่อนำไปวัด monooxygenase (Visetson, 1992)

4.3 การตรวจวัดระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก

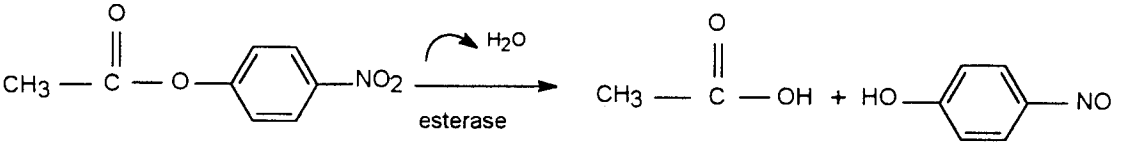
การศึกษาครั้งนี้ทำการตรวจวัดระดับเอนไซม์ขจัดพิษ 3 ชนิด คือ

1. esterase
2. glutathione S-transferase
3. monooxygenase

ซึ่งมีวิธีการตรวจวัดดังนี้

4.3.1 การตรวจวัดระดับ esterase

การตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของ paranitrophenol โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา hydrolysis ของ paranitrophenyl acetate เปลี่ยนไปเป็น paranitrophenol โดยมี esterase เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา (Mackness et al. , 1983)



paranitrophenyl acetate acetic acid paranitrophenol

วิธีการตรวจวัด

หลอด reference ประกอบด้วย

- 0.1 M potassium phosphate buffer pH 7.5 = 2900 µl
- 0.1 M potassium phosphate + EDTA + GSH pH 7.5 = 50 µl
- PNPA = 50 µl

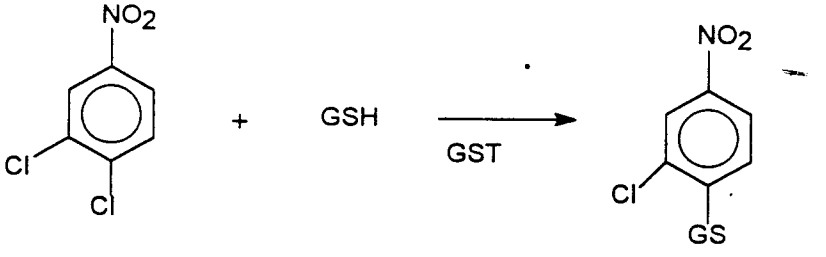
หลอด sample ประกอบด้วย

- 0.1 M potassium phosphate buffer pH 7.5 = 2900 µl
- enzyme = 50 µl
- PNPA = 50 µl

นำไปตรวจวัด esterase โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร

4.3.2 การตรวจวัดระดับ glutathione S-transferase

การตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของ monochloronitrobenzene-glutathion โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา conjugation ของ dichloronitrobenzene กับ glutathion โดยมี glutathione S-transferase เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา (Booth et al., 1961)



dichloronitrobenzene monochloronitrobenzene - glutathione

วิธีการตรวจวัด

หลอด reference ประกอบด้วย

- trishydroxymethylamino-methane + GSH pH8.1	=	1100 µl
- 0.1 M potassium phosphate buffer pH 7.5	=	200 µl
- DCNB	=	10 µl

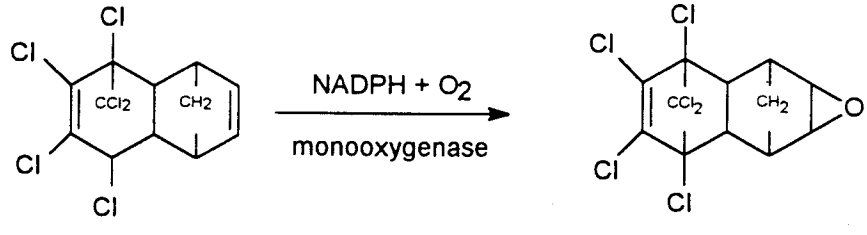
หลอด sample ประกอบด้วย

- trishydroxymethylamino-methane + GSH pH8.1	=	1100 µl
- enzyme	=	200 µl
- DCNB	=	10 µl

นำไปตรวจวัด glutathione S-transferase โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

4.3.3 การตรวจวัดระดับ monooxygenase

การตรวจวัดปริมาณ dieldrin โดยใช้เครื่อง gas liquid chromatography ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา oxidation ของ aldrin เปลี่ยนไปเป็น dieldrin (Wolff et al., 1979)



aldrin dieldrin

วิธีการตรวจวัด

1. นำ 0.1 M potassium phosphate buffer pH 7.5 มา 3.4 ml ใส่ glucose-6-phosphate dehydrogenous + NADP + glucose-6-phosphate 0.5 ml. แล้วใส่ enzyme 1ml.

2. ใส่ aldrin 100 µl. เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เติม 2 ml. ของ 3mhcl แล้วเติม hexane 10 ml. เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น เมื่อแยกชั้นแล้วนำส่วนบนมาตรวจวัด monooxygenase โดยใช้ Gas liquid chromatography

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองโดยวิธี Probit analysis เพื่อหาค่า LC_{50} ของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อหนอนใยผัก โดยใช้โปรแกรม SPSS

2. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ Analysis of variance เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการตายและระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักในแต่ละตัวอย่างทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายของหนอนใยผักและระดับเอนไซม์ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก

4.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ คือ วิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย วิธีกลั่นด้วยไอน้ำ และวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลาย ที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก โดยใช้วิธีการทดสอบแบบจุ่มใบ (leaf dipping method) กับหนอนระยะที่ 3 ซึ่งผ่านการอดอาหาร 2 ชม. นับเปอร์เซนต์การตายที่เวลา 72 ชม. เพื่อเลือกวิธีการสกัดสารจากใบสาบเสือที่มีประสิทธิภาพและความเข้มข้นที่เหมาะสมในการศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักต่อไป

4.1.1 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก โดยใช้ความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100% (v/v) พบเปอร์เซนต์การตายจริง 8.33, 14.58, 16.66 และ 20.83% ตามลำดับ (ตารางที่ 4-1)

4.1.2 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก โดยใช้ความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100% (v/v) พบเปอร์เซนต์การตายจริง 6.12, 10.20, 14.29 และ 16.33% ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

4.1.3 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก โดยใช้ความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 และ 2.00% (w/v) พบเปอร์เซนต์การตายจริง 12.77, 19.15, 23.40, 31.91, 42.55, 51.06, 65.96, 70.21, 78.72 และ 100% ตามลำดับ (ตารางที่ 4-3) และมีค่า LC_{50} 0.67% เมื่อนำข้อมูลวิเคราะห์โดยใช้ Probit Analysis

4.1.4 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก โดยใช้ความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50% (w/v) พบเปอร์เซนต์การตายจริง 13.33, 17.78, 31.11, 42.22, 55.56, 62.22, 68.89, 82.22 และ 100% ตามลำดับ (ตารางที่ 4-3) และมีค่า LC_{50} 0.45% เมื่อนำข้อมูลวิเคราะห์โดยใช้ Probit Analysis

ตารางที่ 4-1 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

ความเข้มข้น % (v/v)	เปอร์เซนต์การตายจริง*
25.00	8.33
50.00	14.58
75.00	16.66
100.00	20.83

หมายเหตุ

* คำนวณโดยใช้ Abbott' s formula (Finney, 1971)

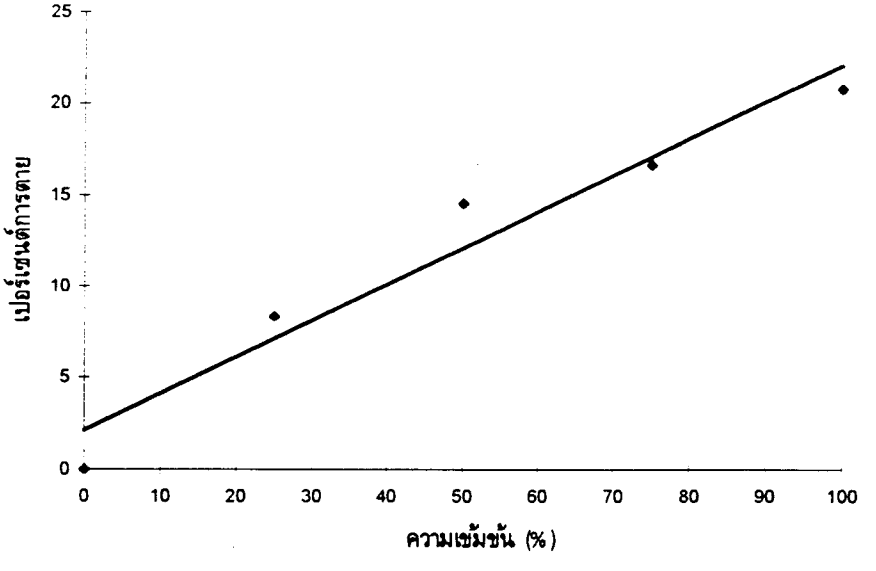
Pr = (Po - Pc) x 100 / (100 - Pc)

โดยกำหนดให้

Pr = % correction mortality

Po = % observed mortality

Pc = % control mortality



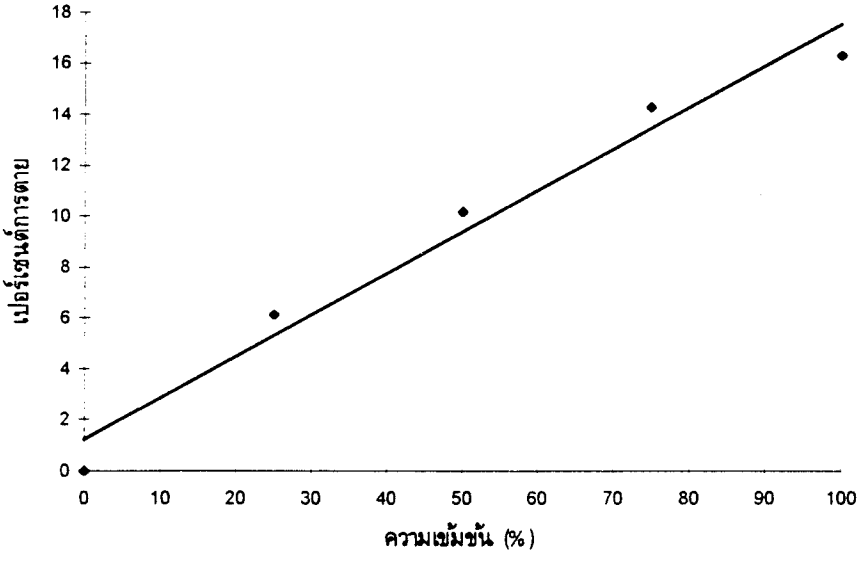
ภาพที่ 4-1 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

ตารางที่ 4-2 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

ความข้มข้น % (v/v)	เปอร์เซนต์การตายจริง*
25.00	6.12
50.00	10.20
75.00	14.29
100.00	16.33

หมายเหตุ

* คำนวณโดยใช้ Abbott' s formula (Finney, 1971)

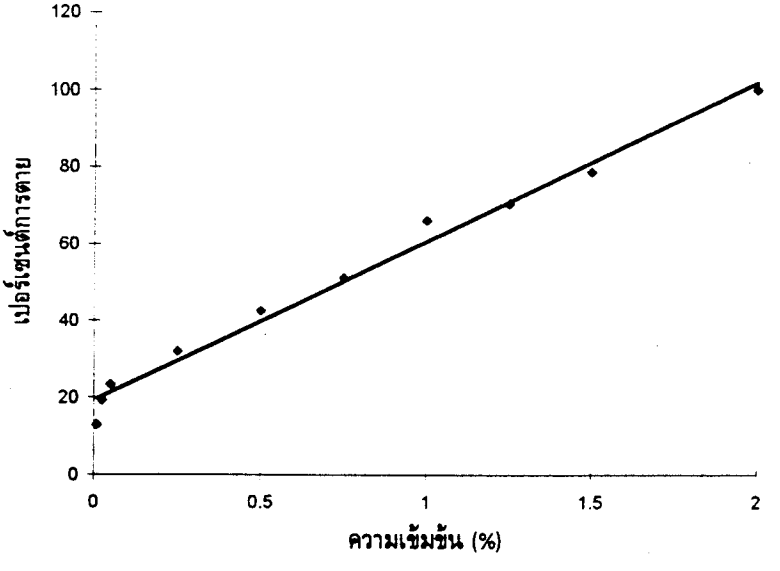


ภาพที่ 4-2 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

ตารางที่ 4-3 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม

ความเข้มข้น % (w/v)	เปอร์เซนต์การตายจริง
0.01	12.77
0.025	19.15
0.05	23.40
0.25	31.91
0.50	42.55
0.75	51.06
1.00	65.96
1.25	70.21
1.50	78.72
2.00	100.00

หมายเหตุ * คำนวณโดยใช้ Abbott' s formula (Finney, 1971)



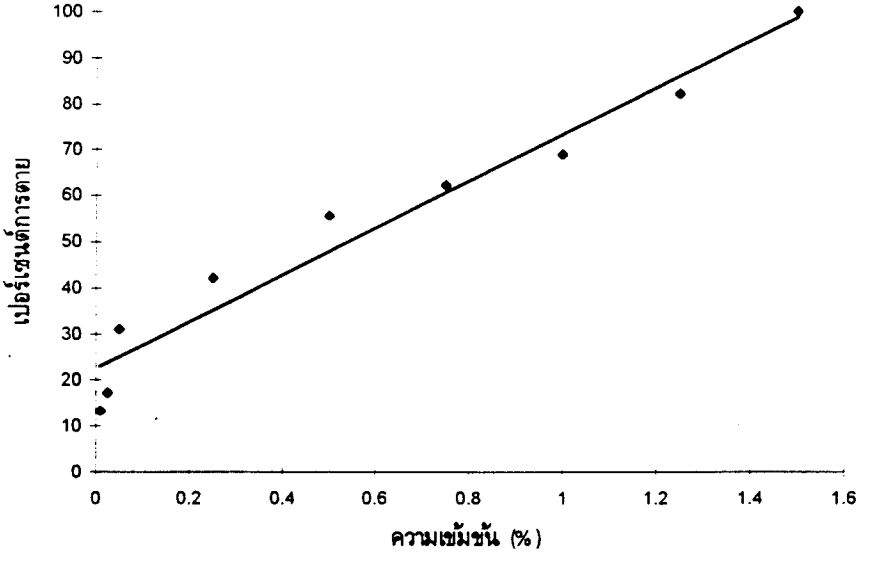
ภาพที่ 4-3 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72

ตารางที่ 4-4 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

ความเข้มข้น %(w/v)	เปอร์เซนต์การตายจริง
0.01	13.33
0.025	17.78
0.05	31.11
0.25	42.22
0.50	55.56
0.75	62.22
1.00	68.89
1.25	82.22
1.50	100.00

หมายเหตุ

* คำนวณโดยใช้ Abbott' s formula (Finney, 1971)



ภาพที่ 4-4 ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

4.2 ผลการศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผัก

การศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 โดยเลี้ยงหนอนใยผักระยะที่ 3 ด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลต ซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย ความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ซึ่ง synergists แต่ละชนิดใช้ความเข้มข้น 0.1% เลี้ยงจนหนอนใยผักเข้าสู่ระยะที่ 4 จึงนำไปสกัดเอนไซม์และตรวจวัดระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase มีผลการทดลองดังนี้

4.2.1 ระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ

การศึกษาระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่3 โดยเลี้ยงหนอนใยผักด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) มีผลการศึกษาดังนี้

ระดับ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.58 ± 0.39 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ esterase 6.63 ± 0.44, 8.06 ± 0.28 และ 10. 13 ± 0.44 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-5) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.47 ± 0.59 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ esterase 6.12 ± 0.27, 7.65 ± 0.34 และ 9.70 ± 0.38 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-5) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณเ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.34 ± 0.41 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ esterase 6.09 ± 0.25, 7.65 ± 0.34 และ 9.62 ± 0.61 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-5) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-6)

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.61 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.63 ± 0.03, 0.67 ± 0.03 และ 0.74 ± 0.03 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-7) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transfertase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.63 ± 0.04, 0.68 ± 0.04

และ 0.75 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-7) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.58 ± 0.06 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.06, 0.67 ± 0.05 และ 0.75 ± 0.08 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-7) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-8)

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 6.06 ± 0.23 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ monooxygenase 6.04 ± 0.51, 6.68 ± 0.40 และ 8.08 ± 0.47 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-9) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจาก

ใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.05% ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.99 ± 0.35 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ monooxygenase 6.17 ± 0.29, 6.64 ± 0.35 และ 8.14 ± 0.44 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-9) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.87 ± 0.28 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% มีปริมาณ monooxygenase 6.00 ± 0.27, 6.45 ± 0.37 และ 7.89 ± 0.54 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-9) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่ เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25 และ 0.5% มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-9)

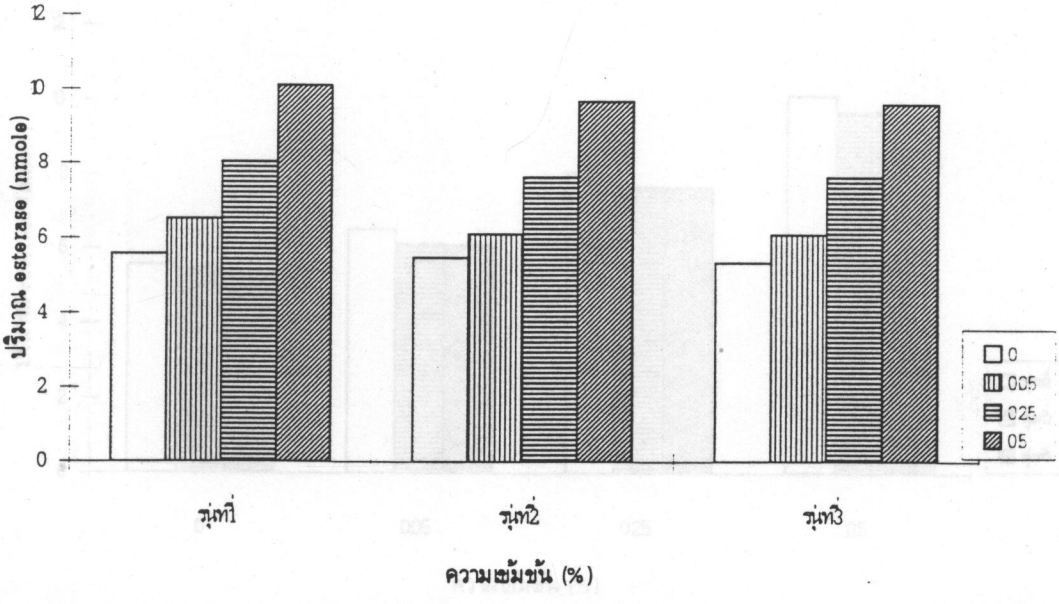
ตารางที่ 4-5 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	$5.58^{a} \pm 0.39$	$5.47^{a} \pm 0.59$	$5.34^{a} \pm 0.41$
0.05	$6.53^{b} \pm 0.44$	$6.12^{b} \pm 0.27$	$6.09^{b} \pm 0.25$
0.25	$8.06^{c} \pm 0.28$	$7.65^{c} \pm 0.34$	$7.65^{c} \pm 0.66$
0.50	$10.13^{d} \pm 0.44$	$9.70^{d} \pm 0.38$	$9.62^{d} \pm 0.61$

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b,c,d = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-5 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

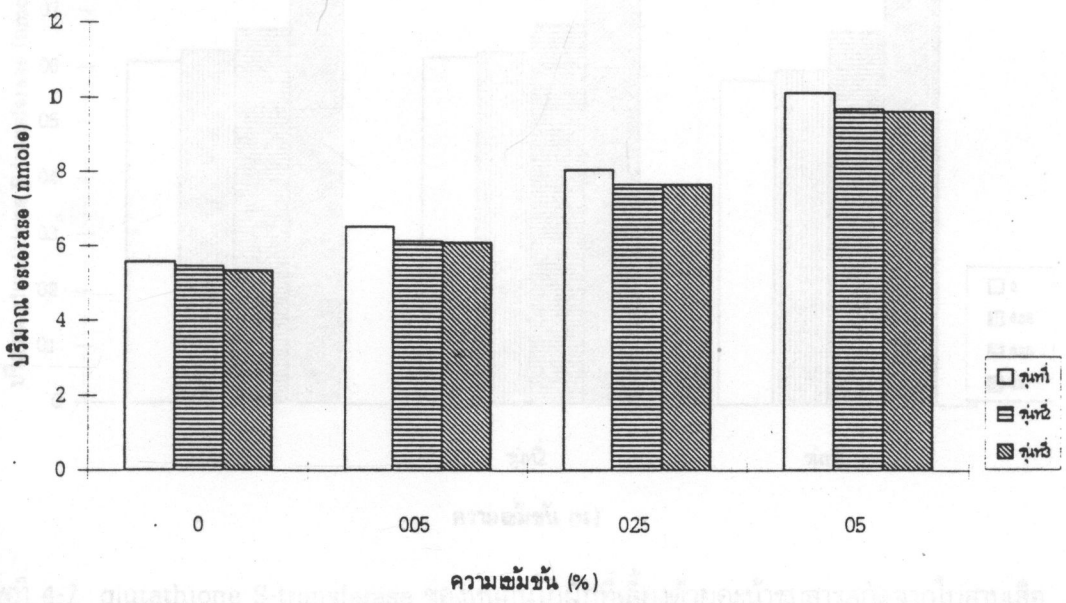
ตารางที่ 4-6 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

หนอนใยผัก	ปริมาณ esterase เฉลี่ย * (nmole)			
	0.00%	0.05%	0.25%	0.50%
รุ่นที่ 1	5.58 [a] ± 0.39	6.53 [a] ± 0.44	8.06 [a] ± 0.28	10.13 [a] ± 0.44
รุ่นที่ 2	5.47 [a] ± 0.59	6.12 [a] ± 0.27	7.65 [a] ± 0.34	9.70 [a] ± 0.38
รุ่นที่ 3	5.34 [a] ± 0.41	6.09 [a] ± 0.25	7.65 [a] ± 0.66	9.62 [a] ± 0.61

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-6 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v)

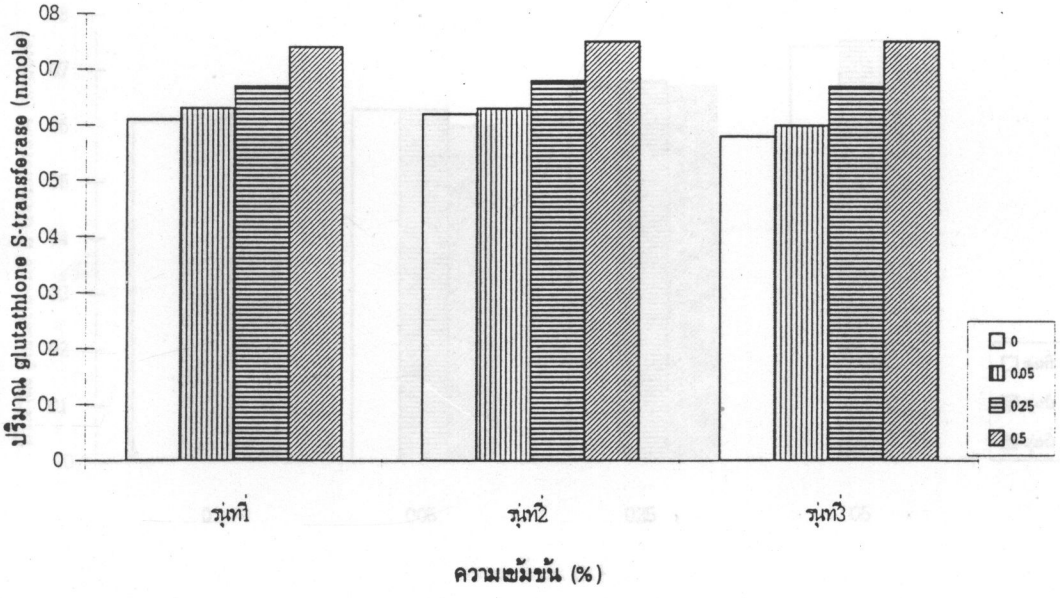
ตารางที่ 4-7 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	$0.61^{a} \pm 0.03$	$0.62^{a} \pm 0.03$	$0.58^{a} \pm 0.06$
0.05	$0.63^{a} \pm 0.03$	$0.63^{a} \pm 0.04$	$0.60^{ab} \pm 0.06$
0.25	$0.67^{b} \pm 0.03$	$0.68^{b} \pm 0.04$	$0.67^{bc} \pm 0.05$
0.50	$0.74^{c} \pm 0.03$	$0.75^{c} \pm 0.04$	$0.75^{c} \pm 0.08$

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-7 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

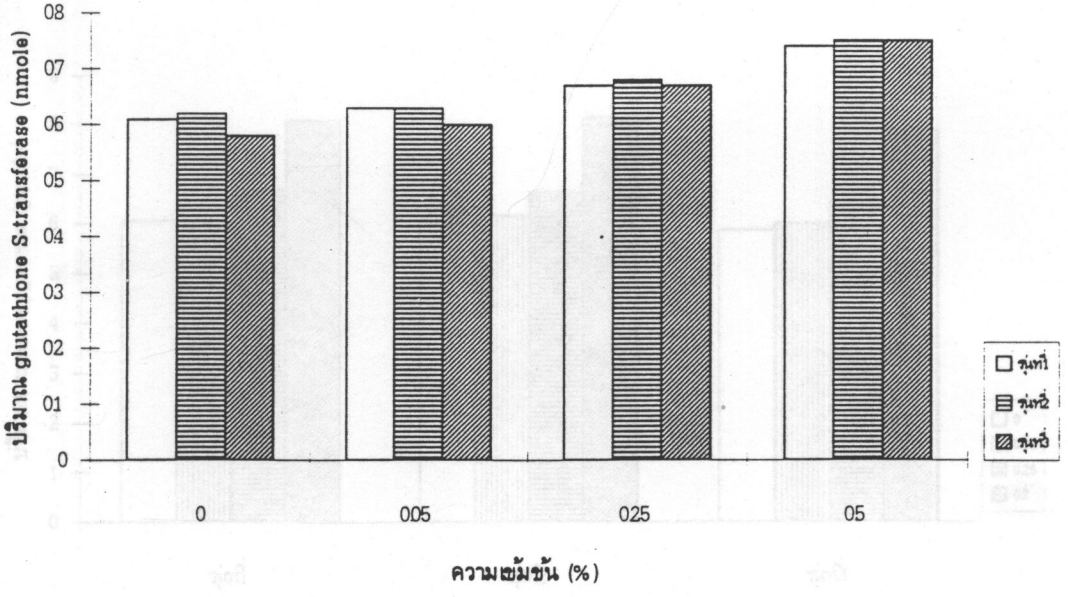
ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

หนอนใยผัก	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย * (nmole)			
	0.00%	0.05%	0.25%	0.50%
รุ่นที่ 1	0.61 [a] ± 0.03	0.63 [a] ± 0.03	0.67 [a] ± 0.03	0.74. [a] ± 0.03
รุ่นที่ 2	0.62 [a] ± 0.03	0.63 [a] ± 0.04	0.68 [a] ± 0.04	0.75 [a] ± 0.04
รุ่นที่ 3	0.58 [a] ± 0.06	0.60 [a] ± 0.06	0.67 [a] ± 0.05	0.75 [a] ± 0.08

