



วิทยานิพนธ์

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่ออัตราการตาย ระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* Hendel)

Efficiency of Some Plant Extracts on Mortality, Levels of Esterase and
Glutathione-S- transferase in the Oriental Fruit Fly
(*Bactrocera dorsalis* Hendel)

นางสาวทิพนาด อันตรเสน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๐



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ชีววิทยา)

ปริญญา

ชีววิทยา

สัตววิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่ออัตราการตาย ระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* Hendel)

Efficiency of Some Plant Extracts on Mortality, Levels of Esterase and Glutathione-S-transferase in the Oriental Fruit Fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel)

นามผู้วิจัย นางสาวทิพนาด อันตรเสน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุรพล วิเศษสรรค์, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์มันทนา มิลน์, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์มณจันทร์ เมฆธน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สมภพ นวิภาพ, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่ออัตราการตาย ระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และ
กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* Hendel)

Efficiency of Some Plant Extracts on Mortality, Levels of Esterase and
Glutathione-S- transferase in the Oriental Fruit Fly
(*Bactrocera dorsalis* Hendel)

โดย

นางสาวทิพนาถ อันตรเสน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)
พ.ศ. 2550

ทิพนาด อันตรเสน 2550: ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่ออัตราการตาย ระดับเอนไซม์ เอสเทอร์เอสและกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* Hendel) ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) สาขาชีววิทยา ภาควิชาสัตววิทยา ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สุรพล วิเศษสรรค์, Ph.D. 159 หน้า

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชที่มีต่อเอนไซม์ทำลายพิษ (detoxification enzyme) ในแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* H.) โดยการใช้สารสกัดจากพืช 3 ชนิด คือ รากหางไหล (*Derris elliptica* Benth.) เมล็ดน้อยหน่า (*Annona squamosa* L.) และผลประคำดีควาย (*Sapindus rarak* DC.) โดยวิธี ซอกท์เลต ใช้ ethno1 95% เป็นตัวทำละลาย นำสารสกัดมาทดสอบทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อนระยะที่ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ในระยะอ่อน พบว่าสารสกัดจากรากหางไหลมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.48% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง และที่เวลา 48 ชั่วโมง เป็น 0.45 % w/v ส่วนในตัวเต็มวัยมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เป็น 0.06% w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง LC_{50} เท่ากับ 0.04 % w/v ส่วนสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงในระยะตัวอ่อนเป็น 3.09% w/v และที่ 48 ชั่วโมงเป็น 2.92% w/v ส่วนในตัวเต็มวัยให้ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เป็น 1.35 % w/v และที่ 48 ชั่วโมง เป็น 1.19% w/v และสารสกัดจากผลประคำดีควาย ในระยะตัวอ่อนได้ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเป็น 19.88% w/v และที่ 48 ชั่วโมง เป็น 18.32% w/v ส่วนในตัวเต็มวัยให้ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เป็น 4.02 % w/v และที่ 48 ชั่วโมง เป็น 3.73% w/v จากการศึกษาผลของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ทำลายพิษพบว่า ในระยะตัวอ่อนสารสกัดจากรากหางไหลความเข้มข้น 1 % w/v และผลประคำดีควายความเข้มข้น 30 % w/v ทำให้เอนไซม์เอสเทอร์เอสหนอนวัย 2 เพิ่มขึ้นประมาณ 2.0 เท่า และ 4 เท่า ตามลำดับ ส่วนกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยยะสำคัญ สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้น 5% w/v ทำให้เอนไซม์เอสเทอร์เอสลดลงประมาณ 1.6 เท่า ในขณะที่ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสมีค่าสูงขึ้นประมาณ 18 เท่า ส่วนการทดสอบสารสกัดจากพืชทั้งสามต่อการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ในตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ พบว่า สารสกัดจากรากหางไหลที่ 0.1 % w/v และเมล็ดน้อยหน่าที่ 5 % w/v ทำให้ระดับเอนไซม์เอสเทอร์เอสลดลง ประมาณ 1.5 เท่า ส่วนกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสเพิ่มขึ้นประมาณ 4-6 เท่า ส่วนผลประคำดีควายที่ 7.0 % w/v มีผลเหนี่ยวนำให้เอนไซม์เอสเทอร์เอสและกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสเพิ่มขึ้นประมาณ 1.8 เท่า และ 4 เท่าตามลำดับ จากการทดสอบความเป็นพิษของสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย พบว่า ผึ้งชันโรง (*Trigona apicalis* S.) เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควายจะให้ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0.25, 1.24 และ 7.06% w/v ตามลำดับ และที่เวลา 48 ชั่วโมงให้ค่า LC_{50} เป็น 0.22, 1.13 และ 6.14% w/v ตามลำดับ ส่วนการทดสอบกับปลาซอด (*Xiphophorus helleri* H.) หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย จะให้ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0.02, 0.31 และ 0.03 % w/v ตามลำดับ. และที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0.01, 0.26 และ 0.02 % w/v ตามลำดับ

Tipanartt Antarasane 2007: Efficiency of Some Plant Extracts on Mortality, Levels of Esterase and Glutathione-S- transferase in the Oriental Fruit Fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel).
Master of Science (Biology), Major Field: Biology, Department of Zoology. Thesis Advisor:
Associate Professor Suraphon Visetson, Ph.D. 159 pages.

This research was conducted to evaluate the efficiency of three plant extracts namely root of derris (*Derris elliptica* Benth.), seeds of sugar apple (*Annona squamosa* L.) and fruits of soap berry (*Sapindus rarak* DC.) against different fruit fly (*Bactrocera dorsalis* H.) instars, 2nd instar larvae and adults. The Soxhlet extraction using 95% ethanol as solvent was trialed. The completely randomized designs with 3 replicates were used for analysis procedures through out the experiment. The derris extract shows LC₅₀ against the 2nd instar larvae at 24 and 48 hours ca. 0.48% and 0.45% w/v respectively while the adults revealed LC₅₀ ca. 0.06% and 0.04 % w/v respectively. The sugar apple seeds extracts indicated LC₅₀ at 24 and 48 hours ca. 3.09% and 2.92% w/v respectively. The adults showed LC₅₀ at 24 and 48 hours ca. 1.35 and 1.19% w/v respectively against sugar apple seeds. Finally, the soap berry fruits extracts showed LC₅₀ at 24 and 48 hours against the larvae ca. 19.88% and 18.32% w/v respectively. Still the adults indicated of 4.02 and 3.73 % w/v respectively. The detoxification enzymes namely, esterase and glutathione-S-transferases showed different levels in response to each extracts. The derris extracts at 1% w/v and the soap berry at 30% w/v induced ca. 5 fold and 4 fold of esterase activity in the 2nd instar larvae, respectively but the glutathione-S-transferase no significant different. The sugar apple seeds extracts at 5 %w/v revealed ca. 1.6 fold reduced esterase activity. While glutathione-S-transferases activity was elevated ca. 18 fold. In addition, the adults showed reduced esterases ca. 1.5 fold against 0.1% w/v derris extracts, and 5% w/v sugar apple seeds extracts but the glutathione-S-transferases was induced by 2 fold. Finally, the soap berry fruits extract at 7% w/v induced esterase and glutathione-S-transferase by 1.8 fold and 4 fold respectively

The non-target organisms, stingless bee (*Trigona apicalis* S.) and sword tails fish (*Xiphophorus helleri* H.) were trialed to indicate the safety application. In the bee, the derris, sugar apple seeds, and soap berry extracts showed LC₅₀ at 24 hours ca.0.25, 1.24 and 7.06%w/v respectively, and at 48 hours ca. 0.22, 1.13 and 6.14%w/v respectively. While, the sword fish revealed LC₅₀ at 24 hours ca. 0.02, 0.31 and 0.03 %w/v respectively, but at 48 hours ca. 0.01, 0.26 and 0.02 %w/v respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล วิเศษสรรค์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนผลงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาและแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ ดร.มณฑนา มิตน์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอกและรองศาสตราจารย์ ดร. มณจันทร์ เมฆธน กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณกรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์หนังสือแนลงวันผลไม้เพื่อนำมาเลี้ยงและศึกษาต่อไป ดร. วสกร บัลลังก์โพธิ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นที่ปรึกษา ขอขอบคุณคุณปิยรัตน์ นาควิโรจน์ ที่เป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือในการเลี้ยงแมลง ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆทุกท่านของภาควิชาสัตววิทยาที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และน้องชาย ที่คอยให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจและคอยการสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยวิทยานิพนธ์นี้มาโดยตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ทิพนาด อันตรเสน

กันยายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	36
อุปกรณ์	36
วิธีการ	40
ผลและวิจารณ์	53
ผล	53
วิจารณ์	133
สรุปและข้อเสนอแนะ	142
สรุป	142
ข้อเสนอแนะ	145
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	146
ภาคผนวก	156
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	159

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากได้รับสารจากรากหางไหลที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	54
2	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สารสกัดจากรากหางไหลและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	56
3	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	57
4	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	59
5	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	60
6	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สารสกัดจากผลประคำดีควายและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	62
7	อัตราการตายของด้วงเตี้ยของแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	63
8	อัตราการตายของด้วงเตี้ยของแมลงวันผลไม้ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สารสกัดจากรากหางไหลและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	66
10	อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่าและค่าสมการ regression เปรียบเทียบในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	68
11	อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	69
12	อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สารสกัด จากผลประคำดีควายและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	71
13	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของหนอน แมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	73
14	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของหนอน แมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	75
15	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของหนอน แมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	77
16	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของ ตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหล ในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	82
18	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	84
19	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	87
20	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	90
21	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	93
22	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	96
23	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	99
24	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
25	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	104
26	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	106
27	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	108
28	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	110
29	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	112
30	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	114
31	อัตราการตายของฟัั้งชันโรง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ หลังได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	116
32	อัตราการตายของฟัั้งชันโรง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ หลังได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	118
33	อัตราการตายของฟัั้งชันโรง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ หลังได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
34	อัตราการตายของฝูงชนโรงที่ 50 เปอร์เซนต์ และสมการ regression จากการ ใช้สารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควาย ในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	123
35	อัตราการตายของปลาสด $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ หลังได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	124
36	อัตราการตายของปลาสด $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ หลังได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	126
37	อัตราการตายของปลาสด $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ หลังได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	128
38	อัตราการตายของปลาสดที่ 50 เปอร์เซนต์ และสมการ regression จากการ ใช้สารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควาย ในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	131
39	เปรียบเทียบค่า LC_{50} ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจากการได้รับสารสกัดจาก รากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควายความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	132

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะของต้นหางไหล (<i>Derris elliptica</i> Benth.)	4
2 โครงสร้างทางเคมีของ rotenone	7
3 ลักษณะผลของน้อยหน่า (<i>Annona squamosa</i> L.)	8
4 สูตรโครงสร้างของ anonaine	13
5 ลักษณะผลของประคำดีควาย (<i>Sapindus rarak</i> DC.)	14
6 โครงสร้างทางเคมีของ saponin glycosides	17
7 แมลงวันผลไม้ (<i>Bactrocera dorsalis</i> H.) ตัวเต็มวัยเพศเมีย	19
8 เปรียบเทียบแมลงวันผลไม้เพศผู้และเพศเมีย (<i>Bactrocera dorsalis</i> H.)	19
9 วงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ (<i>Bactrocera dorsalis</i> H.)	21
10 แมลงวันผลไม้ (<i>Bactrocera dorsalis</i> H.) ในระยะต่างๆ	22
11 ลักษณะการทำลายของแมลงวันผลไม้	23
12 ขั้นตอนของสารแปลกลบหลอมชนิดต่างๆในกระบวนการระยะที่ 1 และระยะที่ 2	28
13 ตัวอย่างปฏิกิริยาที่สำคัญปฏิกิริยาระยะที่ 1	29
14 รังของผึ้งชันโรง (<i>Trigona apicalis</i> , S.)	34
15 ลักษณะของปลาสดสี่สันต่างๆ (<i>Xiphophorus helleri</i> Heckel.)	35
16 การเลี้ยงแมลงวันผลไม้ในกรงมุ้งลวด	41
17 พืชและสารสกัดจากพืช	42
18 การทดสอบผลของสารสกัดที่มีต่อแมลงวันผลไม้	45
19 การตรวจวัดเอนไซม์ทำลายพืช	48
20 การทดสอบความเป็นพิษในผึ้งชันโรง	50
21 การเลี้ยงปลาสดในอ่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร	52
22 การศึกษาอัตราการตายของปลาสดโดยใช้สารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด	52
23 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบ จากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก เมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	58
25	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก ผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	61
26	อัตราการตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก รากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	64
27	อัตราการตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก เมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	67
28	อัตราการตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก ผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	70
29	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจาก รากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	74
30	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจาก เมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	76
31	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจาก ผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	78
32	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัด จากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	81
33	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	83
34	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัด จากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	85
35	ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับ สารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	88

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
36	ระดับกลูตาไทโอน-एस-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	91
37	ระดับกลูตาไทโอน-एस-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	94
38	ระดับกลูตาไทโอน-एस-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	97
39	ระดับกลูตาไทโอน-एस-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	100
40	ระดับกลูตาไทโอน-एस-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	103
41	ปริมาณโปรตีนของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	105
42	ปริมาณโปรตีนของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	107
43	ปริมาณโปรตีนของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	109
44	ปริมาณโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	111
45	ปริมาณโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	113
46	ปริมาณโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสาร สกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง	115

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
47	อัตราการตายของฟุ้งชันโรงจากการใช้สารสกัดจากรากหางไหล	117
48	อัตราการตายของฟุ้งชันโรงจากการใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า	119
49	อัตราการตายของฟุ้งชันโรงจากการใช้สารสกัดจากผลประคำดีควาย	121
50	อัตราการตายของปลาสอดจากการใช้สารสกัดจากรากหางไหล	125
51	อัตราการตายของปลาสอดจากการใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า	127
52	อัตราการตายของปลาสอดจากการใช้สารสกัดจากผลประคำดีควาย	129

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

CDNB	=	cholodinitrobenzene
CRD	=	complete randomized design
EDTA	=	ethylsene diamine tetra acetic acid
GST	=	gluthsthione-s-transferase
hr	=	hour
LC ₅₀	=	median lethal concentration
M	=	molar
mg	=	milligram
ml	=	milliliter
n mole	=	nano mole
PNPA	=	paranitrophenyl acetate
PVPP	=	polyvinyl poly pyrrolidone

**ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่ออัตราการตาย
ระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้
(*Bactrocera dorsalis* Hendel)**

**Efficiency of Some Plant Extracts on Mortality, Levels of Esterase and
Glutathione-S-transferase in the Oriental Fruit Fly
(*Bactrocera dorsalis* Hendel)**

คำนำ

แมลงวันผลไม้ (Oriental fruit fly) (*Bactrocera dorsalis* Hendel) เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของไทย ซึ่งทำความเสียหายให้กับผลไม้ที่เป็นผลผลิตสำคัญของเกษตรกรหลายชนิด เช่น ชมพู่ ฝรั่ง น้อยหน่า พุทรา มะม่วง ส้ม และกระเทียม เป็นต้น บางคนเรียกแมลงวันผลไม้ว่า แมลงวันทอง เนื่องจากบริเวณหลังของลำตัวบางส่วนที่มีสีทอง แมลงวันผลไม้จะวางไข่โดยการเจาะเข้าทำลายผลไม้ทำให้ผลไม้เน่าเสีย และร่วงหล่นเกิดความเสียหาย ทำให้มีการหาวิธีการป้องกันและกำจัดแมลงวันผลไม้ที่หลากหลายกันไป การป้องกันและกำจัดแมลงวันผลไม้โดยวิธีการใช้ยาฆ่าแมลงอย่างเดียวในการป้องกันและกำจัดแมลงวันผลไม้แม้จะได้ผลรวดเร็วแต่ก่อให้เกิดพิษตกค้างของยาฆ่าแมลงในผลไม้ สารเคมีเหล่านี้ในกลุ่มพวก ออกาโนคลอรีน เช่น DDT หรือสารสังเคราะห์อื่นๆ ซึ่งสารเหล่านี้นอกจากเกิดการตกค้างในธรรมชาติแล้ว หากใช้เป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดการดื้อยาของแมลงได้ (สุรพล, 2544) นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายสูง จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จนในปัจจุบันประชาชนได้ตระหนักถึงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมีในการฆ่าแมลง ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัย เกิดพิษตกค้างในผลผลิตผลเกษตร

ในปัจจุบันได้มีการนำสารสกัดจากพืช เรียกว่า Botanical Pesticides มาควบคุมแมลงศัตรูพืชมากขึ้น ซึ่งเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่ช่วยลดอัตราอัตราการสร้างความต้านทานของแมลงได้ เนื่องจากสารสกัดจากพืชมีองค์ประกอบอีกมากมาย โดยที่แมลงจะสร้างความต้านทานต่อองค์ประกอบดังกล่าวใช้เวลานานมาก (Visetson, 2002) ซึ่งวิธีดังกล่าวยังไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศให้เสียไปด้วย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความหลากหลายของพืชสมุนไพรมากที่สุดของโลกแห่งหนึ่ง สารสกัดจากธรรมชาติจากพืชหลายชนิดที่พบในประเทศไทย มีผลต่อการยับยั้งระบบภูมิคุ้มกันในกลุ่มของ detoxification enzyme เช่น Mixed function oxidase, esterase และ glutathione-S-transferase ในแมลงหลายชนิด เช่น หนอนใยผัก หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ค้างคาวงวงข้าว สารธรรมชาติเหล่านั้นเป็นกลุ่มสาร Allelochemicals เช่น citronellal จากตะไคร้หอม (เรวดี และสุรพล, 2542) สาร eupathal จากสาบเสือ (จริยา และคณะ, 2542) สาร rotenone จากรากหางไหล (Visetson and Mile, 2001) สาร curcumin จากขมิ้น (สุรพล และคณะ, 2542) สาร capsaicin จากพริกชี้ฟ้า (วสุกร และคณะ, 2545) สาร azadirachtin จากสะเดา (Visetson, 2001) สาร selinadiene จากหัวหมู (Visetson *et. al.* 2001;2002) สาร sitosterol จากพญาขอ (กิตติมา, 2545) สาร sesamol จากเมล็ดงา (Visetson *et. al.* 2003) ผลของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เหล่านี้มีผลต่อความเป็นพิษ พัฒนาการและอัตราการตายในแมลงบางชนิด ในปัจจุบันมีเอกชนหลายรายทำสารสกัดเหล่านี้ออกขายเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูเป็นการค้าอย่างแพร่หลายทดแทนการใช้สารเคมี

อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อแมลงวันผลไม้ และการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ทำลายพิษ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการและประชาชนอย่างมาก การศึกษานี้ ใช้สารสกัดจากพืช 3 ชนิด คือ สารสกัดจากรากหางไหล (*Derris elliptica* B.) สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (*Annona squamosa* L.) และผลประคำดีควาย (*Sapindus rarak* DC.) ซึ่งเป็นพืชหาได้ตามท้องถิ่น โดยใช้ ethanol 95% เป็นตัวทำละลาย โดยทดสอบผลของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดต่ออัตราการตายของหนอนแมลงวันวัยที่ 2 ซึ่งเป็นวัยที่มีอัตราการกินสูง รวมทั้งศึกษาระดับเอนไซม์ทำลายพิษหลังจากแมลงได้รับสารสกัดจากพืช เช่น เอนไซม์ esterase และ glutathione-S-transferase ซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำสารสกัดจากพืชมาใช้ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด ในการป้องกันและกำจัดแมลงวันผลไม้ทดแทนการใช้สารเคมีอันก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อมในการวิจัยครั้งนี้สารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวอาจได้รับการป็นเป็นสู่สิ่งแวดล้อมซึ่งไปมีผลกระทบต่อร่างกายและผลกระทบต่อสิ่งที่มีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมายซึ่งตัวแทนของสัตว์ดังกล่าวในการวิจัยนี้คือผึ้งชันโรง (*Trigona apicalis* S.) และปลาซอด (*Xiphophorus helleri* H.)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด คือ หางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย ที่มีต่อแมลงวันผลไม้
2. เปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นต่างๆ ของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดที่มีต่ออัตราการตายของแมลงวันผลไม้
3. เปรียบเทียบความเป็นพิษระหว่างแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยหลังจากได้รับสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด
4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ esterase และ glutathione-S- transferase ของแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากทั้ง 3 ชนิด
5. เปรียบเทียบผลของความเข้มข้นระดับต่างๆ ของสารสกัดจากพืชทั้งสามชนิดที่มีต่อแมลงวันผลไม้ในด้านการทำงานของเอนไซม์ esterase และ glutathione-S- transferase.
6. เปรียบเทียบศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ esterase และ glutathione-S- transferase ระหว่างแมลงวันผลไม้ระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย
7. ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด ต่อแมลงที่ไม่ใช่เป้าหมายคือ ชันโรงและปลาซอด

การตรวจเอกสาร

สมุนไพรที่นำมาศึกษา

หางไหล

1. การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Derris elliptica* Benth.

ชื่อวงศ์ : Fabaceae

ชื่อสามัญ : Derris, Tuba root

ชื่อท้องถิ่น : กะลำพะยะ เครือไหลน้ำ โปตะโกส้า โส่ดิน
ไหลน้ำ อวดน้ำ

ส่วนที่ใช้ : รากและลำต้น



ภาพที่ 1 ลักษณะของต้นหางไหล (*Derris elliptica* B.)

2. สารที่พบ

สารที่พบส่วนใหญ่ โรติโนน (rotenone) เป็นสารพิษที่มีพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมต่ำ และมีพิษต่อปลาสูง โดยมีพิษเฉียบพลันทางปาก พบว่ามีค่า $LD_{50} = 132 - 1,500$ mg/kg ต่อหนูขาว และค่า $LD_{50} = 0.3 - 0.5$ mg/kg ต่อคน สำหรับปลา LD_{50} เป็น 31 ppb โดยสารพิษจะออกฤทธิ์ยับยั้งขั้นตอนการขนส่งอิเล็กตรอนในระดับเซลล์ในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ทำให้เกิดการ

หายใจไม่ออกในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ความพิษกับปลาจะออกฤทธิ์เป็นยาเบื่อ rotenone มีคุณสมบัติสลายตัวได้ง่าย ในสภาพแวดล้อม (อุดมลักษณ์และอารมย์, 2542)

3. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น: โดยทั่วไปมีลักษณะกลมใบอ่อนและยอดมีขนอ่อนสีน้ำตาลปนแดง เถาหรือลำต้นส่วนที่แก่มีสีน้ำตาลปนแดงเช่นกัน แต่จะเริ่มมีสีเขียวเห็นชัดเจนปล้องที่อยู่ก่อนถึงยอดประมาณ 2-3 ปล้อง

ใบ: เป็นใบประกอบแบบขนนกปลายถี่ โดยใบจะขึ้นเป็นคู่ๆตรงข้ามกัน 2-4 คู่ ใบคู่แรก (นับจากโคนก้านใบ) มีขนาดเล็กที่สุด และเริ่มใหญ่ขึ้นเป็นลำดับ ใบสุดท้ายที่อยู่ตรงยอดเป็นใบเดี่ยว ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดก้านใบแต่ละก้านเรียงสลับกันบนลำต้น ใบย่อย กว้างประมาณ 3.0 - 9.5 ซม. และยาวตั้งแต่ 6.5 - 27.0 ซม. โคนใบเล็กเรียวขึ้นไปและปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ พื้นใบด้านบนสีเขียวลักษณะมัน เส้นแขนงลักษณะคล้ายก้างปลาได้ชัด แต่ไม่ยาวจนชิดขอบใบ ด้านท้องใบมีสีเขียวและเห็นเส้นใบชัดกว่าด้านบน เส้นใบมีลักษณะเขียวปนน้ำตาล

ดอก: เป็นดอกช่อออกตามลำต้นยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร ดอกตูมมีสีชมพูอมม่วง เมื่อบานเต็มที่มีสีชมพูอ่อน และค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีขาว

ผล: เป็นชนิดผลแห้งแก่แล้วแตก มีลักษณะเป็นฝักแบน ฝักอ่อนมีสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนแดงเมื่อฝักแก่ ภายในฝักมีเมล็ด ซึ่งมีลักษณะกลมแบนเล็กน้อย

4. การขยายพันธุ์

หางไหลสามารถขยายพันธุ์ด้วยการปักชำ โดยใช้กิ่งชำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ตัดใบออกให้หมด ถ้าเหลือไว้จะทำให้มีจำนวนรากน้อยลง การใช้ฮอร์โมนเร่งรากช่วยให้กิ่งชำมีจำนวนรากเพิ่มมากขึ้น การปักชำควรมีความชื้นสม่ำเสมอโดยให้น้ำหล่อเลี้ยงด้านล่าง วัสดุไว้เสมอ ทำให้กิ่งชำมีโอกาสแห้งตายน้อยลง ในช่วงฤดูแล้งควรปักชำในถุงพลาสติกเพื่อรักษาความชื้นและควรฉีดสารป้องกันเชื้อราในถุงชำระหว่างการปักชำควรให้ปุ๋ยยูเรีย (0.1%) จำนวน 3 ครั้ง ห่างกัน 10 วัน ปักชำไว้นานประมาณ 45 วัน จึงแยกกิ่งชำลงถุงดำพรางไว้ที่ร่มรำไรควรให้ปุ๋ยยูเรียกับต้นกล้าสัปดาห์ละครั้งประมาณ 1 เดือนกิ่งชำจึงมีความพร้อมที่จะย้ายไปปลูกในแปลงควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝนที่มีความชื้นในดินสูง

5. แหล่งกระจายพันธุ์

โล่ดินเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ดีในสภาพดินร่วนจนถึงดินเหนียว โดยมากมักจะเป็นที่ราบต่ำและมีฝนตกชุก มักพบในป่าบริเวณลุ่มแม่น้ำปิงจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ อ. สอด เรื่อยมาจนถึง อ. บ้านตาก ในภาคกลางสามารถพบได้ในเขตจังหวัดปราจีนบุรี ชลบุรีและจันทบุรี (วุฒิ, 2542)

6. การใช้ประโยชน์

สารพิษในหางไหล เนื่องจากหางไหลเป็นพืชตระกูลถั่ว สามารถปลูกเพื่อปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดินแล้วยังใช้ ปลูกเป็นพืชคลุมดิน เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำจากดิน และป้องกันการชะล้างของดินได้อีกด้วย

7. การใช้ประโยชน์จากการกำจัดศัตรูพืช

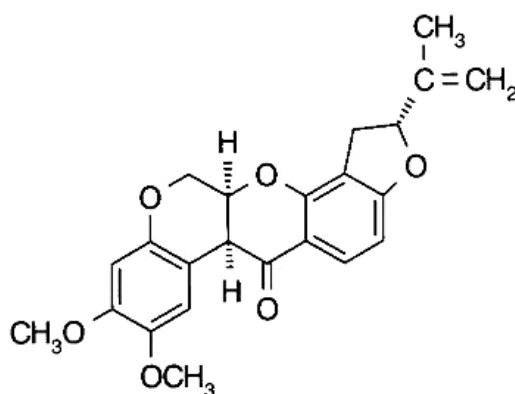
หางไหลหรือหางไหล สามารถนำมาใช้ควบคุมศัตรูพืชได้ ส่วนที่นำมาใช้คือ เถาสด เถาแห้ง หรือรากวิธีการใช้ควบคุมศัตรูพืช โดยนำต้นหรือรากอายุ 2 ปีขึ้นไป มาบดหรือทุบให้แตกมาก ๆ แช่ลงในน้ำ อัตรา 0.5 – 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แช่นาน 2 คืน ระหว่างแช่ควรกวนประมาณ 3 – 4 ครั้ง น้ำที่แช่หางไหลมีสีขาวเหมือนน้ำขาวขาว กรองเอาน้ำนั้นไปใช้ควบคุมศัตรูพืช โดยสารสกัดจากหางไหลจะออกฤทธิ์กับแมลงศัตรูพืชเหมือนสารกำจัดแมลงชนิดไม่ดูดซึมเข้าสู่ ต้นพืช (non – systemic insecticide) ดังนั้นแมลงจึงได้รับสารจากการกิน (stomach poison) และโดยการสัมผัส (contact poison) ชนิดของศัตรูพืชที่สามารถใช้หางไหลควบคุม ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก เพลี้ยจักจั่นฝ้าย เพลี้ยอ่อนกะหล่ำ ตั๊กแตน ค้างคาวงั่ว แมลงวัน ถ้าใช้ในรูปแบบมีประสิทธิภาพใน การฆ่าหมีด เหย็บ ไรไก่ ปลวก แมลงวัน เรือด เพลี้ยอ่อนบางชนิด หนอนเจาะผัก มวนปีก แก้ว ค้างคาวแดง ค้างคาวดำผัก เพลี้ยจักจั่นมะม่วง หนอนเจาะกะหล่ำปลี และศัตรูพืชผักต่าง ๆ เป็นต้น

การเก็บรักษาสารสกัดหางไหลควรเก็บในขวดสีชาปิดสนิทให้แห้งสนิท ข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้หางไหล สารสกัดจากหางไหล มีพิษเฉียบพลัน เป็นพิษ ต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสัตว์น้ำ สิ่งมีชีวิตที่มีใช้เป้าหมาย (nontarget organisms) ในระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ข้อดีของสารสกัดจากหางไหล คือ สารออกฤทธิ์ rotenone สลายตัวง่ายในเวลาอันรวดเร็วเมื่อถูกแสงแดด

และความชื้น ดังนั้นจึงไม่มีพืชค้ำยอยู่บนผลผลิตและมีพืชค้ำยในสภาพแวดล้อมน้อย ปัจจุบันมีการนำสารจากทางไหลจำหน่ายเป็นการค้า ชื่อ โรติโนน ใช้ควบคุมเพลี้ยจั่นฝ้าย (มานะ, 2541)

8. สรรพคุณทางยา

ในสมัยโบราณแพทย์ตามชนบทได้ใช้เถาทางไหลผสมกับยาอื่นๆเพื่อปรุงเป็นยาขับระดูสตรี แก่ระดูเป็นลิ่มหรือก้อน นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า แพทย์โบราณทางจังหวัดสุโขทัยใช้เถาทางไหลตากแห้ง และหั่นเป็นชิ้นเล็กๆสำหรับดองสุรารับประทาน เพื่อใช้เป็นยาขับลมและบำรุงโลหิต ยาถ่ายเส้นเอ็น ถ่ายลมและถ่ายเสมหะอีกด้วย แต่การใช้พืชสมุนไพรทุกชนิดอาจมีผลข้างเคียง ฉะนั้นเพื่อความปลอดภัยก่อนใช้ยาควรปรึกษาแพทย์ทุกครั้ง



ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของ Rotenone

ชื่อทางเคมี (IUPAC) ว่า 1,2,6a,12,12a-hexahydro-2-isopropenyl-8,9-dimethoxychromeno[3,4-b]furo[2,3-h]chromen-6-one.

ที่มา: Cancelado / Botanical Insecticides (2005)

น้อยหน่า

1. การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ :	<i>Annona squamosa</i> L.
ชื่อวงศ์ :	Annonaceae
ชื่อสามัญ :	Sugar apple, Sweetsop, Custard apple.
ชื่อท้องถิ่น :	ด้อยหน่า, หมากน้อนແໜ້ມ, มะแน้, น่อแน้, หมักเจียบ, หมากเจียบ, มะเจียบ, ไปรลึฟ, ลาหนัง
ส่วนที่ใช้ :	เมล็ด



ภาพที่ 3 ลักษณะผลของน้อยหน่า (*Annona squamosa* L.)

2. สารที่พบ

ภายในเมล็ดมีสารที่เป็นน้ำมัน 45 เปอร์เซ็นต์ และมีสารประกอบที่เป็นน้ำมันหอมระเหย พวก แอนโนนิน (annonine) หรือสารสแควโมซิน (squamocin) มีชื่อทางเคมีว่า dihydroxy-bistetrahydrofuran fatty acid (acetone neoannonin) ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ (สุรพล, 2542) นอกจากนี้ยังพบสารพวก steroid, glycoside และ alkaloid ด้วย (นันทวัน, 2542)

3. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : น้อยหน่าเป็นผลไม้ประเภทไม้ยืนต้นผลัดใบ มีขนาดทรงพุ่มเล็ก ส่วนของลำต้นแห้งสูงประมาณ 1 ฟุต แตกกิ่งก้านสาขาเป็นกิ่งหลัก กิ่งรอง กิ่งแขนง และกิ่งย่อย แตกกิ่งจะแตกอยู่ในระดับต่ำ ไม่เป็นระเบียบ

ใบ : เป็นใบแบบเดี่ยวรูปหอก คือการออกของใบจะเรียงสลับกันบนกิ่ง สีของใบเมื่อยังอ่อนอยู่จะเป็นสีเขียวปนเขียว เมื่อแก่แล้วเป็นสีเขียวเข้มปนน้ำตาล มีลักษณะเป็นรูปหอก ที่บริเวณปลายใบ แแหลมหรือค่อนข้างเรียวแหลม ที่โคนใบแหลมหรือเป็นรูปกลม เมื่อนำใบมาขยี้ มีกลิ่นเฉพาะตัว

ดอก : ออกดอกตามกิ่งที่แตกออกมาใหม่ในฤดูใบไม้ผลิ คือหลังจากที่ผลัดใบไปแล้ว หรือเป็นต้นฤดูฝน ดอกอาจเกิดจากส่วนของกิ่งแก่หรือนำส่วนของลำต้นแต่เป็นส่วนน้อยหลังจากได้รับความชื้นและน้ำแล้ว ดอกของน้อยหน่าจะเกิดเป็นกลุ่มกลุ่มละ 2-5 ดอกที่จุดเดียวกัน ต้นน้อยหน่าขนาดกลางจะมีดอกประมาณ 1,000-1,500 ดอก ลักษณะทั่วไปของดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีสีน้ำตาลปนขาวเกสรเพศผู้ รวมกันเป็นกลุ่มอยู่รอบเกสรตัวเมียซึ่งมีรังไข่อยู่ 1 อัน การผสมเกสรของน้อยหน่าโดยทั่วไปผสมแบบผสมข้าม เนื่องจากเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียมีความพร้อมในการผสมไม่พร้อมกัน การผสมของเกสรทำได้ดีในช่วง 9.00-12.00 น. และ 14.30-17.30 น. ส่วนระยะเวลาผลิดอกถึงดอกบานใช้เวลา 31-45 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเอาใจใส่ในการดูแลรักษา และปริมาณความชื้น ต้นน้อยหน่าที่ได้รับความชื้นที่ดี ดอกจะออกเร็วและบานได้ไว

สำหรับลักษณะการบานของดอกน้อยหน่าระยะตั้งแต่ดอกตูมเต็มที่แล้วบาน จะสามารถอยู่ได้ 3-4 วัน ซึ่งดอกแย้มจากปลายของกลีบดอกสู่ส่วนโคนของดอก เมื่อดอกบานเต็มที่แล้วเห็นส่วนของเกสรตัวเมียอย่างชัดเจน และดอกของน้อยหน่าจะบานทั้งกลางวันและกลางคืนการบานของดอกบานมากบานน้อยขึ้นอยู่กับความชื้น ถ้าความชื้นสูงดอกบานมาก ความชื้นน้อยดอกบานน้อย ซึ่งความชื้นและอุณหภูมิมีความสำคัญยิ่งต่อการบานของดอกน้อยหน่า สำหรับระยะเวลาดังแต่ดอกไม่บานจนถึงเก็บผลได้ ใช้เวลาประมาณ 120-125 วัน

อับละอองเรณูแตกตามความยาว โดยเริ่มแตกตรงโคนหรือตรงกลางไปหาปลายอับเกสร โดยวันที่มีความชื้นสูงอับละอองเรณูจะแตกมาก ส่วนเกสรเพศเมียพร้อมจะรับการผสม 1-2 วัน

ก่อนที่ดอกบาน ซึ่งเห็นเป็นน้ำเยิ้ม มีลักษณะเหนียวๆเคลือบอยู่ เพื่อช่วยในการดักจับของละอองเรณูได้ดีขึ้น ความพร้อมในการรับละอองเรณูจะหมดไปหลังจากอับละอองเรณูตัวผู้แตกได้ 1 ชั่วโมง เมื่ออับละอองเรณูแตกแล้วเพศเมียก็เกือบจะหมดสภาพในการรับการผสม ด้วยเหตุนี้การผสมข้ามดอกน้อยหน้าจึงมีมาก เพราะความสมบูรณ์และความพร้อมของเกสรเพศเมียเกิดไม่พร้อมกัน สำหรับการผสมข้ามดอกจะอาศัยแมลงหลายชนิดเป็นพาหะละอองเรณู อาทิ ต่อ แตน ผึ้ง ค้างคาว แข็ง ซึ่งปัจจุบันมีน้อยลงเนื่องจากสภาพทางระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปจึงต้องให้คนในการผสมเกสร เพื่อให้ผลของการติดผลของน้อยหน้าดีขึ้น

ผล : ลักษณะเป็นผลรวม เกิดจากดอกเพียงดอกเดียว แต่มีรังไข่หลายอันอยู่บนฐานรองดอกอันเดียวกัน เวลาแก่รังไข่จะแยกออกจากกันในแต่ละรังไข่ ซึ่งจะมีไข่เพียง 1 ใบเท่านั้น หลังจากที่ได้รับการผสมแล้วจึงเห็นมีเมล็ดอยู่ในรังไข่ 1 เมล็ด ส่วนของรังไข่ในแต่ละรังก็จะเจริญเป็นผลย่อย เนื้อของน้อยหน้าที่ใช้รับประทานเป็นส่วนที่เจริญมาจากด้านในของรังไข่ ผนังของรังไข่จะเจริญไปเป็นเปลือก ไข่ที่เริ่มผสมแล้วจะเจริญกลายเป็นเมล็ดน้อยหน้า ส่วนมากจะมีลักษณะกลมรี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์และการดูแลรักษาด้วย ที่ผิวของน้อยหน้าจะมีลักษณะเป็นตาูนมีสีเขียวแกมเหลือง เนื้อมีลักษณะนุ่ม ชุ่มน้ำ มีรสชาติหวาน หอม ชวนรับประทาน (รุ่งรัตน์, 2540)

4. แหล่งกำเนิดและกระจายพันธุ์

น้อยหน้าเป็นไม้ผลเมืองร้อนมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกาและมีการแพร่กระจายเข้าสู่ ตะวันออกกลางและอินเดีย การนำมาปลูกในประเทศไทยสันนิษฐานว่า ชาวโปรตุเกส หรือชาวอังกฤษเป็นผู้นำเข้ามาในประเทศไทยเนื่องจากการขยายพันธุ์น้อยหน้านิยมใช้เมล็ดและน้อยหน้าเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์จึงเกิดการกลายพันธุ์ จากพันธุ์เดิมได้ง่าย ดังนั้นพันธุ์น้อยหน้าที่ปลูกโดยทั่วไปจึงแบ่งออกเป็น 2 พันธุ์ใหญ่ ๆ คือ พันธุ์พื้นเมืองหรือพันธุ์ฝ้าย และพันธุ์น้อยหน้าหนัง

5. การใช้ประโยชน์

ผลสุกของน้อยหน้านำมารับประทานเป็นอาหารว่าง และส่วนอื่นยังสามารถใช้เป็นยาสมุนไพรได้อีกด้วย ในส่วนของการกินเป็นอาหาร น้อยหน้าเป็นผลไม้ที่มีราคาไม่แพง มีรสหวานชวนรับประทาน จึงเป็นที่นิยมรับประทานในหมู่ประชาชนทั่วไป อีกทั้งยังมีประโยชน์แก่ร่างกายและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง กล่าวคือ ในน้อยหน้า 1 ผล จะมีส่วนประกอบเป็นน้ำ 73.5%

คาร์โบไฮเดรต 23.9% โปรตีน 1.6% ไขมัน 0.3% แคลเซียม 0.02% ฟอสฟอรัส 0.04% ธาตุและวิตามินซีอีกเล็กน้อย สำหรับการใช้น้อยหน้าเป็นสมุนไพรรักษาโรค พบว่ามีการนำส่วนต่างๆของน้อยหน้ามาใช้ เช่น

เปลือก: ของลำต้นนำมาฝนเป็นยาสมานแผลและห้ามเลือด, แก้ท้องร่วง, ยาบำรุงกำลัง
ราก: ใช้เป็นยาระบายอย่างแรงและบางครั้งใช้รักษาโรคบิด
ผล: ดิบใช้เป็นยาสมานแผลและห้ามเลือด เป็นยาแก้ท้องร่วง โรคบิด และยาบำรุงธาตุ
เมล็ด: สามารถนำมากลั่นเอาน้ำมันมาทำสบู่ กากที่เหลือจากการกลั่นนำมาทำเป็นปุ๋ย
ใบ: ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรค ขับพยาธิ สามารถดื่มน้ำเกลือใช้เป็นยาพอกฝี แผลพุพองเป็นหนองและกลากเกลื้อน

เมล็ดกับใบสามารถใช้เป็นยาฆ่าเหา (โดยนำเมล็ด 10 เมล็ดและใบสด 1 กำมือ มาตำให้ละเอียด ผสมน้ำมันมะพร้าว 1-2 ช้อนโต๊ะ เอามาขโลมให้ทั่วศีรษะ แล้วใช้ผ้าคลุมโพกหัวเอาไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วจึงล้างออก)

6. สรรพคุณทางยา

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในใบและเมล็ดน้อยหน้ามีสารที่ชื่อว่า anonaine อยู่ด้วยในเมล็ดน้อยหน้าจะมีน้ำมันอยู่ประมาณ 45% ประกอบด้วย organic acid, resin, steroida, Alkaloid จากการศึกษาวิจัยน้อยหน้ามีสรรพคุณในการฆ่าแมลงโดยเฉพาะเหา โดยเด็ดใบมาตำให้แหลก คลุกกับน้ำมันพืชใช้พอกหัวเหาได้ดีแต่ต้องระวังไม่ให้เข้าตาจะเกิดการอักเสบ ฤทธิ์ฆ่าเหาเกิดจากสาร anonaine ในใบและเมล็ด

7. การใช้ประโยชน์จากการกำจัดศัตรูพืช

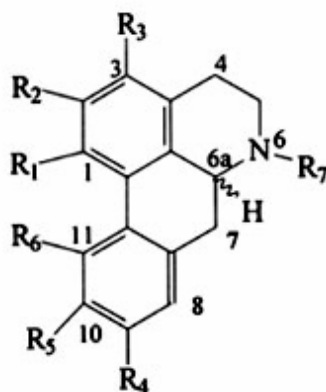
หากนำเมล็ดน้อยหน้าประมาณ 1 กิโลกรัม มาทำการบดให้ละเอียด แล้วผสมเข้ากับน้ำประมาณ 20 ลิตร จากนั้นแช่ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วกรองเอาน้ำไปฉีดพ่นบนแปลงเกษตรน้ำที่ได้นี้จะสามารถกำจัดเพลี้ยอ่อนได้ ที่มีจะระบาดในแปลงถั่วหรือแปลงผักทั่วไปได้

จากการรายงานการศึกษาโครงการสำรวจวิทยาการทดแทนสารเคมี (2531) พบว่าเมื่อนำ เมล็ดน้อยหน่าบดละเอียดผสมกับน้ำแล้วนำไปต้มสามารถฆ่าแมลงวันทองตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่นำน้ำจากเปลือกสดทำให้แมลงวันทองตาย 73 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมง

จากการศึกษาของแสงแข (2542) พบว่าสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าความเข้มข้น 5 และ 10 % w/v สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพด และยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดลูกรุ่นที่ 1 ของ ด้วงงวงข้าวโพดได้ด้วย

จากการศึกษาของณรงค์ (2539) พบว่า เมล็ดน้อยหน่าบดและแช่ด้วยน้ำที่มีแอลกอฮอล์ 10 เปอร์เซ็นต์ (แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 1 ขวดผสมน้ำ 9 ขวด) แช่ท่วมพวงเมล็ดน้อยหน่า (หรือใช้ แอลกอฮอล์ 10% ปริมาตรน้ำสองเท่าของน้ำหนักของพวงเมล็ดน้อยหน่า) แช่ทิ้งค้างคืนไว้หนึ่งคืน วันรุ่งขึ้นกรองคั้นเก็บส่วนที่เป็นน้ำไว้เป็นหัวเชื้อที่จะนำไปผสมให้เจือจางใช้ฆ่าเห็บต่อไป โดย ผสมกับน้ำหรือ 10 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ อีก 6 เท่าของน้ำที่กรองได้ แล้วกรองคั้นส่วนน้ำมา รวมกันทั้งหมด ใช้ฉีดพ่นให้โดนเห็บบนตัวโค จะฆ่าเห็บได้ทั้งเห็บตัวอ่อน เห็บตัววัยรุ่นและเห็บตัว แก่

สารสกัดจากเมล็ดด้วยอีเธอร์ใช้เป็นยาฆ่าแมลงได้ Mukerjea พบว่า สารสกัดจากเมล็ด น้อยหน่าฆ่าแมลงวัน *Musca nebulo*, และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ซึ่งโตเต็มที่ ที่ขนาด ความเข้มข้น 0.09%, 0.02% และ 0.14% และฆ่าตัวอ่อนและไข่ของไหมบ้าน *Bombyx mori* และ ยับยั้งการเจริญของแมลงจำพวกด้วง *Sitophilu oryzae* เมื่อใช้ขนาดความเข้มข้น 0.125%, 0.25% และ 0.375 % น้ำมันจากเมล็ดน้อยหน่าสามารถฆ่าตัวกตเทน *Nephoettix virescens* ได้ด้วย (นันทวัน, 2542)



ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างของ anonaine เป็น Isoquinolone alkaloid

$R_1+R_2 = OCH_2$, $R_6 = OH$, $R_3 = R_4 = R_5 = R_7 = H$ and 6a α ;

ที่มา: Chil (2006)

ประคำดีควาย

1. การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ :	<i>Sapindus rarak</i> DC.
ชื่อวงศ์ :	Sapindaceae
ชื่อสามัญ :	Soapberry
ชื่อท้องถิ่น :	ชะแซ ชะเหล่เค (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) มะคำดีควาย (ภาคกลาง, ภาคใต้)
ส่วนที่ใช้ :	ผล



ภาพที่ 5 ลักษณะผลของประคำดีควาย (*Sapindus rarak* DC.)