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-8 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

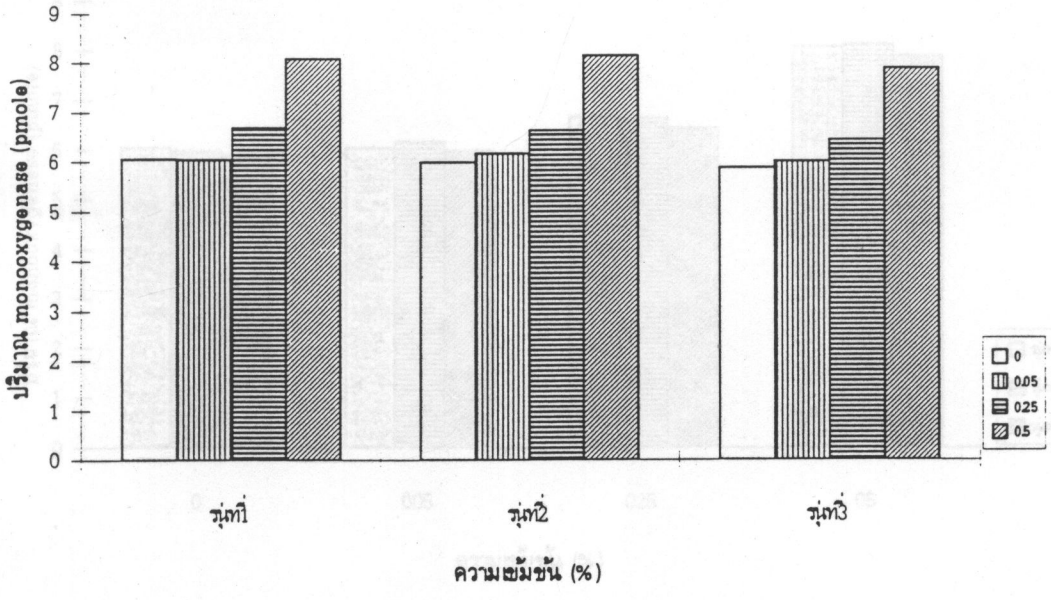
ตารางที่ 4-9 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	6.06 ^{a} ± 0.23	5.99 ^{a} ± 0.35	5.87 ^{a} ± 0.28
0.05	6.04 ^{a} ± 0.51	6.17 ^{ab} ± 0.29	6.00 ^{ab} ± 0.27
0.25	6.68 ^{b} ± 0.40	6.64 ^{b} ± 0.35	6.45 ^{b} ± 0.37
0.50	8.08 ^{c} ± 0.47	8.14 ^{c} ± 0.44	7.89 ^{c} ± 0.54

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-9 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

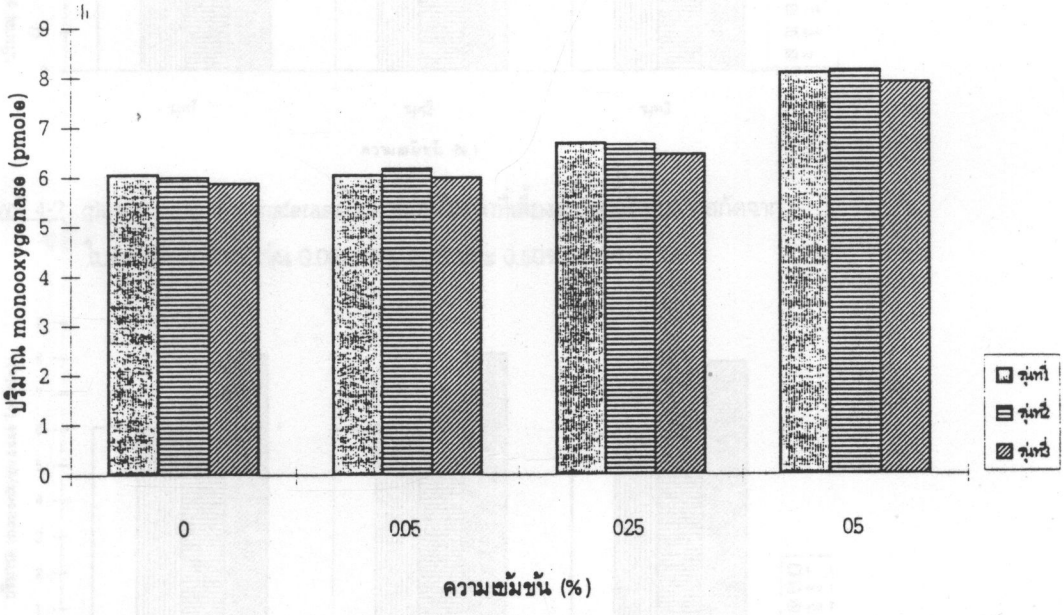
ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v)

หนอนใยผัก	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย * (pmole/min/mg insect)			
	0.00%	0.05%	0.25%	0.50%
รุ่นที่ 1	6.06 [a] ± 0.23	6.04 [a] ± 0.51	6.68 [a] ± 0.40	8.08 [a] ± 0.47
รุ่นที่ 2	5.99 [a] ± 0.35	6.17 [a] ± 0.29	6.64 [a] ± 0.35	8.14 [a] ± 0.44
รุ่นที่ 3	5.87 [a] ± 0.28	6.00 [a] ± 0.27	6.45 [a] ± 0.37	7.89 [a] ± 0.54

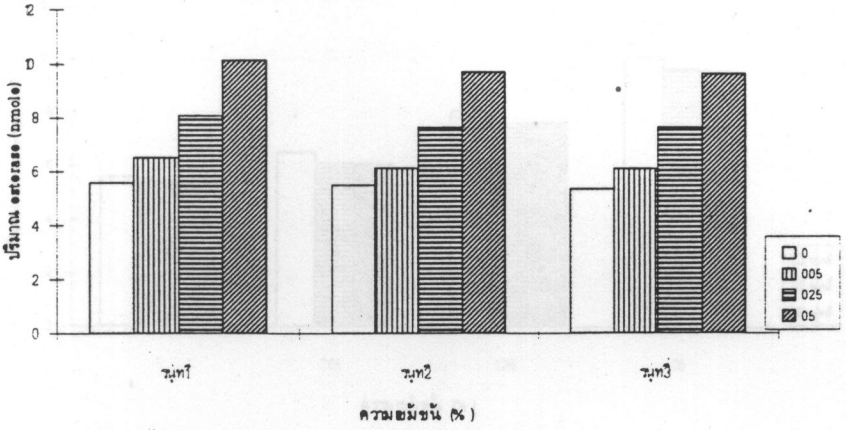
หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

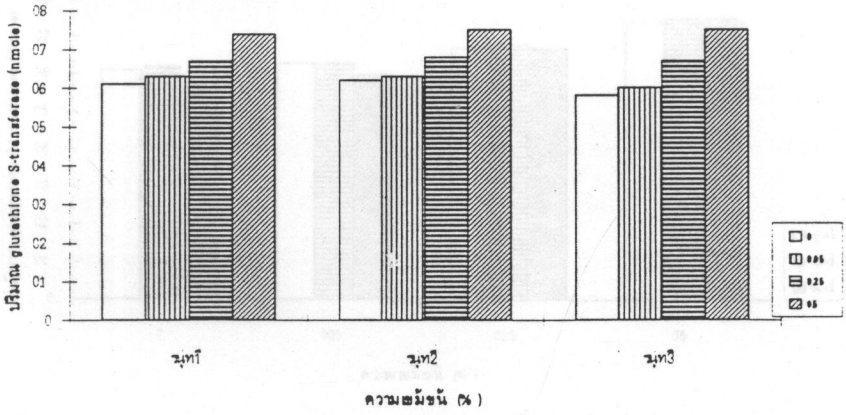
a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



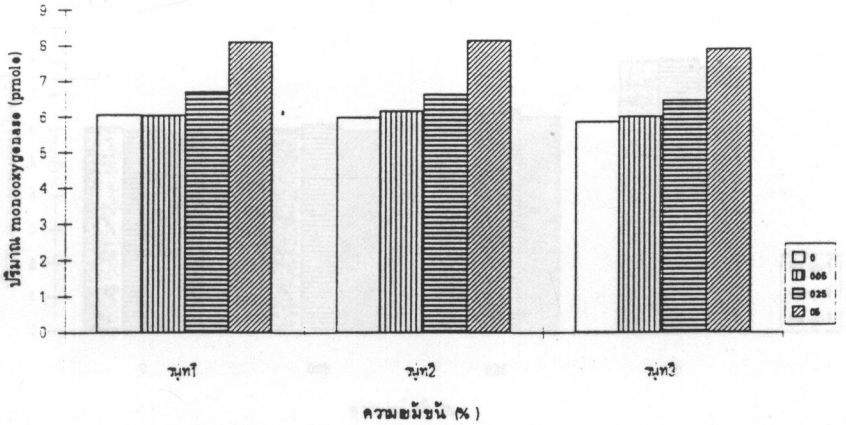
ภาพที่ 4-10 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)



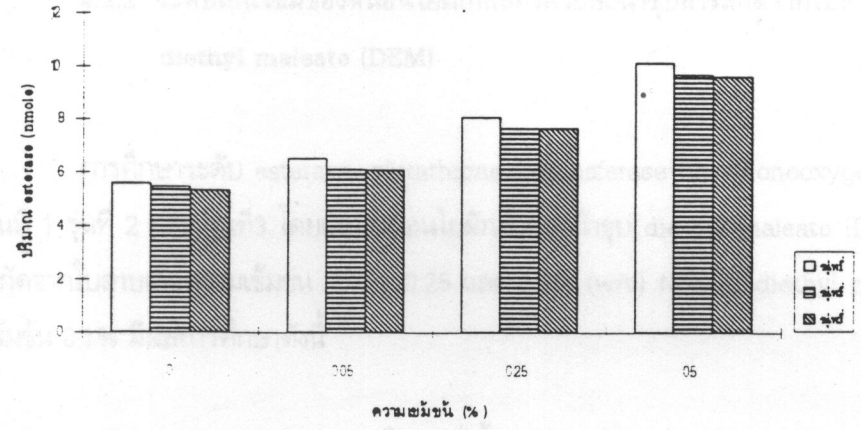
ภาพที่ 4-5 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)



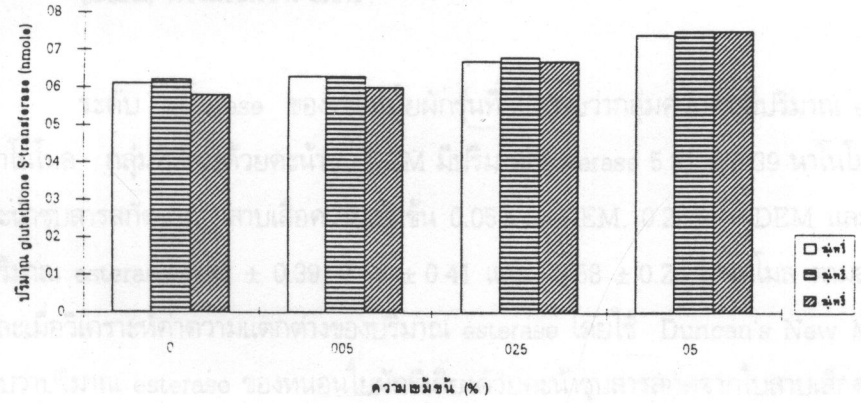
ภาพที่ 4-7 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)



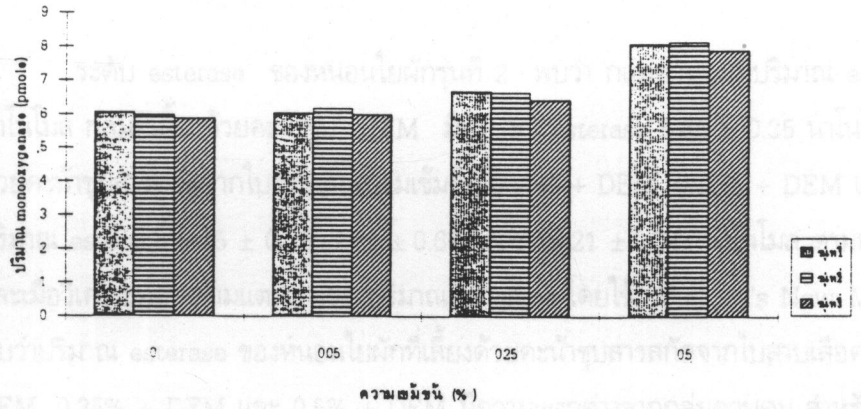
ภาพที่ 4-9 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)



ภาพที่ 4-6 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v)



ภาพที่ 4-8 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)



ภาพที่ 4-10 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยง ด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

4.2.2 ระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ผสมกับ diethyl maleate (DEM)

การศึกษาระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่3 โดยเลี้ยงหนอนใยผักด้วยคะน้าชุบ diethyl maleate (DEM) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1% มีผลการศึกษาดังนี้

ระดับ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ diethyl maleate (DEM) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%.

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.58 ± 0.39 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ esterase 5.91 ± 0.39 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ esterase 6.26 ± 0.39, 7.58 ± 0.41 และ 9.58 ± 0.28 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-11) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.47 ± 0.59 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ esterase 5.85 ± 0.35 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ esterase 6.15 ± 0.25, 7.41 ± 0.65 และ 9.21 ± 0.34 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-11) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.34 ± 0.41 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ esterase 5.75 ± 0.62 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ esterase 6.29 ± 0.66, 7.41 ± 1.06 และ 9.01 ± 0.34 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-11) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณเ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ DEM มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-12)

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ diethyl maleate (DEM) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.61 ± 0.03 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.04 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.04 และ 0.65 ± 0.03 และ 0.71 + 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่4-13) เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM และ 0.25%+DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณเ glutathione S-transferase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.5% + DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.03 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.59 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ±0.02 และ 0.64 ±0.03 และ 0.70 + 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-13) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM และ 0.25%+DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.5% + DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.59 ± 0.05 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.07 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.58 ±0.06 และ 0.60 ±0.04 และ 0.68 + 0.05 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-13) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM และ 0.25%+DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.5% + DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ DEM มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-14)

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ diethyl maleate (DEM) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 6.05 ± 0.25 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ monooxygenase 6.11 ± 0.44 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ monooxygenase 6.37 ± 0.39 และ 6.72 ± 0.32 และ 8.02 + 0.35 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-15) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผัก ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.98 ± 0.35 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ monooxygenase 6.17 ± 0.28 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ monooxygenase 6.07 ± 0.28 และ 6.71 ± 0.33 และ 7.86 + 0.42 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-15) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผัก ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.86 ± 0.28 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM มีปริมาณ monooxygenase 5.76 ± 0.32 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM มีปริมาณ monooxygenase 6.02 ± 0.21 และ 6.65 ± 0.19 และ 7.80 + 0.17 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-15) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้

Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.5% + DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ DEM มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-16)

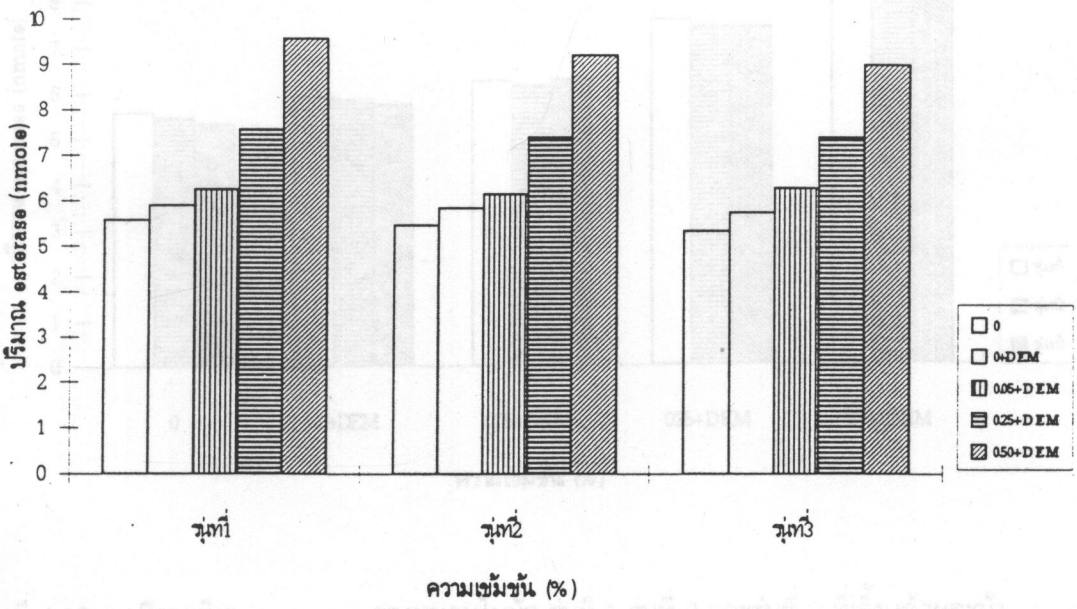
ตารางที่ 4-11 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	$5.58^{a} \pm 0.39$	$5.47^{a} \pm 0.59$	$5.34^{a} \pm 0.41$
0.00 + DEM	$5.91^{ab} \pm 0.39$	$5.85^{ab} \pm 0.35$	$5.75^{ab} \pm 0.62$
0.05 + DEM	$6.26^{b} \pm 0.39$	$6.15^{b} \pm 0.25$	$6.29^{b} \pm 0.66$
0.25 + DEM	$7.58^{c} \pm 0.41$	$7.41^{c} \pm 0.65$	$7.41^{c} \pm 1.06$
0.50 + DEM	$9.58^{d} \pm 0.28$	$9.21^{d} \pm 0.34$	$9.01^{d} \pm 0.34$

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่4-11 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

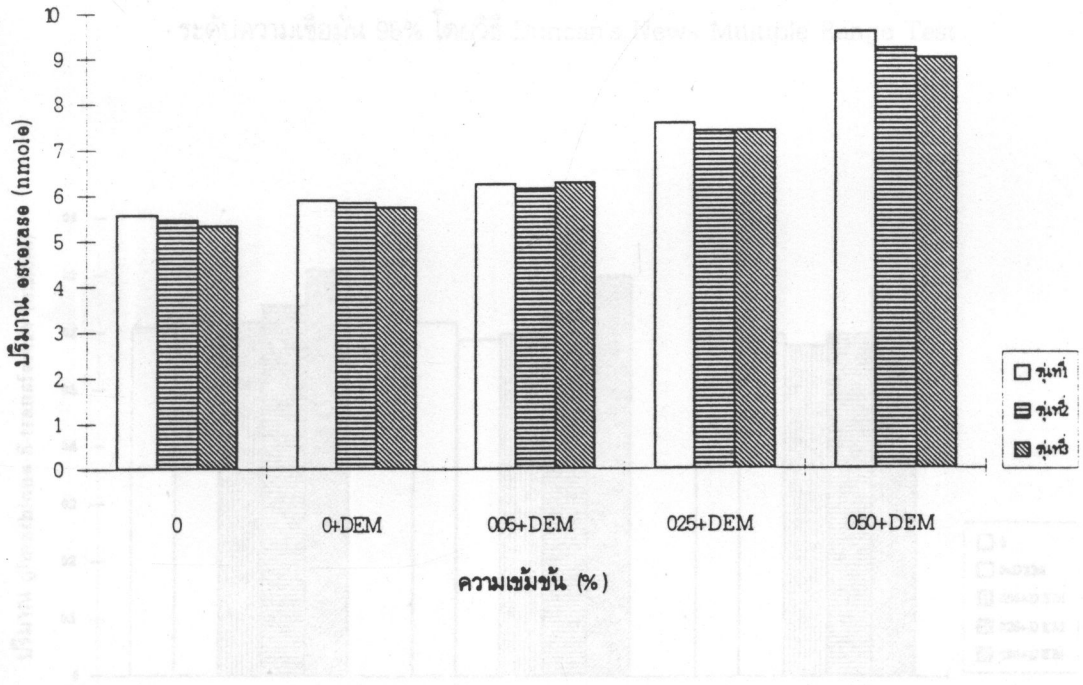
ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ esterase เฉลี่ย * (nmole)				
	0.00%	0.00%+DEM	0.05%+DEM	0.25%+DEM	0.50%+DEM
รุ่นที่ 1	5.58 ^{a} ± 0.39	5.91 ^{a} ± 0.39	6.26 ^{a} ± 0.39	7.58 ^{a} ± 0.41	9.58 ^{b} ± 0.28
รุ่นที่ 2	5.47 ^{a} ± 0.59	5.85 ^{a} ± 0.35	6.15 ^{a} ± 0.25	7.41 ^{a} ± 0.65	9.21 ^{ab} ± 0.34
รุ่นที่ 3	5.34 ^{a} ± 0.41	5.75 ^{a} ± 0.62	6.29 ^{a} ± 0.66	7.41 ^{a} ± 1.06	9.01 ^{a} ± 0.34

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a, b = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-12 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate ความเข้มข้น 0.1%

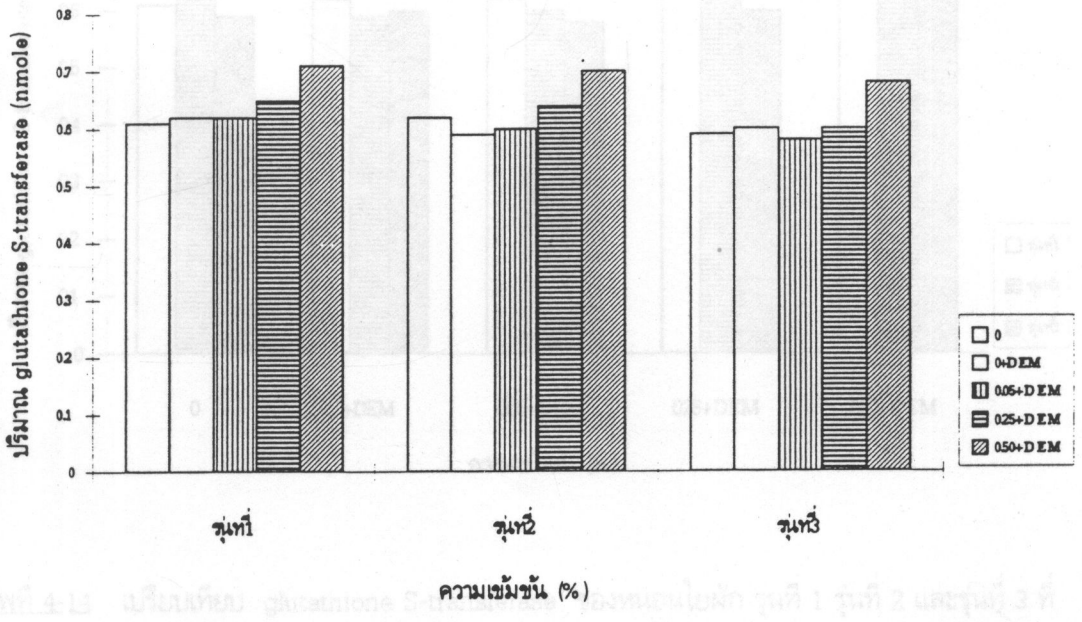
ตารางที่ 4-13 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50 (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	$0.61^{a} \pm 0.03$	$0.62^{ab} \pm 0.03$	$0.59^{a} \pm 0.05$
0.00 + DEM	$0.62^{a} \pm 0.04$	$0.59^{a} \pm 0.03$	$0.60^{a} \pm 0.07$
0.05 + DEM	$0.62^{a} \pm 0.04$	$0.60^{ab} \pm 0.02$	$0.58^{a} \pm 0.06$
0.25 + DEM	$0.65^{a} \pm 0.03$	$0.64^{b} \pm 0.03$	$0.60^{a} \pm 0.04$
0.50 + DEM	$0.71^{b} \pm 0.04$	$0.70^{c} \pm 0.04$	$0.68^{b} \pm 0.05$

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-13 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) 0.1%

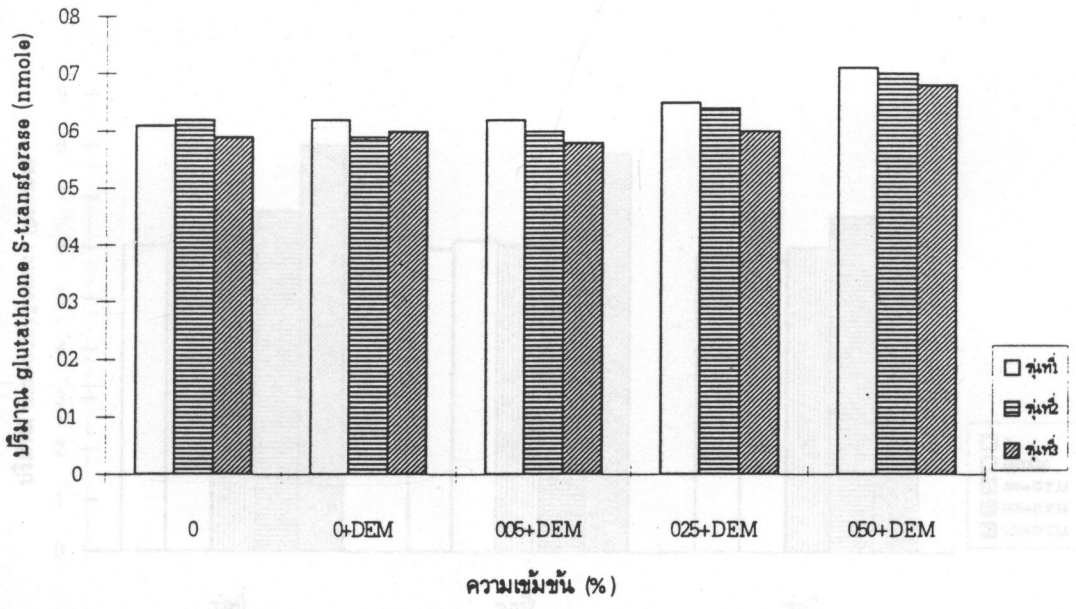
ตารางที่ 4-14 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ dietyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย * (nmole)				
	0.00%	0.00%+DEM	0.05%+DEM	0.25%+DEM	0.50%+DEM
รุ่นที่ 1	0.61 ^{a} ± 0.03	0.62 ^{a} ± 0.04	0.62 ^{a} ± 0.04	0.65 ^{b} ± 0.03	0.71 ^{a} ± 0.04
รุ่นที่ 2	0.62 ^{a} ± 0.03	0.59 ^{a} ± 0.03	0.60 ^{a} ± 0.02	0.64 ^{ab} ± 0.03	0.70 ^{a} ± 0.04
รุ่นที่ 3	0.58 ^{a} ± 0.06	0.60 ^{a} ± 0.06	0.58 ^{a} ± 0.06	0.60 ^{a} ± 0.04	0.68 ^{a} ± 0.05

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a, b = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-14 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