2. สารที่พบ

สารเคมีที่อยู่ในผลประคำดีควาย คือ saponin, Emarginatone, o- Methyl-Saponin เป็นต้น สรรพคุณแก้โรคชันนะตุ เกิดจากสาร saponin (สุรพล, 2542) และยังพบ Quercetin, Quercetin-3- α -L-arabofuranoside และ β - sitosterol

สารที่สำคัญ คือ saponin เป็นสารประเภท glycoside ซึ่งส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาลเป็นสารพวก Steroid หรืออาจเป็น triterpene (ภาพที่4) ซาโปนินมีคุณสมบัติทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เขย่าน้ำจะให้ฟองรูปรวงผึ้ง ซึ่งคงตัวอยู่ได้นาน เป็นพิษต่อสัตว์เลือดเย็น เช่น ปลา และหอย (นันทวัน, 2530)

3. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น : เป็นพรรณไม้ยืนต้นขนาดกลาง ลำต้น มีความสูงประมาณ 5-10 เมตร ลักษณะของ ลำต้นมีเปลือกเป็นสีน้ำตาลอมเทา พื้นผิว เปลือกค่อนข้างเรียบ เรือนยอดของลำต้นหนาทึบ

ใบ : ใบอ่อนเป็นช่อ เรียงสลับกัน ช่อหนึ่งมี ใบย่อยประมาณ 5-9 คู่ ใบย่อยมีลักษณะ เป็นรูปหอก โคนใบสอบเข้าหากัน ปลายใบเรียวแหลม ขนาดของใบกว้างประมาณ 0.6 -1.2 นิ้ว ยาวประมาณ 2.5- 4 นิ้ว ใบมีสีเขียวคล้ำๆ กับใบทองเหลือง

ดอก : ดอกออกเป็นช่อขนาดใหญ่ ออกตาม บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะของดอกเป็นดอกเล็ก สีขาวนวล หรือสีเหลืองอ่อนๆ ดอกหนึ่งมีกลีบ รองกลีบดอกเล็ก ประมาณ 4 กลีบ โคนกลีบ จะเชื่อมติดกัน และมีกลีบดอกประมาณ 5 กลีบ กลีบข้างนอกจะมีขนสั้นๆ สีน้ำตาลปนแดง ขึ้นประปรายและตรงกลางดอกมีเกสรตัว ผู้อยู่ 10 อัน

ผล : ผลมีรูปลักษณะค่อนข้างกลม ออกรวมกันเป็นพวง ขนาดของผลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 0.6 นิ้ว ผลมีสีดำ ข้างในผลมีเมล็ด เปลือกหุ้มที่แข็ง ผลหนึ่งมี 1 เมล็ดเท่านั้น

4. นิเวศวิทยาและการขยายพันธุ์

พบขึ้นกระจายตามป่าเบญจพรรณชื้น และป่าดิบแล้งตามภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100-1,300 เมตร ออกดอกผลระหว่างเดือน มีนาคม-มิถุนายน ขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ด ชาวบ้านมักใช้ผลมาแทนสบู่สำหรับซักล้างทั่วไป

5. สรรพคุณทางยา

ใบ : นำมาปรุงใช้เป็นยาแก้พิษกาฬ แก้กุสาวาส

เปลือกลำต้น : นำมาต้มเอาน้ำกินเป็นยา แก้พิษไข้ แก้พิษร้อน แก้ฝีอักเสบ แก้ฝีหัว
คว่ำ และเป็นยาแก้กษัยเป็นต้น

เมล็ด : ใช้เมล็ดสดหรือแห้งนำมาตำให้ละเอียด ใช้พอกหรือเอามาละลายน้ำล้างแผล แก้
โรคผิวหนัง

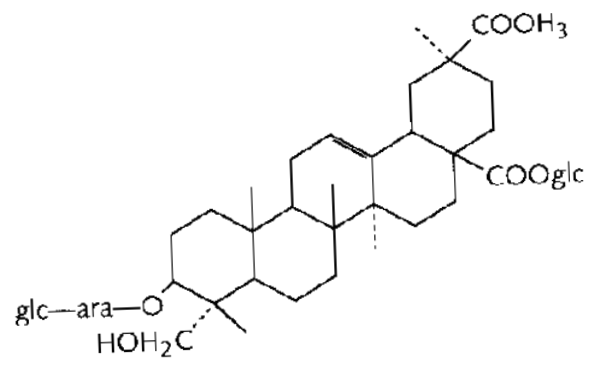
ผล : ใช้ผลที่แห้งนำมาคั่วให้เกรียม จากนั้นใช้ปรุงเป็นยาดับพิษได้ทุกชนิด แก้กาฬ
ภายใน แก้ไข้ แก้หืด หอบ แก้โรคผิวหนัง และแก้เสลดสุ่มฝีที่เปื่อยพัง

ราก : ใช้ขับเสมหะ แก้วริดสีดวง แก้หืด

6. ข้อมูลความเป็นพิษ

สารเคมีในผลประคำดีควายก็คือ saponin, emerginatonede, o-methyl-saponin สาร
ประเภทนี้สามารถทำลายเม็ดเลือดแดงได้ เมื่อเขย่า กับน้ำจะเกิดฟอง มีรสขม และกลื่นฉุน ถ้าเป็นผง
แห้งสารนี้จะระคายเคืองเยื่อจมูก สารนี้เป็นพิษมากต่อสัตว์เลือดเย็น ขนาดที่เจือจางมาก เช่น
1:200,000 สามารถฆ่าปลา ได้ ในสัตว์เลือดอุ่นถ้ากินสารนี้จะระคายเคืองต่อทางเดินอาหาร ทำให้
น้ำลายออกมาก คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง ถ้าสารนี้ถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายจะทำให้มี
อาการ ปวดศีรษะ กระหายน้ำ มีไข้ หน้าซีด ม่านตาขยาย ถ้าสารนี้เข้าไปในกระแสโลหิตจะทำให้
เม็ดโลหิตแดงแตก ถ้าได้รับพิษมากจะทำให้กล้ามเนื้อเปลี่ยน การไหลเวียนโลหิตผิดปกติ และมี
อาการชักได้ สารสกัดจากประคำดีควาย สามารถฆ่าหอย ฆ่าปลา และสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย

มีการทดสอบความเป็นพิษโดยใช้สารสกัดจากประคำดีควายที่ใช้แอลกอฮอล์ 50% เป็นตัว
ทำละลายขนาด 10 g/ kg โดยผ่านทางสายยางเข้าช่องท้องหนูถีบจักร และทำให้หนูถีบจักรตาย
ครั้งหนึ่งคือ 2.0 g/ kg



ภาพที่ 6 โครงสร้างทางเคมีของ Saponin glycosides

ที่มา: Nilson and Piza (1997)

แมลงที่ใช้ในการศึกษา

แมลงวันผลไม้

1. การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

ชื่อวิทยาศาสตร์	:	<i>Bactrocera dorsalis</i> Hendel
ชื่อสามัญ	:	Oriental fruit fly
ชื่อวงศ์	:	Tephritidae
อันดับ	:	Diptera

2. รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

ขนาด : ลำตัวยาว 4.5-6.5 มม. ปีกยาว 5.0- 6.4 มม.

หัว : สีเหลืองอมน้ำตาล จุดดำได้หนด 2 จุดค่อนข้างใหญ่ มีขน inferior fronto-orbital 2 คู่ และขน superior fronto-orbital 1 คู่ หนวดปล้องที่ 1 สีเหลือง หนวดปล้องที่ 2 และ 3 สีน้ำตาล ปลาย arista สีน้ำตาลดำ

อก : scutum สีดำ มีขนสั้นๆ สีเหลืองออกปล้องแรกไม่มีแถบ mesonotum มีแถบข้างออกทั้งสองสีเหลือง scutellum สีเหลือง มีขน 2 เส้น ขาสีเหลืองน้ำตาล femur และ tibia สีน้ำตาล

ปีก : ปีกใส ขอบปีกด้านบนมีสีน้ำตาลเข้ม ปลายปีกมีสีเข้มขอบบางมัวขยายออก

ท้อง : ปล้องแรกสีน้ำตาล ปล้องที่สองด้านข้างสีน้ำตาลเข้ม ปล้องที่สาม มีสีดำคาดตามขวางและตรงกลางมีแถบคาดตามขวางสีดำ

- อวัยวะเพศผู้ ปลายอวัยวะเพศผู้ มีลักษณะขรุขระ และมีหนาม 2 เส้น
- อวัยวะเพศเมีย ปลายอวัยวะวางไข่ มีปลายแหลมข้างละ 4 เส้น

(ฉันทน์, 2544)



ภาพที่ 7 แสดงแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* H.) ตัวเต็มวัยเพศเมีย

A ตามลูกศรชี้ คือ อวัยวะวางไข่ (ovipositor)

แมลงวันผลไม้เป็นแมลงขนาดเล็ก หลังการผสมพันธุ์เพศเมียจะวางไข่ โดยใช้อวัยวะวางไข่แทงลงไปได้ผิวผลไม้ ไข่มีลักษณะ ขาวรี ระยะไข่ 2-4 วัน เมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ๆ ตัวหนอนมีสีขาวใส เมื่อโตเต็มที่มีขนาด 8.0-10.0 มิลลิเมตร ระยะหนอน 7-8 วัน เมื่อเข้าดักแด้เริ่มแรก มีสีขาวนวลหรือเหลืองอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ระยะดักแด้ 7-9 วัน แล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัยเมื่อตัวเต็มวัยอายุ 12-14 วัน จะเริ่มผสมพันธุ์และวางไข่ เพศเมียมีการผสมพันธุ์กับเพศผู้หลายครั้ง สามารถวางไข่ได้ประมาณ 1,300 ฟอง วงจรชีวิตประมาณ 21-28 วัน



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย (*Bactrocera dorsalis* H.)

3. วงจรชีวิต

แมลงวันผลไม้มีวงจรชีวิตแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้มีวงจรชีวิตยาวประมาณ 1 เดือน โดยวงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ มีดังนี้

ระยะไข่ : ไข่มีสีขาวขุ่น ผิวมันสะท้อนแสง รูปร่างเหมือนกล้วยขนาดกว้างประมาณ 0.2 มิลลิเมตร ยาว 0.4 มิลลิเมตร มันจะวางไข่เป็นกลุ่มในเนื้อของผลไม้ เมื่อเจาะเปลือกผลไม้จะไม่เห็นระยะแรก แต่บริเวณรอบ ๆ นั้นจะเป็นสีเหลือง ใช้เวลาฟักไข่ 1-3 วัน และตัวหนอนจะเจาะรูเข้าไปในเนื้อผลไม้ จำนวนตัวหนอนต่อผลไม้ 1 ผลมีตั้งแต่ 1-12 ตัวหรือบางครั้งก็มากกว่า ระยะไข่ที่อาศัยอยู่ในผลไม้ระยะนี้สารฆ่าแมลงประเภทดูดซึมสามารถทำลายไข่ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

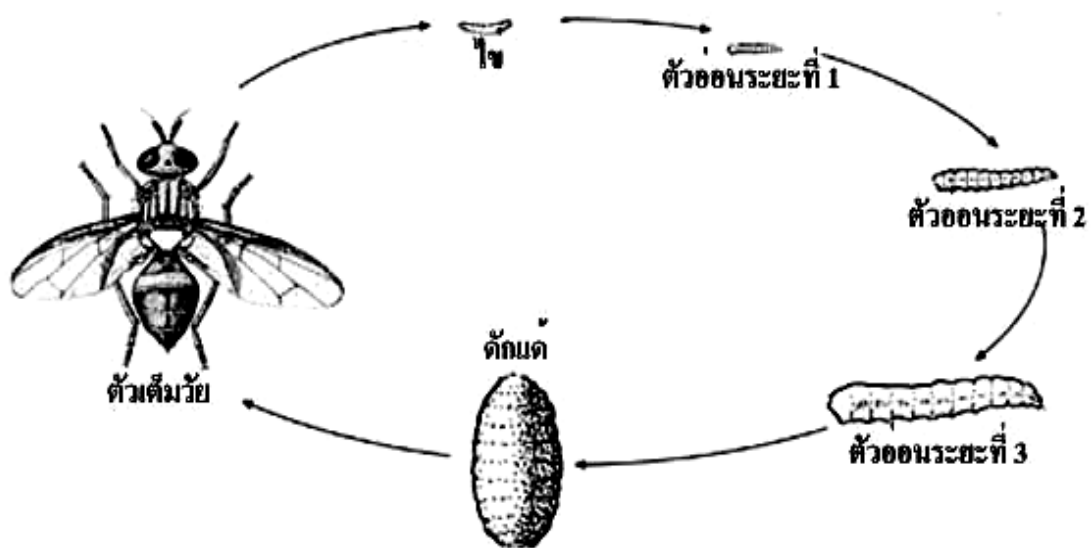
ระยะตัวหนอน : ตัวสีขาวใส เมื่อกินอาหารจะมีสีตัวตามสีของอาหารที่กิน หัวแหลมท้ายป้าน ไม่มีตา ไม่มีขา มีตะขอที่ปาก (mount hook) หนอนของแมลงวันผลไม้จะแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

- หนอนวัย 1 ลำตัวมีสีขาวใส ตะขอสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวยาว 1.5 มิลลิเมตร อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
 - หนอนวัย 2 อายุ ประมาณ 2.5-3.0 วัน ลำตัวมีสีขาวขุ่น ตะขอที่ปากมีสีน้ำตาลแก ขนาดใหญ่กว่าวัยที่ 1 ประมาณ 2.5 เท่า ตัวหนอนยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร
 - หนอนวัย 3 อายุ 5-8 วัน ลำตัวมีสีขาวขุ่น ส่วนหลังมีสีขาวใสเล็กน้อย ผิวสีตัวสะท้อนแสง ตะขอมีสีดำ เมื่อโตเต็มที่จะยาว 10 มิลลิเมตร ตามตัวมีขนเล็กๆ สามารถขีดตัวได้ไกล
- ระยะหนอนอาศัยอยู่ในผลไม้เป็นระยะเดียวที่ทำลายผลผลิต ระยะนี้การใช้สารฆ่าแมลง เทบไม่ สามารถทำลายระยะตัวหนอนได้เลย

ระยะดักแด้ : ดักแด้เกิดในดินมีรูปร่างกลมทรงกระบอกคล้ายถังเบียร์ลำตัวเป็นปล้องๆ สีมืดน้ำตาล ใช้เวลาเพียงแค่ 8-12 วัน ระยะดักแด้ กว้าง 2 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร.

ตัวเต็มวัย : ลำตัวมีสีน้ำตาลปนดำ มีแถบสีเหลืองที่ตรงส่วนอก ปีกบางใสสะท้อนแสง เมื่อสุภาพรวมแล้วชาวบ้านจึงเรียกว่าแมลงวันทอง ระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่ไม่ทำลายพืชผล

เพียงแต่กินน้ำหวาน ตัวเมียจะกินอาหารที่เป็นโปรตีน 1 สัปดาห์ เช่น แבקที่เรียกกำลังเจริญเติบโตในผลไม้และผิวหนังส่วนต่าง ๆ พืช และน้ำตาล เช่น ใน honeydew และน้ำหวานดอกไม้ ก่อนที่จะวางไข่ หลังจากออกจากดักแด้ประมาณ 11 วัน จึงเริ่มวางไข่ ระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่เหมาะสมที่เกษตรกรสามารถกำจัดแมลงวันได้ผลไม้ง่าย หากพ่นสารฆ่าแมลงไปถูกตัว หรือใช้เหยื่อพิษมาล่อให้แมลงมากิน (มนตรี, 2544)



ภาพที่ 9 วงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* H.)



ก



ข



ค

ภาพที่ 10 ภาพแมลงวันผลไม้ระยะต่างๆ (*Bactrocera dorsalis* H.)

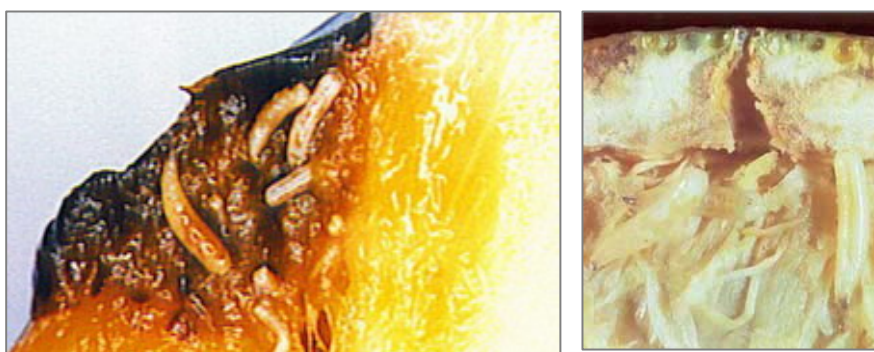
ก. หนอนแมลงวันผลไม้

ข. ระยะตัวเต็มวัย

ค. ระยะดักแด้

4. ลักษณะการทำลาย

ความเสียหายของแมลงวันผลไม้มักจะเกิดขึ้นเมื่อ เพศเมียใช้อวัยวะวางไข่ (ovipositor) แทะเข้าไปในผลไม้ ตัวหนอนที่ฟักจากไข่จะอาศัยและซ่อนไข้อยู่ภายใน ทำให้ผลไม้เน่าเสียและร่วงหล่นลงพื้น ตัวหนอนจะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ในดินแล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้วางไข่ในผลไม้ที่ใกล้สุกและมีเปลือกบาง ในระยะเริ่มแรกจะสังเกตได้ยากอาจพบอาการช้ำบริเวณใต้ผิวเปลือกเมื่อหนอนโตขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้ผลไม้เน่าและเหม็นน้ำไหลเยิ้มออกทางรูที่หนอนเจาะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ ผลไม้ที่ถูกทำลายนี้มักจะมีโรคและแมลงชนิดอื่น ๆ เข้าทำลายซ้ำ แมลงวันผลไม้ระบาดทั่วทุกภาค ทั้งในเขตป่าและในบ้าน และสามารถอยู่ได้แม้มีระดับความสูงถึง 2,760 เมตรจากระดับน้ำทะเล และยังพบตลอดทั้งปี เนื่องจากมีพืชอาหารมากมาย แต่จะมีปริมาณแมลงวันผลไม้สูงสุดในช่วงเดือนที่มีผลไม้สุกคือ ในช่วงเดือนมีนาคม ถึงมิถุนายน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25 - 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70 - 80 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 11 ลักษณะการทำลายของแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* H.)

ที่มา: ประพนธ์ ปราณโสภณ / กลุ่มวิจัยและพัฒนาชีวเคสียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์
แห่งชาติ(2006)

5. การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด

แมลงวันผลไม้ระบาดในทวีปอเมริกา ยุโรป เอเชีย หมู่เกาะแปซิฟิก ใต้หวัน ญี่ปุ่น ปาปัวนิวกินี ฮาวาย ฯลฯ ในประเทศไทยพบการระบาดทั่วทุกภาค ทั้งในเขตป่าและในบ้าน และสามารถอยู่ได้แม้มีระดับความสูงถึง 2,760 เมตร จากระดับน้ำทะเล และยังพบตลอดทั้งปี เนื่องจาก

มีพืชอาหารมากมาย แต่จะมีปริมาณแมลงวันผลไม้สูงสุดในช่วงเดือนที่มีผลไม้สุกคือ ในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25 - 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70 - 80 เปอร์เซ็นต์

6. พืชอาหาร

มะม่วง (*Mangifera indica* L.)

ทับทิม (*Punica granatum* L.)

ชมพู (*Eugenia javanica* L.)

พุทรา (*Zizyphus mauritiana* L.)

กระท้อน (*Sandoricum koetjabe* (Burm. f.) Merr.)

กล้วย (*Musa sapientum* L.)

น้อยหน่า (*Annona squamosa* L.)

เงาะ (*Nephelium lappaceum* L.)

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.)

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.)

ขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.)

ลางสาด (*Lansium domesticum* Corr.)

ฝรั่ง (*Psidium guajava* L.)

ลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.)

กาแฟ (*Coffea arabica* L.)

ส้มชนิดต่างๆ (*Citrus aurantium* L., *Citrus sinensis* Osb.)

ที่มา: มนตรี จิรสุรัตน์ (2544)

7. ศัตรูธรรมชาติ

มีแตนเบียนหนอนแมลงวันผลไม้วางไข่ตามรอยแผลบนผลไม้ตรงที่แมลงวันวางไข่ไว้ ที่พบในประเทศไทย (โกศล, 2533) ได้แก่ *Biosteres arisanus* Sonan, *Biosteres longicaudatus* Ashmead, *Opius makii* Sonan, ตัวห้ำแมลงวันผลไม้ ได้แก่ มดคัน (*Pheidologeton diversus*)

8. การป้องกันกำจัด

8.1 การทำความสะอาดบริเวณแปลงเพาะปลูก แมลงวันผลไม้สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้อย่างรวดเร็วในขณะที่มีพืชอาศัยอยู่มาก โดยการรวบรวมทำลายผลไม้ที่เน่าเสีย อันเนื่องมาจากถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย สามารถหยุดยั้งการเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็วของแมลงได้

8.2 การห่อผลไม้ เป็นการป้องกันการเข้าไปวางไข่ในผลไม้ที่ง่ายและได้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่งอีกทั้งยังเป็นวิธีการที่ปลอดภัยจากการใช้สารฆ่าแมลง การห่อผลไม้ไม่ควรจะห่อให้มิดชิดไม่ให้มีรูหรือรอยฉีกขาดเกิดขึ้น มิฉะนั้นแมลงจะเข้าไปวางไข่ได้

8.3 การควบคุมโดยชีววิธี ในธรรมชาติแล้ว แมลงวันผลไม้มีแมลงศัตรูธรรมชาติอยู่แล้ว มีอัตราการทำลายตั้งแต่ 15 - 53 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแมลงวันผลไม้มีความเสียหายโดยตรงกับผลิตผลการใช้วิธีนี้จึงน่าจะใช้ร่วมกับวิธีอื่น ๆ ในการลดจำนวนประชากรในแปลง

8.4 การฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลง การใช้สารฆ่าแมลงนั้นเป็นการลดปริมาณประชากรของแมลงวันผลไม้ในธรรมชาติได้อย่างรวดเร็วและเห็นผลได้ชัด แต่ในขณะเดียวกันแมลงก็มีการเคลื่อนย้ายจากแหล่งที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเข้าทำลายอีก และต้องพ่นซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงเข้าทำลายซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างและการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติ

8.5 การใช้สารล่อ

8.5.1 การใช้สารล่อแมลงวันผลไม้ตัวผู้ สารเคมีที่ใช้เป็นสารล่อนี้จะสามารถดึงดูดได้เฉพาะแมลงวันผลไม้ตัวผู้เท่านั้น และการใช้สารล่อนี้จะต้องคำนึงถึงแมลงที่ต้องการให้เข้ามาในกับดักด้วย เพราะแมลงวันผลไม้จะมีความเฉพาะเจาะจงกับสารล่อแต่ละชนิด เช่น เมทิล ยูจินอล (Methyl Eugenol)

8.5.2 การใช้เหยื่อโปรตีน โดยการนำเอาโปรตีน ไฮโดรไลเสท (Protein Hydrolysate) ผสมกับสารฆ่าแมลงมาเป็นเหยื่อล่อแมลงวันผลไม้ โดยใช้โปรตีนไฮโดรไลเสท 200 ซีซี ผสมสารฆ่าแมลง malathion 83 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 70 ซีซี ผสมน้ำ 5 ลิตร พ่นเป็นจุด ๆ เท่านั้น วิธีการนี้ให้ผลที่ดีมาก นอกจากจะประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายในการใช้สารฆ่าแมลงและแรงงานแล้ว ยังเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม แมลงผสมเกสร รวมทั้งตัวห้ำ ตัวเบียนน้อยลง ที่สำคัญคือสารนี้สามารถ

ดึงดูดได้ทั้งแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ซึ่งจะช่วยลดอัตราการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ได้อย่างดี

8.6 การทำหมันแมลง

จุดมุ่งหมายของวิธีการนี้คือ การกำจัดแมลงให้หมดไปจากพื้นที่ที่ต้องการ จะต้องมีการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ให้มีปริมาณมาก แล้วทำหมันแมลงเหล่านี้โดยการฉายรังสีแกมมา จากนั้นจึงนำแมลงที่เป็นหมันนี้ไปปล่อยในธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณแมลงในธรรมชาติจนหมดไป แต่การกระทำด้วยวิธีนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมากและก็ยังมีข้อจำกัดอื่น ๆ อีกที่จะต้องคำนึงถึง เช่นการป้องกันการแพร่ระบาดเข้ามาใหม่ของแมลงและการที่แมลงศัตรูชนิดอื่น จะเพิ่มพูนความสำคัญขึ้นมา

8.7 การกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ในผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว

ส่วนมากระยะของผลไม้ที่เราเก็บเกี่ยวอยู่นั้นอยู่ในระยะแก่จัด ซึ่งอาจมีแมลงวันผลไม้วางไข่อยู่ หรือมีหนอนในวัยคั่น ๆ ที่ยังไม่เห็นการทำลายอย่างเด่นชัดแฝงตัวอยู่ ฉะนั้นเพื่อเป็นการกำจัดไข่หรือหนอนที่ติดมาในผลไม้ จึงมีวิธีการกำจัดดังนี้

8.7.1 การรมยา โดยการใช้สารรม (fumigant) บางตัวเข้ามารวมแมลง เช่น เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) เป็นต้น

8.7.2 การใช้รังสี โดยการใช้ผลไม้ที่ได้รับฉายรังสีแกมมา

8.7.3 การใช้วิธีการอบไอน้ำร้อน เป็นวิธีการที่ใช้อยู่เป็นการค้าในหลาย ๆ ประเทศ เช่น ฮาวาย ใต้หวัน สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ และประเทศไทย (อนันต์, 2540)

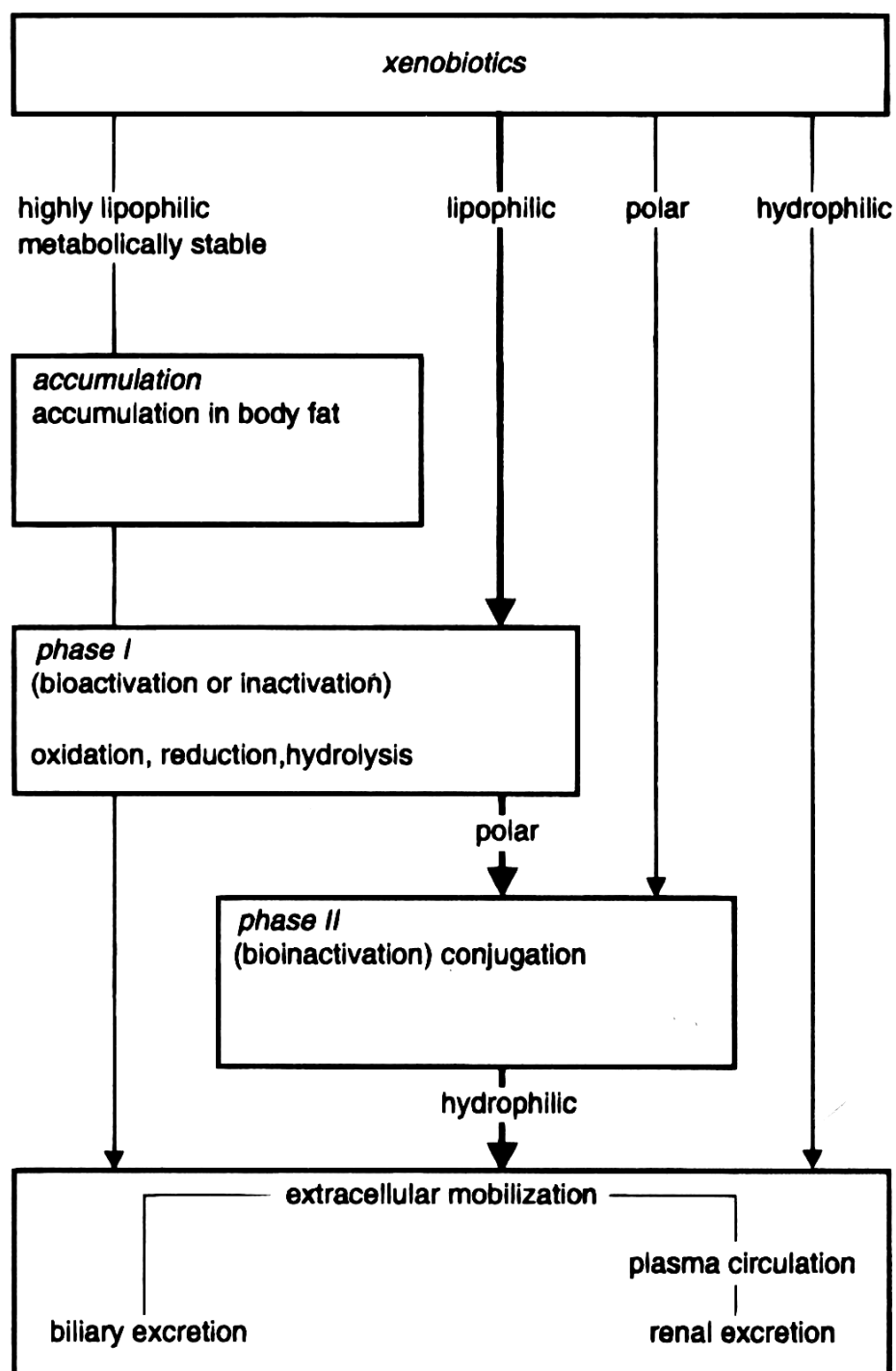
กระบวนการป้องกันและทำลายพิษ

สิ่งมีชีวิตเมื่อได้รับสารพิษเข้าไปจะมีกลไกในการตอบสนองต่อพิษและมีกระบวนการทำลายสารพิษหรือสารแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย (detoxification) ซึ่งเป็นวิถีทางชีวเคมีในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษโดยมีเอนไซม์ทำลายพิษ (detoxification enzyme) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้โครงสร้างของสารพิษเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารที่มีขั้วหรือสามารถละลายน้ำได้ดีทำให้ง่ายต่อการกำจัดออกจากร่างกาย (Visetson , 2001)

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษนั้นนอกจากจะทำให้มีคุณสมบัติทั่วไปในการละลายน้ำได้ดีขึ้นแล้วยังมีผลต่อการออกฤทธิ์ของสารนั้นด้วย คือเมื่อถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแล้วจะมีฤทธิ์น้อยลงหรือไม่มีฤทธิ์เลย (detoxification) แต่สารพิษบางชนิดต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเสียก่อนจึงจะสามารถออกฤทธิ์ได้ (toxification) และเรียกกระบวนการทั้งสองแบบนี้ว่าการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษโดยใช้วิธีการทางชีววิทยา (biotransformation) หรือกระบวนการเมตาบอลิซึมของสารพิษ (metabolism of toxic compound) (มาลี, 2527; ชัยวัฒน์ และคณะ, 2539) อวัยวะที่สำคัญยิ่งในกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษและขับถ่ายสารพิษออกจากร่างกาย ได้แก่ ตับ ปอด และทางเดินอาหาร เป็นต้น

สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organorine) ออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) , คาร์บาเมต (carbamate) และไพริทรอยด์(pyrethroid) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญ มีผลต่อระบบประสาทเมื่อสารพิษเหล่านี้เข้าสู่ตัวแมลงแล้วจะไปทำปฏิกิริยากับพวกเอนไซม์ที่เป็นเอนไซม์ที่ไม่จำเพาะเจาะจงกับสารแปลกปลอม (nonspecific enzyme) ที่ร่างกายของแมลงสร้างขึ้น กลไกการเข้าทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ทำลายพิษนั้นเกิดขึ้น 2 ระยะ (phase) ในระยะที่ 1 (phase I reaction) จะไปจับกับชั้นสเตอรอยลในอวัยวะต่างๆทำให้เกิดความมีขั้วที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความมีขั้วที่ได้ในระยะที่ 1 ดังนั้นอาจเกิดปฏิกิริยาในระยะที่ 2 (phase II reaction) ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยาคอนจูเกชัน (conjugation) ทำให้เกิดการละลายน้ำอย่างดี และสามารถขับออกจากร่างกายได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย แต่สารประกอบบางชนิดอาจเข้ามาโดยไม่จำเป็นต้องผ่านระยะที่ 1 ก่อนแต่จะตรงเข้าไประยะที่ 2 เลยแล้วถูกกำจัดออกจากร่างกายเลย แต่สารประกอบบางชนิด อาจผ่านแต่ระยะที่ 1 หรือไม่ผ่านทั้งสองระยะก็สามารถขับออกจากร่างกายก็ได้ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 สรุปขั้นตอนของสารแปลกปลอมชนิดต่างๆในกระบวนการระยะที่ 1 และระยะที่ 2
ที่มา: Niesink *et. al.* (1996)

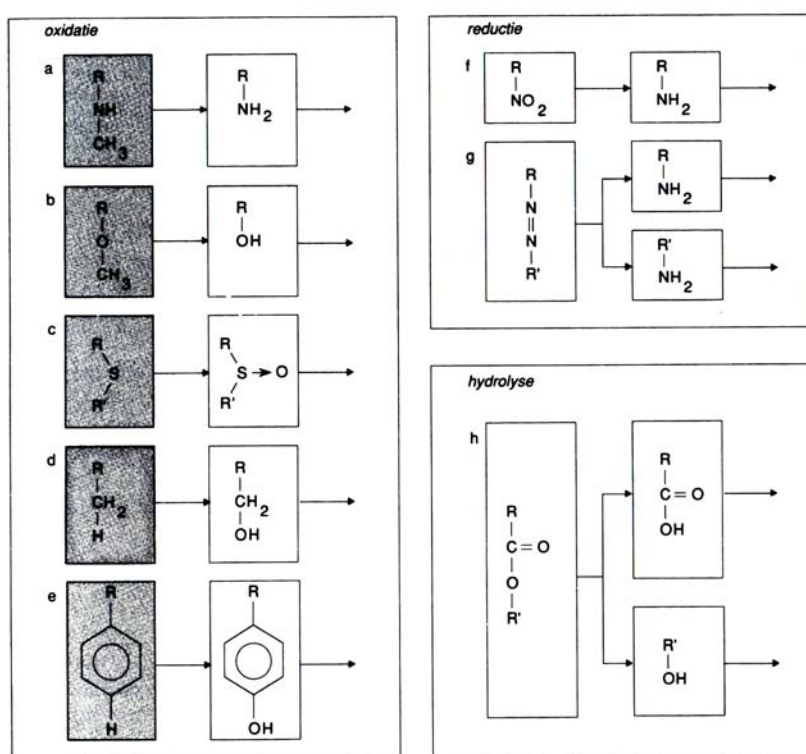
1. ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาระยะที่ 1 (phase I)

สารพิษเมื่อเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 1 ด้วยกลไกที่สำคัญ 2 กลไก คือ

1.1 กลไกการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ใช้เอนไซม์โดยตรง โดยเอนไซม์เหล่านี้จะทำให้สารพิษมีโครงสร้างที่ใหม่เกิดขึ้น

1.2 กลไกการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ใช้เอนไซม์ในไมโครโซม เป็นเอนไซม์ที่มีองค์ประกอบพิเศษที่ ไซโตโครม พี 450 ร่วมในการทำงานด้วย

การเปลี่ยนแปลงในระยะที่ 1 นี้ อาจทำให้สารพิษอาจทำให้มีฤทธิ์ น้อยลง หรืออาจทำให้มีฤทธิ์มากขึ้น ปฏิกิริยาที่สำคัญระยะที่ 1 (Visetson, 2002)



ภาพที่ 13 ตัวอย่างปฏิกิริยาที่สำคัญปฏิกิริยาระยะที่ 1

ที่มา: Niesink et. al. 1996

Oxidation เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้มีการนำออกซิเจนเข้าไปโครงสร้างของสารพิษ ทำให้เกิดสารพิษที่มีจำนวนออกซิเจนเพิ่มขึ้น

Reduction เป็นปฏิกิริยาที่จะทำให้มีการนำไฮโดรเจนเข้าไปในโมเลกุลของสารพิษจนทำให้สารพิษมีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนในโมเลกุลเพิ่มขึ้น 1 อะตอม

Hydrolysis เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้สารพิษในกลุ่มเอสเทอร์และกลุ่มเอมีดจะถูกสลายตัวออก

อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญที่สุดในระยะที่ 1 ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาในการเร่งของเอนไซม์ไมโครโซมัล มิกซ์ฟังก์ชัน ออกซิเดส (microsomal mix function oxidase) หรือ FMO หรือ MFO ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกซิเดชันสารพิษเข้าสู่ร่างกายและเอนไซม์ที่สำคัญในการกำจัดสารพิษของปฏิกิริยาที่ 1 ก็คือ esterase และ monooxygenase ซึ่งพบมากใน Cytochrome P-450 ในตัวของแมลง อวัยวะที่มี Cytochrome ชนิดนี้มากก็คือลำไส้ส่วนกลาง, fatbody, ท่อมัลฟีเลียล (malpighial tube) แต่ละแหล่งที่พบจะมีลักษณะการทำงานไม่เหมือนกัน แต่มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ กำจัดความเป็นพิษออกจากร่างกาย

2. ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาระยะที่ 2 (phase II)

การเมตาบอลิซึมในปฏิกิริยาที่ 2 นี้ จะเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ทางชีววิทยา (biosynthetic union) หรือการประกบ (coupling) ของสารแปลกปลอมที่มาจากปฏิกิริยาระยะแรกของการเมตาบอลิซึมกับสารคอนจูเกต (conjugating agents) ซึ่งเป็นสารที่อยู่ภายในร่างกาย (endogenous substrate) ซึ่งเป็นสารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีนหรือกรดอะมิโน หรือกลุ่มของธาตุกำมะถันและองค์ประกอบฟอสเฟตต่างๆ ปฏิกิริยาส่วนใหญ่จะได้ผลผลิตเป็นเป็น คอนจูเกชันโปรดัก (conjugation product) ซึ่งลักษณะการรวมตัวกันของสารเหล่านี้ซึ่งอาจจะเป็นการเพิ่มความความเป็นพิษ (intoxication) หรืออาจจะลดความเป็นพิษของสารพิษลง (detoxification) ก็ได้ ในปฏิกิริยาระยะที่ 2 นั้นสามารถแบ่งกลไกเป็น 3 ย่อยด้วยกัน

แบบที่ 1 xenobiotic+ activated conjugating agent $\longrightarrow$ conjugated product

กลไกที่หนึ่งจะเป็นการ conjugation กับสารกึ่งกลางที่มีพลังงานสูง และมีความไวต่อปฏิกิริยา (high energy active intermediate)

แบบที่ 2 active- xenobiotic+ amino acid $\longrightarrow$ conjugated product

ในกลไกชนิดที่ 2 นั้น จะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มความเป็นพิษ (activation) ของสารพิษ ซึ่งผลที่ได้จะเป็นตัวกลางที่จะไปทำปฏิกิริยากับ endogenous substrate ในขั้นต่อไป

แบบที่ 3 reactive- xenobiotic+ conjugating agent $\longrightarrow$ conjugated product

ในชนิดที่ 3 ของปฏิกิริยา พบว่าสารแปลกปลอมที่มีความไวต่อปฏิกิริยา เข้าทำปฏิกิริยากับกลุ่มของสารคอนจูเกตภายใน (endogenous conjugating agent) โดยไม่มีการเกิดสารในกลุ่มสารกึ่งกลางที่มีพลังงานสูง (high energy active intermediate) (Dauterman, 1994)

เอนไซม์ในปฏิกิริยาที่ 2 พบว่าเอนไซม์ในกลุ่มชนิดนี้ประกอบด้วยสองเอนไซม์ที่สำคัญ คือ กลูตาไธโอน- เอส- ทรานเฟอเรส (glutathione-s –transferase) และกลูตาไธโอน- เอส- อะริลทรานเฟอเรส (glutathione-s –alryltransferase) เอนไซม์ทั้งสองจะเข้าทำปฏิกิริยากับอินทรีย์ฟอสเฟต โดยกระบวนการคอนจูเกชันและผลสุดท้ายจะได้กรดเมอร์แคปทริก (mercapturic acid) ซึ่งก็จะถูกกำจัดออกนอกร่างกาย (สุรพล, 2544)

ระบบเอนไซม์ทำลายพิษ

เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้กับสารตั้งต้นหรือซับสเตรตที่เปลี่ยนรูปไป อาจทำให้สารพิษนั้นลดลงหรือเพิ่มขึ้น โดยเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ, pH และ ชนิดของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ทั้งนี้สารแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางปาก ทางผิวหนัง และทางระบบหายใจ โดยจะดูดซึมแพร่เข้าทั่วร่างกาย ซึ่งร่างกายจะมีกายขับถ่าย และเกิดเมตาบอลิซึม ในการเปลี่ยนสภาพสารให้ผิดไปจากเดิม หรือเกิด biotransformation โดยการเปลี่ยนนี้ เป็นผลมาจากการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต (Visetson, 2004) ตัวอย่าง เช่น

1. เอนไซม์เอสเทอเรส (esterase)

จัดเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารในระยะที่ 1 โดยการเกิด hydrolysis ซึ่ง esterase เป็นเอนไซม์ hydrolase ที่ไปแยกกลุ่มของเอสเทอร์ เอนไซม์ในกลุ่มนี้มีความสามารถในการ metabolize สารฆ่าแมลง carboxyl ester เช่น สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ รวมทั้งสารในกลุ่มฟอสเฟตและคาร์บาเมตเอสเทอร์ด้วย ดังนั้นเอนไซม์ในกลุ่มนี้จึงมีส่วนทำให้เกิดการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่มดังกล่าว organophosphate และ cabamate ด้วย ผลผลิต อาจมีพิษ

น้อยลง หรือเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสารตั้งต้น แล้วจึงจะขับออกจากร่างกายต่อไป (Visetson, 1991) ในแมลงนั้นจะมีเอนไซม์เอสเทอร์เอสอยู่ในระดับต่ำกว่าสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมทั้งหลาย บทบาทชนิดนี้ในร่างกายทั่วไป คือ ควบคุมปริมาณสารที่ผลิตขึ้นมาในร่างกาย (endogenous substrate) ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มากเกินไป และยังมีหน้าที่ทำลายสารแปลกปลอม (xenobiotic) ที่เป็นสารเอสเทอร์ หรือสารที่ยึดกันด้วย anhydride bond

ทั้งนี้ในแมลงนั้น พบเอนไซม์นี้มากใน cytosol, microsome, mitochondria, nucleus ของลำไส้ และกล้ามเนื้อส่วนหลัง ทั้งนี้ Chohen *et al.* (1997) พบว่าการทำงานของเอนไซม์ชนิดเดียวแต่ระยะต่างกัน จะมีการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้แตกต่างกันด้วย และยังพบว่า esterase ยังถูกควบคุมโดยสารธรรมชาติ เช่น Juvenile Hormone

2. กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส (glutathione-s-transferase)

เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารในระยะที่ 2 ในการเร่งปฏิกิริยาได้คอนจูเกชัน ซึ่งมีการเกิดกรดเมอร์แคปตริก การเกิด glutathione conjugation เป็นการรวมตัวกันของ xenobiotic product ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารในระยะที่ 2 รวมตัวกับ conjugation agent ที่สำคัญในร่างกาย คือ Glutathione (GSH) โดยที่สารประกอบ GSH นี้ประกอบด้วย amino group เกะกัน 3 ชุด 8 คือ glutamine, glycine และ cysteine รวมทั้งมีพันธะโควาเลนต์ของ SH รวมเกาะอยู่ด้วยที่ตำแหน่งของ cysteine ซึ่งกลุ่มของ SH มีบทบาทสำคัญในการ conjugation กับสารประกอบอื่นๆที่ร่างกายได้รับเข้าไป และมีเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา คือ glutathione-s-transferase จนผลิตที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีมาก และสามารถขับออกจากร่างกายได้ดี เอนไซม์ชนิดนี้มักพบใน microsome และ cytosol (ชัยวัฒน์และคณะ, 2539)

สัตว์ที่ไม่ใช่เป้าหมายในการทดลอง

ผึ้งชันโรง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Trigona apicalis* Smith.