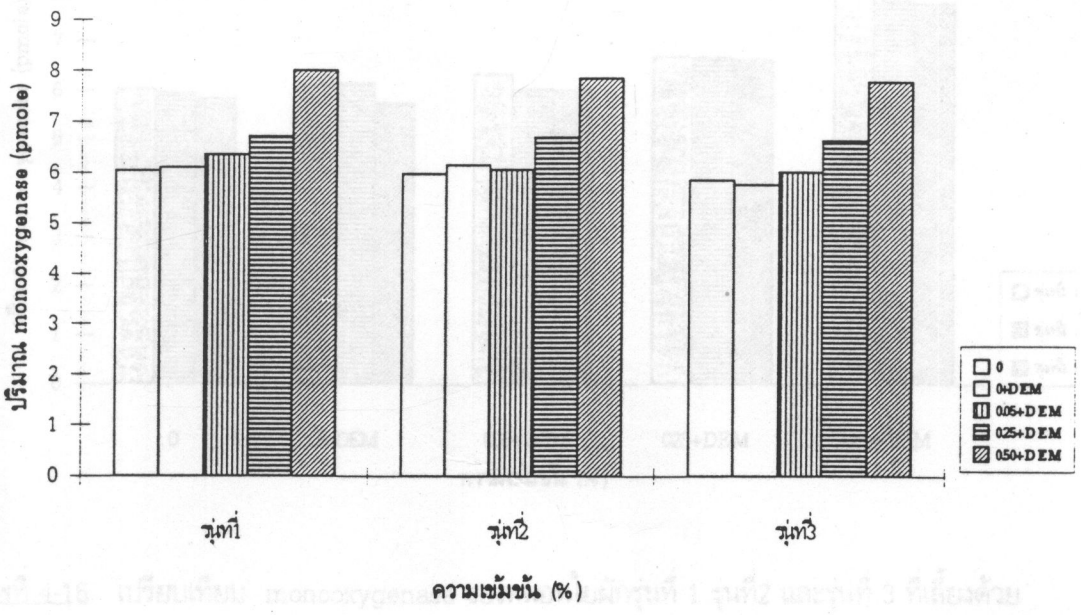
ตารางที่ 4-15 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	6.05 ^{a} ± 0.25	5.98 ^{a} ± 0.35	5.86 ^{a} ± 0.28
0.00 + DEM	6.11 ^{a} ± 0.44	6.17 ^{a} ± 0.28	5.76 ^{ab} ± 0.32
0.05 + DEM	6.37 ^{ab} ± 0.39	6.07 ^{a} ± 0.28	6.02 ^{a} ± 0.21
0.25 + DEM	6.72 ^{b} ± 0.32	6.71 ^{b} ± 0.33	6.65 ^{b} ± 0.19
0.50 + DEM	8.02 ^{c} ± 0.35	7.86 ^{c} ± 0.42	7.80 ^{c} ± 0.17

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-15 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

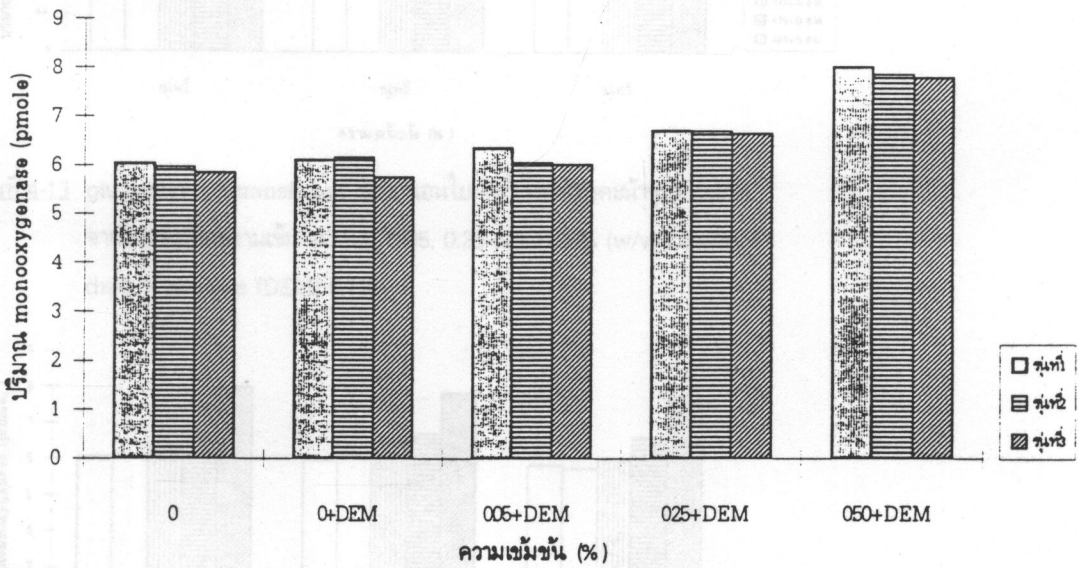
ตารางที่ 4-16 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณเอนไซม์ monooxygenase เฉลี่ย * (pmole/min/mg insect)				
	0.00%	0.00%+DEM	0.05%+DEM	0.25%+DEM	0.50%+DEM
รุ่นที่ 1	6.06 [a] ± 0.23	6.11 [a] ± 0.44	6.37 [a] ± 0.39	6.72 [a] ± 0.32	8.02 [a] ± 0.35
รุ่นที่ 2	5.99 [a] ± 0.35	6.17 [a] ± 0.28	6.07 [a] ± 0.28	6.71 [a] ± 0.33	7.86 [a] ± 0.42
รุ่นที่ 3	5.87 [a] ± 0.28	5.76 [a] ± 0.32	6.02 [a] ± 0.21	6.65 [a] ± 0.19	7.80 [a] ± 0.17

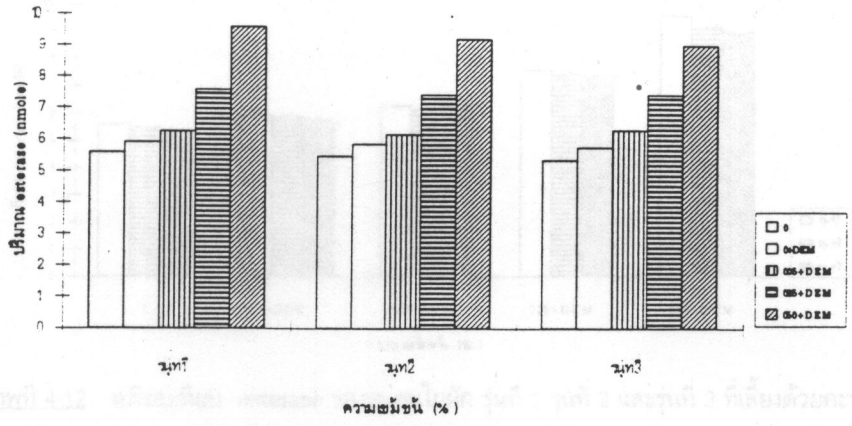
หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

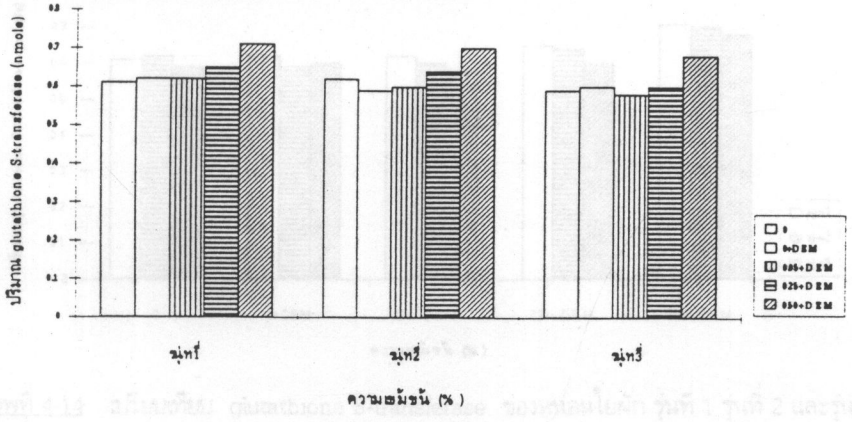
a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



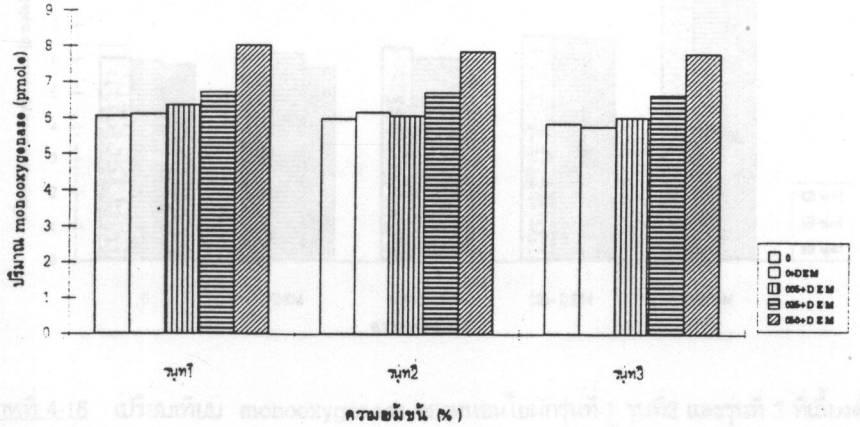
ภาพที่ 4-16 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%



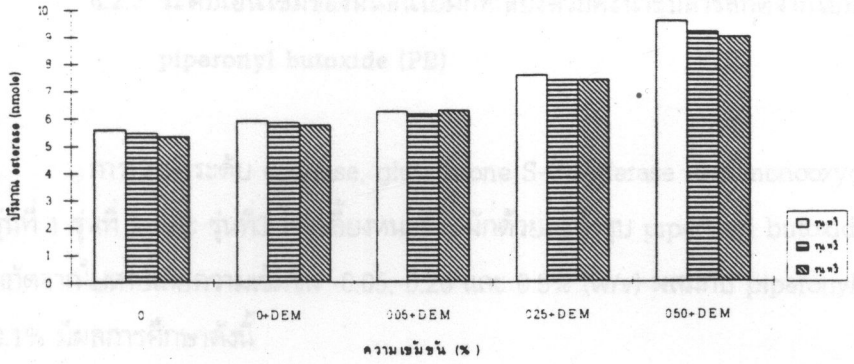
ภาพที่4-11 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%



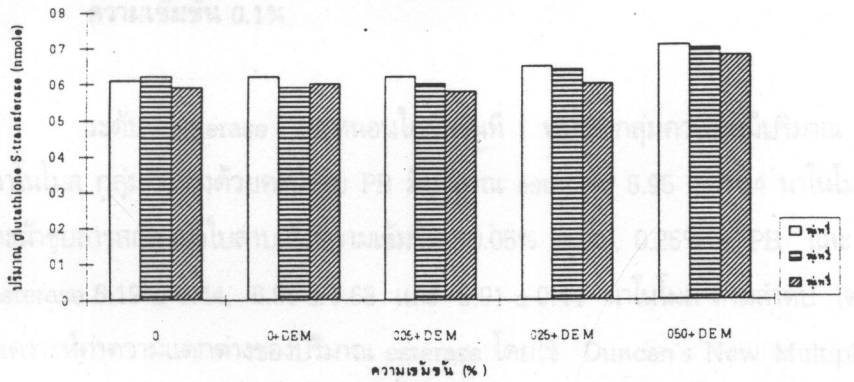
ภาพที่ 4-13 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) 0.1%



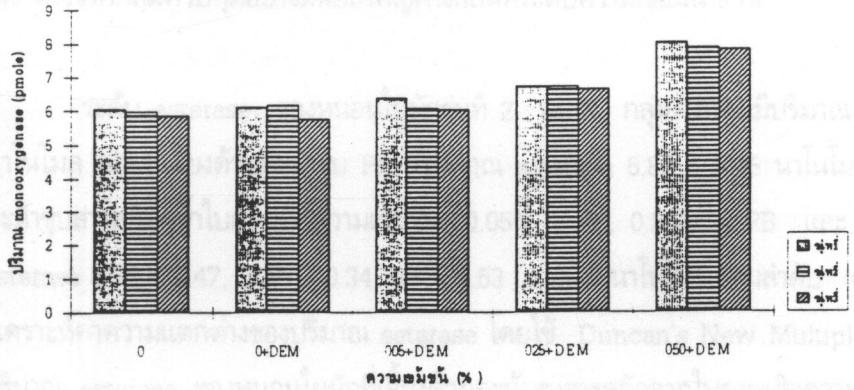
ภาพที่ 4-15 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-12 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-14 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-16 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ diethyl maleate (DEM) ความเข้มข้น 0.1%

4.2.3 ระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือผสมกับ piperonyl butoxide (PB)

การศึกษาระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่3 โดยเลี้ยงหนอนใยผักด้วยคะน้าชุบ piperonyl butoxide (PB) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide ความเข้มข้น 0.1% มีผลการศึกษาดังนี้

ระดับ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ piperonyl butoxide (PB) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.58 ± 0.39 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ esterase 5.95 ± 0.54 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ esterase 6.19 ± 0.44, 6.95 ± 0.68 และ 8.91 ± 0.44 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-17) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.47 ± 0.59 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ esterase 5.85 ± 0.65 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ esterase 5.98 ± 0.47, 6.97 ± 0.34 และ 8.53 ± 0.46 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-17) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.34 ± 0.41 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ esterase 5.75 ± 0.90 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ esterase 5.85 ± 0.57, 6.83 ± 0.49 และ 8.60 ± 0.65 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-17) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณเอนไซม์ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ PB มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-18)

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ piperonyl butoxide (PB) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.61 ± 0.03 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.02 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.64 ± 0.04, 0.71 ± 0.03 และ 0.78 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-19) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.03 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.59 ± 0.04 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.63 ± 0.03, 0.70 ± 0.03 และ 0.76 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-19) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25%+ PB และ 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.58 ± 0.07 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.59 ± 0.08 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.07, 0.69 ± 0.08 และ 0.76 ± 0.06 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-19) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ PB มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-20)

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ piperonyl butoxide (PB) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 6.05 ± 0.25 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ monooxygenase 5.94 ± 0.40 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ monooxygenase 5.97 ± 0.26, 6.15 ± 0.34 และ 7.23 ± 0.22 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-21) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.99 ± 0.35 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ monooxygenase 5.97 ± 0.21 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ monooxygenase 6.12 ± 0.17, 6.08 ± 0.33 และ 7.32 ± 0.17 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-21) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.86 ± 0.28 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB มีปริมาณ monooxygenase 5.79 ± 0.23 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB, 0.25% + PB และ 0.5% + PB มีปริมาณ monooxygenase 6.03 ± 0.17, 6.04 ± 0.32 และ 7.23 ± 0.17 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-21) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New

Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ 0.5% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ PB และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB และ 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ PB มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-22)

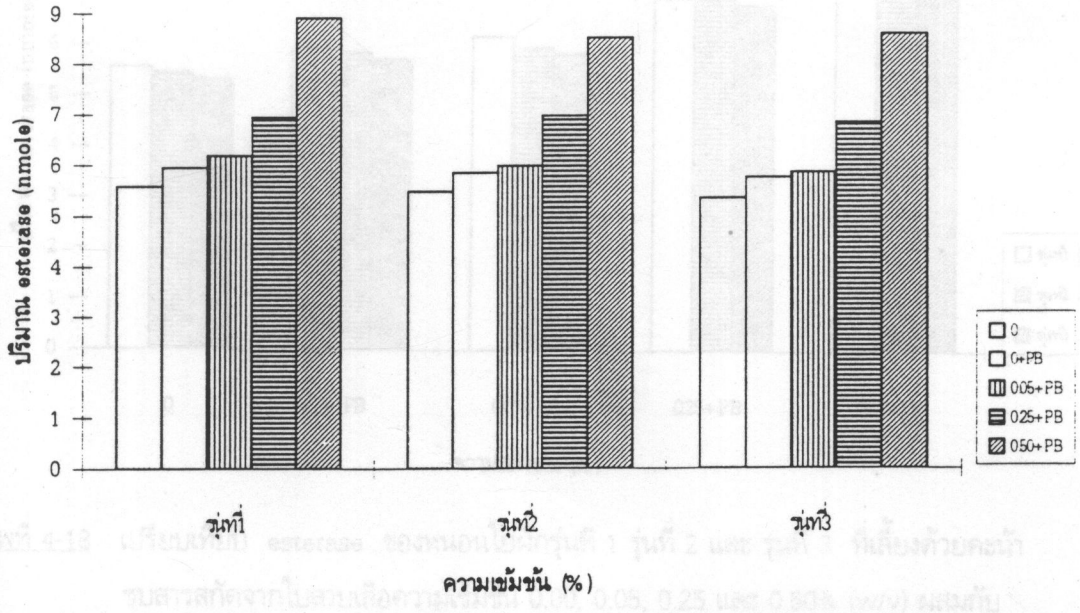
ตารางที่ 4-17 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	5.58 ^{a} ± 0.39	5.47 ^{a} ± 0.59	5.34 ^{a} ± 0.41
0.00 + PB	5.95 ^{a} ± 0.54	5.85 ^{a} ± 0.65	5.75 ^{a} ± 0.90
0.05 + PB	6.19 ^{ab} ± 0.44	5.98 ^{a} ± 0.47	5.85 ^{a} ± 0.57
0.25 + PB	6.95 ^{b} ± 0.68	6.97 ^{b} ± 0.34	6.83 ^{b} ± 0.49
0.50 + PB	8.91 ^{c} ± 0.44	8.53 ^{c} ± 0.46	8.60 ^{c} ± 0.65

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-17 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

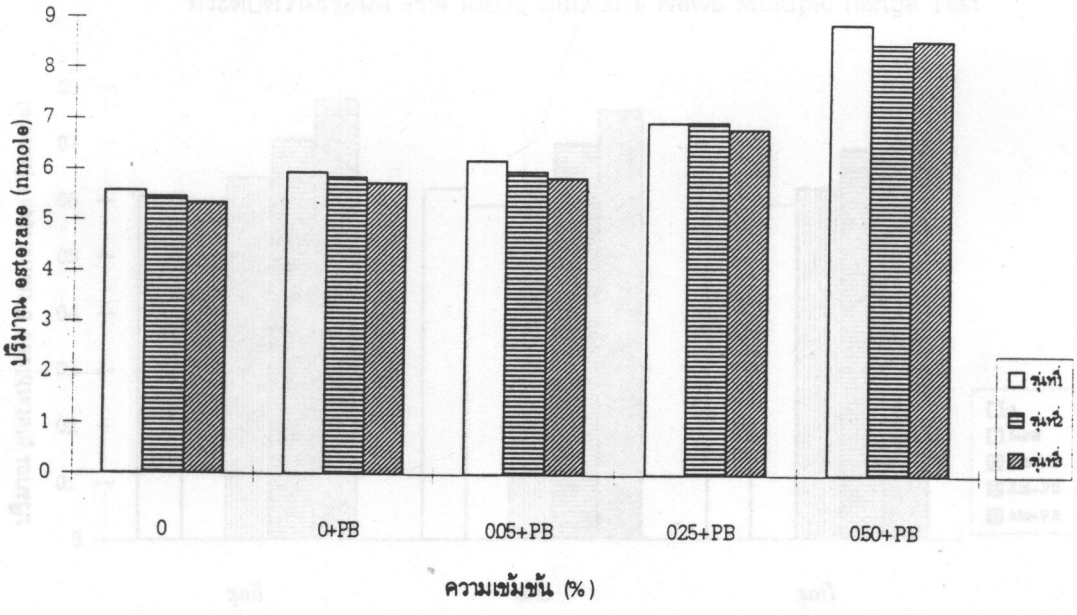
ตารางที่ 4-18 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ esterase เฉลี่ย * (nmole)				
	0.00%	0.00% + PB	0.05% + PB	0.25% + PB	0.50% + PB
รุ่นที่ 1	5.58 [a] ± 0.39	5.95 [a] ± 0.54	6.19 [a] ± 0.44	6.95 [a] ± 0.68	8.91 [a] ± 0.44
รุ่นที่ 2	5.47 [a] ± 0.59	5.85 [a] ± 0.65	5.98 [a] ± 0.34	6.97 [a] ± 0.34	8.53 [a] ± 0.46
รุ่นที่ 3	5.34 [a] ± 0.41	5.75 [a] ± 0.90	5.85 [a] ± 0.57	6.83 [a] ± 0.49	8.60 [a] ± 0.65

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-18 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

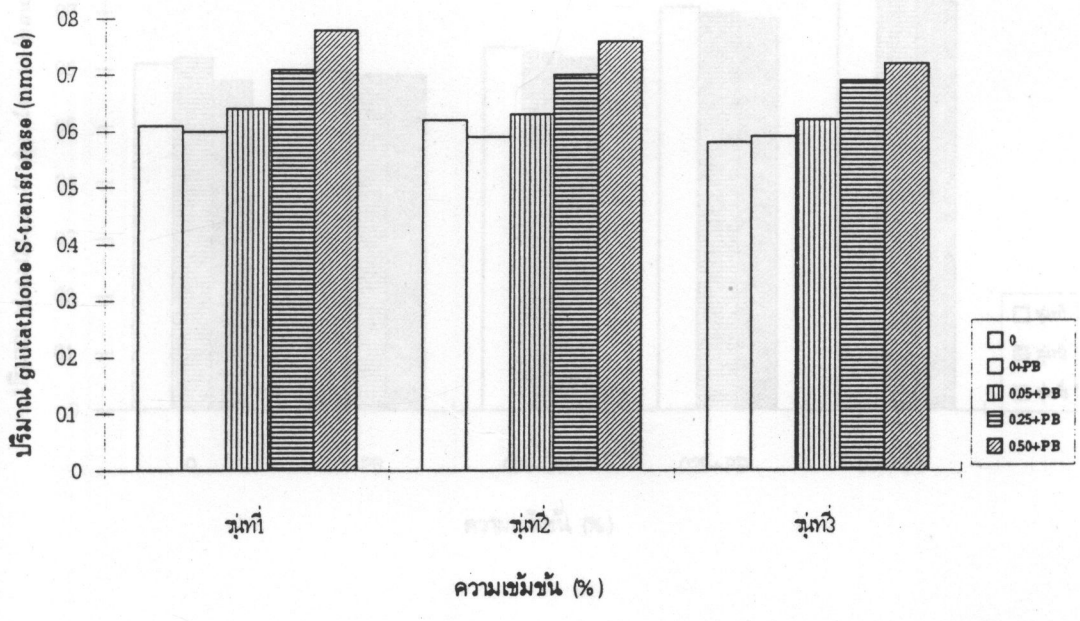
ตารางที่ 4-19 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	$0.61^{a} \pm 0.03$	$0.62^{ab} \pm 0.03$	$0.58^{a} \pm 0.07$
0.00 + PB	$0.60^{a} \pm 0.02$	$0.59^{a} \pm 0.04$	$0.59^{a} \pm 0.08$
0.05 + PB	$0.64^{a} \pm 0.04$	$0.63^{b} \pm 0.03$	$0.62^{ab} \pm 0.07$
0.25 + PB	$0.71^{b} \pm 0.03$	$0.70^{c} \pm 0.03$	$0.69^{bc} \pm 0.08$
0.50 + PB	$0.78^{c} \pm 0.04$	$0.76^{d} \pm 0.03$	$0.76^{c} \pm 0.06$

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c,d = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-19 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

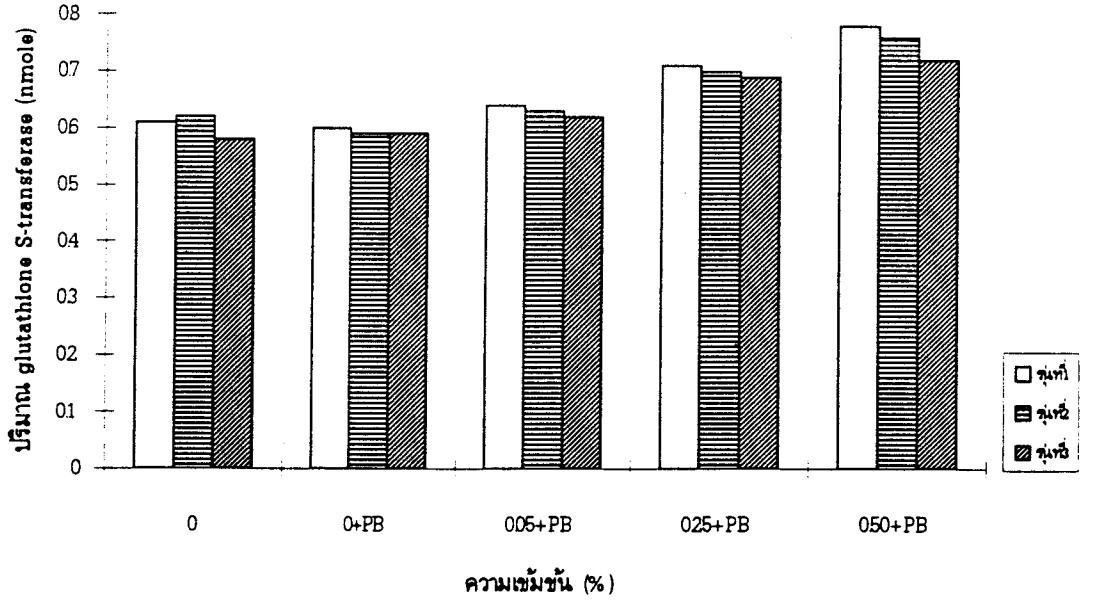
ตารางที่ 4-20 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย * (nmole)				
	0.00%	0.00% + PB	0.05% + PB	0.25% + PB	0.50% + PB
รุ่นที่ 1	0.61 [a] ± 0.03	0.60 [a] ± 0.02	0.64 [a] ± 0.04	0.71 [a] ± 0.03	0.78 [a] ± 0.04
รุ่นที่ 2	0.62 [a] ± 0.03	0.59 [a] ± 0.04	0.63 [a] ± 0.03	0.70 [a] ± 0.03	0.76 [a] ± 0.03
รุ่นที่ 3	0.58 [a] ± 0.06	0.59 [a] ± 0.08	0.62 [a] ± 0.07	0.69 [a] ± 0.08	0.76 [a] ± 0.06

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-20 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