ชื่อสามัญ : stingless bee

ชันโรง เป็นชื่อสามัญที่ใช้เรียกผึ้งที่ไม่มีเหล็กไน อยู่ในอันดับ Hymenoptera ชันโรงเป็นผึ้งที่มีวิวัฒนาการทางสังคมชนิดหนึ่งของแมลง ซึ่งมีการแพร่กระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย

1. ลักษณะทั่วไป

ลักษณะโดยทั่วไปของชันโรง นางพญาจะเป็นเพศเมียที่สมบูรณ์ จะมีส่วนท้องที่มีขนาดใหญ่ อ้วนใหญ่ และกว้างกว่าส่วนอกและหัว เมื่อเปรียบเทียบกับวรรณะทำงานจะมีส่วนท้องใหญ่กว่ามาก นางพญามีอวัยวะสืบพันธุ์ที่เจริญ หลังจากได้รับการผสมพันธุ์กับตัวผู้ นางพญาจะทำหน้าที่หลักเฉพาะวางไข่เท่านั้น

ลักษณะทั่วไปของวรรณะทำงาน เป็นเพศเมียที่เป็นหมัน ไม่เคยผสมพันธุ์ มีระบบสืบพันธุ์ไม่เจริญมีอวัยวะที่เจริญสอดคล้องกับการทำงาน ได้แก่ คัดแปลงรูปร่างของขาส่วนหน้า Tibia ขาหลังขยายกว้างไว้ใช้เก็บละอองเรณู

ลักษณะทั่วไปของเพศผู้ ดารวมจะเจริญพัฒนาได้ดี ส่วนของกราม (mandibles) เล็กไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วนปลายท้องปล้องสุดท้ายเป็นอวัยวะสำหรับผสมพันธุ์ (พงษ์ศักดิ์, 2549)

2. บทบาทและความสำคัญของชันโรง

ชันโรงมีความมั่นคงในการตอบสนองในการตอมดอกไม้อย่างสม่ำเสมอ จัดเป็นแมลงผสมเกสรประจำถิ่น คือจะหากินหรือตอมดอกไม้ในระยะเวลาที่ไม่ไกลจากรังที่มันอยู่มากนัก คุณสมบัติจึงเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการควบคุมชันโรงให้ลงตอมดอกไม้ของพืชเป้าหมายได้ โดยไม่ต้องกังวลว่าพื้นที่บริเวณนั้นจะมีการเพาะปลูกพืชชนิดใหม่หรือไม่ เพราะเมื่อดอกบานหมดแล้ว

ชั้นโรงยังคงตอมดอกบริเวณใกล้รั้วตามเดิม อีกทั้งชั้นโรงยังมีนิสัยไม่เลือก จึงลงตอมพืชอาหารได้มาก เป็นแมลงที่ชอบเก็บละอองเรณู มีพฤติกรรมตอมดอกที่ละเอียด นุ่มนวล ไม่ทำให้ดอกช้ำ และชั้นโรงสามารถลงดอกซ้ำมักจะตอมดอกไม้ทุกดอก อีกทั้งชั้นโรงยังมีอายุยืนยาวกว่าผึ้งรวงค่อนข้างมาก เหตุผลที่กล่าวมา ทำให้ชั้นโรงเป็นแมลงที่ผสมเกสรที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการเกษตรและช่วยให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ (ศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งที่ 4 จันทบุรี, 2540)



ภาพที่ 14 รังของผึ้งชั้นโรง (*Trigona apicalis*. S.)

ปลาสด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Xiphophorus helleri* H.

ชื่อสามัญ : Swordtail , tuxedo swordtail



ภาพที่ 15 ลักษณะของปลาสดสีต่างๆ (*Xiphophorus helleri* H.)

ถิ่นที่อยู่อาศัย: ทางตอนใต้ของเม็กซิโก มาจนถึง กัวเตมาลา อยู่ในสภาพน้ำที่เป็นเบสเล็กน้อย (pH 7-8.2) ที่อุณหภูมิประมาณ 18-25 องศาเซลเซียส

รูปร่างลักษณะ: เป็นปลาที่มีขนาดปานกลางตัวเต็มวัยจะมีขนาดประมาณ 5 เซนติเมตร ตัวผู้มีครีบทองยาวคล้ายดาบปลายหางมีแฉก 8 แฉก โดยตัวผู้จะมีขนาดยาวกว่าตัวเมีย ส่วนตัวเมียจะมีลักษณะที่แข็งแรง และไม่มีครีบทองที่มีลักษณะคล้ายดาบ มีขนาดเล็กกว่าตัวผู้ ช่วงอายุของปลาสดจะมีอายุประมาณ 4-5 ปี

การสืบพันธุ์: ปลาสดเป็นปลาที่มีการปฏิสนธิภายใน โดยตัวผู้เมื่อเจริญวัยจะมีการพัฒนาของ anal fin ให้กลายเป็นโครงสร้างสำหรับสืบพันธุ์ที่เรียกว่า gonopodium สามารถสะสมสเปิร์มไว้ในถุงที่เรียกว่า spermatophores. โดยสเปิร์มจะเดินทางไปปฏิสนธิกับไข่ภายในตัวเมีย โดยตัวเมีย 1 ตัวสามารถออกลูกได้ประมาณ 16-50 ตัว หลังจากนั้นอีก 1 เดือน ก็สามารถออกลูกได้อีก

ความสำคัญ: เป็นปลาทางเศรษฐกิจที่มีการนิยมเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม ออกลูกง่าย มีความทนทานต่อการเลี้ยงจึงสามารถเลี้ยงได้ง่ายตามทั่วไป (พูนและทิพย์วรรณ, 2546)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เลี้ยงแมลงวันผลไม้
 - 1.1 หนอนแมลงวันผลไม้
 - 1.2 Icing suger
 - 1.3 Yeast extract
 - 1.4 Brewer 's yeast
 - 1.6 กล้วยน้ำว่าสุก
 - 1.7 ข้าวโพดสด
 - 1.8 น้ำตาลทราย
 - 1.9 Sodiumbenzoate
 - 1.10 Hydrochloric acid
 - 1.11 น้ำกลั่น
 - 1.12 สำลี
 - 1.13 ไม้เสียบลูกชิ้น
 - 1.14 น้ำผึ้ง 10%
 - 1.15 ขวดขนาดปริมาตร 200 มิลลิลิตร
 - 1.16 กระดาษเยื่อ (tissue)
 - 1.17 ทัพพี
 - 1.18 กะละมัง
 - 1.19 เครื่องชั่ง
 - 1.20 กระบอกฉีดน้ำ
 - 1.21 กล่องพลาสติกสำหรับใส่เลี้ยงตัวอ่อน
 - 1.22 กรงมุ้งลวดรูปสี่เหลี่ยมสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัย
 - 1.23 พู่กัน

2. อุปกรณ์สำหรับสกัดสารจากพืช

- 2.1 Thimbles rotary evaporator
- 2.2 สายยางทนความร้อน
- 2.3 Soxhlet extractor
- 2.4 Vacuum pump
- 2.5 ตู้เย็นปรับอุณหภูมิ
- 2.6 ethanol 95%
- 2.7 ขวดสีชาขนาด 500 มิลลิลิตร
- 2.8 เครื่อง freeze dry (Hettich-Universal 16R)
- 2.9 petridish plate
- 2.10 รากหางไหลบดแห้ง
- 2.11 เมล็ดน้อยหน่าบดตากแห้ง
- 2.12 ผลประคำดีควายแยกเมล็ดตากแห้ง

3. อุปกรณ์สำหรับทดสอบอัตราการตายของสัตว์ทดลอง

- 3.1 กล่องพลาสติกทรงกลมมีสำหรับ treat ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย
- 3.2 ปากกิบ
- 3.3 Label paper
- 3.4 กระจกตวงขนาด 25, 100, 250, 500
- 3.5 สารสกัดจากรากหางไหล
- 3.6 สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า
- 3.7 สารสกัดจากผลประคำดีควาย
- 3.8 กระดาษกรอง
- 3.9 ขวดสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร
- 3.10 ขวดสเปรย์
- 3.11 กระชอน

4. อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบวัดเอนไซม์

- 4.1 กรวยกรอง
- 4.2 ผ้าขาวบาง
- 4.3 ขวดแก้วใส่สารเคมี
- 4.4 บีเปตขนาด 1 มิลลิลิตร
- 4.5 น้ำกลั่น
- 4.6 กระดาษเยื่อ (tissue)
- 4.7 ผ้าขาวบาง
- 4.8 ถุงมือยาง
- 4.9 Mask
- 4.10 คีมคีบ (forceps)
- 4.11 โฟมใส่น้ำแข็ง
- 4.12 น้ำแข็ง
- 4.13 Parafilm
- 4.14 Pipette tip ขนาด 1, 100, 1000 ไมโครลิตร
- 4.15 Microtube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- 4.16 โกร่งบด
- 4.17 เครื่อง spectrophotometer ของ Perkin Elma Lambda 25 UV/VIS
- 4.18 เครื่องปั่นหมุนเหวี่ยง centrifuge ของ Kubota
- 4.19 pH meter
- 4.20 potassium phosphate buffer
- 4.21 glutathione reduce form
- 4.22 paranitrophenyl acetate (PNPA)
- 4.23 polyvinyl poly pyrrolidone (PVPP)
- 4.24 ethylsene diamine tetra acetic acid (EDTA)
- 4.25 chlorodinitrobenzene (CDNB)
- 4.26 hydrocholic acid
- 4.27 sodium hydroxide

5. อุปกรณ์สำหรับทดสอบสัตว์ทดลองที่ไม่ใช่เป่า

5.1 ฟุ้งชันโรง

5.2 ปลาหางนกยูง

5.3 ตู้เลี้ยงปลา

5.4 ภาชนะทดสอบฟุ้งชันโรง

5.5 ขวดสเปรย์

วิธีการ

การเลี้ยงเพื่อขยายพันธุ์แมลง

1. สูตรการเตรียมอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้

กล้วยน้ำว้าสุก	150 g.
ข้าวโพดสด	150 g.
น้ำตาลทราย	30 g.
กระดาษเยื่อ (tissue)	30 g.
Distilled water	300 g.
BrewerYeast	30g.
Sodiumbenzoate	0.6 g.
Hydrochloric acid	1.2 ml.

2. สูตรอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัย

Icing suger	70 g.
Yeast extract	10 g.
Brewer 's yeast	20 g.

ที่มา: อัมพร และคณะ (2544)

3. การเตรียมแมลงสำหรับทดลอง

นำกล้วยน้ำว้าสุกใส่ถ้วยพลาสติกที่เจาะรูแล้วปิดฝาเพื่อให้แมลงวันผลไม้วางไข่ แล้วนำถ้วยดังกล่าววางไว้ในกรงเลี้ยงตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่พร้อมจะวางไข่ เมื่อแมลงวันผลไม้วางไข่เรียบร้อยแล้ว (ใช้เวลาประมาณ 1 วัน) ใช้กระบอกฉีดยาน้ำฉีดเพื่อชะไข่ลงมา จากนั้นใช้หลอดหยดดูดไข่ นำไข่มาหยดลงในกล่องเลี้ยงตัวอ่อนที่มีอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนบรรจุอยู่ โดยใช้กระดาษทิชชูรองไข่ไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่จมลงในอาหารแล้วเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25-28

องศาเซลเซียส ไข่จะใช้เวลา 2-4 วันก็จะฟักเป็นตัวหนอนระยะที่ 1 และจะชอบกินอาหารเทียมที่เตรียมไว้ จนถึงตัวหนอนระยะที่ 3 จะใช้เวลาประมาณ 1 อาทิตย์ ก็จะพร้อมที่จะเข้าระยะดักแด้ จึงนำกล่องเลี้ยงตัวอ่อนมาไว้ในกรงมุ้งลวดที่มีขี้เลื่อยวางอยู่ เพื่อให้ตัวหนอนระยะที่ 3 คืบตัวจากอาหารลงบนขี้เลื่อยแล้วเข้าสู่ระยะดักแด้ ทั้งดักแด้ไว้ในกรงมุ้งลวดเพื่อรอเป็นตัวเต็มวัยต่อไป หลังจากเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จึงเลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่เตรียมไว้ของตัวเต็มวัย และคอยให้น้ำตลอดเวลา ตัวเต็มวัยอายุประมาณ 2 อาทิตย์ก็พร้อมจะผสมพันธุ์และวางไข่ จากนั้นคอยจัดที่ให้มีน้ำวางไข่แล้วคอยเก็บไข่ออกจากกรงเพื่อทำการฟักแล้วเลี้ยงเพิ่มปริมาณต่อไป



ภาพที่ 16 การเลี้ยงแมลงวันผลไม้ในกรงมุ้งลวด

การสกัดสารจากหางไหล ผลเมล็ดน้อยหน้าและประจำดีควาย

การสกัดพืชทั้ง 3 ชนิด โดยใช้วิธีการสกัดแบบ soxhlet (สุรพล, 2528) โดยการนำพืชทั้ง 3 ชนิด คือรากของหางไหล และ เมล็ดน้อยหน้า มาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เมื่อแห้งสนิทแล้วจึงป่นด้วยเครื่องป่นให้ละเอียด ให้ได้ประมาณ 70 กรัม ต่อ 1 thimbles แล้วนำไปสกัดโดยเครื่อง soxhlet extraction โดยใช้ ethano 95% จำนวน 350 มิลลิลิตร เป็นตัวทำละลาย สกักนาน 8 ชั่วโมง ส่วนผลประจำดีควายนำเอาเมล็ดแยกทิ้งไปแล้วนำส่วนที่เป็นเนื้อมาสกัดสารโดยใช้ ethanol 95% ในขวดโหลปิดฝาแล้วเก็บให้พ้นแสง แสงจนครบ 7 วัน จากนั้นนำสารสกัดทั้ง 3 ชนิดสกัดได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator เก็บส่วนที่ได้จากการระเหยซึ่งมี

ลักษณะเหนียวข้นไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำแห้งด้วยเครื่อง freeze dry ซึ่งสารสกัดที่ได้จะเป็น crude extract นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อไป



ก.



ข.



ค.

ภาพที่ 17 พืชและสารสกัดจากพืช

- ก. หางไหลและสารสกัดจากรากหางไหล (*Derris elliptica* Benth.)
- ข. เมล็ดน้อยหน่าและสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (*Annona squamosa* L.)
- ค. ผลประคำดีควายและสารสกัดจากผลประคำดีควาย (*Sapindus rarak* DC.)

การทดสอบเปรียบเทียบผลของสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆจากรากหางไหล ผลเมล็ดน้อยหน่า และประคำดีควาย ที่มีต่ออัตราการตายของแมลงวันผลไม้

ทำการเปรียบเทียบทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหางไหล ผลเมล็ดน้อยหน่า และประคำดีควาย ที่สกัดด้วยวิธีการแบบ soxhlet ซึ่งมี ethanol 95% ปั่นตัวทำละลาย ทำการทดสอบเพื่อหาความเป็นพิษเบื้องต้น (preliminary test) ทดสอบหาความเข้มข้นของสารสกัดทั้งสามชนิดในช่วงความเข้มข้นต่ำสุด และสูงสุด ที่มีผลต่ออัตราการตายของแมลงวันผลไม้ทั้งระยะหนอนวัย 2 และตัวเต็มวัย จากนั้นทำการทดสอบอัตราการตาย (toxicity test) จากการทดสอบความเป็นพิษเบื้องต้น นำมาทดสอบหาความเข้มข้นที่ทำให้แมลงตาย 50% (LC_{50}) แล้วเลือกช่วงของความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่ม (complete randomized design : CRD) ทำการทดลองอ้างอิงการทดลองของจินตรา เป็นสุข (2545)

1. การทดสอบตัวอ่อน

1.1 ดำเนินการทดลองโดยนำกล่องทรงกลมสำหรับทดสอบตัวอ่อน ที่แห้งและสะอาด ที่เตรียมไว้พร้อมทั้งรองกันด้วยกระดาษกรองสาร

1.2 นำหนอนแมลงวันในระยะที่ 2 ที่เตรียมไว้ ใส่ลงในกล่อง โดยใส่ขวดละ 30 ตัว

1.3 นำสารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควายโดยใช้ความเข้มข้นแตกต่างกัน ดังนี้

สารสกัดจากรากหางไหลใช้ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.5, 1% w/v ตามลำดับ

สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้น 0, 2, 3, 4, 5% w/v ตามลำดับ

สารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้น 0, 10, 15, 20, 30% w/v ตามลำดับ

1.4 นำสารสกัดจากพืชทั้งสามชนิดเทลงบน plate โดยแยกแต่ละความเข้มข้น แล้วนำหนอนทั้ง 30 ตัวที่แยกไว้จุ่มลงในสารเป็นเวลา 30 วินาทีแล้วนำหนอนขึ้นมาพักไว้ในกล่องพลาสติกทรงกลมที่มีกระดาษกรองรองไว้ โดยแต่ละกลุ่มความเข้มข้นจะมี 3 ซ้ำ รวม 90 ตัว ต่อ 1 ความเข้มข้นต่อ 1 ชนิดของสารสกัด ใส่อาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อนปริมาณ 3 กรัม ปิดฝากล่องที่เจาะรูไว้ด้านบน แล้วสังเกตลักษณะของหนอนแมลงวันผลไม้ก่อนตาย

เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการทดสอบผลของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด โดยวิธี spray กับแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อนวัย 2 ในเบื้องต้น พบว่าสารสกัดทั้ง 3 ชนิดไม่มีผลต่ออัตราการตายของแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อนวัย 2 ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ จึงใช้วิธีการ จุ่มแมลงลงบนสารแทน

1.5 ตรวจสอบจำนวนการตายของตัวหนอนที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง จากนั้นนำผลข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ตามวิธีของ Zar (1995) และ Visetson (1991) โดยนำข้อมูลเข้าโปรแกรม Sigma plot 2000 และวิเคราะห์ homogeneous โดยใช้โปรแกรม SPSS version 13

2. การทดสอบตัวเต็มวัย

2.1 นำภาชนะทรงกลมมีฝาปิดด้วยผ้าขาวบาง ที่แห้งสะอาดรองก้นด้วยกระดาษชำระ แล้วนำตัวเต็มวัยที่ฟักจากดักแด้เป็นเวลา 7 วัน ใส่ลงในภาชนะดังกล่าว โดยใส่ภาชนะละ 30 ตัว

2.2 นำสารสกัดจากจากรากเหง้าไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควาย สารสกัดใส่ในขวด spray ความเข้มข้นต่างๆของสารสกัด ดังนี้

สารสกัดจากรากเหง้าไหลที่ความเข้มข้น 0, 0.005, 0.010, 0.050, 0.100 %w/v ตามลำดับ

สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5, 2 %w/v ตามลำดับ

สารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้น 0, 1, 3, 5, 7 %w/v ตามลำดับ

2.3 นำสารสกัดดังกล่าวมาพ่น (spray) ลงบนตัวเต็มวัยในภาชนะดังกล่าว โดยสารสกัดแต่ละกลุ่มความเข้มข้นจะมี 3 ซ้ำ รวม 90 ตัว ต่อ 1 ความเข้มข้นต่อ 1 ชนิดของสารสกัด ปิดฝาภาชนะที่มีการบุด้วยผ้าขาวบาง แล้วให้อาหารแมลงโดยใช้ลำลีชุบน้ำผึ้ง 10% วางไว้บนฝาบริเวณที่บุด้วยผ้าขาวบาง

2.4 สังเกตพฤติกรรมการตายของแมลงวันผลไม้ และตรวจสอบจำนวนการตายของแมลงที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง จากนั้นนำผลข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ตามวิธีของ Zar (1995) และ Visetson (1991) โดยนำข้อมูลเข้าโปรแกรม Sigma plot 2000 และวิเคราะห์ homogeneous โดยใช้โปรแกรม SPSS version 13



การทดสอบระยะหนอนวัย 2



การทดสอบระยะตัวเต็มวัย

ภาพที่ 18 การทดสอบสารสกัดที่มีต่อของแมลงวันผลไม้

การสกัดเอนไซม์จากแมลงวันผลไม้

หลังจากทำการทดสอบสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด คือ สกัดจากจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควาย ในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง จากนั้นนำหนอนและตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่รอดมีชีวิตในแต่ละความเข้มข้นของแต่ละสารสกัด มาศึกษาระดับเอนไซม์ทำลายพืช 2 ชนิด โดยดัดแปลงวิธีการของ Visetson *et. al.* (2004) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำแมลงวันผลไม้ที่รอดชีวิตในแต่ละชุดการทดลองมาชั่งน้ำหนักให้เท่ากันทุกความเข้มข้น แล้วนำมาใส่ในโถงที่แช่เย็นในน้ำแข็ง จากนั้นใส่สารละลาย phosphate buffer + EDTA (KH_2PO_4 และ 1 mM EDTA) ที่ pH 7.5 ปริมาตร 2000 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลาย phosphate buffer + GSH (KH_2PO_4 และ 10 mM GSH reduce form) ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร และใส่ polyvinyl poly pyrrolidone (PVPP) จำนวน 0.002 กรัม

2. บดแมลงและสารละลายข้างต้นให้ละเอียดด้วยโถงบด เมื่อบดละเอียดแล้ว กรองด้วยผ้าขาวบาง ใส่ในหลอด micro tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร นำส่วนของเหลวที่กรองได้ ไป centrifuge ปั่นด้วยความเร็ว 18,000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที

3. ใช้หลอดหยดดูดส่วนใสด้านบนของ (supernatant) ใส่หลอด micro tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตรอีกหลอด เพื่อวัดเอนไซม์เอสเทอร์เอส และ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส โดยใช้

เครื่อง spectrophotometer ของ Hitachi รุ่น U200 ซึ่งโดยดัดแปลงวิธีการของ Mackness และคณะ, 1983; Visetson, 1991

การตรวจวัดระดับเอนไซม์ทำลายพิษ

ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการตรวจวัดระดับเอนไซม์ทำลายพิษ 2 ชนิดคือ เอนไซม์เอสเทอเรส และ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส

1. การตรวจวัดเอนไซม์เอสเทอเรส (esterase)

การตรวจวัดระดับเอนไซม์เอสเทอเรสใช้วิธี PNPA assay ของ Mackness และคณะ (1983) โดยใช้หลักการว่าเอนไซม์เอสเทอเรสจะเร่งปฏิกิริยา hydrolysis ของสารที่ใช้ paranitrophenyl acetate (PNPA) ให้เปลี่ยนไปเป็น paranitrophenol ซึ่งเป็นสารสีเหลือง ทำการตรวจวัดเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 400 นาโนเมตร ตรวจวัดค่าดูดกลืนแสงของ paranitrophenol เป็นสารละลายสีเหลือง โดยมีวิธีการ ดังนี้

หลอด reference ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer	2900	ไมโครลิตร
- phosphate buffer + EDTA	50	ไมโครลิตร
- PNPA (substrate)	50	ไมโครลิตร

หลอด sample ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer	2900	ไมโครลิตร
- PNPA (substrate)	50	ไมโครลิตร
- enzyme (ที่สกัดได้จากแมลงวันผลไม้)	50	ไมโครลิตร

2. การตรวจวัดเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส (glutathione-s-transferase)

เอนไซม์ GST ใช้วิธีของ CDNB assay ของ Booth และคณะ (1961) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 340 นาโนเมตร ตรวจวัดค่าดูดกลืนแสงของ monochloro-nitrobenzene glutathione ซึ่งเกิดจาก dichloronitrobenzene เกิดปฏิกิริยานี้รวมตัวกับ glutathione

มีเอนไซม์ glutathione-s-transferase (GST) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การวัดการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ GST มีวิธีการ ดังนี้

หลอด reference ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer	1150	ไมโครลิตร
- phosphate buffer + GSH reduced form	20	ไมโครลิตร
- CDNB (substrate)	10	ไมโครลิตร

หลอด sample ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer	1150	ไมโครลิตร
- enzyme (ที่สกัดได้จากแมลงวันผลไม้)	20	ไมโครลิตร
- CDNB (substrate)	50	ไมโครลิตร



ก



ข



ค



ง

ภาพที่ 19 การตรวจวัดเอนไซม์ทำลายพืช

- ก. การบดแมลงเพื่อสกัดเอนไซม์ทำลายพืชจากแมลงวันผลไม้
- ข. เครื่องปั่นหมุนเหวี่ยง (centrifug)
- ค, ง. การตรวจวัดเอนไซม์ทำลายพืช โดยใช้เครื่อง spectrophotometer

ตรวจสอบวัดโปรตีนในแมลงวันผลไม้

ตรวจสอบวัดโปรตีนในแมลงวันผลไม้โดยใช้วิธีการของ Bradford assay โดยการใช้เครื่อง spectrophotometer ในการวัด โดยใช้ค่าดูดกลืนแสงเท่ากับ 595 นาโนเมตร เพื่อนำค่าโปรตีนรวมที่ได้มาเปรียบเทียบกับระดับเอนไซม์ทำลายพืชหลังจากที่ได้รับสารสกัดจากพืชทั้งสามชนิด โดยวิธีการ ดังนี้

หลอด reference ประกอบด้วย

- Bradford solution	5	มิลลิลิตร
- 0.1 M phosphate buffer	0.5	มิลลิลิตร

หลอด sample ประกอบด้วย

- Bradford solution	5	มิลลิลิตร
- Sample (enzyme)	0.5	มิลลิลิตร

การศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด ต่อแมลงที่ไม่ใช่เป้าหมายและปลาสด

ทำการเปรียบเทียบทดสอบความเป็นพิษเบื้องต้น (preliminary test) โดยนำมาทดสอบหาความเข้มข้นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตตาย 50% (LC_{50}) ของสารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย ที่สกัดด้วยวิธีเดียวกับการทดสอบแมลงวันผลไม้ ซึ่งมีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย โดยทำการทดสอบเพื่อหาความเป็นพิษเบื้องต้น ทดสอบหาความเข้มข้นของสารสกัดทั้งสามชนิดในช่วงความเข้มข้นต่ำสุด และสูงสุด ที่มีผลต่ออัตราการตายของแมลงที่ไม่ใช่เป้าหมาย (ในการทดลองนี้จะใช้ผึ้งชันโรง เนื่องจากเป็นแมลงที่เป็น pollinator ที่สำคัญในระบบนิเวศ) และทดสอบความเป็นพิษของปลาสด ซึ่งเป็นปลาที่นิยมเลี้ยงกันตามบ้านเรือนและเป็นตัวบ่งชี้ความเป็นพิษกับสัตว์น้ำได้

1. การทดสอบหาค่าความเป็นพิษในผึ้งชันโรง

ในการทดสอบหาค่าความเป็นพิษในผึ้งชันโรงนั้นดำเนินการทดลองโดยจับผึ้งชันโรงจากลังเลี้ยงโดยการเขย่าลังให้ชันโรงแตกตื่นและบินออกจากโพรง และนำภาชนะสำหรับทดสอบที่แห้งสะอาดคอยดักปากโพรงจับนำ (ตามภาพที่ 20) ใส่ภาชนะละ 20 ตัว จากนั้นนำสารสกัดจาก

รากหางไหล, เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควายที่เตรียมไว้ มาพ่น (spray) ลงบนภาชนะที่มี
ชั้นโรงโดยการแยกสารสกัดความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มความเข้มข้นจะมี 3 ซ้ำ รวม 60 ตัว ต่อ
1 ความเข้มข้นต่อ 1 ชนิดของสารสกัด ปิดฝากล่องที่เจาะรูไว้ด้านบน แล้วสังเกตพฤติกรรมการตาย
ผึ้งชั้นโรงพร้อมทั้งตรวจนับจำนวนการตายของผึ้งที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง จากนั้นนำผลข้อมูลมา
วิเคราะห์ค่าทางสถิติ



ภาพที่ 20 การทดสอบความเป็นพิษในผึ้งชั้นโรง

2. การทดสอบหาค่าความเป็นพิษในปลาสด

เลี้ยงลูกปลาสอดในอ่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร จนลูกปลาสอด
มีขนาดยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร โดยให้อาหารปลาสำเร็จรูป วันละ 2 มื้อ เช้าและเย็น

นำปลาสอดจากที่เลี้ยงไว้ มา treat ด้วยสารสกัดจากรากหางไหล, เมล็ดน้อยหน่า และ ผล
ประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างๆกัน ในขวดโหลเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตรโดยแต่ละ
กลุ่มความเข้มข้นจะมี 3 ซ้ำ รวม 60 ตัว ต่อ 1 ความเข้มข้นต่อ 1 ชนิดของสารสกัดนับจำนวนการ
ตายของปลาที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ทำการทดลองมีการวางแผนการทดลองแบบ completely
randomized designs โดยมีความเข้มข้นต่างกัันดังนี้

2.1 สารสกัดจากรากหางไหล

- ชุดควบคุม (ไม่เติมสารใดเลย)
- ความเข้มข้นสารสกัดรากหางไหล 0.010% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดรากหางไหล 0.015% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดรากหางไหล 0.020% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดรากหางไหล 0.025% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml

2.2 สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

- ชุดควบคุม (ไม่เติมสารใดเลย)
- ความเข้มข้นสารสกัดเมล็ดน้อยหน่า 0.1% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดเมล็ดน้อยหน่า 0.2% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดเมล็ดน้อยหน่า 0.3% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดเมล็ดน้อยหน่า 0.4% w/v ในปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml

2.3 สารสกัดจากผลประคำดีควาย

- ชุดควบคุม (ไม่เติมสารใดเลย)
- ความเข้มข้นสารสกัดผลประคำดีควาย 0.01% w/v ปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดผลประคำดีควาย 0.02% w/v ปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดผลประคำดีควาย 0.03% w/v ปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml
- ความเข้มข้นสารสกัดผลประคำดีควาย 0.04% w/v ปริมาตร 1 ml ต่อน้ำ 3,000 ml

นับจำนวนการตายของปลาสดที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วหาเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของปลาสด จากนั้นหา LC_{50} โดยนำข้อมูลเข้าโปรแกรม Sigma plot 2000 และวิเคราะห์ homogeneous โดยใช้โปรแกรม SPSS version 13



ภาพที่ 21 การเลี้ยงปลาสดในอ่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร



ภาพที่ 22 การศึกษาอัตราการตายของปลาสดโดยใช้สารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด

ผลและวิจารณ์

ผล

ผลของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดต่ออัตราการตายของแมลงวันผลไม้

1. ผลของสารสกัดจากพืชต่ออัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้

1.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้

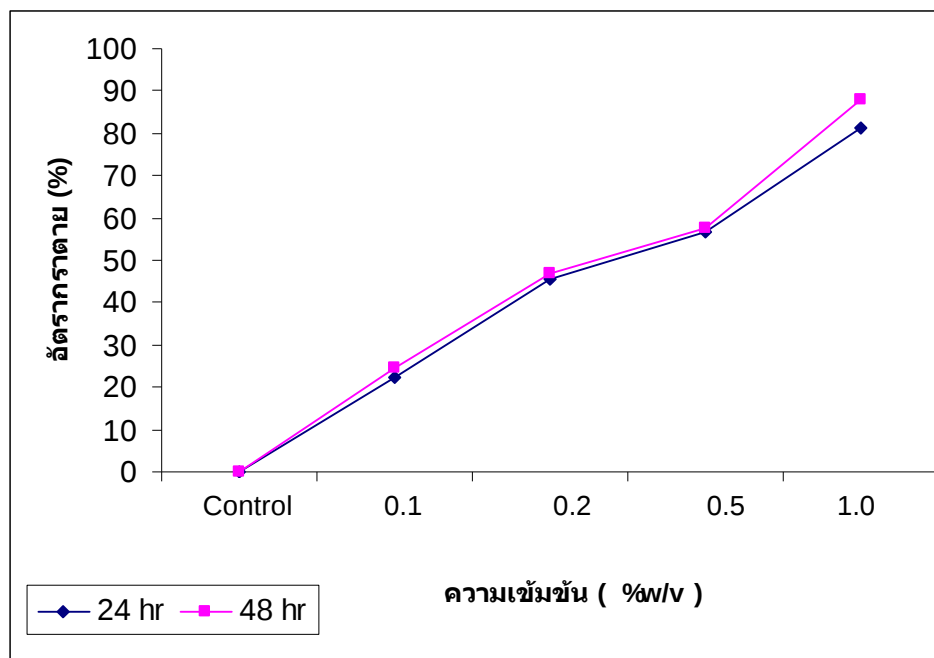
เมื่อนำสารสกัดจากรากของหางไหลที่สกัดด้วยวิธี soxhlet solution โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.5, 1% w/v ตามลำดับ ได้ผลอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0, 22.22, 45.55, 56.67, 81.11% w/v ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาเป็น 48 ชั่วโมงอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้มีค่าเท่ากับ 0, 24.44, 46.66, 57.77, 87.78% w/v ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 23) ซึ่งอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในความเข้มข้นที่ 0.2 และ 0.5 % w/v ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% ส่วนเวลาที่ 48 ชั่วโมงอัตราการตายทุกความเข้มข้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

ตารางที่ 1 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจาก ได้รับสารสกัดจากรากเหง้าไผ่ที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัดจากรากเหง้าไผ่ (% w/v)	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ ⁽²⁾ (% w/v)	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0.0 ⁽¹⁾	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^a
0.1	22.22 $\pm$ 6.94 ^b	24.44 $\pm$ 5.09 ^b
0.2	45.55 $\pm$ 6.94 ^c	46.66 $\pm$ 5.77 ^c
0.5	56.67 $\pm$ 6.67 ^c	57.77 $\pm$ 5.09 ^d
1.0	81.11 $\pm$ 6.94 ^d	87.78 $\pm$ 8.39 ^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 23 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากรากหางไหล ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ระดับความเป็นพิษของสารสกัดจากรากหางไหลต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของหนอนแมลงวันผลไม้ จากการให้สารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 15.28 + 71.75x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า x ที่มีความเข้มข้นในระดับ LC_{50} เท่ากับ 0.48 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 15.48 + 77.37x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.45 % w/v

ตารางที่ 2 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ 50 เปอร์เซนต์โดยใช้สารสกัดจากรากหางไหล และค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	สมการ regression ⁽¹⁾	ค่า LC_{50} ⁽²⁾	r^2 ⁽³⁾
24	$y = 15.28 + 71.75x$	0.48	0.86
48	$y = 15.48 + 77.37x$	0.45	0.88

⁽¹⁾ สมการ regression ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้จากการได้รับสารสกัดจากรากหางไหล

X คือ เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารสกัดจากรากหางไหล

Y คือ เปอร์เซนต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้

⁽²⁾ LC_{50} คือ the median lethal concentration

⁽³⁾ r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient Determination) ของเปอร์เซ็นต์การตาย

1.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้

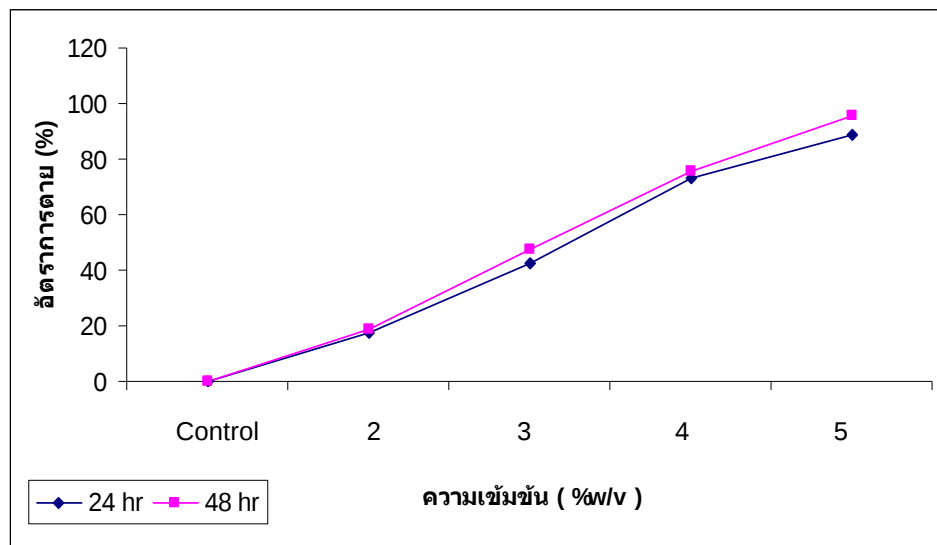
เมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่สกัดด้วยวิธี soxhlet solution ซึ่งใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยใช้ความเข้มข้น 0, 2, 3, 4 และ 5% w/v ตามลำดับ ได้ผลอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0, 17.78, 42.22, 73.33, 89.89% w/v ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาเป็น 48 ชั่วโมงอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้มีค่าเท่ากับ 0, 18.89, 47.78, 75.55, 95.56% w/v ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 24) ซึ่งอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ทุกความเข้มข้นมีอัตราการตายที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

ตารางที่ 3 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัดจาก เมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ ⁽²⁾ (% w/v)	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 ⁽¹⁾	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^a
2	17.78 $\pm$ 3.85 ^b	18.89 $\pm$ 5.09 ^b
3	42.22 $\pm$ 10.18 ^c	47.78 $\pm$ 5.09 ^c
4	73.33 $\pm$ 10.00 ^d	75.55 $\pm$ 10.72 ^d
5	88.89 $\pm$ 6.94 ^e	95.56 $\pm$ 5.09 ^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 24 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากเมล็ดน้อยหน่า ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของหนอนแมลงวันผลไม้ จากการให้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -8.11 + 18.77x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า x ที่แสดงความเข้มข้นออกมาในรูป LC_{50} เท่ากับ 3.09 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -8.32 + 19.96x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 2.92 % w/v (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ 50 เปอร์เซนต์โดยใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	สมการ regression ⁽¹⁾	ค่า LC_{50} ⁽²⁾	r^2 ⁽³⁾
24	$y = -8.11 + 18.77x$	3.09	0.95
48	$y = -8.32 + 19.96x$	2.92	0.95

⁽¹⁾ สมการ regression ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้จากการได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

X คือ เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

Y คือ เปอร์เซนต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้

⁽²⁾ LC_{50} คือ the median lethal concentration

⁽³⁾ r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient Determination) ของเปอร์เซ็นต์การตาย

1.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้

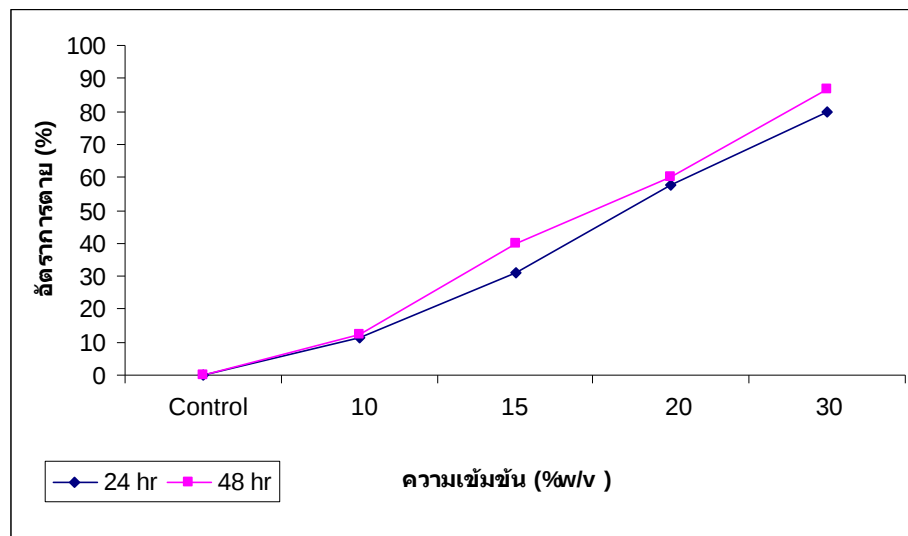
เมื่อนำสารสกัดจากผลประคำดีควายที่สกัดด้วยวิธี soxhlet solution โดยใช้ ethanol ปั่นตัวทำละลาย โดยใช้ความเข้มข้น 0, 10, 15, 20 และ 30% w/v ตามลำดับ ได้ผลอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0, 11.11, 31.11, 57.78, 80.00% w/v ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาเป็น 48 ชั่วโมงอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้มีค่าเท่ากับ 0, 12.22, 40.00, 60.00, 86.67% w/v ตามลำดับ (ตารางที่ 5 ภาพที่ 25) ซึ่งอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ทุกความเข้มข้นมีอัตราการตายที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

ตารางที่ 5 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จาก ผลประคำดีควาย (% w/v)	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ ⁽²⁾ (% w/v)	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 ⁽¹⁾	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^a
10	11.11 $\pm$ 5.09 ^b	12.22 $\pm$ 5.09 ^b
15	31.11 $\pm$ 3.84 ^c	40.00 $\pm$ 6.67 ^c
20	57.78 $\pm$ 7.70 ^d	60.00 $\pm$ 6.67 ^d
30	80.00 $\pm$ 3.33 ^e	86.67 $\pm$ 6.67 ^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 25 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก
ผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ความเป็นพิษของสารสกัดจากผลประคำดีควาย (ตารางที่ 6) ต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ของหนอนแมลงวันผลไม้ จากการให้สารสกัดจากประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -7 + 2.867x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า x ที่แสดงความเข้มข้นในรูป LC_{50} เท่ากับ 19.88 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -6.391 + 3.078x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 18.32 % w/v

ตารางที่ 6 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้สารสกัดจาก
ประคำดีควายและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	สมการ regression ⁽¹⁾	ค่า LC_{50} ⁽²⁾	r^2 ⁽³⁾
24	$y = -7.00 + 2.867x$	19.88	0.94
48	$y = -6.391 + 3.078x$	18.32	0.96

⁽¹⁾ สมการ regression ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้จากการได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย

X คือ เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของสารสกัดจากประคำดีควาย

Y คือ เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้

⁽²⁾ LC_{50} คือ the median lethal concentration

⁽³⁾ r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient Determination) ของเปอร์เซ็นต์การตาย

2. ผลของสารสกัดจากพืชต่อเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้ใน ระยะตัวเต็มวัย

2.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลต่อเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้

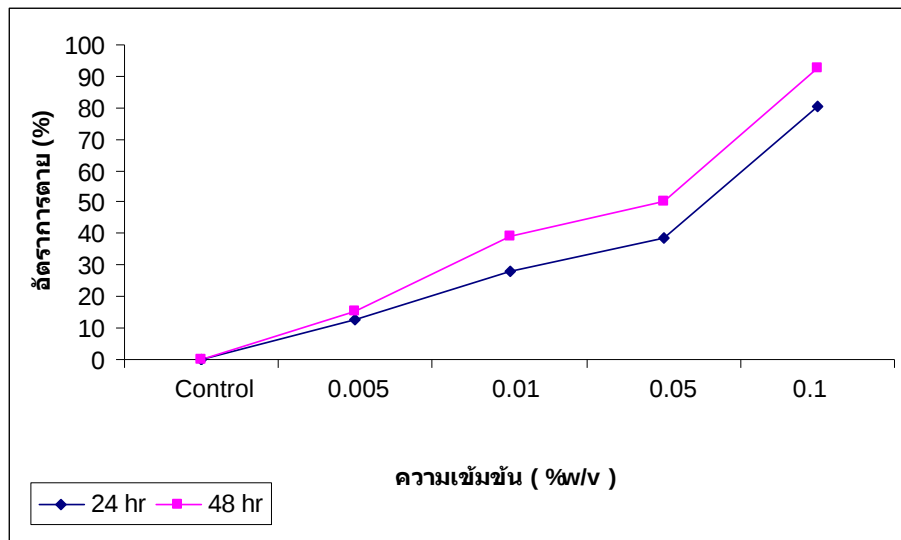
เมื่อนำสารสกัดจากรากของหางไหลที่สกัดด้วยวิธี soxhlet solution โดยใช้ ethsnol เป็นตัวทำละลาย โดยใช้ความเข้มข้น 0, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1% w/v ตามลำดับ ได้ผลอัตราการตายของแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.00, 12.62, 28.28, 11.51, 38.80 และ 80.67 % w/v ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และ ภาพที่ 26) และเมื่อใช้เวลาเป็น 48 ชั่วโมงอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้มีค่าเท่ากับ 0.00, 15.31, 39.32, 50.33 และ 92.70 % w/v ตามลำดับ ซึ่งที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง อัตราการตายที่ ชุดควบคุม ที่ความเข้มข้น 0.005 และ 0.01 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมงที่ ความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 % w/v ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

ตารางที่ 7 อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากหางไหล (% w/v)	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ ⁽²⁾ (% w/v)	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0.00 ⁽¹⁾	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^a
0.005	12.62 $\pm$ 9.27 ^a	15.31 $\pm$ 6.82 ^b
0.01	28.28 $\pm$ 11.51 ^{ab}	39.32 $\pm$ 6.87 ^c
0.05	38.80 $\pm$ 2.70 ^{bc}	50.33 $\pm$ 8.77 ^c
0.1	80.67 $\pm$ 55.80 ^c	92.70 $\pm$ 7.14 ^d

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 26 อัตราการตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบ
จากรากเหง้าไผ่ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ความเป็นพิษของสารสกัดจากรากหางไหลต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ (ตารางที่ 8) จากการให้สารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 8.82 + 705x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า x ที่แสดงค่าความเข้มข้นเป็น LC_{50} เท่ากับ 0.06 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 13.18 + 799x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.04% w/v

ตารางที่ 8 อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่ 50 เปอร์เซนต์โดยใช้สารสกัดจากรากหางไหลและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	สมการ regression ⁽¹⁾	ค่า LC_{50} ⁽²⁾	r^2 ⁽³⁾
24	$y = 8.82 + 705x$	0.06	0.93
48	$y = 13.18 + 799x$	0.04	0.90

⁽¹⁾ สมการ regression ของเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้จากการได้รับสารสกัดจากรากหางไหล

X คือ เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารสกัดจากรากหางไหล

Y คือ เปอร์เซนต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

⁽²⁾ LC_{50} คือ the median lethal concentration

⁽³⁾ r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient Determination) ของเปอร์เซ็นต์การตาย

2.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าต่อเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้