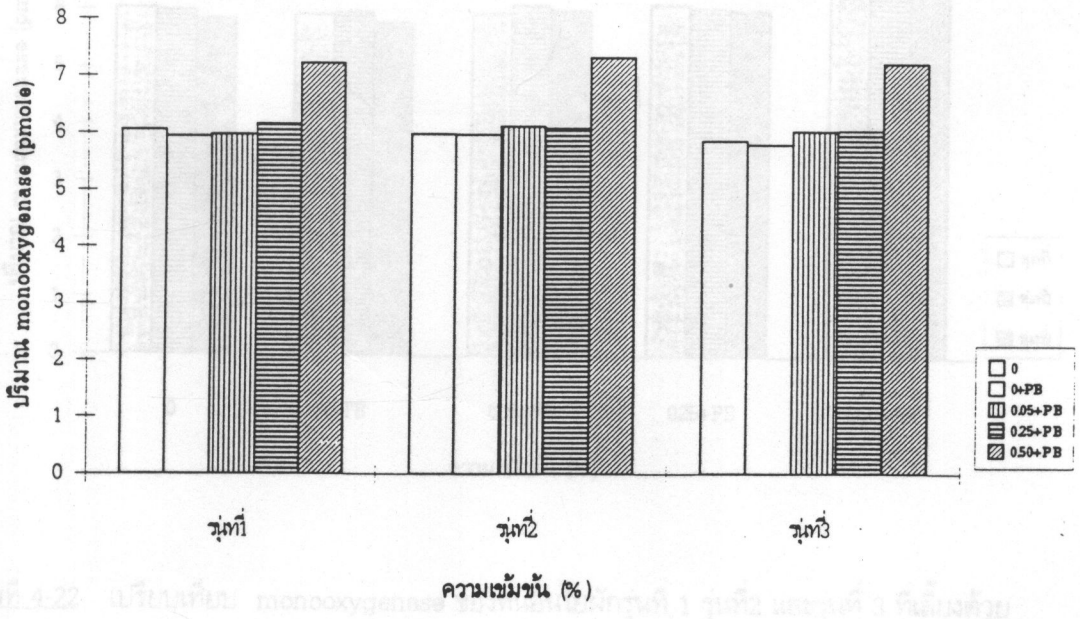
ตารางที่ 4-21 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	6.05 ^{a} ± 0.25	5.99 ^{a} ± 0.35	5.86 ^{a} ± 0.28
0.00 + PB	5.94 ^{a} ± 0.40	5.97 ^{a} ± 0.21	5.79 ^{a} ± 0.23
0.05 + PB	5.97 ^{a} ± 0.26	6.12 ^{a} ± 0.17	6.03 ^{a} ± 0.17
0.25 + PB	6.15 ^{a} ± 0.34	6.08 ^{a} ± 0.33	6.04 ^{a} ± 0.32
0.50 + PB	7.23 ^{b} ± 0.22	7.32 ^{b} ± 0.20	7.23 ^{b} ± 0.17

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-21 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

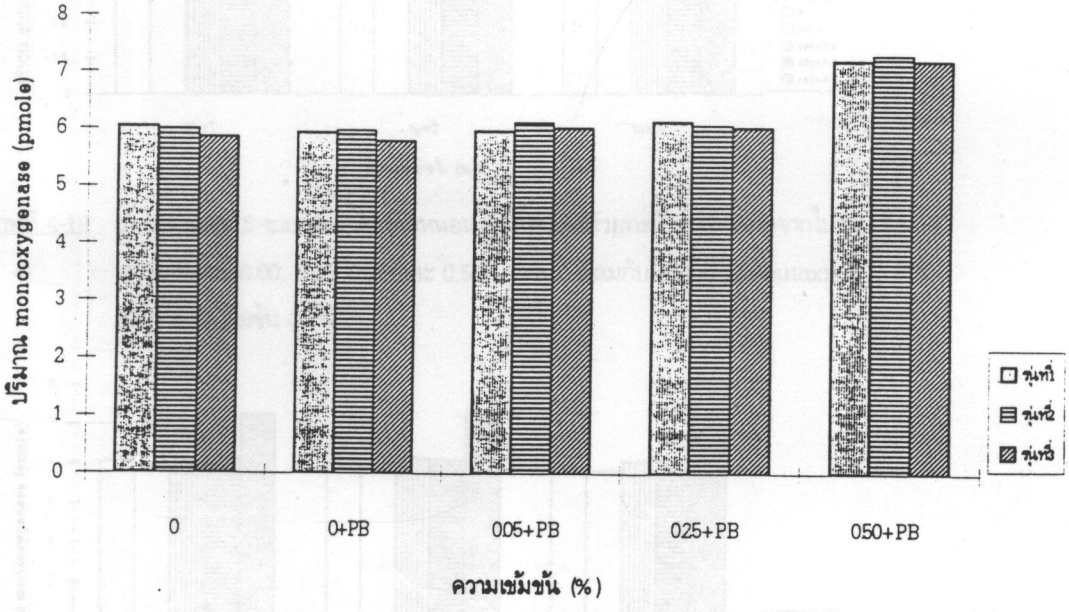
ตารางที่ 4-22 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย * (pmole/min/mg insect)				
	0.00%	0.00% + PB	0.05% + PB	0.25% + PB	0.50% + PB
รุ่นที่ 1	6.06 [a] ± 0.23	5.94 [a] ± 0.40	5.97 [a] ± 0.26	6.15 [a] ± 0.34	7.23 [a] ± 0.22
รุ่นที่ 2	5.99 [a] ± 0.35	5.97 [a] ± 0.21	6.12 [a] ± 0.17	6.08 [a] ± 0.33	7.32 [a] ± 0.20
รุ่นที่ 3	5.87 [a] ± 0.28	5.79 [a] ± 0.23	6.03 [a] ± 0.17	6.04 [a] ± 0.32	7.23 [a] ± 0.17

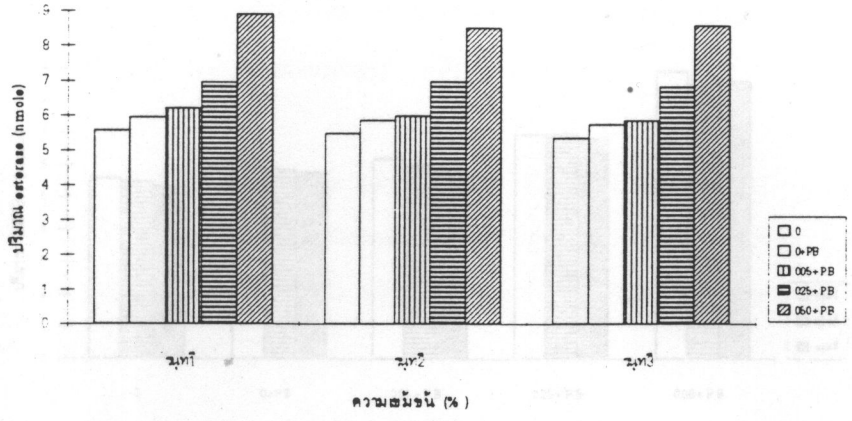
หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

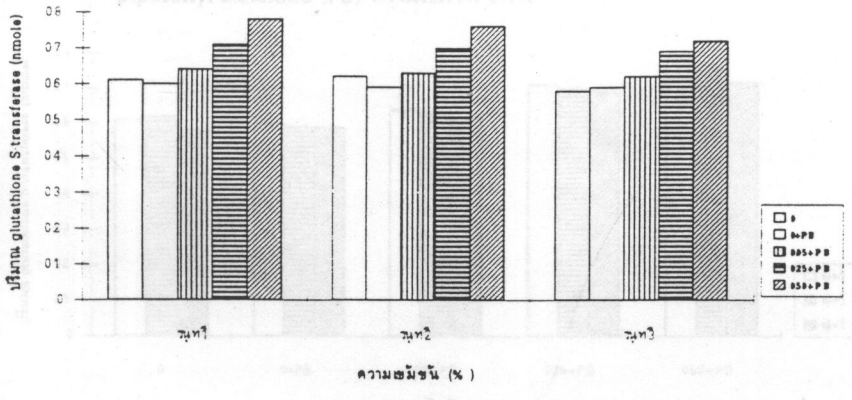
a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



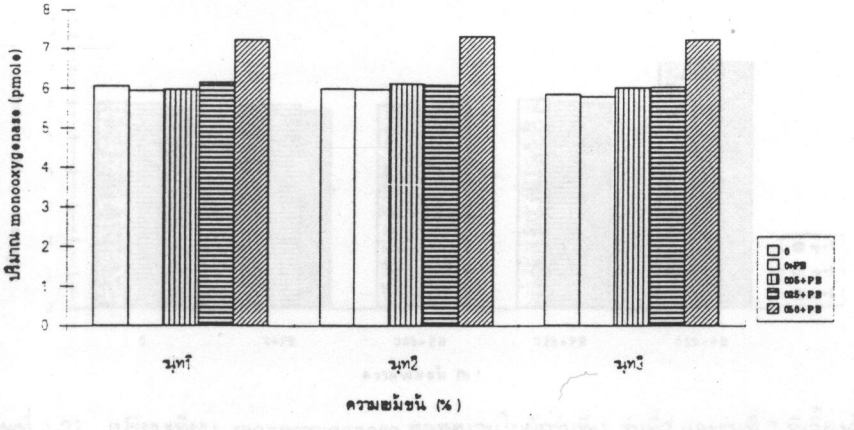
ภาพที่ 4-22 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%



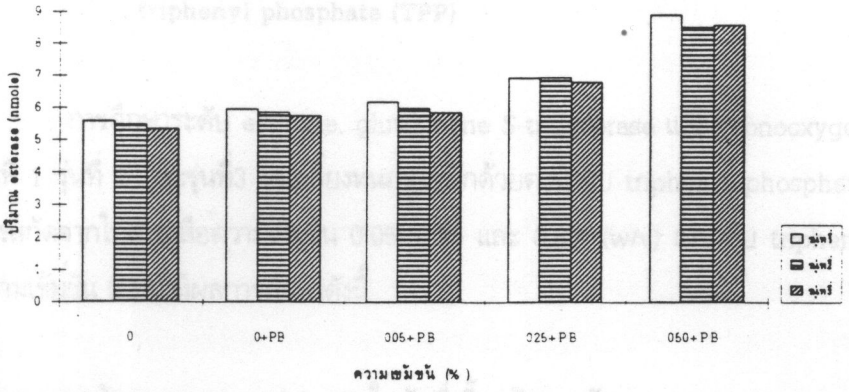
ภาพที่ 4-17 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%



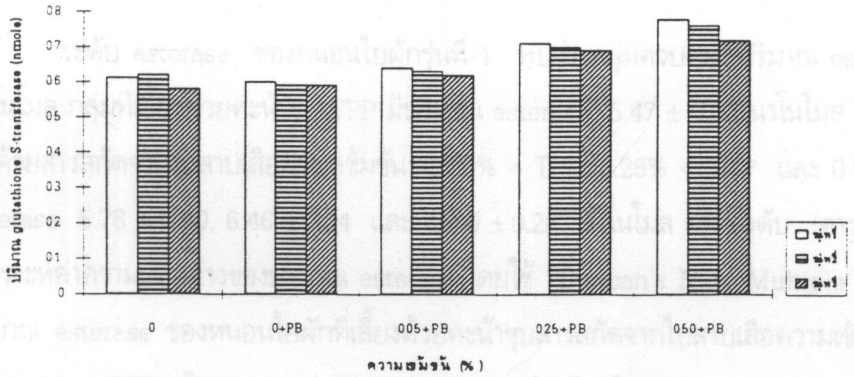
ภาพที่ 4-19 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%



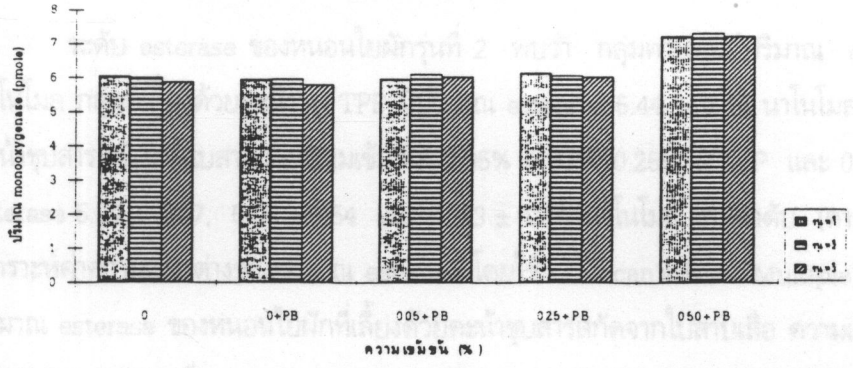
ภาพที่ 4-21 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-18 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-20 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-22 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ piperonyl butoxide (PB) ความเข้มข้น 0.1%

4.2.4 ระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือผสมกับ triphenyl phosphate (TPP)

การศึกษาระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่3 โดยเลี้ยงหนอนใยผักด้วยคะน้าชุบ triphenyl phosphate (TPP) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1% มีผลการศึกษาดังนี้

ระดับ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ triphenyl phosphate (TPP) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.58 ± 0.39 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ esterase 5.47 ± 0.25 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงคะน้าชุบด้วยสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ esterase 5.78 ± 0.50, 6.46 ± 0.34 และ 8.60 ± 0.28 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-23) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.47 ± 0.59 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ esterase 5.44 ± 0.48 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ esterase 5.24 ± 0.57, 6.08 ± 0.54 และ 8.43 ± 0.77 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-23) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.34 ± 0.41 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ esterase 5.23 ± 0.33 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ 5.41 ± 0.52, 6.36 ± 0.41 และ 8.26 ± 0.83 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-23) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ TPP มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-24)

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ triphenyl phosphate (TPP) และคะน้า ชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.61 ± 0.03 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.63 ± 0.05 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.64 ± 0.04, 0.70 ± 0.03 และ 0.77 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-25) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.03 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.65 ± 0.05, 0.70 ± 0.05 และ 0.77 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-25) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.58 ± 0.07 นาโนโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.05 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.06, 0.70 ± 0.07 และ 0.77 ± 0.05 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-25) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ TPP มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-26)

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ triphenyl phosphate (TPP) และคะน้า ชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.5% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 6.05 ± 0.25 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.26 ± 0.34 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.11 ± 0.27, 6.70 ± 0.44 และ 8.19 ± 0.57 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-27) เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.99 ± 0.35 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.10 ± 0.27 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ monooxygenase 5.98 ± 0.22, 6.59 ± 0.23 และ 8.02 ± 0.39 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-27) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.86 ± 0.28 พิโคโมล กลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP มีปริมาณ monooxygenase 5.84 ± 0.29 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP, 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีปริมาณ monooxygenase 5.88 ± 0.20, 6.57 ± 0.20 และ 7.88 ± 0.24 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-27) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's

New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + TPP และ 0.5% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ TPP และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.5% ผสมกับ TPP มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือที่ความเข้มข้นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4-28)

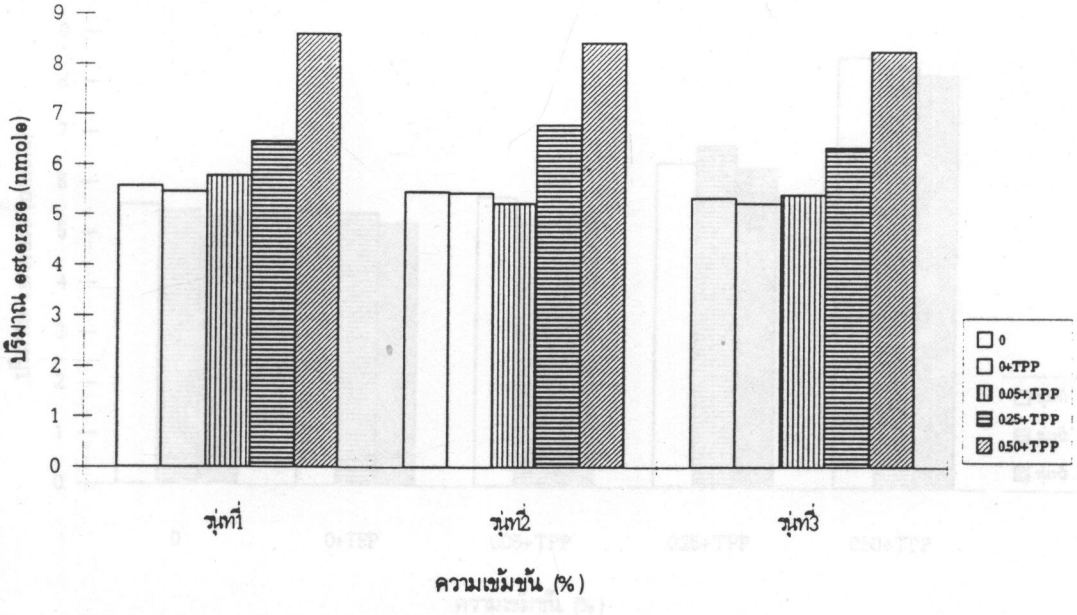
ตารางที่ 4-23 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (W/V)	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	5.58 ^{a} ± 0.39	5.47 ^{a} ± 0.59	5.34 ^{a} ± 0.41
0.00 + TPP	5.47 ^{a} ± 0.25	5.44 ^{a} ± 0.48	5.23 ^{a} ± 0.33
0.05 + TPP	5.78 ^{a} ± 0.50	5.24 ^{a} ± 0.57	5.41 ^{b} ± 0.52
0.25 + TPP	6.46 ^{c} ± 0.34	6.80 ^{b} ± 0.54	6.36 ^{c} ± 0.41
0.50 + TPP	8.60 ^{c} ± 0.28	8.43 ^{c} ± 0.77	8.26 ^{c} ± 0.83

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-23 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

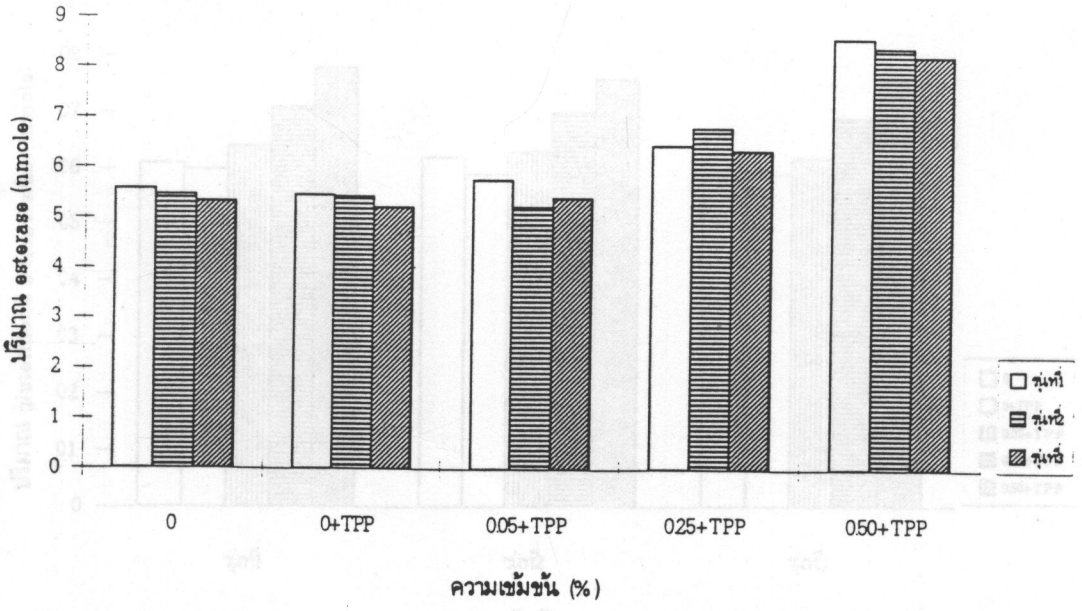
ตารางที่ 4-24 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ esterase เฉลี่ย * (nmole)				
	0.00%	0.00% + TPP	0.05% + TPP	0.25% + TPP	0.50% + TPP
รุ่นที่ 1	5.58 [a] ± 0.39	5.47 [a] ± 0.25	5.78 [a] ± 0.50	6.46 [a] ± 0.34	8.60 [a] ± 0.28
รุ่นที่ 2	5.47 [a] ± 0.59	5.44 [a] ± 0.57	5.24 [a] ± 0.57	6.80 [a] ± 0.54	8.43 [a] ± 0.77
รุ่นที่ 3	5.34 [a] ± 0.41	5.23 [a] ± 0.52	5.41 [a] ± 0.52	6.36 [a] ± 0.41	8.26 [a] ± 0.83

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-24 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

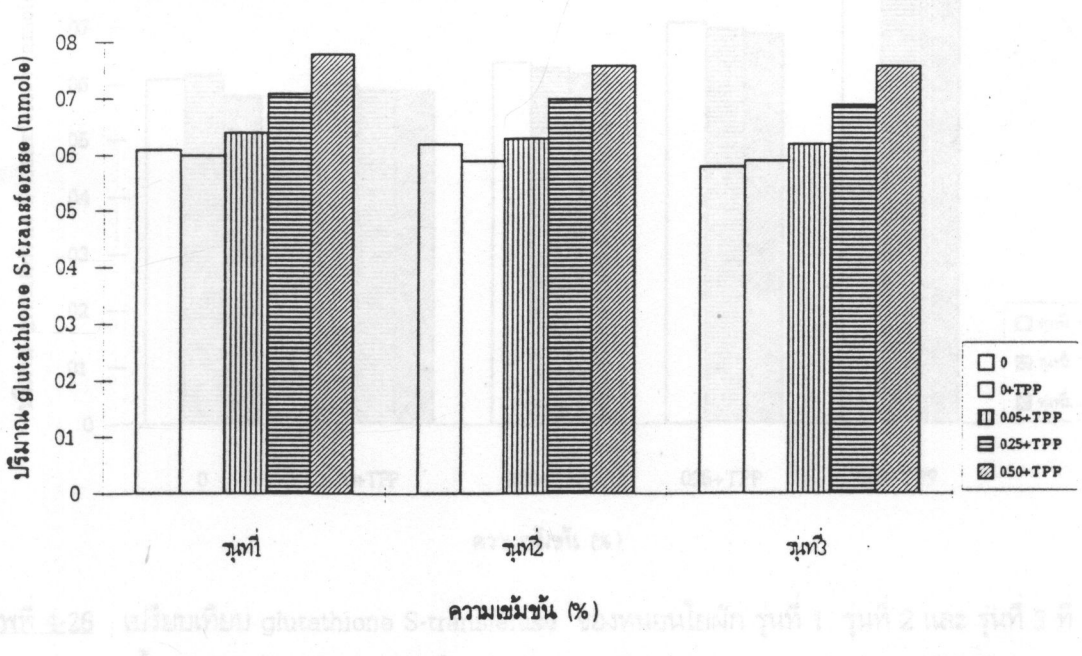
ตารางที่ 4-25 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	$0.61^{c} \pm 0.03$	$0.62^{a} \pm 0.03$	$0.58^{a} \pm 0.07$
0.00 + TPP	$0.63^{a} \pm 0.05$	$0.60^{a} \pm 0.03$	$0.62^{a} \pm 0.05$
0.05 + TPP	$0.64^{a} \pm 0.04$	$0.65^{ab} \pm 0.05$	$0.62^{ab} \pm 0.06$
0.25 + TPP	$0.70^{b} \pm 0.03$	$0.70^{b} \pm 0.05$	$0.70^{bc} \pm 0.07$
0.50 + TPP	$0.77^{c} \pm 0.04$	$0.77^{c} \pm 0.04$	$0.77^{c} \pm 0.05$

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-25 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

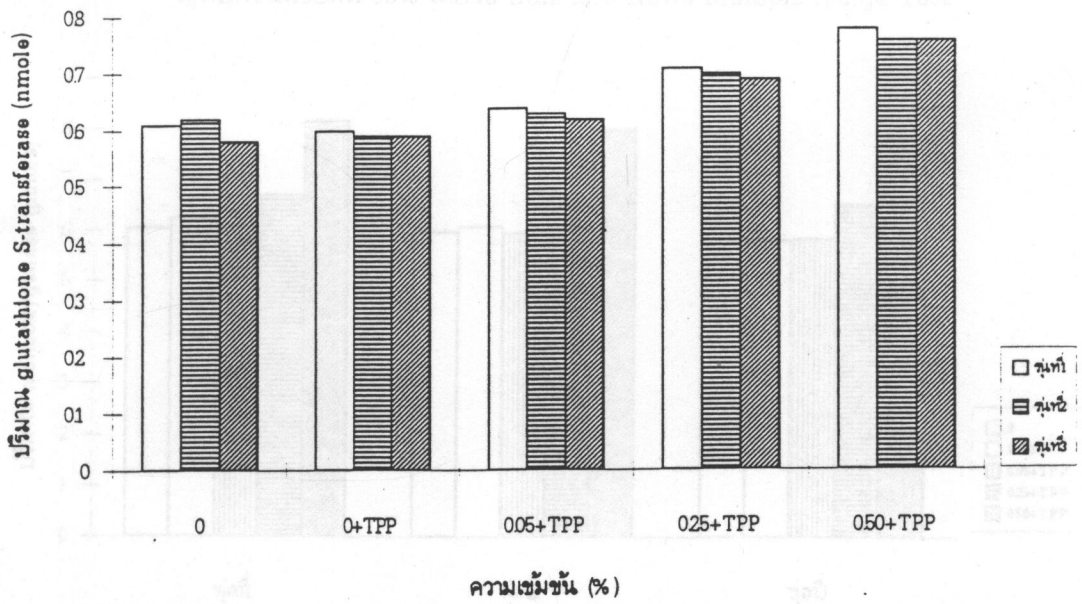
ตารางที่ 4-26 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย * (nmole)				
	0.00%	0.00%+TPP	0.05%+TPP	0.25%+TPP	0.50%+TPP
รุ่นที่ 1	0.61 [a] ± 0.03	0.63 [a] ± 0.05	0.64 [a] ± 0.04	0.70 [a] ± 0.03	0.77 [a] ± 0.04
รุ่นที่ 2	0.62 [a] ± 0.03	0.60 [a] ± 0.03	0.65 [a] ± 0.05	0.70 [a] ± 0.05	0.77 [a] ± 0.04
รุ่นที่ 3	0.58 [a] ± 0.06	0.62 [a] ± 0.05	0.62 [a] ± 0.06	0.70 [a] ± 0.07	0.77 [a] ± 0.05

หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-26 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

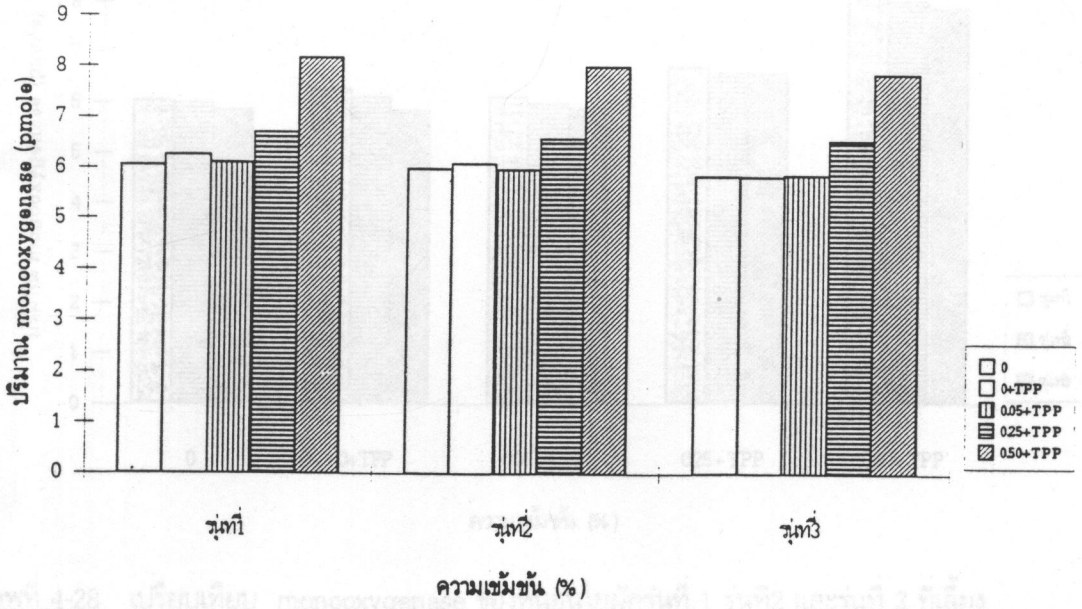
ตารางที่ 4-27 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP)ความเข้มข้น 0.1%