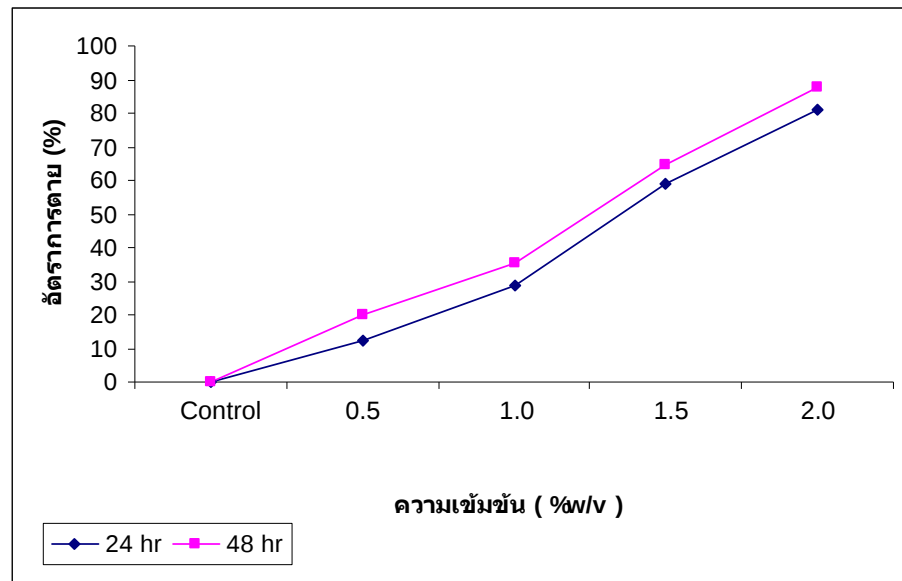
เมื่อนำสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 27) ที่สกัดด้วยวิธี soxhlet solution โดยใช้ ethanol ปั่นตัวทำลาย โดยใช้ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2% w/v ตามลำดับ ได้ผลอัตราการตายของแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.00, 12.22, 28.89, 58.89, 81.11% w/v ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาเป็น 48 ชั่วโมงอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้มีค่าเท่ากับ 0.00, 20.00, 35.56, 64.44, 87.78% w/v ตามลำดับ ซึ่งที่เวลา 24 ชั่วโมงอัตราการตายในชุดควบคุมและความเข้มข้นที่ 0.5 มีความแตกต่างกับความเข้มข้นที่ 1, 1.5 และ 2% w/v อย่างมีนัยสำคัญที่ 95% และที่เวลา 48 ชั่วโมงอัตราการตายทุกความเข้มข้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

ตารางที่ 9 อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ ⁽²⁾ (% w/v)	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 ⁽¹⁾	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^a
0.5	12.22 $\pm$ 6.94 ^a	20.00 $\pm$ 6.67 ^b
1.0	28.89 $\pm$ 6.94 ^b	35.56 $\pm$ 10.18 ^c
1.5	58.89 $\pm$ 5.09 ^c	64.44 $\pm$ 1.93 ^d
2	81.11 $\pm$ 5.09 ^d	87.78 $\pm$ 5.09 ^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 27 อัตราการตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก
เมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ความเป็นพิษของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ (ตารางที่ 10) จากการให้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -5.56 + 41.18x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า x ที่แสดงความเข้มข้นเป็น LC_{50} เท่ากับ 1.35 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -2.44 + 44.00x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 1.19 % w/v

ตารางที่ 10 อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ที่ 50 เปอร์เซนต์โดยใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	สมการ regression ⁽¹⁾	ค่า LC_{50} ⁽²⁾	r^2 ⁽³⁾
24	$y = -5.56 + 41.18x$	1.35	0.98
48	$y = -2.44 + 44.00x$	1.19	0.99

⁽¹⁾ สมการ regression ของเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้จากการได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

X คือ เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

Y คือ เปอร์เซนต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

⁽²⁾ LC_{50} คือ the median lethal concentration

⁽³⁾ r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient Determination) ของเปอร์เซ็นต์การตาย

2.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายต่อเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้

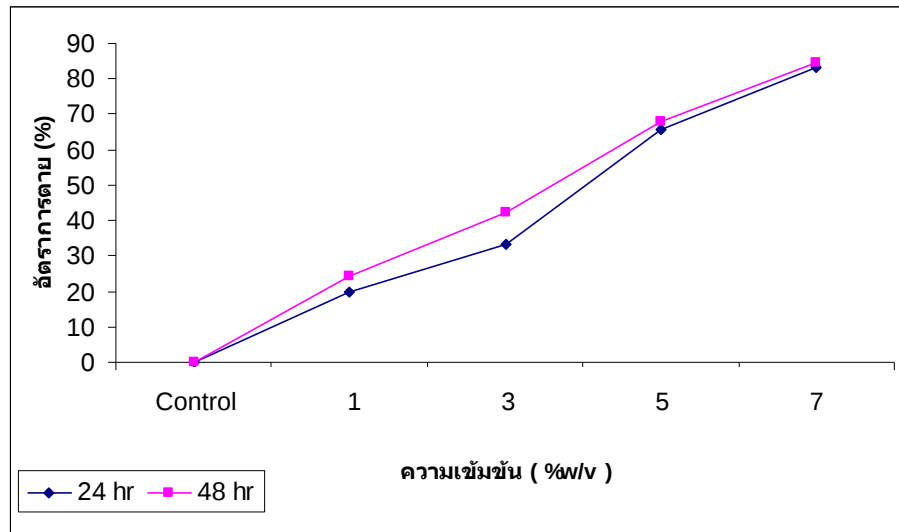
เมื่อนำสารสกัดจากผลประคำดีควาย (ตารางที่ 11 และภาพที่ 28) ที่สกัดด้วยวิธี soxhlet solution โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยใช้ความเข้มข้น 0, 1, 3, 5, 7% w/v ตามลำดับ ได้ผลอัตราการตายของแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0, 19.97, 33.33, 65.56, 83.33% w/v ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาเป็น 48 ชั่วโมงอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้มีค่าเท่ากับ 0.00, 24.44, 42.22, 67.78, 84.44 % w/v ตามลำดับ ซึ่งอัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ทุกความเข้มข้นมีอัตราการตายที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

ตารางที่ 11 อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกันในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด		
จากผลประคำดีควาย (% w/v)	อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ ⁽²⁾ (% w/v)	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 ⁽¹⁾	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^a
1	19.97 $\pm$ 5.77 ^b	24.44 $\pm$ 8.39 ^b
3	33.33 $\pm$ 3.34 ^c	42.22 $\pm$ 5.09 ^c
5	65.56 $\pm$ 5.09 ^d	67.78 $\pm$ 8.39 ^d
7	83.33 $\pm$ 8.82 ^e	84.44 $\pm$ 7.69 ^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันภายในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 28 อัตราการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจาก
ผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ความเป็นพิษของสารสกัดจากผลประคำดีควายต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ จากการให้สารสกัดจากผลประคำดีควาย (ตารางที่ 12) ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 2.97 + 11.71x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 4.02 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 6.64 + 11.61x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 3.73 % w/v

ตารางที่ 12 อัตราการตายของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ 50 เปอร์เซนต์โดยใช้สารสกัดจากผลประคำดีควายและค่าสมการ regression เปรียบเทียบกันในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	สมการ regression ⁽¹⁾	ค่า LC_{50} ⁽²⁾	r^2 ⁽³⁾
24	$y = 2.97 + 11.71x$	4.02	0.98
48	$y = 6.64 + 11.61x$	3.73	0.97

⁽¹⁾ สมการ regression ของเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้จากการได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย

X คือ เปอร์เซนต์ความเข้มข้นของสารสกัดจากผลประคำดีควาย

Y คือ เปอร์เซนต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

⁽²⁾ LC_{50} คือ the median lethal concentration

⁽³⁾ r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient Determination) ของเปอร์เซ็นต์การตาย

ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ในแมลงวันผลไม้

จากการทดสอบตรวจวัดหาเอนไซม์เอสเทอร์ของหนอนแมลงวันผลไม้โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร โดยใช้ pNPA เป็นซับสเตรต ทำให้เกิดสารละลายสีเหลืองซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยา hydrolysis ของสาร paranitrophenyl cetrate (pNPA) ไปเป็น paranitrophenol ทดสอบทำการวัดเอนไซม์เอสเทอร์โดยวิธีดังกล่าวได้ผลเป็น ดังต่อไปนี้

1. ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ในแมลงวันผลไม้ ในระยะตัวอ่อน

1.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของหนอน แมลงวันผลไม้

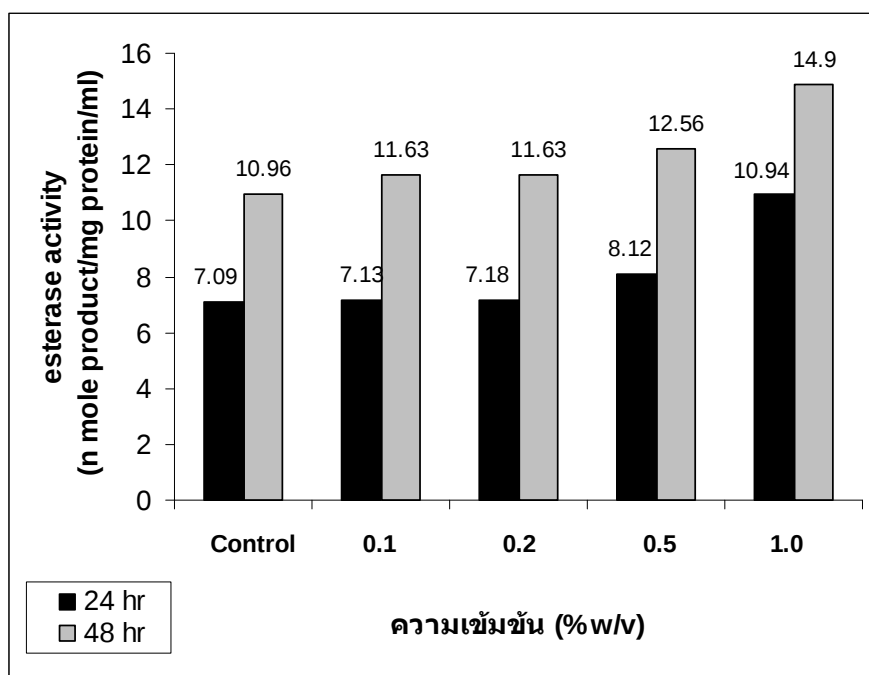
ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากรากหางไหล จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.1, 0.2, 0.5 และ 1% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 7.09 ± 0.39 , 7.13 ± 0.78 , 7.18 ± 0.05 , 8.12 ± 0.25 และ 10.94 ± 1.18 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 10.96 ± 0.64 , 11.63 ± 0.56 , 11.78 ± 0.61 , 12.56 ± 0.52 และ 14.90 ± 2.47 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 29) ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดความเข้มข้นที่ 1% แตกต่างกับชุดควบคุม (น้ำกลั่น) , 0.1, 0.2, 0.5 และ 1% w/v อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น) , 0.1, 0.2, 0.5 และ 1% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของหนอนแมลงวัน
ผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากเหง้าในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากเหง้า (% w/v)	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ⁽²⁾	
	n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	7.09 $\pm$ 0.39 ^a	10.96 $\pm$ 0.64 ^a
0.1	7.13 $\pm$ 0.78 ^a	11.63 $\pm$ 0.56 ^a
0.2	7.18 $\pm$ 0.05 ^a	11.63 $\pm$ 0.61 ^a
0.5	8.12 $\pm$ 0.25 ^b	12.56 $\pm$ 0.52 ^a
1	10.94 $\pm$ 1.18 ^a	14.90 $\pm$ 2.47 ^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05,
Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 29 ระดับเอนไซม์เอสเทอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง

1.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของ หนอนแมลงวันผลไม้

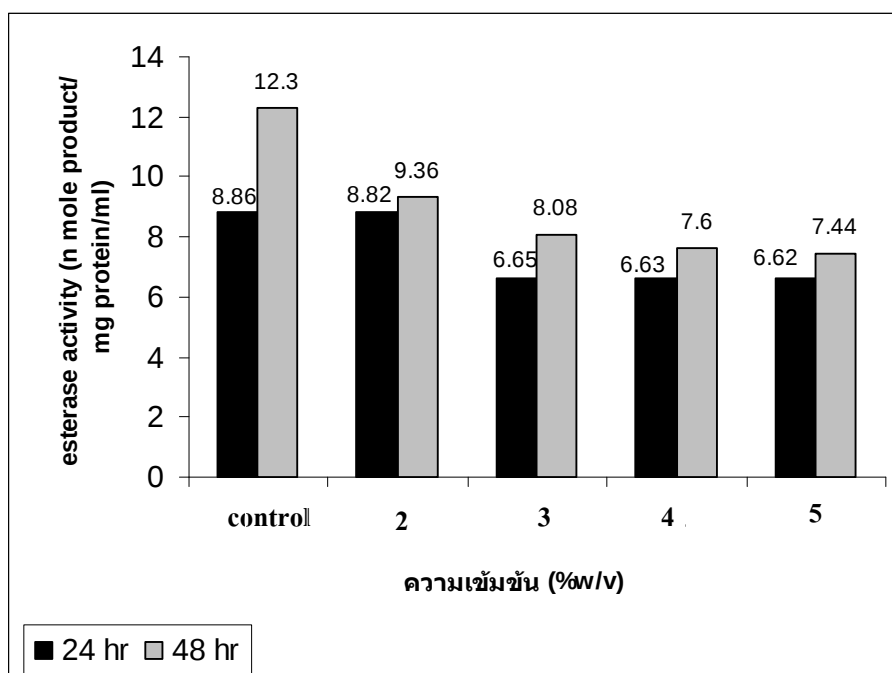
ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากเมล็ด
น้อยหน่า (ตารางที่ 14 และภาพที่ 30) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 2 , 3 , 4 และ
5% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 6.62 ± 0.68 , 6.63 ± 0.44 , 6.65 ± 0.71 ,
 8.82 ± 4.19 และ 8.86 ± 7.81 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง มี
ค่าของ esterase product เท่ากับ 12.30 ± 1.16 , 9.35 ± 0.54 , 8.08 ± 0.53 , 7.60 ± 1.36 และ 7.44 ± 0.98 n
mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและช่วงเวลาที่ 48
ชั่วโมงใน ชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 2 , 3, 4 และ 5% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของหนอนแมลงวัน
ผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ ⁽²⁾ n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	8.86 ± 7.81^a	12.30 ± 1.16^a
2	8.82 ± 4.19^a	9.35 ± 0.54^a
3	6.65 ± 0.71^a	8.08 ± 0.53^a
4	6.63 ± 0.44^a	7.60 ± 1.36^a
5	6.62 ± 0.68^a	7.44 ± 0.98^a

(1) คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

(2) คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดังนี้ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$,
Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 30 ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง

1.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของหนอนแมลงวันผลไม้

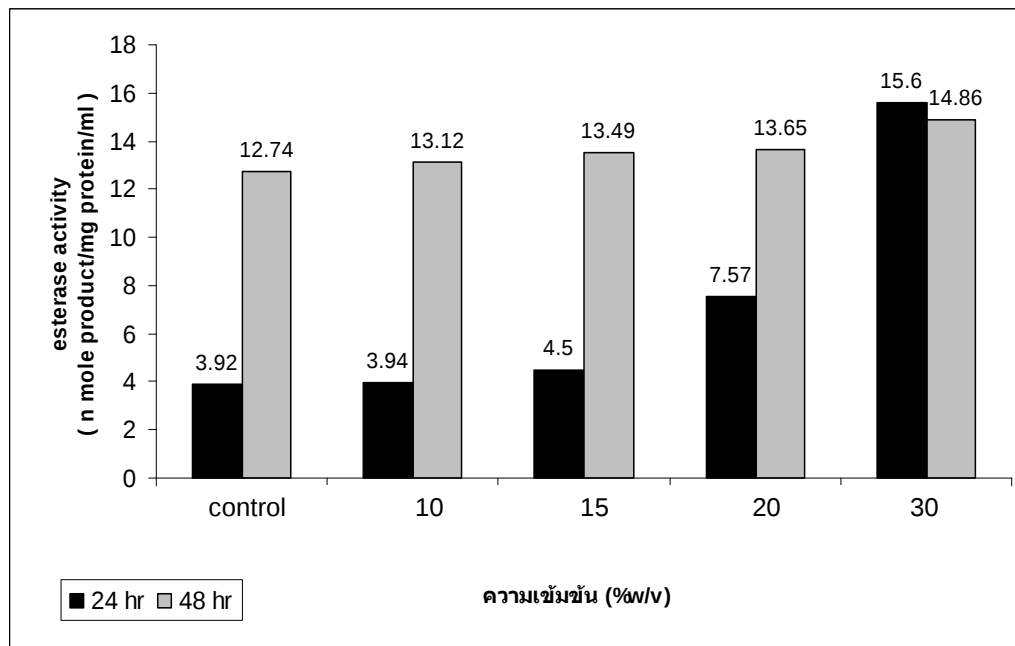
ระดับเอนไซม์เอสเทอร์สของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย(ตารางที่ 15 และภาพที่ 31) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม(น้ำกลั่น) , 10, 15, 20 และ 30% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 3.92 ± 0.32 , 3.94 ± 0.54 , 4.50 ± 0.44 , 7.57 ± 1.69 และ 15.60 ± 0.91 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 12.74 ± 1.41 , 13.12 ± 0.37 , 13.49 ± 1.25 , 13.65 ± 0.99 และ 14.86 ± 0.87 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุมและความเข้มข้นที่ 15%แตกต่างกับชุดความเข้มข้นที่ 10, 20 และ 30% w/v อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลา 48 ชั่วโมงในชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 10, 15, 20 และ 30% w/v ระดับเอนไซม์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ⁽²⁾ n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	3.92 ± 0.32^a	12.74 ± 1.41^a
10	3.94 ± 0.54^b	13.12 ± 0.37^a
15	4.50 ± 0.44^c	13.49 ± 1.25^a
20	7.57 ± 1.69^b	13.65 ± 0.99^a
30	15.60 ± 0.91^b	14.86 ± 0.87^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 31 ระดับเอนไซม์เอสเทอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจาก
ผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง

2. ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ในแมลงวันผลไม้ใน ระยะตัวเต็มวัย

จากการทดสอบตรวจวัดหาเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยในแมลงวันผลไม้โดยใช้
เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร โดยใช้ pNPA เป็นซับสเตรต ทำให้เกิด
สารละลายสีเหลืองซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยา hydrolysis ของสาร paranitrophenyl cetrate (pNPA)
ไปเป็น paranitrophenol ทดสอบทำการวัดเอนไซม์เอสเทอร์โดยวิธีดังกล่าวได้ผลเป็น ดังต่อไปนี้

2.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยของ แมลงวันผลไม้

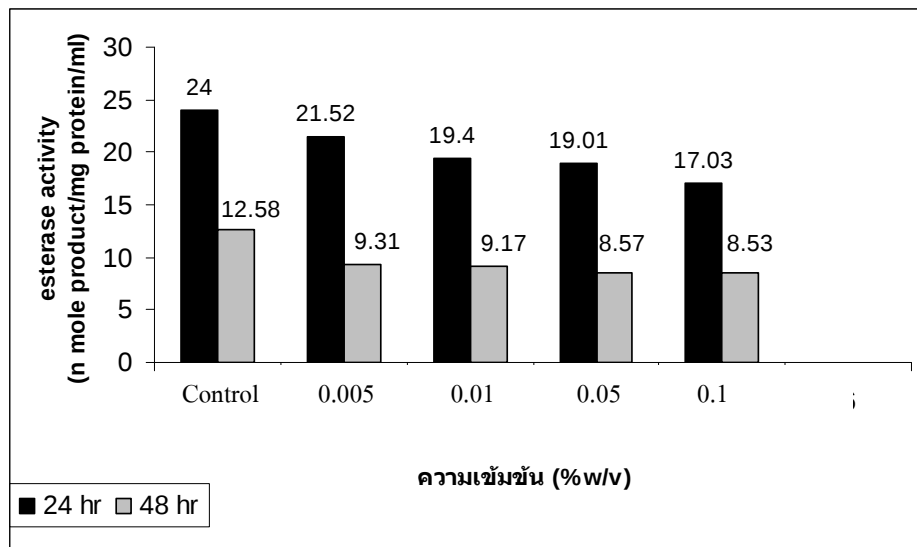
ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากรากหางไหล(ตารางที่ 16 และภาพที่ 32) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.1% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 24.01 ± 4.83 , 21.52 ± 3.78 , 19.40 ± 3.08 , 19.01 ± 3.71 และ 17.03 ± 1.64 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 12.57 ± 1.19 , 9.31 ± 0.83 , 9.17 ± 2.23 , 8.57 ± 1.18 และ 8.53 ± 1.94 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น) , 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.1% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลา 48 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น) แตกต่างกับชุดความเข้มข้นที่ 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.1% w/v อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ของตัวเต็มวัย
แมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากเหง้าในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากเหง้า (% w/v)	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ส ⁽²⁾	
	n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.00 ⁽¹⁾	24.01 $\pm$ 4.83 ^a	12.57 $\pm$ 1.19 ^a
0.005	21.52 $\pm$ 3.78 ^a	9.31 $\pm$ 0.83 ^b
0.01	19.40 $\pm$ 3.08 ^a	9.17 $\pm$ 2.23 ^b
0.05	19.01 $\pm$ 3.71 ^a	8.57 $\pm$ 1.18 ^b
0.1	17.03 $\pm$ 1.64 ^a	8.53 $\pm$ 1.94 ^b

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05,
Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 32 ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง

2.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มของแมลงวันผลไม้

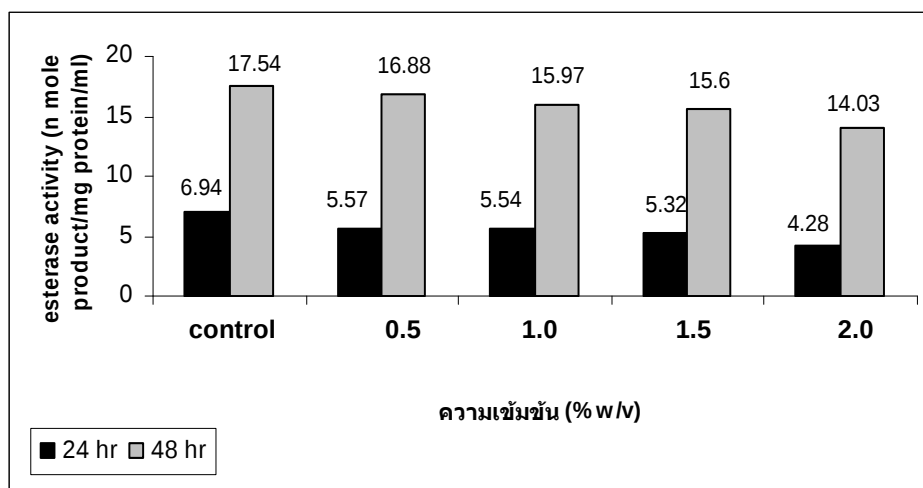
ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (ตารางที่ 17 และภาพที่ 33) ในการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.5, 1, 1.5 และ 2% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 6.94 ± 0.65 , 5.57 ± 1.11 , 5.54 ± 0.67 , 5.32 ± 1.49 และ 4.28 ± 0.53 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 17.54 ± 0.69 , 16.88 ± 1.99 , 15.97 ± 1.26 , 15.60 ± 0.91 และ 14.03 ± 3.36 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.5, 1.0, 1.5 และ 2% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลา 48 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น) แตกต่างกับชุดความเข้มข้นที่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% w/v อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ ⁽²⁾ n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	6.94 ± 0.65^a	17.54 ± 0.69^a
0.5	5.57 ± 1.11^a	16.88 ± 1.99^b
1.0	5.54 ± 0.67^a	15.97 ± 1.26^b
1.5	5.32 ± 1.49^a	15.60 ± 0.91^b
2.0	4.28 ± 0.53^a	14.03 ± 3.36^b