ความเข้มข้น % (w/v)	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	6.05 ^{a} ± 0.25	5.99 ^{a} ± 0.35	5.86 ^{a} ± 0.28
0.00 + TPP	6.26 ^{ab} ± 0.34	6.10 ^{a} ± 0.27	5.84 ^{a} ± 0.29
0.05 + TPP	6.11 ^{a} ± 0.27	5.98 ^{a} ± 0.22	5.88 ^{a} ± 0.20
0.25 + TPP	6.70 ^{b} ± 0.44	6.59 ^{b} ± 0.23	6.57 ^{b} ± 0.20
0.50 + TPP	8.19 ^{c} ± 0.57	8.02 ^{c} ± 0.39	7.88 ^{c} ± 0.24

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 4

a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-27 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

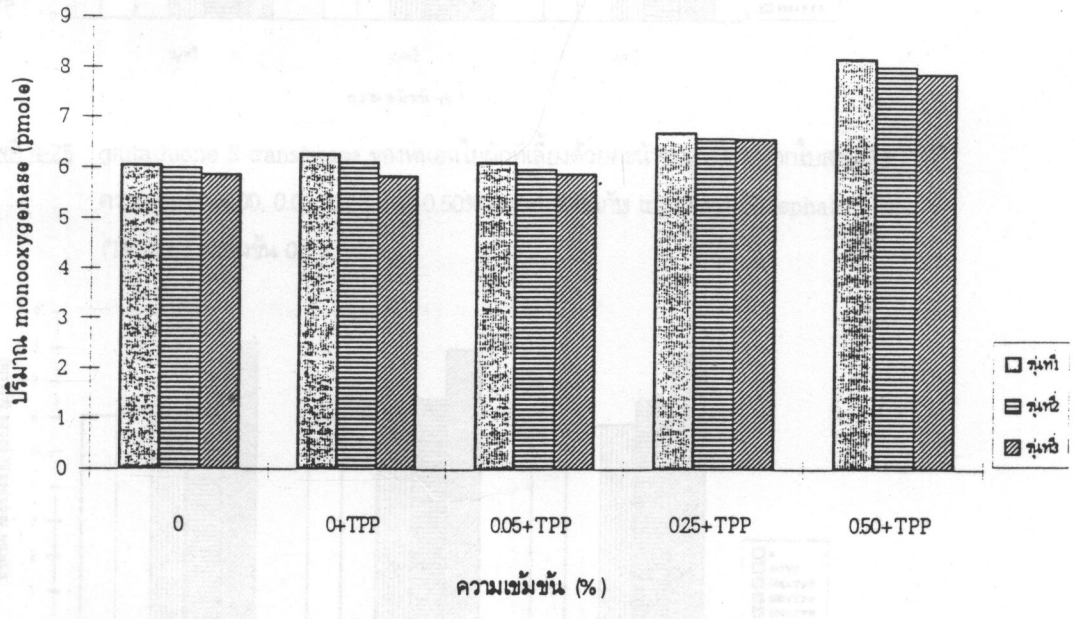
ตารางที่ 4-28 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

หนอนใยผัก	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย * (pmole/min/mg insect)				
	0.00%	0.00% + TPP	0.05% + TPP	0.25% + TPP	0.50% + TPP
รุ่นที่ 1	6.06 [a] ± 0.23	6.26 [a] ± 0.34	6.11 [a] ± 0.27	6.70 [a] ± 0.44	8.19 [a] ± 0.57
รุ่นที่ 2	5.99 [a] ± 0.35	6.10 [a] ± 0.27	5.98 [a] ± 0.22	6.59 [a] ± 0.23	8.02 [a] ± 0.39
รุ่นที่ 3	5.87 [a] ± 0.28	5.84 [a] ± 0.20	5.88 [a] ± 0.20	6.57 [a] ± 0.20	7.88 [a] ± 0.24

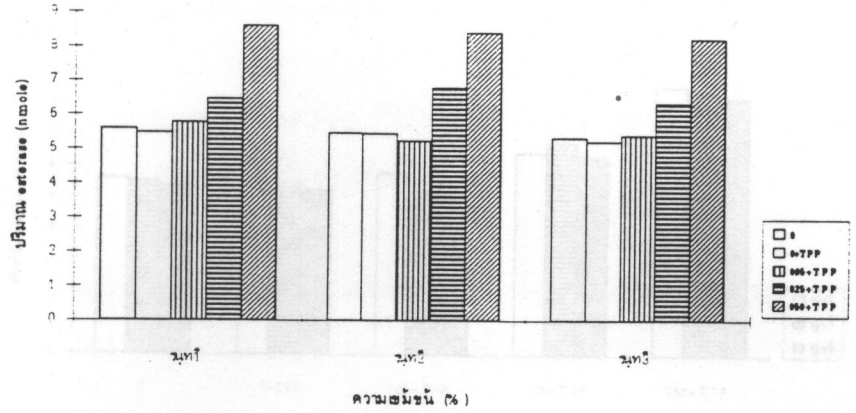
หมายเหตุ

* Mean ± SD n = 2

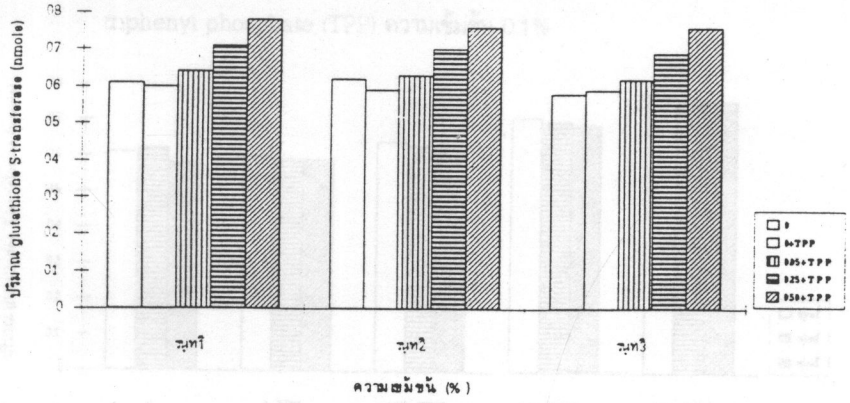
a = อักษรที่เหมือนกันใน columm เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



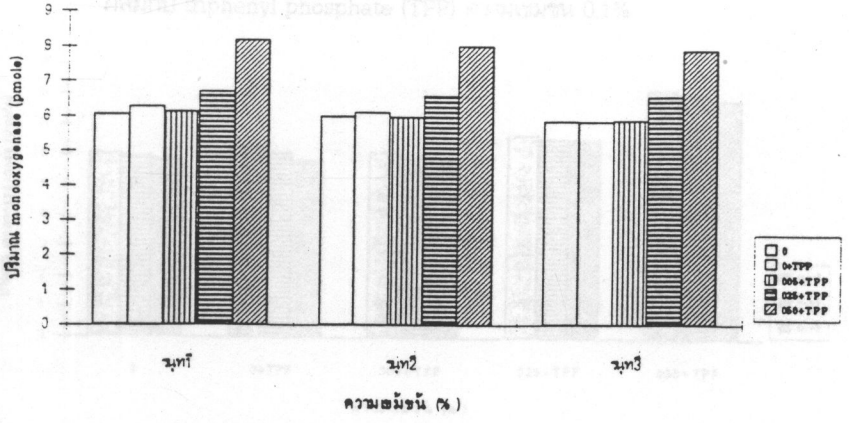
ภาพที่ 4-28 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%



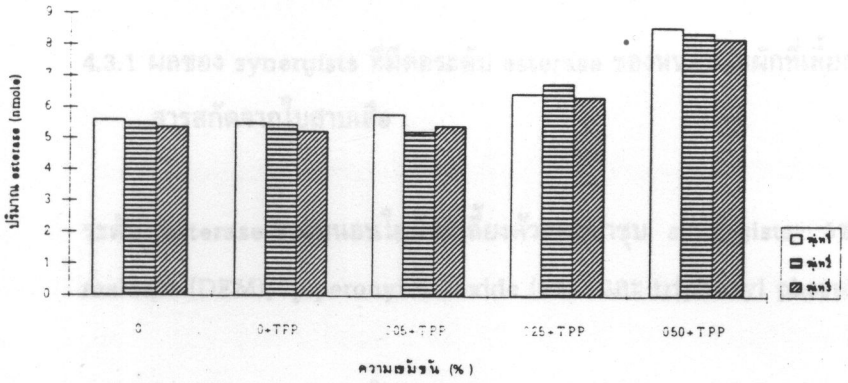
ภาพที่ 4-23 esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%



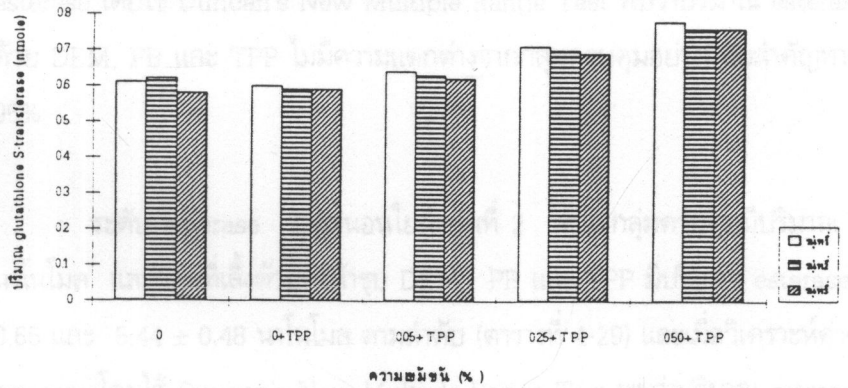
ภาพที่ 4-25 glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%



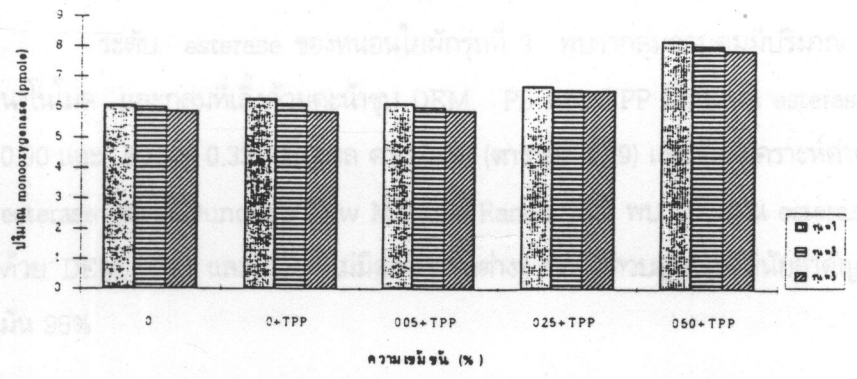
ภาพที่ 4-27 monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-24 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-26 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%



ภาพที่ 4-28 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ triphenyl phosphate (TPP) ความเข้มข้น 0.1%

4.3 ผลของ synergists ที่มีต่อระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ

4.3.1 ผลของ synergists ที่มีต่อระดับ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ

ระดับ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 3ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP)

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.58 ± 0.39 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ esterase 5.92 ± 0.39, 5.95 ± 0.54 และ 5.47 ± 0.25 นาโนโมลตามลำดับ (ตารางที่ 4-29) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.47 ± 0.59 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ esterase 5.85 ± 0.35, 5.85 ± 0.65 และ 5.44 ± 0.48 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-29) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ esterase 5.34 ± 0.41 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ esterase 5.75 ± 0.62, 5.75 ± 0.90 และ 5.23 ± 0.33 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-29) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ที่มีต่อระดับ esterase ของหนอนใยผัก

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ esterase 6.53 ± 0.44 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% + TPP มีปริมาณ esterase 6.25 ± 0.39, 6.19 ± 0.44 และ 5.78 ± 0.50 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-30) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05%, สำหรับปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM และ 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ esterase 6.12 ± 0.27 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% + TPP มีปริมาณ esterase 6.15 ± 0.25, 5.98 ± 0.47 และ 5.23 ± 0.57 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-30) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% +TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05%, สำหรับปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM และ 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ esterase 6.09 ± 0.25 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% + TPP มีปริมาณ esterase 6.29 ± 0.66, 5.85 ± 0.57 และ 5.41 ± 0.52 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-30) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของ

หนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% +TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05%, สำหรับปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM และ 0.05% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากปริมาณ esterase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ที่มีต่อระดับ esterase ของหนอนใยผัก

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ esterase 8.06 ± 0.28 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% + TPP มีปริมาณ esterase 7.58 ± 0.41, 6.95 ± 0.68 และ 6.46 ± 0.34 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-31) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.25% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ esterase 7.65 ± 0.34 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% + TPP มีปริมาณ esterase 7.41 ± 0.65, 6.97 ± 0.34 และ 6.80 ± 0.54 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-31) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.25% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ esterase 7.65 ± 0.66 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% + TPP มีปริมาณ esterase 7.41 ± 1.06, 6.83 ± 0.49 และ 6.36 ± 0.41 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-31) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +TPP มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.25% + PB พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ที่มีต่อระดับ esterase ของหนอนใยผัก

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ esterase 10.13 ± 0.44 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% + TPP มีปริมาณ esterase 9.58 ± 0.28, 8.91 ± 0.44 และ 8.60 ± 0.28 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-32) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณเอนไซม์ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% +TPP, 0.50% + PB และ 0.50% +DEM มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ esterase 9.69 ± 0.38 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% + TPP มีปริมาณ esterase 9.21 ± 0.34, 8.53 ± 0.46 และ 8.43 ± 0.77 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-32) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + TPP และ 0.50% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% และ สำหรับปริมาณ

esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% +DEM พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ esterase 9.62 ± 0.61 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% + TPP มีปริมาณ esterase 9.01 ± 0.34, 8.60 ± 0.63 และ 8.26 ± 0.83 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-32) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ esterase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% +TPP และ 0.50% + PB มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% สำหรับปริมาณ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM พบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

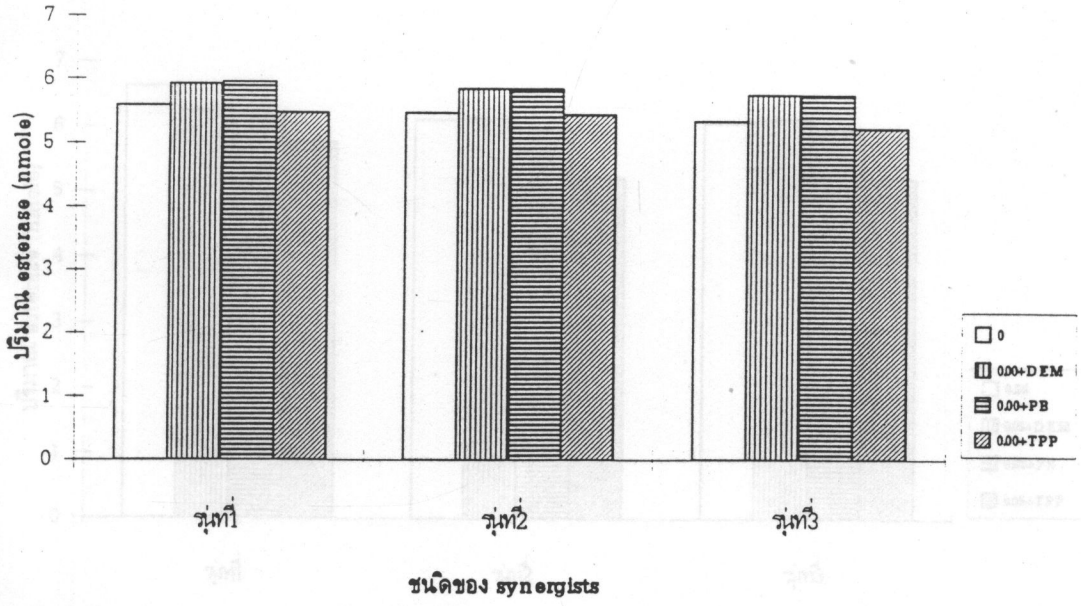
ตารางที่ 4-29 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists

การทดลอง	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	5.58 [a] ± 0.39	5.47 [a] ± 0.59	5.34 [a] ± 0.41
0.00 + DEM	5.92 [a] ± 0.39	5.85 [a] ± 0.35	5.75 [a] ± 0.62
0.00 + PB	5.95 [a] ± 0.54	5.85 [a] ± 0.65	5.75 [a] ± 0.90
0.00 + TPP	5.47 [a] ± 0.25	5.44 [a] ± 0.48	5.23 [a] ± 0.33

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-29 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists

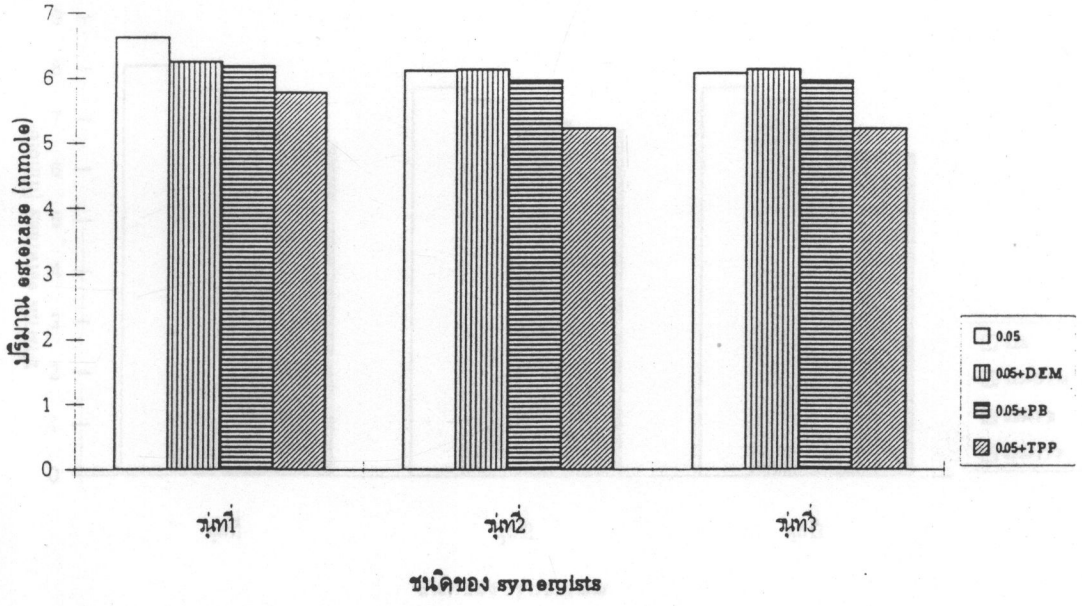
ตารางที่ 4-30 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.05	6.53 ^{a} ± 0.44	6.12 ^{b} ± 0.27	6.09 ^{ab} ± 0.25
0.05 + DEM	6.25 ^{ab} ± 0.39	6.15 ^{b} ± 0.25	6.29 ^{b} ± 0.66
0.05 + PB	6.19 ^{ab} ± 0.44	5.98 ^{b} ± 0.47	5.85 ^{ab} ± 0.57
0.05 + TPP	5.78 ^{a} ± 0.50	5.23 ^{a} ± 0.57	5.41 ^{a} ± 0.52

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-30 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists

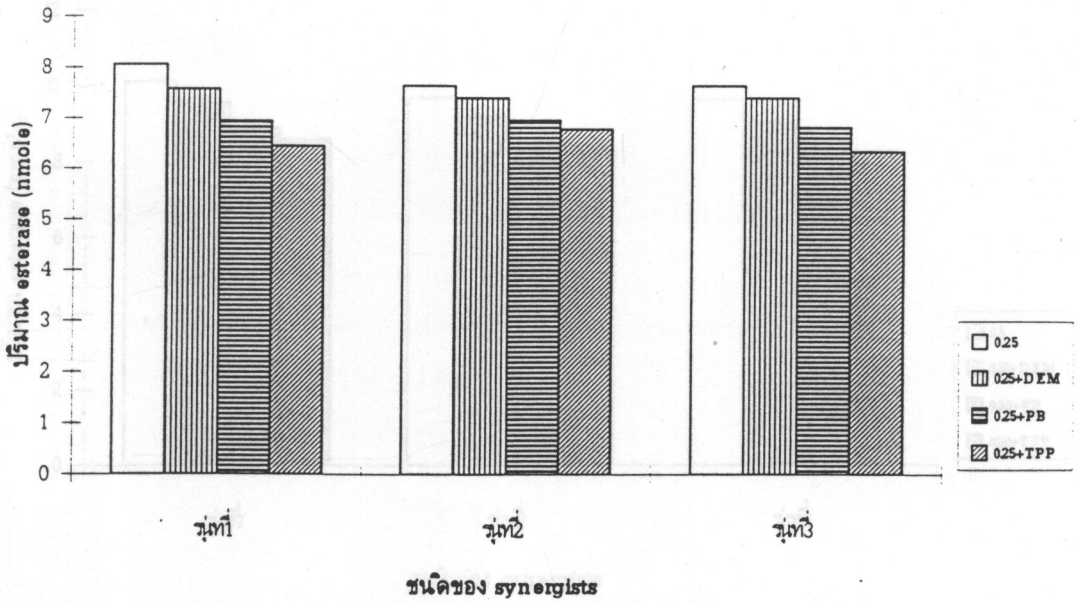
ตารางที่ 4-31 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.25	8.06 ^{c} ± 0.28	7.65 ^{b} ± 0.34	7.65 ^{b} ± 0.66
0.25 + DEM	7.58 ^{c} ± 0.41	7.41 ^{ab} ± 0.65	7.41 ^{b} ± 1.06
0.25 + PB	6.95 ^{abc} ± 0.68	6.97 ^{ab} ± 0.34	6.83 ^{ab} ± 0.49
0.25 + TPP	6.46 ^{a} ± 0.34	6.80 ^{a} ± 0.54	6.36 ^{a} ± 0.41

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-31 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists

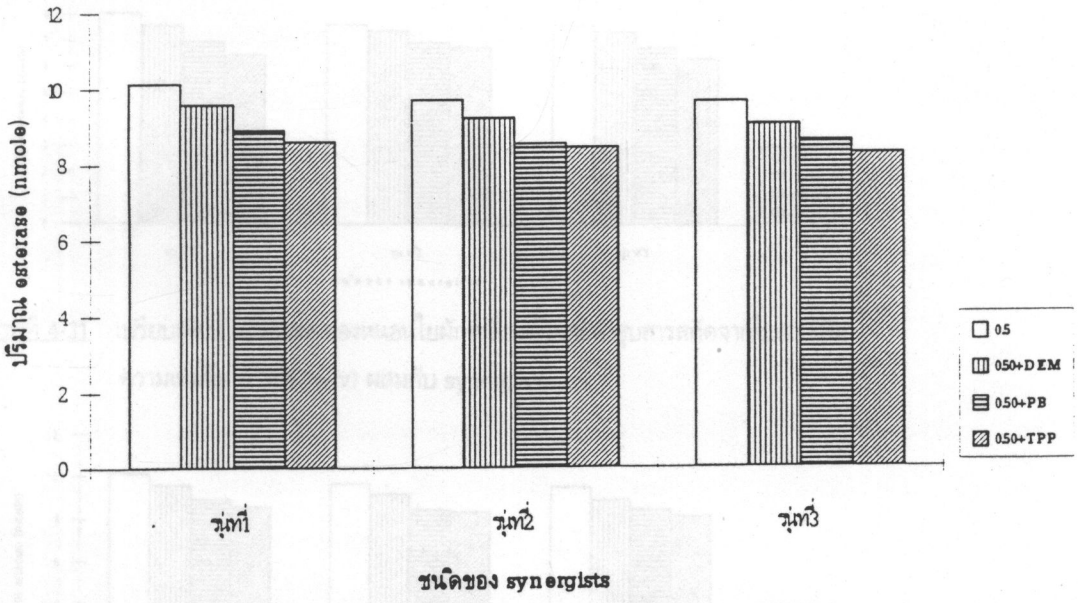
ตารางที่ 4-32 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ esterase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.50	$10.13^{c} \pm 0.44$	$9.69^{c} \pm 0.38$	$9.62^{c} \pm 0.61$
0.50 + DEM	$9.58^{a} \pm 0.28$	$9.21^{bc} \pm 0.34$	$9.01^{ab} \pm 0.34$
0.50 + PB	$8.91^{a} \pm 0.44$	$8.53^{ab} \pm 0.46$	$8.60^{a} \pm 0.63$
0.50 + TPP	$8.60^{a} \pm 0.28$	$8.43^{a} \pm 0.77$	$8.26^{a} \pm 0.83$

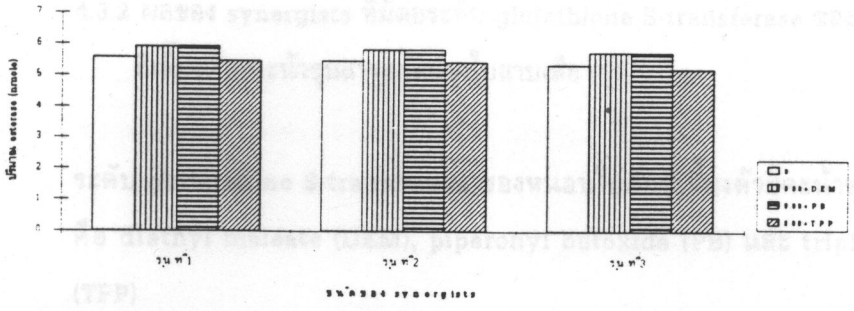
หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

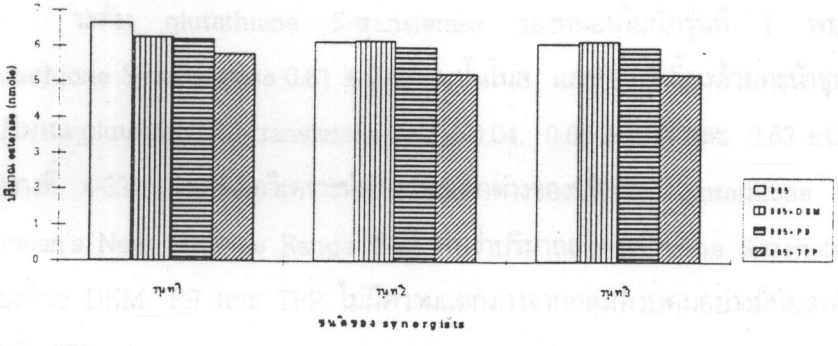
a,b,c = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



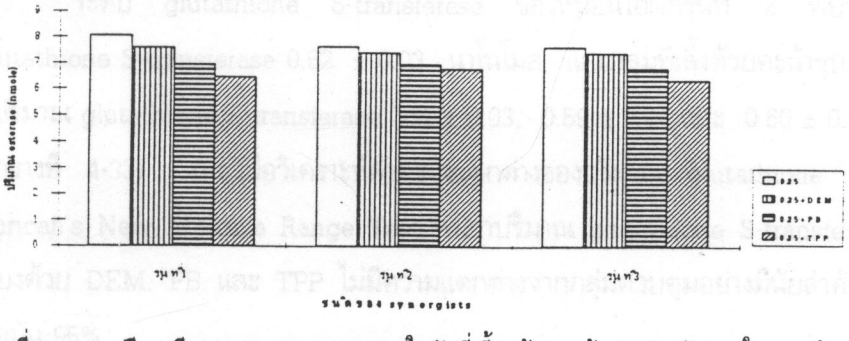
ภาพที่ 4-32 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists



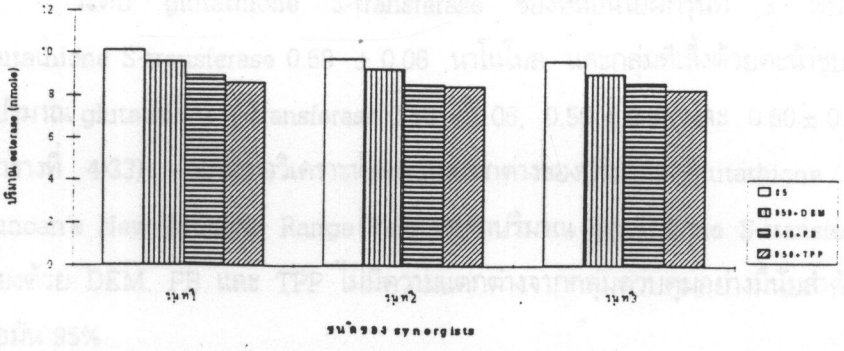
ภาพที่ 4-29 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists



ภาพที่ 4-30 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists



ภาพที่ 4-31 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists



ภาพที่ 4-32 เปรียบเทียบ esterase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ ความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists

4.3.2 ผลของ synergists ที่มีต่อระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP)

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.61 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.04, 0.60 ± 0.02 และ 0.63 ± 0.05 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-33) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.62 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้งด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.59 ± 0.03, 0.59 ± 0.04 และ 0.60 ± 0.03 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-33) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ glutathione S-transferase 0.58 ± 0.06 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้งด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.06, 0.59 ± 0.04 และ 0.60 ± 0.03 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-33) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ที่มีต่อระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.63 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.63 ± 0.03, 0.64 ± 0.04 และ 0.64 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-34) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% +TPP, 0.05% + PB และ 0.05% +DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.63 ± 0.04 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.02, 0.63 ± 0.03 และ 0.65 ± 0.05 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-34) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + PB และ 0.05% +DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ที่เลี้ยงด้วคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + TPP พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.06 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.58 ± 0.06, 0.62 ± 0.07 และ 0.62 ± 0.06 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-34) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้

Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% +TPP, 0.05% + PB และ 0.05% +DEM ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ที่มีต่อระดับglutathione S-transferase ของหนอนใยผัก

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.67 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.65 ± 0.03, 0.71 ± 0.03 และ 0.70 ± 0.03 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-35) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +TPP และ 0.25% + PB ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.68 ± 0.04 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.64 ± 0.03, 0.70 ± 0.03 และ 0.70 ± 0.05 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-35) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +TPP และ 0.25% + PB ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +DEM

พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.67 ± 0.05 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.60 ± 0.03, 0.69 ± 0.08 และ 0.70 ± 0.07 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-35) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +TPP และ 0.25% + PB ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% +DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ที่มีต่อระดับglutathione S-transferase ของหนอนใยผัก

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.74 ± 0.03 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.71 ± 0.03, 0.78 ± 0.03 และ 0.77 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-36) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% +PB และ 0.50% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% +DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.75 ± 0.04 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.70 ± 0.03, 0.76 ± 0.03 และ 0.77 ± 0.04 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-36) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% +PB และ 0.50% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.75 ± 0.07 นาโนโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% +TPP มีปริมาณ glutathione S-transferase 0.68 ± 0.05, 0.76 ± 0.06 และ 0.77 ± 0.05 นาโนโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-36) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ glutathione S-transferase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% +PB และ 0.50% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% สำหรับปริมาณ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% +DEM พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

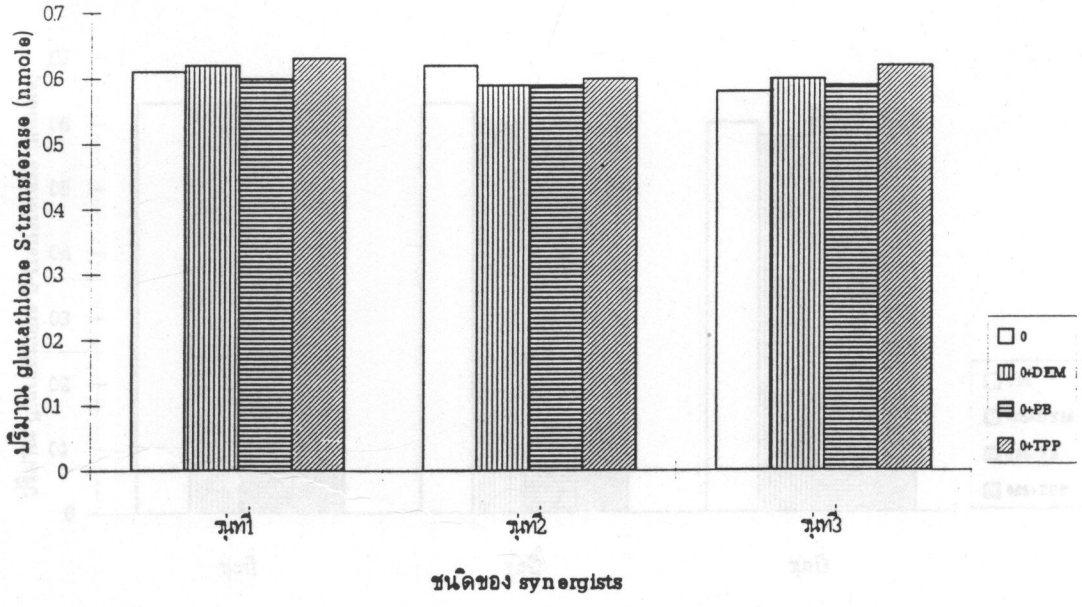
ตารางที่ 4-33 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists

การทดลอง	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	0.61 [a] ± 0.03	0.62 [a] ± 0.03	0.58 [a] ± 0.06
0.00 + DEM	0.62 [a] ± 0.04	0.59 [a] ± 0.03	0.60 [a] ± 0.06
0.00 + PB	0.60 [a] ± 0.02	0.59 [a] ± 0.04	0.59 [a] ± 0.09
0.00 + TPP	0.63 [a] ± 0.05	0.60 [a] ± 0.03	0.62 [a] ± 0.05

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-33 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists

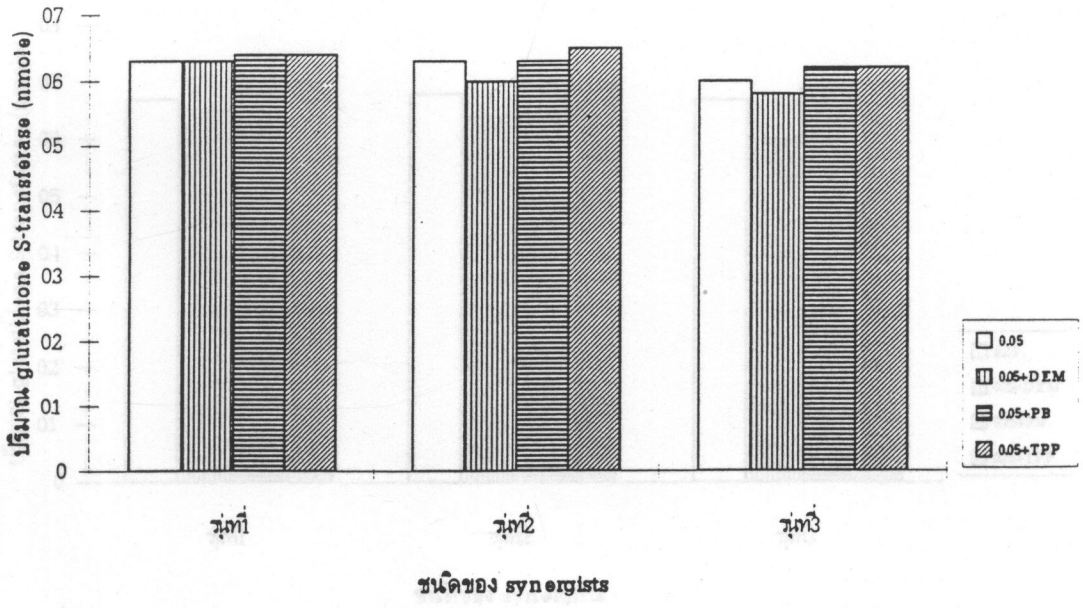
ตารางที่ 4-34 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.05	$0.63^{a} \pm 0.03$	$0.63^{a} \pm 0.04$	$0.60^{a} \pm 0.06$
0.05 + DEM	$0.63^{a} \pm 0.03$	$0.60^{ab} \pm 0.02$	$0.58^{a} \pm 0.06$
0.05 + PB	$0.64^{a} \pm 0.04$	$0.63^{ab} \pm 0.03$	$0.62^{a} \pm 0.07$
0.05 + TPP	$0.64^{a} \pm 0.04$	$0.65^{b} \pm 0.05$	$0.62^{a} \pm 0.06$

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-34 เปรียบเทียบเอนไซม์ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists

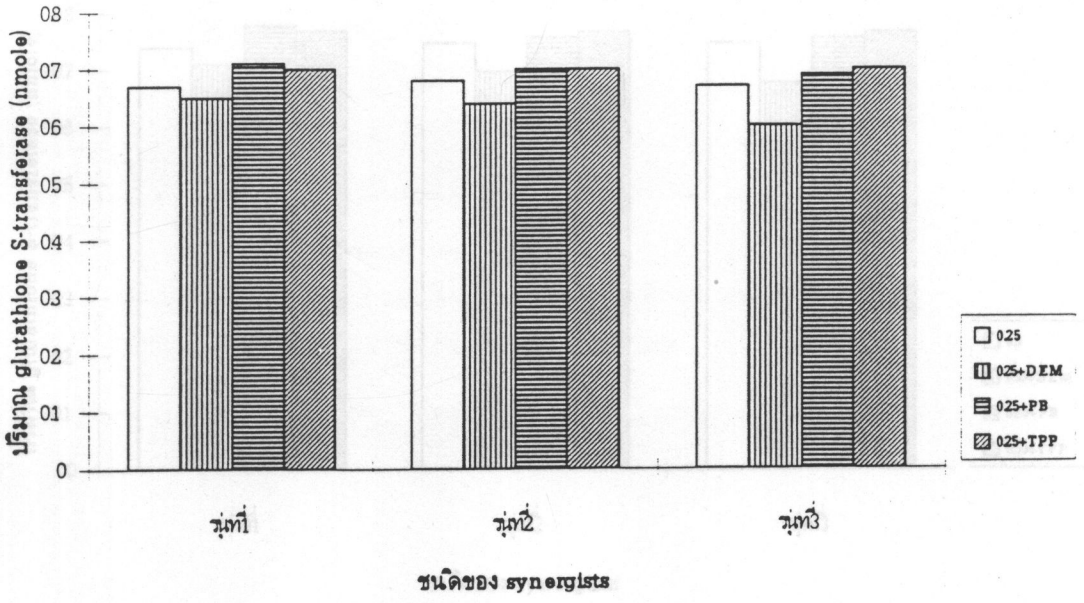
ตารางที่ 4-35 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.25	0.67 ^{c} ± 0.03	0.68 ^{b} ± 0.04	0.67 ^{c} ± 0.05
0.25 + DEM	0.65 ^{a} ± 0.03	0.64 ^{a} ± 0.03	0.60 ^{a} ± 0.04
0.25 + PB	0.71 ^{b} ± 0.03	0.70 ^{b} ± 0.03	0.69 ^{b} ± 0.08
0.25 + TPP	0.70 ^{b} ± 0.03	0.70 ^{b} ± 0.05	0.70 ^{b} ± 0.07

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-35 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists

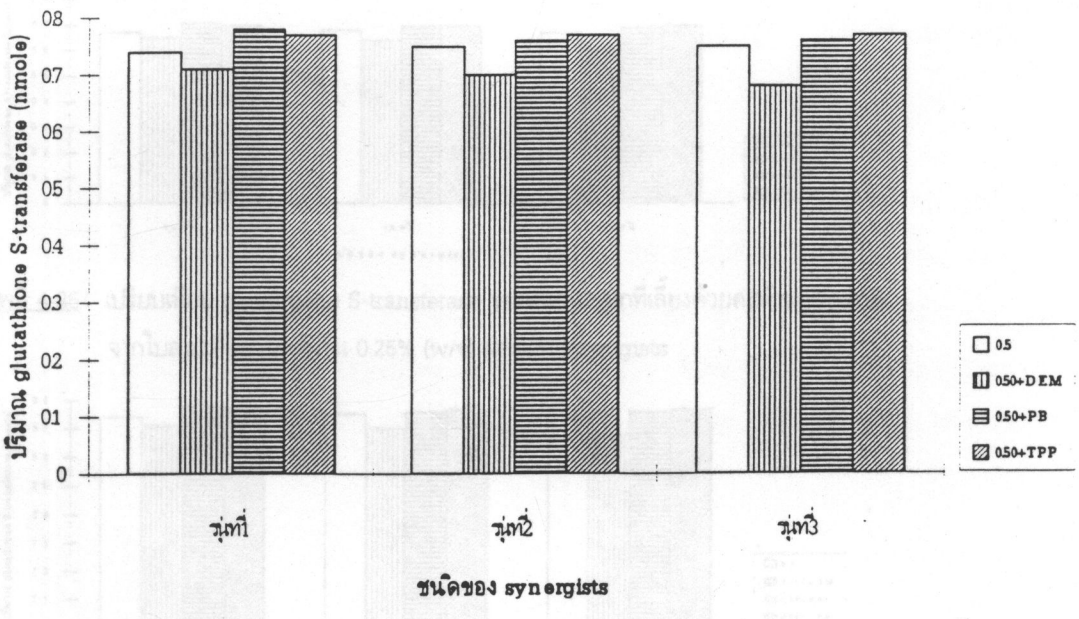
ตารางที่ 4-36 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ glutathione S-transferase เฉลี่ย* (nmole)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.50	$0.74^{c} \pm 0.03$	$0.75^{D} \pm 0.04$	$0.75^{c} \pm 0.07$
0.50 + DEM	$0.71^{a} \pm 0.03$	$0.70^{a} \pm 0.04$	$0.68^{a} \pm 0.05$
0.50 + PB	$0.78^{c} \pm 0.03$	$0.76^{c} \pm 0.03$	$0.76^{b} \pm 0.06$
0.50 + TPP	$0.77^{D} \pm 0.04$	$0.77^{c} \pm 0.04$	$0.77^{D} \pm 0.05$

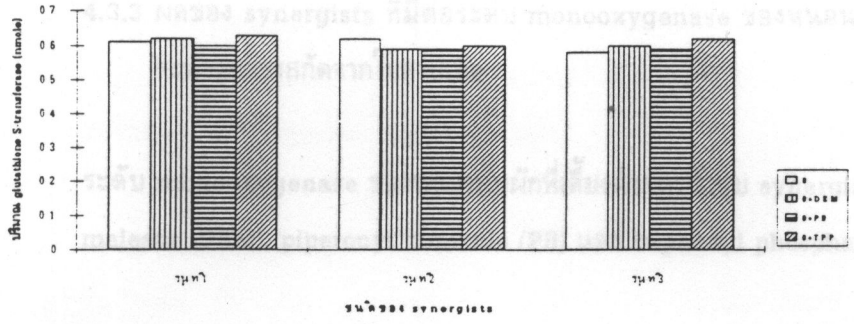
หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

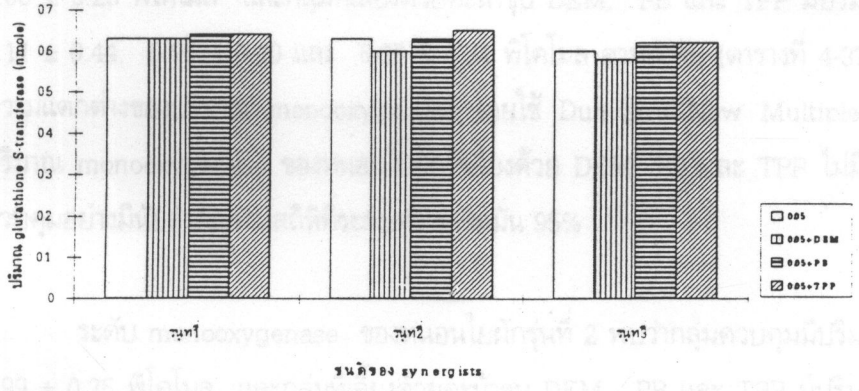
a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



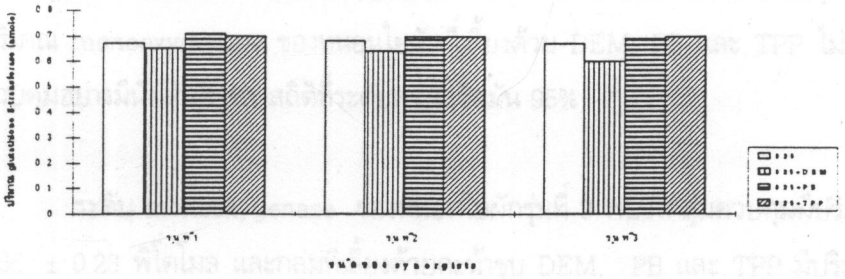
ภาพที่ 4-36 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists



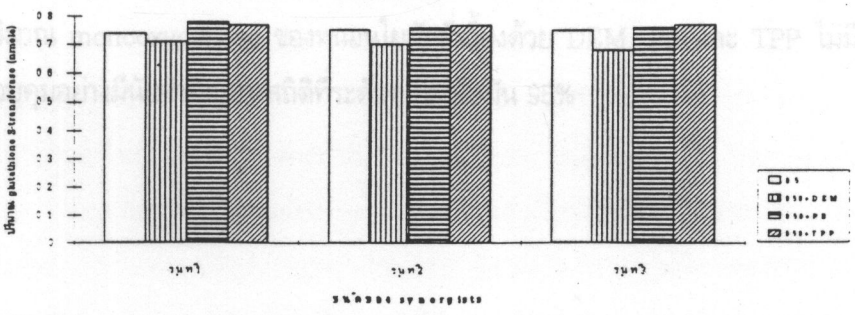
ภาพที่ 4-33 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists



ภาพที่ 4-34 เปรียบเทียบเอนไซม์ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists



ภาพที่ 4-35 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists



ภาพที่ 4-36 เปรียบเทียบ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists

4.3.3 ผลของ synergists ที่มีต่อระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP)

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 6.05 ± 0.25 พิโคโมล และกลุ่มที่เลยี้งด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.11 ± 0.44, 5.95 ± 0.40 และ 6.26 ± 0.34 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-37) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.99 ± 0.35 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.18 ± 0.28, 5.97 ± 0.21 และ 6.12 ± 0.27 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-37) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณ monooxygenase 5.86 ± 0.28 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ DEM, PB และ TPP มีปริมาณ monooxygenase 5.76 ± 0.32, 5.79 ± 0.23 และ 5.84 ± 0.29 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-37) และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วย DEM, PB และ TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ที่มีต่อระดับmonooxygenase ของหนอนใยผัก

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ monooxygenase 6.04 ± 0.51 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% + TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.37 ±0.39, 5.97 ± 0.26 และ 6.11 ± 0.27 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-38) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% +PB และ 0.05% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ monooxygenase 6.17 ± 0.29 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% +TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.07 ± 0.28, 6.12 ± 0.17 และ 5.99 ± 0.27 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-38) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% +PB และ 0.05% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% มีปริมาณ monooxygenase 6.00 ± 0.27 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% + PB และ 0.05% +TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.03 ± 0.21, 6.03 ± 0.17 และ 5.88 ± 0.20 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-38) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% + DEM, 0.05% +PB และ 0.05% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ที่มีต่อระดับmonooxygenase ของหนอนใยผัก

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ monooxygenase 6.68 ± 0.40 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% +TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.72 ± 0.32, 6.15 ± 0.34 และ 6.70 ± 0.44 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-39) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.25% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB พบว่ามีความแตกต่างจากปริมาณ monooxygenase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ monooxygenase 6.64 ± 0.35 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% +TPP มีปริมาณ monooxygenase 6.71 ± 0.32, 6.07 ± 0.33 และ 6.59 ± 0.23 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-39) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.25% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB พบว่ามีความแตกต่างจากปริมาณ monooxygenase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% มีปริมาณ monooxygenase 6.46 ± 0.37 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM, 0.25% + PB และ 0.25% +TPP มีปริมาณ

monooxygenase 6.65 ± 0.19, 6.04 ± 0.32 และ 6.57 ± 0.20 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-39) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + DEM และ 0.25% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% + PB พบว่ามีความแตกต่างจากปริมาณ monooxygenase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ที่มีต่อระดับmonooxygenase ของหนอนใยผัก

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ monooxygenase 7.86 ± 0.88 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% +TPP มีปริมาณ monooxygenase 8.02 ± 0.35, 7.23 ± 0.22 และ 8.19 ± 0.56 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-40) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM 0.05% + PB และ 0.50% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ monooxygenase 8.14 ± 0.44 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% +TPP มีปริมาณ monooxygenase 7.86 ± 0.42, 7.32 ± 0.20 และ 8.02 ± 0.39 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-40) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM และ 0.50% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + PB พบว่ามีความแตกต่างจากปริมาณ monooxygenase

ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% มีปริมาณ monooxygenase 7.89 ± 0.54 พิโคโมล และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM, 0.50% + PB และ 0.50% +TPP มีปริมาณ monooxygenase 7.80 ± 0.17, 7.23 ± 0.17 และ 7.88 ± 0.24 พิโคโมล ตามลำดับ (ตารางที่ 4-40) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณ monooxygenase โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test พบว่าปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + DEM และ 0.50% + TPP ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% สำหรับปริมาณ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% + PB พบว่ามีความแตกต่างจากปริมาณ monooxygenase ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

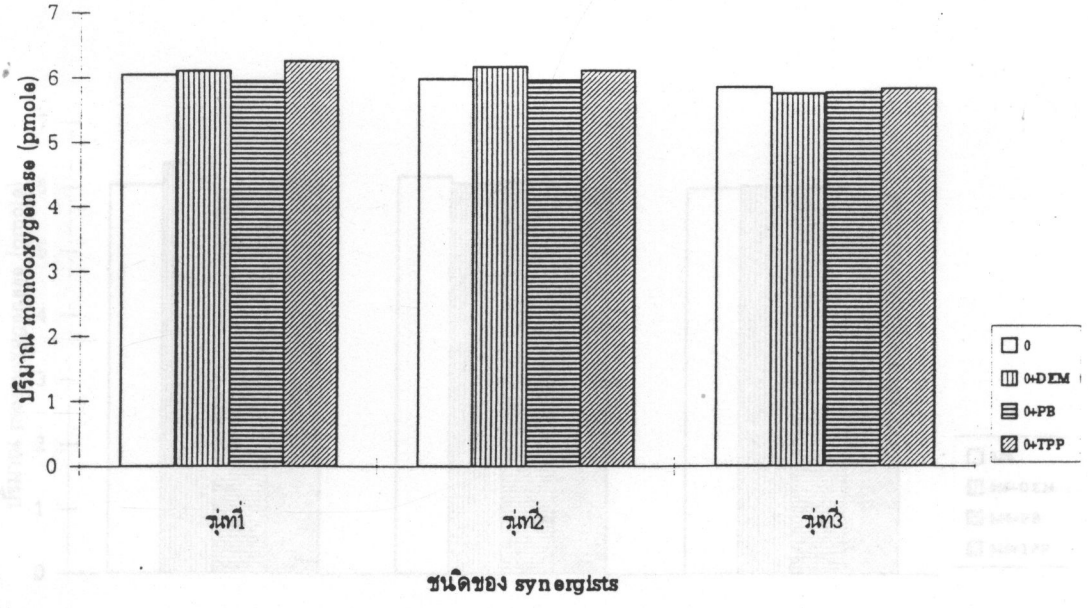
ตารางที่ 4-37 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists

การทดลอง	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.00	6.05 [a] ± 0.25	5.99 [a] ± 0.35	5.86 [a] ± 0.28
0.00 + DEM	6.11 [a] ± 0.44	6.18 [a] ± 0.28	5.76 [a] ± 0.32
0.00 + PB	5.95 [a] ± 0.40	5.97 [a] ± 0.21	5.79 [a] ± 0.23
0.00 + TPP	6.26 [a] ± 0.34	6.12 [a] ± 0.27	5.84 [a] ± 0.29

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-37 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists

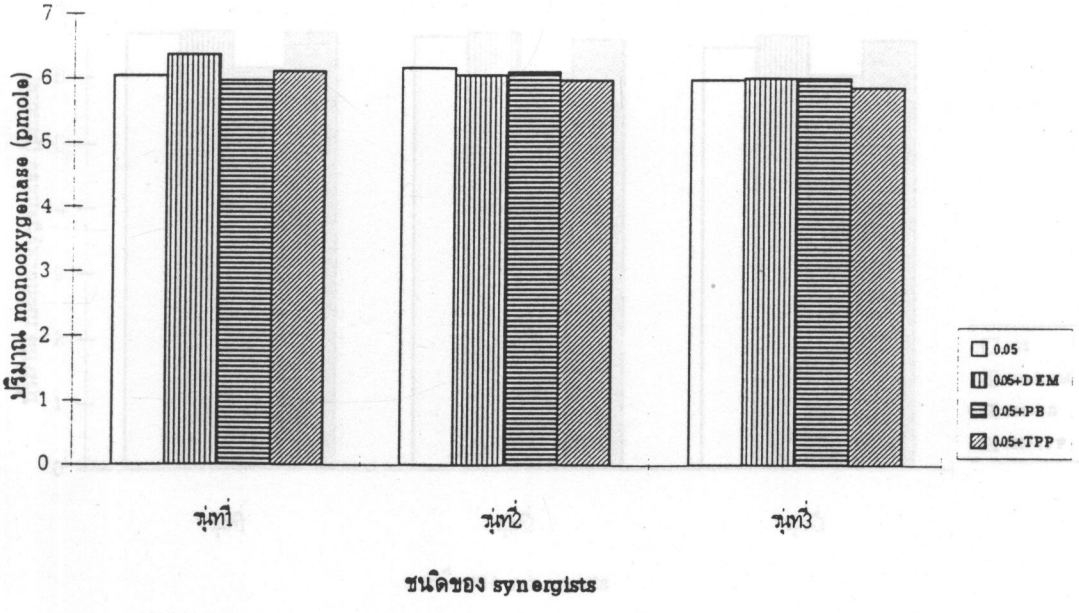
ตารางที่ 4-38 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.05	6.04 [a] ± 0.51	6.17 [a] ± 0.29	6.00 [a] ± 0.27
0.05 + DEM	6.37 [a] ± 0.39	6.07 [a] ± 0.28	6.03 [a] ± 0.21
0.05 + PB	5.97 [a] ± 0.26	6.12 [a] ± 0.17	6.03 [a] ± 0.17
0.05 + TPP	6.11 [a] ± 0.27	5.99 [a] ± 0.22	5.88 [a] ± 0.20

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-38 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists

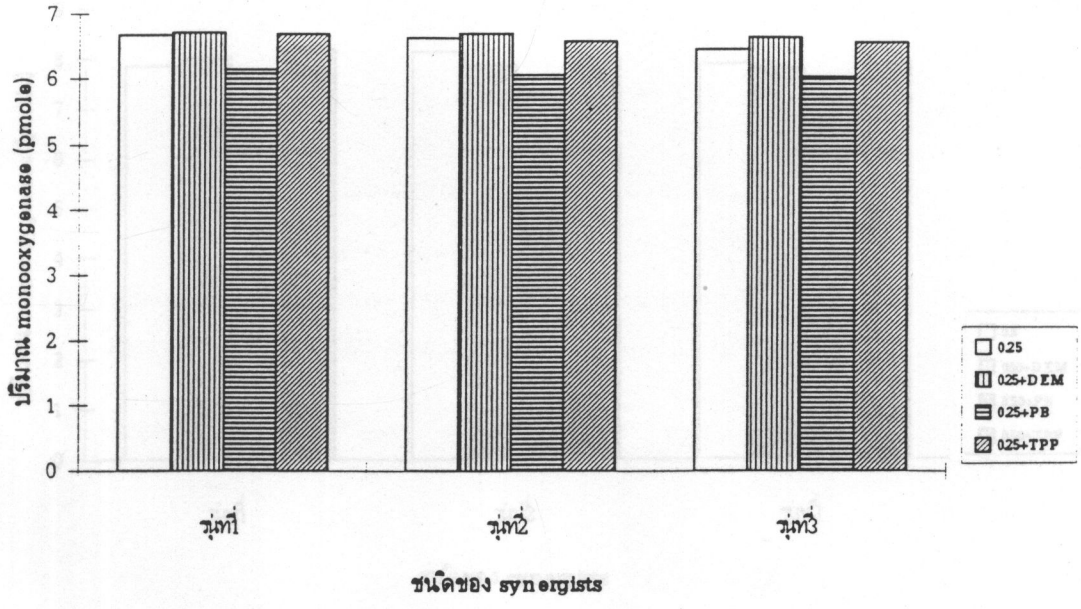
ตารางที่ 4-39 เปรียบเทียบ monooxygenase หนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.25	6.68 ^{b} ± 0.40	6.64 ^{b} ± 0.35	6.46 ^{b} ± 0.37
0.25 + DEM	6.72 ^{b} ± 0.32	6.71 ^{b} ± 0.32	6.65 ^{b} ± 0.19
0.25 + PB	6.15 ^{a} ± 0.34	6.07 ^{a} ± 0.33	6.04 ^{a} ± 0.32
0.25 + TPP	6.70 ^{b} ± 0.44	6.59 ^{b} ± 0.23	6.57 ^{b} ± 0.20

หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



ภาพที่ 4-39 เปรียบเทียบ monooxygenase หนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists

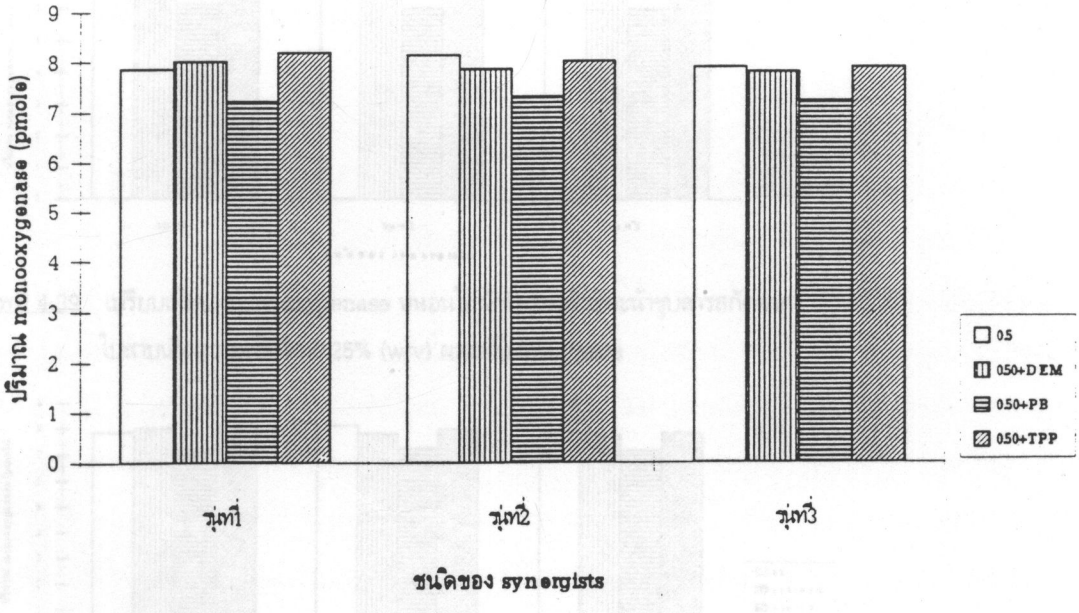
ตารางที่ 4-40 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists

การทดลอง	ปริมาณ monooxygenase เฉลี่ย* (pmole/min/mg insect)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
0.50	7.86 ^{aD} ± 0.88	8.14 ^{D} ± 0.44	7.89 ^{D} ± 0.54
0.50 + DEM	8.02 ^{aD} ± 0.35	7.86 ^{D} ± 0.42	7.80 ^{C} ± 0.17
0.50 + PB	7.23 ^{a} ± 0.22	7.32 ^{a} ± 0.20	7.23 ^{a} ± 0.17
0.50 + TPP	8.19 ^{C} ± 0.56	8.02 ^{D} ± 0.39	7.88 ^{C} ± 0.24

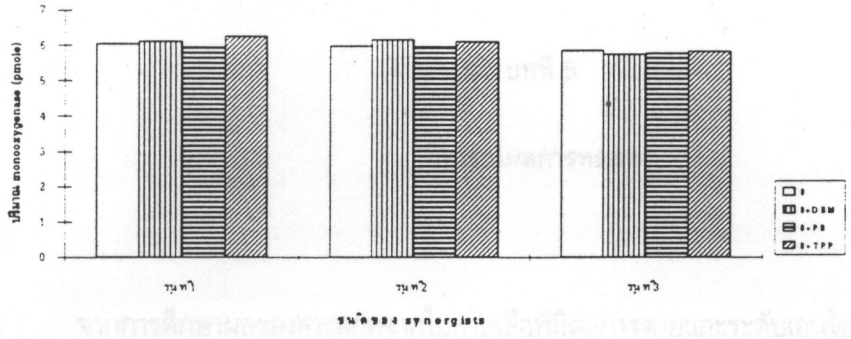
หมายเหตุ

* Mean ± SD, n = 3

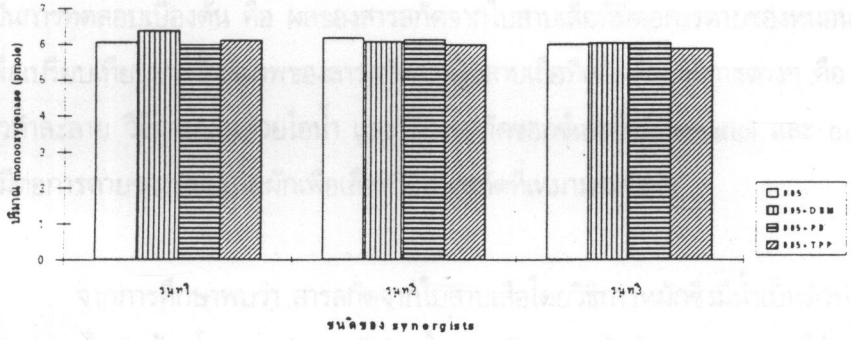
a,b = อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's News Multiple Range Test



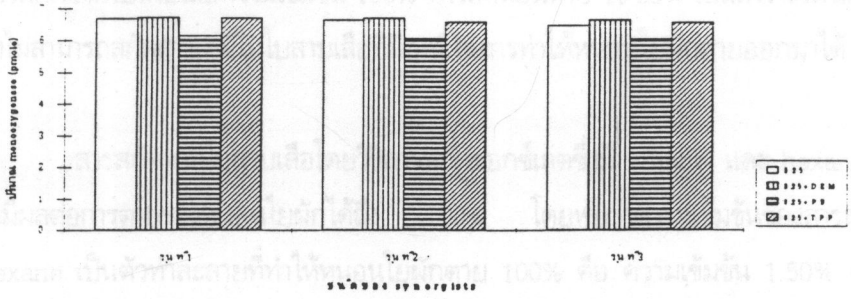
ภาพที่ 4-40 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists



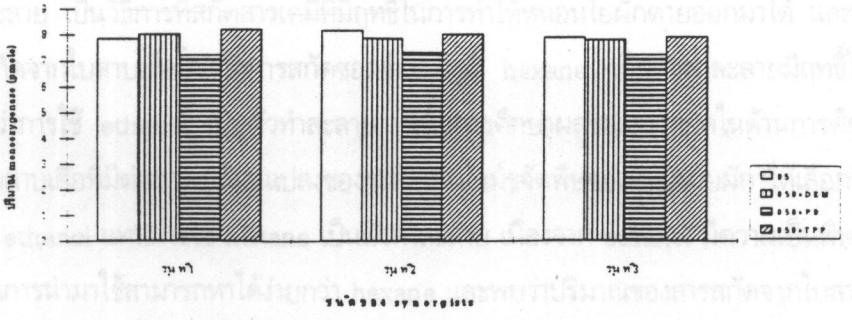
ภาพที่ 4-37 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists



ภาพที่ 4-38 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05% (w/v) ผสมกับ synergists



ภาพที่ 4-39 เปรียบเทียบ monooxygenase หนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.25% (w/v) ผสมกับ synergists



ภาพที่ 4-40 เปรียบเทียบ monooxygenase ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายและระดับเอนไซม์ขจัดพิษ 3 ชนิด คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก ซึ่งในการศึกษาขั้นแรกเป็นการทดสอบเบื้องต้น คือ ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก โดยทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ คือ วิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ และวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผักเพื่อเลือกวิธีการสกัดที่เหมาะสมที่สุด

จากการศึกษาพบว่า สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลายมีผลต่อการตายของหนอนใยผักน้อยโดยพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 100% ทำให้หนอนตาย 20.83% เช่นเดียวกับสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำก็มีผลต่อการตายของหนอนใยผักน้อยมากพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 100% ทำให้หนอนตาย 16.33% เป็นเพราะน้ำไม่ใช่ตัวทำละลายที่แท้จริงจึงไม่สามารถสกัดสารเคมีในใบสาบเสือที่มีฤทธิ์ในการทำให้หนอนใยผักตายออกมาได้

สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลาย พบว่ามีผลต่อการตายของหนอนใยผักได้ถึง 100% โดยพบว่าความเข้มข้นของสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายที่ทำให้หนอนใยผักตาย 100% คือ ความเข้มข้น 1.50% (w/v) ส่วนความเข้มข้นของสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่ทำให้หนอนตาย 100% คือ ความเข้มข้น 2.00% (w/v) แสดงว่าวิธีการสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลาย เป็นวิธีการที่สกัดสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการทำให้หนอนใยผักตายออกมาได้ และจากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายมีฤทธิ์ในการทำให้หนอนตายดีกว่าการใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย แต่ในการศึกษาผลของสารสกัดในด้านการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก ได้เลือกวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol แทนการใช้ hexane เป็นตัวทำละลาย เนื่องจาก ethanol มีความเป็นพิษน้อยกว่า hexane และในการนำมาใช้สามารถหาได้ง่ายกว่า hexane และพบว่าปริมาณของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มี ethanol เป็นตัวทำละลายมีมากกว่าเมื่อใช้ hexane เป็นตัวทำละลาย จากเหตุผลที่กล่าวมาจึงเลือกใช้สารสกัดจากใบ

สาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายเพื่อนำมาศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก

ในด้านการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก พบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีผลทำให้ระดับเอนไซม์ขจัดพิษ 3 ชนิด คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผักมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองพบว่าระดับ esterase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดจากใบสาบเสือ คือเพิ่มขึ้นจากความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% ตามลำดับ การที่ esterase เพิ่มขึ้นเพราะเมื่อแมลงได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือเข้าไปในร่างกาย แมลงจะมีการสร้าง esterase เพื่อเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารสกัดจากใบสาบเสือให้มีความสามารถในการละลายน้ำเพื่อง่ายแก่การกำจัดออกจากร่างกาย esterase เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 1 (phase I) ซึ่งอยู่ในกลไกการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ใช้เอนไซม์โดยตรง esterase มีความสามารถในการ metabolized สารพิษ โดยจะทำหน้าที่ในการ hydrolyzed สารในกลุ่ม ester ให้กลายเป็นสารพิษตัวใหม่ที่เป็น carboxy และ alcohol เป็นต้น (ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, 2539) ดังนั้นเมื่อหนอนใยผักได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งก็คือสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย จึงมีการสร้าง esterase เพิ่มขึ้นเพื่อทำลายพิษ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Yu and Nguyen (1992) พบว่าเมื่อหนอนใยผักได้รับสารเคมีในกลุ่มpyrethroid และ สารเคมีในกลุ่ม organophosphate จะมีการสร้าง esterase เพิ่มขึ้น และยังสอดคล้องกับ Mackness et al. (1984) มีรายงานว่า ใน *Tribolium castaneum* ที่ต้านทานต่อสาร malathion พบระดับเอนไซม์ esterase เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ เมื่อแมลงได้รับสาร malathion พบว่า esterase คือ carboxyesterase จะเร่งปฏิกิริยา hydrolysis สาร malathion ให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็น α - monoacid γ - monoacid และ ethanol เพื่อง่ายแก่การกำจัดออกจากร่างกาย (Dauterman 1983; Kao et al., 1984) เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Konno et al. (1989) ตรวจพบ esterase ของ *Heliothis virescens* มีระดับสูงขึ้นเมื่อมีการต้านทานต่อสาร methyl parathion

ในขณะเดียวกันจากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ monooxygenase โดยระดับเอนไซม์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นที่ความเข้มข้น 0.025 และ 0.50% ตามลำดับ การที่ monooxygenase เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือ เพราะ monooxygenase เป็นเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษให้มีความสามารถในการละลายน้ำเพิ่มขึ้นเพื่อกำจัดออกจากร่างกาย โดย monooxygenase จะอยู่ในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 1 (phase I) เช่นเดียวกับ esterase จากผลการศึกษาสอดคล้องกับผลของ Yu and Nguyen (1992) ตรวจพบ

monooxygenase เพิ่มขึ้นในหนอนใยผัก *Plutella xylostella* ที่ต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่ม pyrethroid และ organophosphate และการศึกษาของ ธารี วัฒนสมบัติ (2538) พบว่า monooxygenase ของหนอนใยผักเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสารสกัดจากข่า นอกจากนี้มีรายงานพบว่าใน *Oryzaephilus surinamensis* ที่ต้านทานต่อ fenitrothion พบ monooxygenase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (Rose and Wallbank, 1986) และจากการศึกษาของ Brattsten et al. (1977) ได้ทำการเลี้ยง *Spodoptera eridania* ด้วยสารสกัดจากพืช พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ monooxygenase จากรายงานของ Rose (1985) กล่าวว่าสารประกอบจากพืชจะมีบทบาทในการเพิ่มการทำงานของ monooxygenase โดยจะไปกระตุ้นให้มีการสร้าง monooxygenase ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Nebert et al. (1981) ได้อธิบายว่า monooxygenase จะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นด้วยสารพิษหรือสารแปลกปลอมที่เข้าไปในเซลล์ และเมื่อได้รับสารพิษในปริมาณเพิ่มขึ้น ปริมาณและการทำงานของ monooxygenase ก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองพบว่าหนอนใยผักที่ได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งเป็นสารสกัดจากพืชมีการสร้าง monooxygenase เพิ่มขึ้นตามลำดับความเข้มข้น

จากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีผลต่อระดับ glutathione S-transferase ของหนอนใยผักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% การที่ glutathione S-transferase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย อาจเป็นเพราะ glutathione S-transferase เป็นเอนไซม์ที่อยู่ในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 2 (phase II) กล่าวคือสารพิษที่ยังไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแล้วจะเกิดปฏิกิริยาการรวมตัว (conjugation) กับสารที่มีอยู่ภายในเซลล์ให้เป็นสารที่มีขั้ว มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีขึ้น โดยมี glutathione S-transferase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, 2539) ดังนั้นเมื่อหนอนใยผักได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือพบการเปลี่ยนแปลงของ glutathione S-transferase เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นเพราะสารสกัดจากใบสาบเสือถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้มีความเป็นพิษน้อยและถูกกำจัดออกจากร่างกายตั้งแต่ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 1 (phase I) โดยมี esterase และ monooxygenase เป็นเอนไซม์ในการทำลายพิษของสารสกัดจากใบสาบเสือ และอาจเป็นเพราะปริมาณของสารสกัดจากใบสาบเสือไม่มากพอที่จะกระตุ้นให้มีการสร้าง glutathione S-transferase ออกมาช่วยในการขจัดพิษ แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองเห็นได้ว่า glutathione S-transferase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสารกัดจากใบสาบเสือซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ สุรพล วิเศษสรรค์ (2536) ได้เลี้ยงหนอนใยผักด้วยสารสกัดจากสะเดา และพบว่าระดับ glutathione S-transferase เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย Yu and Nguyen (1992) ตรวจพบระดับ glutathione S-transferase เพิ่มขึ้นในหนอนใยผักที่ต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่ม pyrethroid และ organophosphate นอกจากนี้ Kao and Sun (1991) รายงานว่าในหนอนใยผักที่ได้รับสารเคมีในกลุ่ม organophosphate คือ สาร parathion และ methyl parathion พบระดับของ glutathione S-

transferase เพิ่มขึ้น และยังตรงกับรายงานการศึกษาของ Walls, Rock , and Dauterman (1983) ว่า glutathione S-transferase เป็นเอนไซม์สำคัญที่ทำให้เกิดการต้านทานของแมลงต่อสารในกลุ่ม organophosphate โดยพบว่า glutathione S-transferase จะเร่งปฏิกิริยาการรวมตัวของสารเคมีในกลุ่ม organophosphate กับ glutathione (GSH) ให้เกิดเป็นสารชนิดใหม่ที่สามารถละลายน้ำได้มากขึ้นเพื่อง่ายแก่การกำจัด

จากการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งเป็นสารสกัดจากพืช มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษ คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase โดยพบว่าเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น Yu (1983, 1984) ได้กล่าวว่าเมื่อแมลงได้รับสารสกัดจากพืชจะทำให้แมลงมีการสร้างเอนไซม์ขจัดพิษ เช่น esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase เป็นต้น ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อทำลายพิษจากสารสกัดจากพืชซึ่งเป็นสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกายให้มีความเป็นพิษน้อยลงหรือไม่มีพิษเลย และการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษในแมลงแต่ละชนิดต่อสารพิษจะมีระดับที่แตกต่างกัน หรือในแมลงชนิดเดียวกันถ้าได้รับสารพิษคนละชนิดการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษก็จะแตกต่างกันด้วย (Rose, 1985; Rose and Terier, 1980)

จากการศึกษาผลของ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate , piperonyl butoxide และ triphenyl phosphate ซึ่ง synergists แต่ละชนิดใช้ความเข้มข้น 0.1% ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษ คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก พบว่า synergist แต่ละชนิดมีผลต่อเอนไซม์แต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างชัดเจน

diethyl maleate มีผลต่อเอนไซม์ glutathione S-transferase โดยทำให้เอนไซม์ glutathione S-transferase มีการเปลี่ยนแปลงลดลงที่ระดับความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% และพบว่า diethyl maleate ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase และ monooxygenase จากการศึกษาแสดงว่า diethyl maleate ยับยั้งการทำงานของ glutathione S-transferase ทำให้ glutathione S-transferase ลดลง ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Kao and Sun (1991) มีการใช้ diethyl maleate ผสมลงไปในสารเคมีกลุ่ม organophosphate พบว่า glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* ลดลง และยังสอดคล้องกับ Prabhaker, Coudriet, and Toscano (1988) พบว่า glutathione S-transferase ของ *Bemistia tabaci* ที่ต้านทานต่อ DDT ลดลงเมื่อใช้ diethyl maleate

piperonyl butoxide มีผลทำให้ esterase ลดลงที่ความเข้มข้น 0.50% และ monooxygenase มีการเปลี่ยนแปลงลดลงที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% และพบว่า piperonyl butoxide ไม่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงของ glutathione S-transferase แสดงว่า piperonyl butoxide ยับยั้งการทำงานของ esterase และ monooxygenase จึงทำให้ esterase และ monooxygenase ลดลง ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับ Lamaroux and Rusness (1987) พบว่า esterase และ monooxygenase ของแมลงวันบ้านลดลงเมื่อมีการใช้ piperonyl butoxide และยังสอดคล้องกับ Prabhaker, Co udriet, and Toscano (1988) พบว่า monooxygenase ของ *Bemisia tabaci* ในสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อ สาร malathion, methyl malathion, DDT และ permethrin ลดลงเมื่อใช้ piperonyl butoxide ผสมลงในสารเคมีที่กล่าวมา และจากการทดลองของ Rose and Terriere (1980) ซึ่งใช้ piperonyl butoxide ผสมกับ cabaryl พบว่า monooxygenase มีการเปลี่ยนแปลงลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Isamail and Wright (1991) พบว่า monooxygenase ของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* ที่ต้านทานต่อ chlorfluazuronและ teflebenzuron ลดลงเมื่อใช้ piperonyl butoxide

triphenyl phosphate มีผลต่อ esterase โดยทำให้เอนไซม์ esterase ลดลงที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% และพบว่า triphenyl phosphate ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ glutathione S-transferase และ monooxygenase แสดงว่า triphenyl phosphate ยับยั้งการทำงานของ esterase จึงทำให้ esterase ลดลง ซึ่งผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกับ Prabhaker, Coudriet, and Toscano (1988) รายงานว่า esterase ของ *Bemisia tabaci* ที่ต้านทานต่อสาร malathion, methyl malathion, DDT และ permethrin ลดลงเมื่อใช้ triphenyl phosphate

จากการศึกษาพบว่า synergists แต่ละชนิดมีผลต่อเอนไซม์ต่างชนิดกัน โดยพบว่า synergists ที่ใช้ 3 ชนิด มีผลทำให้เอนไซม์ของหนอนใยผักลดลง กล่าวคือ synergists จะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยจะไปจับกับเอนไซม์จึงทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ (Wilkinson, 1983) พบว่า diethyl maleate ยับยั้งการทำงานของ glutathione S-transferase ส่วน piperonyl butoxide ยับยั้งการทำงานของ esterase และ monooxygenase สำหรับ triphenyl phosphate ยับยั้งการทำงานของ monooxygenase

ในการศึกษาเอนไซม์ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 เมื่อได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือ และสารสกัดจากใบสาบเสือผสมกับ synergists เพื่อดูแนวโน้มการต้านทานของหนอนใยผักต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ จากผลการทดลองพบว่า esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผักทั้ง 3 รุ่น ไม่แตกต่างกัน การต้านทานของแมลงต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดใช้เวลา

แตกต่างกัน และพบว่าสารเคมีในกลุ่ม pyrethroid เป็นสารที่แมลงสร้างความต้านทานได้เร็วที่สุด คือ 2 ปี การสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดต้องใช้เวลาหลายรุ่น(generation) เพราะการสร้างเอนไซม์ถูกควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมที่ 2 (Metcalf, 1989) และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อๆไป ซึ่งจะเป็นผลให้แมลงต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัด (Visetson, 1992) ดังนั้นจากผลการทดลองจึงยังไม่สามารถบอกได้ว่าหนอนใยผักต้านทานต่อสารสกัดจากใบสาบเสือหรือไม่

ดังนั้นจากผลการศึกษาจึงควรหันมาใช้สารสกัดจากใบสาบเสือในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักแทนการใช้สารเคมี และในกรณีที่หนอนใยผักต้านทานต่อสารสกัดจากใบสาบเสือควรใช้ diethyl maleate, piperonyl butoxide และ triphenyl phosphate เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายของหนอนใยผักและต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก สรุปผลได้ดังนี้

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ และวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก 72 ชม. พบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ มีผลต่อการตายของหนอนใยผักน้อยมากโดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100% สามารถทำให้หนอนใยผักตายเพียง 20.83 และ 16.33% ตามลำดับ สำหรับสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลาย มีผลต่อการตายของหนอนใยผัก พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้น เปอร์เซนต์การตายของหนอนใยผักจะมากขึ้นตามลำดับ โดยพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ความเข้มข้น 2.00%(w/v) พบเปอร์เซนต์การตายของหนอนใยผัก 100% และมีค่า LC_{50} = 0.67 % สารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลาย พบเปอร์เซนต์การตายของหนอนใยผัก 100% ที่ความเข้มข้น 1.50% และมีค่า LC_{50} = 0.45 %

จากผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายมีผลต่อการตายของหนอนใยผักดีที่สุด แต่ในการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก เลือกวิธีการสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย และช่วงความเข้มข้นที่ศึกษา คือ 0.05, 0.25 และ 0.50% ซึ่งมีเปอร์เซนต์การตายของหนอนใยผักประมาณ 20, 30 และ 40% ตามลำดับ

จากผลการศึกษาระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% และตรวจวัดปริมาณ esterase, glutathione S-transferase และ

monooxygenase พบว่าปริมาณ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยพบว่าปริมาณ esterase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นประมาณ 20, 40 และ 90% ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% สำหรับ glutathione S-transferase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นประมาณ 5 และ 20% ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% ส่วน monooxygenase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นประมาณ 10 และ 30% ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50%

จากการศึกษาผลของ synergists ที่มีต่อระดับเอนไซม์ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่ความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v) ผสมกับ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleate(DEM), piperonyl butoxide(PB) และ triphenyl phosphate(TPP) ซึ่ง synergists แต่ละชนิดใช้ความเข้มข้น 0.1% แล้วตรวจวัดระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monoxygenase ของหนอนใยผัก ผลการศึกษามีดังนี้

diethyl maleate(DEM) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ glutathione S-transferase โดยพบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ลดลงที่ระดับความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% ประมาณ 5% พบว่า diethyl maleate ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase และ monooxygenase จึงสรุปได้ว่า diethyl maleate มีผลต่อ glutathione S-transferase ของหนอนใยผัก

piperonyl butoxide(PB) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ monooxygenase โดยพบว่าปริมาณ monooxygenase ลดลงประมาณ 10% ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% ในขณะเดียวกัน piperonyl butoxide มีผลต่อระดับ esterase โดยพบว่าปริมาณ esterase ลดลงประมาณ 10% ที่ความเข้มข้น 0.5% และพบว่า piperonyl butoxide ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ glutathione S-transferase จึงสรุปได้ว่า piperonyl butoxide มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ monooxygenase ของหนอนใยผักมากที่สุด

triphenyl phosphate(TPP) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase ของหนอนใยผัก โดยพบว่า ปริมาณ esterase ลดลงประมาณ 10-20% ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50% และพบว่า triphenyl phosphate ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ glutathione S-transferase และ monooxygenase จึงสรุปได้ว่า triphenyl phosphate มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ esterase ของหนอนใยผัก

จากผลการศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบ synergists เพียงอย่างเดียว โดยไม่ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือ พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก จึงสรุปได้ว่า synergists เป็นสารที่ไม่มีพิษโดยตัวมันเองจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ของหนอนใยผัก

จากการศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) และคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.05, 0.25 และ 0.50%(w/v) ผสมกับ synergists พบว่าระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผักทั้ง 3 รุ่นไม่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีผลต่อการตายของหนอนใยผักและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก โดยพบว่าระดับเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และเมื่อใช้ synergists ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือ พบว่า diethyl maleate มีผลต่อระดับ glutathione S-transferase สำหรับ piperonyl butoxide มีผลต่อระดับ esterase และ monooxygenase และ triphenyl phosphate มีผลต่อระดับ esterase โดยพบว่าเอนไซม์มีการเปลี่ยนแปลงลดลง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้ synergists ทั้ง 3 ชนิดผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและเป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเมื่อมีการสร้างความต้านทานต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิจัยหาวิธีการสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีอื่น และควรจะใช้ตัวทำละลายหลายชนิดในการสกัดสารจากใบสาบเสือ เพื่อหาวิธีการสกัดและตัวทำละลายที่ดีที่สุดเพื่อนำสารสกัดจากใบสาบเสือไปใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักและแมลงศัตรูพืช
2. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นจึงควรมีการนำสารสกัดจากใบสาบเสือไปทดสอบในพื้นที่จริงโดยทดลองฉีดพ่นในแปลงผักชนิดต่างๆ เพื่อจะได้ทราบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือสามารถป้องกันกำจัดหนอนใยผักในสภาพธรรมชาติและคุ้มต่อทุนในการที่เกษตรกรจะนำไปใช้หรือไม่
3. ควรมีการวิจัยกับแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆ และศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือมีผลต่อระยะใดระยะหนึ่งของวงชีวิต เช่น การวางไข่ การเป็นตัวหนอน การเข้าดักแด้ การลอกคราบ เป็นต้น และดูผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อระดับเอนไซม์ของแมลง เพื่อดูแนวโน้มการต้านทานของแมลงต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ
4. ในการศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักเมื่อได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือควรมีการศึกษาในหนอนใยผักอีกหลายๆรุ่น เพื่อดูว่าหนอนใยผักมีการต้านทานต่อสารสกัดจากใบสาบเสือหรือไม่
5. ควรมีการศึกษา synergists หลายๆ ชนิด เพื่อเลือกใช้ synergist ที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์, วินัย รัชตปกรณ์ชัย และอนันต์ วัฒนธัญกรรม. 2517. การศึกษาป้องกันและกำจัดหนอนผีเสื้อผักตระกูลกะหล่ำและการทดลองยาฆ่าแมลงบางชนิดในการป้องกันและกำจัดหนอนใยผัก และหนอนผีเสื้ออื่นๆ กับผักกาดในไร่. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ปี 2517 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์. 2530. ประวัติการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงในสวนผัก. วารสารกีฏและสัตววิทยา 15(1): 58-62.

กฤษกนธ์ เต็มบุญเกียรติ. 2530. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดที่มีต่อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. และเพลี้ยอ่อนถั่ว *Apis craccivora* Koch. สาขากีฏวิทยา มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530.

จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล. 2535. ปัญหาและการลดอันตรายจากสารพิษทางการเกษตร. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 19(2): 71-72.

ชัยพัฒน์ จิระธรรมจารี, อารมย์ แสงวนิชย์, อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ, มานะ สุวรรณรักษ์ และวินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2535. วิจัยคุณสมบัติสารสกัดจากรักดอกกับหนอนใยผัก. เอกสารรายงานการวิจัย ปี 2534. กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร

ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, ธีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และปัญญา เต็มเจริญ. 2539. หลักการทางพิษวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ณัฐวุฒิ ธานี. 2533. สารฆ่าแมลงจากพืช. วารสารวิทยาศาสตร์ 18(2): 74-78.

ธานินทร์พรรณ ชำนาญกิจ. 2535. ปราบศัตรูพืชด้วยสารพิษจากธรรมชาติ. วนสาร 49(4): 45.

ธารี วัฒนสมบัติ. 2538. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากข่าที่มีต่อการตายและระดับเอนไซม์ของหนอนใยผัก สาขาเทคโนโลยีบริหารสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล, 2538.

ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, จารี เกียรติสุพิมล, อนันต์ วัฒนธัญกรรม, วินัย รัชตปกรณ์ชัย และเสรี ทองมาก. 2530. การศึกษาประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่และการใช้สารฆ่าแมลงบางชนิดในการควบคุมการระบาดของหนอนใยผัก. รายงานการค้นคว้าและการวิจัย ปี 2530. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, วินัย รัชตปกรณ์ชัย, ไชยวัฒน์ วัฒนชัย, สถิติ ปฐมรัตน์ และอนันต์ วัฒนธัญกรรม. 2531. การศึกษาความสามารถของแตนเบียนไข่ในการควบคุมการระบาดของหนอนใยผัก. รายงานการค้นคว้าและการวิจัย ปี 2531. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

พรรณเพ็ญ ชโยภาส. 2539. การตรวจความต้านทานสารฆ่าแมลงด้วยวิธีการต่างๆ. วารสารกีฏและสัตววิทยา 18(2): 115-123.

พิมลพร นันทะ, จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์, สถิต ปฐมรัตน์, รัตนา นชะพงษ์ และรุจ มรกต. 2534. รายชื่อแมลงศัตรูธรรมชาติของพืชเศรษฐกิจบางชนิดในประเทศไทย. ใน เอกสารการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

พิสมัย ชวลิตพงษ์. 2538. แนวทางการบริหารหนอนใยผัก. วารสารกีฏและสัตววิทยา 17(1): 43-46.

พิสิทธิ์ เสพสวัสดิ์, วิชุดา นิธิอุทัย และอรนุช กองกาญจนะ. 2516. ชีวประวัติของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 6: 523-542.

มารศรี อุดมโชค. 2528. พิษจากสมุนไพร. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 12(2): 70.

มยุรา สุนย์วีระ. 2535. ผลของพืชสมุนไพรบางชนิดต่อการป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเหลือง *Callosobruchus chinensis* L. วารสารกีฏและสัตววิทยา 14(2): 93-96.

มยุรา สุนย์วีระ. 2536. บทปฏิบัติการกีฏวิทยาทางการเกษตร. กรุงเทพมหานคร: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มยุรา สุนย์วีระ. 2537. การศึกษาแมลงศัตรูธรรมชาติของผีเสื้อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 12(2): 32-38.

ไมตรี สุทธิจิตต์. 2530. สารพิษรอบตัวเรา. พิมพ์ครั้งที่ 2: เชียงใหม่, คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2531. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. กรุงเทพมหานคร: โอเอส.พรินติ้ง เฮาส์. หน้า 779-780.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2535. แมลงศัตรูพืชผักตระกูลกะหล่ำและแนวบริหาร. ใน สุวัฒน์ รวยอารีย์ (บรรณาธิการ),. เอกสารวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. หน้า 142-143. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดไอเดีย สแควร์

ศิริพันธ์ สุขมาก และบัณฑิต ดำรักษ์. 2539. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในพืชผัก. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 23(2): 52-57.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2532. พืช: แหล่งของสารเคมีธรรมชาติในการป้องกันกำจัดแมลง. วารสารแก่นเกษตร 17(6): 370-372.

สุรชัย มัจฉาชีพ. 2539. วัชพืชที่พบในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แพร่พิทยา. หน้า 349.

อารมณ์ แสงวนิชย์, ชัยพัฒน์ จิระธรรมจารี, อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรณะ, มานะ สุวรรณรักษ์ และวินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2535. วิจัยคุณสมบัติของสารสกัดจากดอกยี่โถกับหนอนใยผัก. เอกสารรายงานวิจัย ปี 2534. กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร.

ภาษาอังกฤษ

Amdur, M.O., Doull, J., and Klaassen, C.D. 1991. Toxicology. New York: Pergamon Press.

Ankersmit, G.W. 1953. DDT-resistance in *Plutella maculipennis* (Curt) (lrp.) in Java. Bull. Entomol. Res. 44: 421-426.

Arkhipov, G.E. 1980. The cabbage moth. Rev. Appl. Entomol. Ser A. 69: 391.

Balabaskaran, S., Chuen, S.S., amd Muniandy, S. 1989. Glutathione S-transferase from diamondback moth (*Plutella xylostella* Linnaeus). Insect Biochem. 19: 435-443.

Baruah, R.N., and Leclercp, P.A. 1993. Constituents of the essential oil from the flowers of *Chromolaena odorata*. J. of Medic. Plant Res. 59: 283.

Biller, A., Boppre, M., Witte, L., and Hartmann, T. 1994. Pyrrolizidine alkaloids in *Chromolaena odorata*. Phytochemistry 35(3): 615-619.

Booth, J., Boyland, E., and Sims, P. 1961. An enzymes from rat liver catalyzing conjugation with glutathione. J. Biochem. 79: 516-524.

Brattsten, L.B., Wilkinson, C.P., Eisner, T. 1977. Herbivore-plant interaction: mixed function oxidase and secondary plant substance. Sciences. 196: 1349-1352.

Brooke, E. 1986. Esterase activity in homogenates of various strains of the saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silbanidae) and its role in resistance to organophosphate insecticide. Master's Thesis, University of Sydney.

Casida, J.E. 1970. Mixed-function oxidase involvement in the biochemistry or insecticide synergist. J. Agri. Fd. Chem. 18: 753-772.

Chasseaud, L.F. 1979. The role of glutathione S-transferase in the metabolism of chemical carcinogens and other eletrophilic agents. Adv. Cancer Res. 29: 175-274.

Cohen, E., Sverdlov, E., and Wool, D. 1977. Expression of esterase during ontogenesis of the flour beetle *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae: Coleoptera) Biochem. Genet. 15: 253-264.

Cohen, E. 1986. Glutathione S-transferase activity and its induction in several strains of *Tribolium castaneum*. Ent. Exp. Appl. 41: 39-44.

Collins, P.J. 1990. A new resistance to pyrethroids in *Tribolium castaneum* (Herbt). Pestic. Sci. 28: 101-115.

Dauterman, W.C., and Hodgson, E. 1978. Biochemistry of insect. In M. Rocktion (ed.), Detoxication mechanism in insect. pp. 541-577. New York: Academic Press.

Dauterman, W.C. 1985. In Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology vol. 12. In G.A.Kerkut, and L.I. Gilbert (eds.), Insect metabolism: Extramicrosomal, pp. 713-730. Oxford: pergamon Press.

Fahmy, A.R., Sinchaisri, N., and Miyata, T. 1991. Development of chlofluazuron resistance and pattern of cross-resistance in diamondback moth, *Plutella xylostella*. Pestic. Sci. 16: 665-672.

Finney, D.J. 1971. Probit analysis. 3rd ed. London: Cambridge University Press.

Grant, D.F., and Matsumura, F. 1988. Glutathione S-transferase-1 in *Aedes aegypti* purification and properties. Insect Biochem. 19: 435-443.

Hama, H., and Hosoda, A. 1983. High aliesterase activity and low acetylcholinesterase sensitivity involved in organophosphorus and carbamate resistance of the brown planthoper *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera : Delphacidae). Appl. Ent. Zool. 18: 475-485.

Harcourt, D.G. 1968. The development and use of life tables in the study of natural insect population. Ann. Rev. Entomol. 14: 175-196.

Hodson, E. 1985. In comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology. vol. 11. In G.A. Kerkut, and L.I. Gillgert (eds.), Microsomal monooxygenase, pp. 225-321. New York: Pergamon.

Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., and Herberger, J.P. 1977. The World's Worst Weeds. The East-West Center. Honolulu. pp. 212-216.

Ishaaya, J., and Degheele, D. 1988. Properties and toxicological significance of diflubenzuron hydroloase activity in *Spodoptera littoralis* larvae. Pestic. Biochem. Physiol. 32: 180-187.

Ismail, F., and Wright, D.J. 1991. Synergism of teflubenzuron and chlorfluazuron in an Acylurea-resistant field strain of *Plutella xylostella*. L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). Pestic. Sci. 34: 221-226.

Jakoby, W.E. 1978. The glutathione S-transferase: A group of multifunctional detoxification proteins. Adv. Enzymol. Relat. Area. Mol. Biol. 46: 383-414.

Jesudason, P., Levi, P.E., Weiden, M., and Rose, R.M. 1988. Developmental changes in the microsomal monooxygenase system and in vivo metabolism of aldrin in larvae of the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae). J. Econ. Ent. 18: 1598-1605.

Kao, C.H., Motoyama, N.,and Dauterman, W.C. 1984. Studies on hydrolysis in various house fly strains and their role in malathion resistance. Pestic. Biochem. Physiol. 22: 86-92.

Kao, C.H., and Sun, C.N. 1991. IN vitro degradation of some organophosphorus insecticides by susceptible and resistant diamondback moth. Pestic. Biochem. Physiol. 41: 132-141.

Konno, T., Kasai, Y., Rose, R.L., Hodgson, E., and Dauterman, W.C. 1990. Purification and characterization of phosphorotriester hydrolase form methyl parathion-resistant *Heliothis virescens*. Pestic. Biochem. Physiol. 36: 1-13.

Lamoureux, G.L., and Rusness, D.G. 1987. Synergist of diazinon toxicity and inhibition of glutathione S-transferase activity. Pestic. Biochem. Physiol. 27: 318-329.

Liu, M.Y., Tzeng, Y. J., and Sun, L.N. 1982. Insecticide resistance in the diamondback moth. J. Econ. Entomol. 12(2): 32-38.

Mackness, M.L., Walker, C.H., D.G., and Price, N.R. 1983. Esterase activity in homogenates of three strains of the rust red flour beetle *Tribolium cataneum* (Herbst) Comp. Biochem. Physiol. 74: 65-68.

Matthews, H.B., and Casida, J.E. 1970. Properties of housefly microsomal cytochromes in relation to sex, strain, substrate specificity, and apparent inhibition and induction by synergist and insecticide chemicals. Life Sci. 9: 989-1001.

Metcalf, R.L. 1989. Insect resistance to insecticides. Pestic. Sci. 26: 333- 358.

Metwally, A.M., and Ekejiuba, E.C. 1981. Methoxylated flavonols and flavanones from *Eupatorium odoratum*. J. of Medic. Plant Res. 42: 403-405.

Motoyama, N., and Dauterman, W.C. 1980. Glutathione S-transferase: Their role in the metabolism of organophosphorus insecticides. Rev. Biochem. Toxicol. 2: 49-69.

Nebert, D.W., Eusen, H.J., Negishi, M., Lang, M.A., Hjelmeland, L.m. 1981. Genetic mechanisms controlling the induction of polysubstrate monooxygenase (P-450) activities. Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol. 21: 431-462.

Niber, B.T. 1994. The ability of powders and slurries from ten phant species grain from attack by *Prostephanus truncatus* Horn (coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). J. stored Prod. Res. 30(4): 297-301.

Perng, F.S., and Sun, C.N. 1987. Susceptbility of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistant to conventional insecticides chitin synthesis inhibitor. J. Econ. Ent. 80: 29-31.

Prabhaker, N., coudriet, D.L., and Toscano, N.C. 1988. Effect of synergists on organophosphate and permethrin resistance in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Ent. 81: 43-39.

Rejesus, B.M., Maini, H.A., Ocampo, V.R., Dayrit, F.M., and Quintana, E.G. 1993. Insecticidal actions of several philippine with emphasis on *Vitex negundo* L. The Philippine Agriculturist. 76(4): 355-371.

Riskallah, M.R. 1983. Esterase and resistance to synthetic pyrethroids in the egyptian cotton leafworm. Pestic. Biochem. Physiol. 19: 184-189.

Rose, H. A., and Terriere, L.C. 1980. Microsomal oxidase activity of tree blowfly species and its induction by phenobarbital an p-napthoflavone. Pestic. Biochem. Physiol. 20: 238-245.

Rose, H. A. 1985. The relationship between feeding specialization and host plants to aldrin epoxidase activities of midgut homogenates in larva Lepidoptera. Ecol. Ent. 10: 455-467.

Rose, H. A., and Wallbank, B.E. 1986. Mixed - function oxidase and glutathione S-transferase activity in a susceptible and a fenitrothion resistant strain of *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Cucujidae). J. Econ. Ent. 79: 896-899.

Satpathi, C.R. 1993. Biological of diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) Rev. of Agr. Entomol. 81(12): 1341.

Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides form the neem tree. *Azadiracta indica*. Annu. Rev. Entomol. 35: 271-297.

Schroder, P., Lamoureux, G. L., Rusness, D.G., and Rennenberg, H. 1990. glutathione S-transferase in spruce needles. Pestic. Biochem. Physiol. 37: 211-218.

Scott, J.G., and Georghion, G.P. 1986. Mechanism responsible for high levels of permethrin resistance in house fly. Pestic. Sci. 17: 195-206.

Scott, J.G., Lee, S.S.T., and Shono, T. 1990. Biochemical changes in the cytochrome P450 monooxygenase of seven insecticide resistant house fly *Musca domestica* L. strains. Pestic. Biochem. Physiol. 36: 127-134.

Shelton, A.M., Robertson, J.L., Tang, J.D., Perez, C., Eigenbrode, S.D., Preisler, H.K., Wilsey, W.T., and Colley, R.J. 1993. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) *Bacillus thuringiensis* subspecies in the field. J. Econ. Ent. 86(3): 697-705.

Stepanova, L.A. 1962. An experiment in the ecological analysis of the condition for the development of pests of cruciferous vegetable crop in nature. Rev. Appl. Entomol. Ser. A. 53: 172.

Sudderudin, K.I., and Kok, P.K. 1978. Insecticide resistance in *Plutella xylosytella* collected from the Cameron Highlands of Malaysia. Plant. Prot. Bull. 26: 37-53.

Sukhapanth, N., Prempree, P., Wilairat, P., and Rhodriguen, E. 1991. Feeding deterrent property from selected medicinal plant against development insect pests and vectors. Journal of The Science Society of Thailand : The 17th Congress on Science and Technology of Thailand. 402-403.

Talapatra, S.K., Bhar, D.S., and Talapatra, B. 1974. Flavonoid and terpenoid constituents of *Eupatorium odoratum*. Phytochemistry 13: 284-285.

Tabashnik, B.E., Finson, N., Johnson, M.W., and Heckle, D.G. 1995. Prolonged selection affects stability of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Ent. 88(2): 219-224.

Todd, D.H. 1959. Incidence and parasitism of insect pests of cruciferous crops in the North island, 1955-1958 seasons, New Zealand. J. Agr. Res. 2: 613-622.

Visetson, S. 1991. Insecticide resistance mechanism in the rust red flour beetle, *Tribolium castaneum (Herbst)*. Ph.D.-Thesis, University of Sydney, Australia.

Wells, D.S., Rock, G.C., and Dauterman, W.C. 1983. Studies on the mechanism responsible for variable toxicity of azinphosmethyl to various larval instars of the tufted apple budmoth, Platynota idaeuslis. Pestic. Biochem. Physiol. 20: 238-245.

Wilkinson, C.F. 1976. Insecticide synergism. In R.L. Metcalf and I.J. Mchelvey (eds.), The future for Insecticides: Needs and propects, pp. 195-218. New York: Wiley.

Wilkinson, C.F. 1983. In Pest Resistance to Pesticides. In G.P. Georghiou and T. Saito (eds.), Role of mixed-function in insecticide resistance. pp. 175-205. New York: Plenum.

Yu, S.J. 1983. Induction of detoxifying enzymes by allelochemical and host plant in the fall armyworm. Pestic. Biochem. Physiol. 12: 330-336.

Yu, S.J. 1984. Interaction of allelochemical with detoxification enzymes of insecticide susceptable and resistance fall armyworm. Pestic. Biochem. Physiol. 14: 275-281.

Yu, S.J. 1990. Liquid chromastographic determination of permetrin esterase activity in six phytophagus and entomophagus insects. Pestic. Biochem. Physiol. 36: 237-421.

Yu, S.J., and Nguyen, S.N. 1992. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in diamondback moth. Pestic. Biochem. Physiol. 44: 74-81.

Zhu, K. Y., and Brindley, W.A. 1990. Acetylcholinesterase and its reduced sensitivity to inhibition by paraoxon in organophosphate resistant *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera :Miridae) Pestic. Biochem. Physiol. 36: 22-28.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. การวิเคราะห์หาค่า LC_{50}

การคำนวณหาค่า LC_{50} ของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ใช้การวิเคราะห์แบบ Probit analysis (Finney, 1971) โดยใช้โปรแกรม SPSS

ตัวอย่าง คำนวณหาค่า LC_{50} ของสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก ที่เวลา 72 ชม.

conc.	response	total
0.00	3.00	50.00
0.01	9.00	50.00
0.025	12.00	50.00
0.05	14.00	50.00
0.25	18.00	50.00
0.50	23.00	50.00
0.75	27.00	50.00
1.00	34.00	50.00
1.25	36.00	50.00
1.50	40.00	50.00
2.00	50.00	50.00

********** PROBIT ANALYSIS **********

DATA Information

11 unweighted cases accepted.

0 cases rejected because of missing data.

1 case is in the control group.

MODEL Information

ONLY Normal Sigmoid is requested.

********** PROBIT ANALYSIS **********

Parameter estimates converged after 14 iterations.

Optimal solution found.

Parameter Estimates (PROBIT model: (PROBIT(p)) = Intercept + BX):

	Regression Coeff.	Standard Error	Coeff./S.E.
CONC	1.28975	.10667	12.09083

Intercept	Standard Error	Intercept/S.E.
-.85983	.08670	-9.91727

Pearson Goodness-of-Fit Chi Square = 13.593 DF = 9 P = .138

Since Goodness-of-Fit Chi square is significant, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

---

* * * * * * * * * * * * PROBIT ANALYSIS * * * * * * * * * * * *

Observed and Expected Frequencies

CONC	Number of Subjects	Observed Responses	Expected Responses	Residual	Prob
.00	50.0	3.0	9.747	-6.747	.19494
.01	50.0	9.0	9.926	-.926	.19852
.03	50.0	12.0	10.198	1.802	.20395
.05	50.0	14.0	10.660	3.340	.21321
.25	50.0	18.0	14.775	3.225	.29550
.50	50.0	23.0	20.745	2.255	.41490
.75	50.0	27.0	27.140	-.140	.54280
1.00	50.0	34.0	33.319	.681	.66637
1.25	50.0	36.0	38.704	-2.704	.77408
1.50	50.0	40.0	42.938	-2.938	.85877
2.00	50.0	50.0	47.863	2.137	.95725

********** PROBIT ANALYSIS **********

Confidence Limits for Effective CONC

		95% Confidence Limits	
Prob	CONC	Lower	Upper
.01	-1.13705	-1.67220	-.79427
.02	-.92569	-1.40046	-.61970
.03	-.79159	-1.22844	-.50855
.04	-.69072	-1.09930	-.42468
.05	-.60866	-.99445	-.35625
.06	-.53882	-.90538	-.29783
.07	-.47758	-.82743	-.24647
.08	-.42275	-.75777	-.20034
.09	-.37288	-.69455	-.15827
.10	-.32698	-.63647	-.11942
.15	-.13693	-.39753	.04297
.20	.01412	-.21011	.17450
.25	.14370	-.05197	.29000
.30	.26007	.08707	.39669
.35	.36791	.21252	.49895
.40	.47023	.32777	.59977
.45	.56923	.43517	.70142
.50	.66666	.53667	.80566
.55	.76410	.63413	.91394
.60	.86310	.72946	1.02766
.65	.96542	.82477	1.14843
.70	1.07325	.92242	1.27849
.75	1.18963	1.02538	1.42126
.80	1.31921	1.13790	1.58237

.85	1.47026	1.26705	1.77218
.90	1.66031	1.42749	2.01306
.91	1.70621	1.46598	2.07150
.92	1.75608	1.50771	2.13507
.93	1.81091	1.55350	2.20506
.94	1.87215	1.60454	2.28335
.95	1.94199	1.66262	2.37275
.96	2.02405	1.73071	2.47793
.97	2.12492	1.81424	2.60742
.98	2.25902	1.92502	2.77981
.99	2.47038	2.09914	3.05200

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance)

เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักในแต่ละตัวอย่างการทดลอง โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ซึ่งจะทดสอบให้ทราบว่าการทดลองใดที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง ปริมาณเอนไซม์ esterase ของหนอนใยผักรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.25 และ 0.50% (w/v)

Treatment	enzyme esterase
1	5.44
1	5.78
1	5.10
1	5.61
1	4.76
2	6.46
2	6.12
2	5.78
2	6.12
2	5.95
3	8.16
3	7.14
3	6.97
3	7.48
3	8.50
4	9.52
4	10.54
4	9.86
4	9.18
4	9.01

Treatment 1 = control

Treatment 2 = siam weed crude 0.05%

Treatment 3 = siam weed crude 0.25%

Treatment 4 = siam weed crude 0.50%

One Way Analysis of Variance โดยวิธี Duncan's New Multiple Range test

----- ONEWAY -----

Variable ENZYME enzyme esterase F3
By Variable TREAT siam weed crude

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	53.8696	17.9565	69.4227	.0000
Within Groups	16	4.1385	.2587		
Total	19	58.0081			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	95 Pct Conf Int for Mean
control	5	5.3380	.4094	.1831	4.8297 TO 5.8463
0.05%	5	6.0860	.2522	.1128	5.7729 TO 6.3991
0.25%	5	7.6500	.6584	.2944	6.8325 TO 8.4675
0.5%	5	9.6220	.6082	.2720	8.8668 TO 10.3772
Total	20	7.1740	1.7473	.3907	6.3562 TO 7.9918

GROUP	MINIMUM	MAXIMUM
control	4.7600	5.7800
0.05%	5.7800	6.4600
0.25%	6.9700	8.5000
0.5%	9.0100	10.5400
TOTAL	4.7600	10.5400

----- ONEWAY -----

Variable ENZYME enzyme esterase F3

By Variable TREAT siam weed crude

Multiple Range Tests: Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if

MEAN(J)-MEAN(I) >= .3596 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))

with the following value(s) for RANGE:

Step	2	3	4
RANGE	2.99	3.14	3.24

(*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

Mean	TREAT	c o n t r o l
5.3380	control	
6.0860	0.05%	*
7.6500	0.25%	* *
9.6220	0.5%	* * *

Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1

Group control

Mean 5.3380

- - - - - - - - - - -

Subset 2

Group 0.05%

Mean 6.0860

- - - - - - - - - - -

Subset 3

Group 0.25%

Mean 7.6500

- - - - - - - - - - -

Subset 4

Group 0.5%

Mean 9.6220

- - - - - - - - - - -

ประวัติผู้เขียน

นางสาวมนัญญา เพียรเจริญ เกิดวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2515 จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2537