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 33 ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง

2.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายต่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้

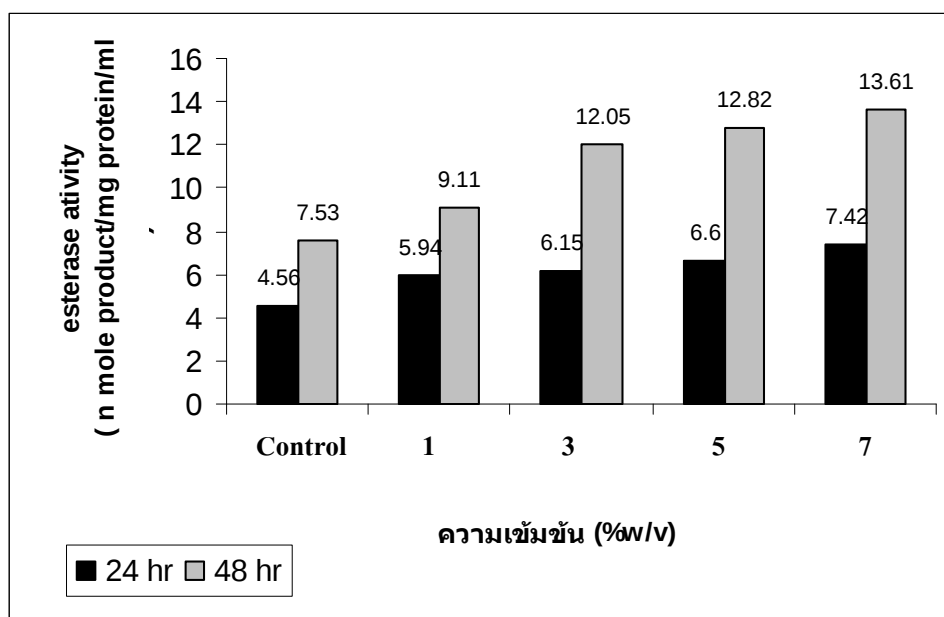
ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย(ตารางที่ 18 และภาพที่ 34) ในการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 1, 3, 5 และ 7% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 4.56 ± 0.18 , 5.94 ± 0.94 , 6.16 ± 0.30 , 6.60 ± 0.31 และ 7.42 ± 0.41 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าของ esterase product เท่ากับ 7.53 ± 0.72 , 9.11 ± 1.34 , 12.05 ± 1.80 , 12.82 ± 1.09 และ 13.61 ± 0.63 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.5, 1.0, 1.5 และ 2% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลา 48 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น) และชุดความเข้มข้นที่ 1% w/v แตกต่างกับชุดความเข้มข้นที่ 3, 5 และ 7% w/v อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์เอสเทอร์ ของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	ระดับเอนไซม์เอสเทอร์ ⁽²⁾ n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	4.56 ± 0.18^a	7.53 ± 0.72^a
1	5.94 ± 0.94^{bc}	9.11 ± 1.34^a
3	6.16 ± 0.30^{bc}	12.05 ± 1.80^b
5	6.60 ± 0.31^c	12.82 ± 1.09^b
7	7.42 ± 0.41^d	13.61 ± 0.63^b

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 34 ระดับเอนไซม์เอสเทอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง

ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้

จากการทดสอบเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ใช้วิธีของ CDNB assay ของ Booth และคณะ (1961) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 340 นาโนเมตร ตรวจค่าของ conjugated product ที่เป็นกลุ่มของ mercapturic acid ซึ่งผลจากการให้สารสกัดทั้ง 3 ชนิดเป็นดังต่อไปนี้

1 ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อน

1.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในหนอนแมลงวันผลไม้

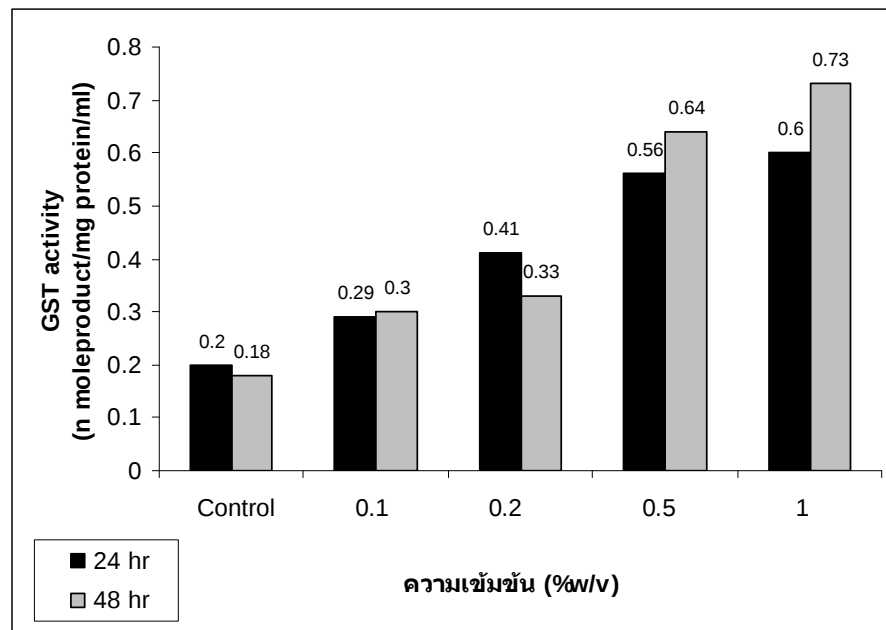
ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากรากหางไหล (ตารางที่ 19 และภาพที่ 35) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 0.1, 0.2, 0.5 และ 1% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมงตรวจค่าของ conjugated product ที่เป็นกลุ่มของ mercapturic acid มีค่า 0.20 ± 0.08 , 0.29 ± 0.18 , 0.41 ± 0.29 , 0.56 ± 0.27 และ 0.60 ± 0.42 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ระดับเอนไซม์มีค่าเท่ากับ 0.64 ± 0.16 , 0.18 ± 0.11 , 0.30 ± 0.32 , 0.33 ± 0.24 และ 0.73 ± 0.66 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 0.1, 0.2, 0.5 และ 1% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ชุดควบคุม และความเข้มข้นที่ 1% w/v มีความแตกต่างกับความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2 และ 0.5% w/v ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากเหง้าในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากเหง้า (% w/v)	ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ⁽²⁾	
	n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.20 $\pm$ 0.08 ^a	0.18 $\pm$ 0.11 ^b
0.1	0.29 $\pm$ 0.18 ^a	0.30 $\pm$ 0.32 ^b
0.2	0.41 $\pm$ 0.29 ^a	0.33 $\pm$ 0.24 ^b
0.5	0.56 $\pm$ 0.27 ^a	0.64 $\pm$ 0.16 ^a
1.0	0.60 $\pm$ 0.42 ^a	0.73 $\pm$ 0.66 ^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ได้สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 35 ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง

1.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในหนอนแมลงวันผลไม้

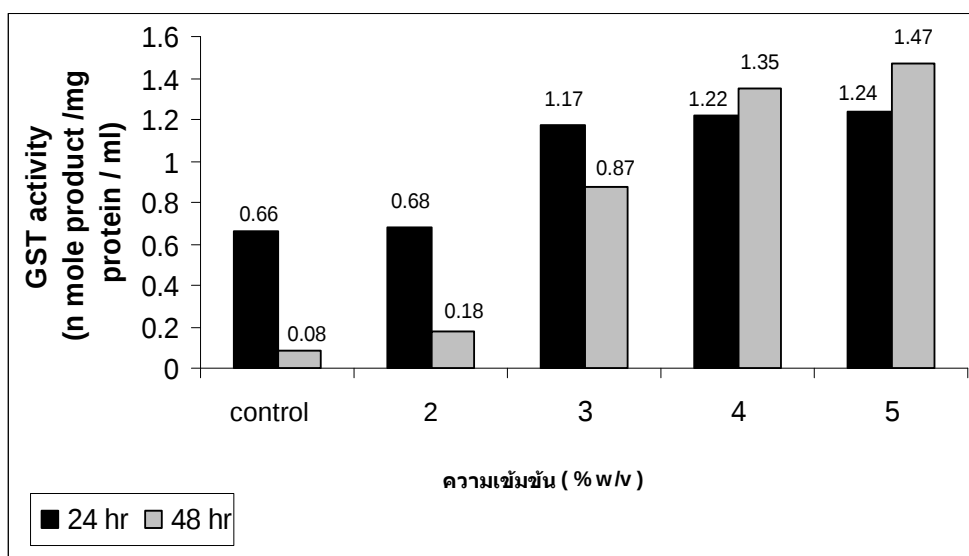
ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (ตารางที่ 20 และภาพที่ 36) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) , 2 , 3, 4 และ 5% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมงตรวจค่าของ conjugated product ที่เป็นกลุ่มของ mercapturic acid มีค่า 0.66 ± 0.45 , 0.68 ± 0.61 , 1.17 ± 0.18 , 1.22 ± 0.21 และ 1.24 ± 0.18 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับส่วนช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ระดับเอนไซม์มีค่าเท่ากับ 0.08 ± 0.01 , 0.18 ± 0.07 , 0.87 ± 0.72 , 1.35 ± 0.11 และ 1.47 ± 0.31 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 2 , 3, 4 และ 5% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ชุดควบคุมและความเข้มข้นที่ 2% w/v มีความแตกต่างกับความเข้มข้นที่ 3, 4 และ 5% w/v ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ⁽²⁾	
	n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	0.66 $\pm$ 0.45 ^a	0.08 $\pm$ 0.01 ^a
2	0.68 $\pm$ 0.61 ^a	0.18 $\pm$ 0.07 ^a
3	1.17 $\pm$ 0.18 ^a	0.87 $\pm$ 0.72 ^b
4	1.22 $\pm$ 0.21 ^a	1.35 $\pm$ 0.11 ^b
5	1.24 $\pm$ 0.18 ^a	1.47 $\pm$ 0.31 ^b

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ได้สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 36 ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

1.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทราสเฟอเรสในหนองแมลงวันผลไม้

ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทราสเฟอเรสของหนองแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย (ตารางที่ 21 และภาพที่ 37) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) , 10, 15, 20 และ 30% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมงตรวจค่าของ conjugated product ที่เป็นกลุ่มของ mercapturic acid มีค่าเท่ากับ 2.90 ± 2.14 , 1.24 ± 1.33 , 0.37 ± 0.26 , 0.27 ± 0.15 และ 0.16 ± 0.03 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับส่วนช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ระดับเอนไซม์มีค่าเท่ากับ 1.24 ± 0.66 , 1.02 ± 0.59 , 0.96 ± 0.30 , 0.86 ± 0.19 และ 0.59 ± 0.33 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงที่ความเข้มข้น 10% w/v มีความแตกต่างกับในชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 15, 20 และ 30% w/v ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมงนั้น ชุดควบคุม(น้ำกลั่น) , 10 , 15, 20 และ 30% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

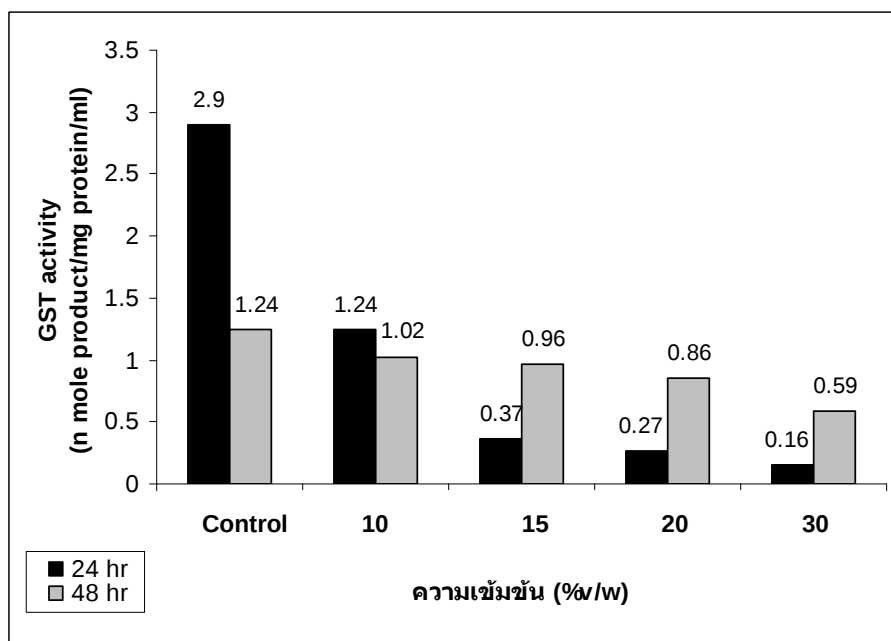
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ⁽²⁾	
	n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	2.90 ± 2.14 ^a	1.24 ± 0.66 ^a
10	1.24 ± 1.33 ^a	1.02 ± 0.59 ^a
15	0.37 ± 0.26 ^a	0.96 ± 0.30 ^b
20	0.27 ± 0.15 ^a	0.86 ± 0.19 ^b
30	0.16 ± 0.03 ^a	0.59 ± 0.33 ^b

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ได้สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05,

Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 37 ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

2. ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย

2.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

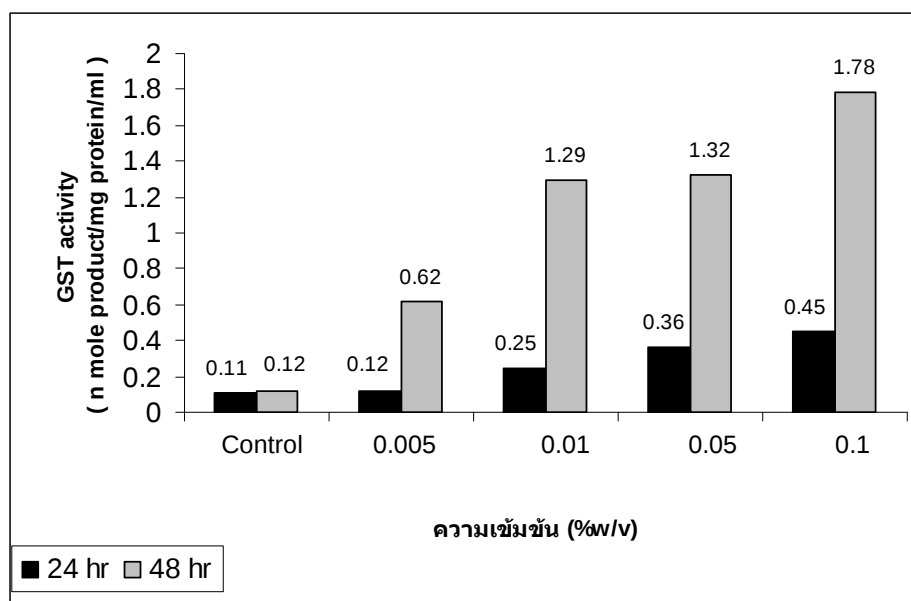
ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากรากหางไหล (ตารางที่ 22 และ ภาพที่ 38) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.1% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมงตรวจค่าของ conjugated product ที่เป็นกลุ่มของ mercapturic acid มีค่า 0.11 ± 0.06 , 0.12 ± 0.03 , 0.25 ± 0.34 , 0.36 ± 0.16 และ 0.45 ± 0.29 n mole product/mg protein/ml ตามลำดับส่วนช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ระดับเอนไซม์มีค่าเท่ากับ 0.12 ± 0.11 , 0.62 ± 0.11 , 1.29 ± 0.32 , 1.32 ± 0.38 และ 1.78 ± 0.16 n mole product/mg protein/ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.1% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง ชุดควบคุม, ความเข้มข้นที่ 0.005 และ 0.1% w/v มีความแตกต่างกับความเข้มข้นที่ 0.01 และ 0.05% w/v ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งความเข้มข้นที่ 0.01 และ 0.05% w/v ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากหางไหล (% w/v)	ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ⁽²⁾ n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.11 ± 0.06 ^a	0.12 ± 0.11 ^a
0.005	0.12 ± 0.03 ^a	0.62 ± 0.11 ^b
0.01	0.25 ± 0.34 ^a	1.29 ± 0.32 ^b
0.05	0.36 ± 0.16 ^a	1.32 ± 0.38 ^b
0.10	0.45 ± 0.29 ^a	1.78 ± 0.16 ^a

(1) คือ ชุดควบคุมที่ไม่ได้สารสกัด

(2) คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 38 ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

2.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทราสเฟอเรสในตับเต็มวัยแมลงวันผลไม้

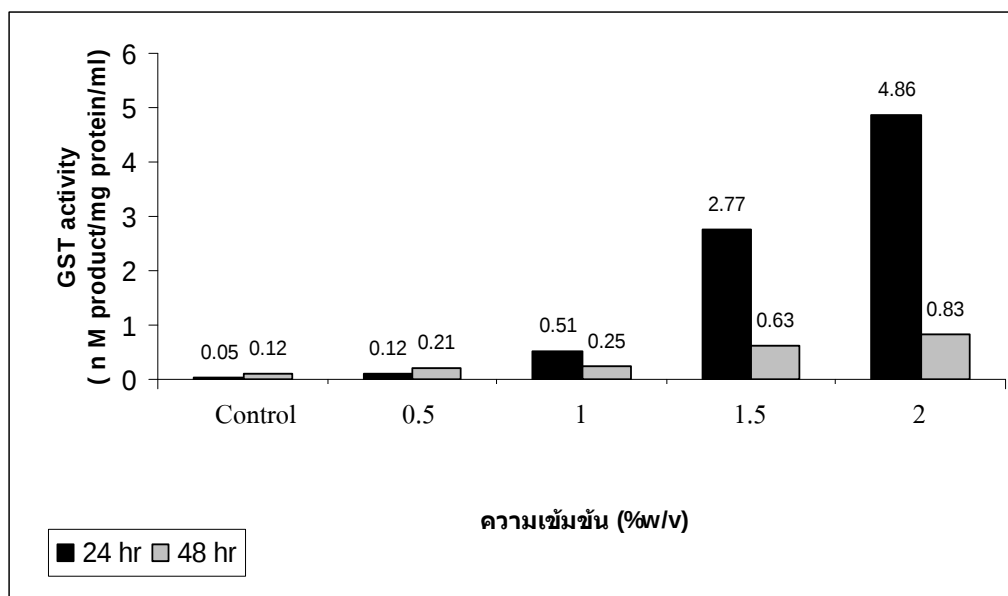
ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทราสเฟอเรสของตับเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (ตารางที่ 23 และ ภาพที่ 39) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมงตรวจค่าของ conjugated product ที่เป็นกลุ่มของ mercapturic acid มีค่า 4.86 ± 7.80 , 2.77 ± 4.53 , 0.51 ± 0.57 , 0.12 ± 0.07 และ 0.05 ± 0.05 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ระดับเอนไซม์มีค่าเท่ากับ 0.83 ± 0.71 , 0.63 ± 0.19 , 0.25 ± 0.04 , 0.21 ± 0.25 และ 0.12 ± 0.02 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ชุดควบคุม และ ความเข้มข้นที่ 2% w/v มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ⁽²⁾	
	n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.05 ± 0.05^a	0.12 ± 0.02^a
0.5	0.12 ± 0.07^a	0.21 ± 0.25^b
1.0	0.51 ± 0.57^a	0.25 ± 0.04^b
1.5	2.77 ± 4.53^a	0.63 ± 0.19^b
2.0	4.86 ± 7.80^a	0.83 ± 0.71^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ได้สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 39 ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

2.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายที่มีต่อระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทราสเฟอเรสในตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

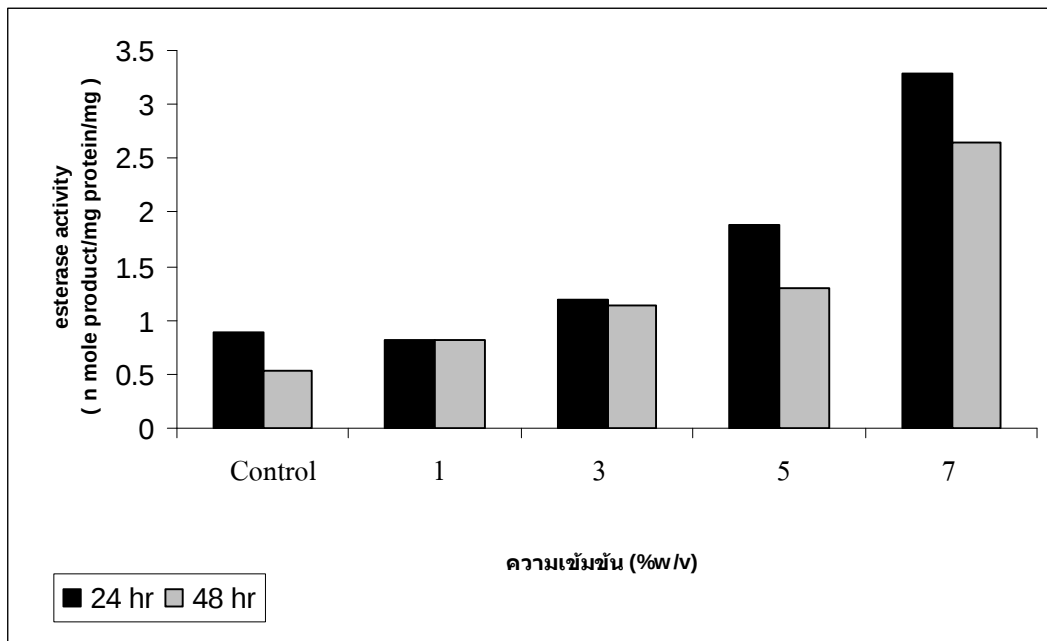
ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทราสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากที่ได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย (ตารางที่ 24 และภาพที่ 40) จากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 1, 3, 5 และ 7% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมงตรวจค่าของ conjugated product ที่เป็นกลุ่มของ mercapturic acid มีค่า 0.88 ± 0.28 , 0.82 ± 0.75 , 1.19 ± 0.65 , 1.88 ± 0.93 และ 3.29 ± 1.12 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ระดับเอนไซม์มีค่าเท่ากับ 0.54 ± 0.24 , 0.82 ± 0.10 , 1.13 ± 0.19 , 1.29 ± 0.16 และ 2.65 ± 0.60 n mole product / mg protein / ml ตามลำดับ ซึ่งระดับเอนไซม์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในชุดควบคุม(น้ำกลั่น), 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% w/v ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ส่วนระดับเอนไซม์ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ชุดควบคุม และ ความเข้มข้นที่ 5 และ 7% w/v มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย ในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	ระดับเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ⁽²⁾	
	n mole product / mg protein / ml	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	0.88 ± 0.28^a	0.54 ± 0.24^a
1	0.82 ± 0.75^a	0.82 ± 0.10^{ab}
3	1.19 ± 0.65^a	1.13 ± 0.19^{ab}
5	1.88 ± 0.93^a	1.29 ± 0.16^b
7	3.29 ± 1.12^a	2.65 ± 0.60^c

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ได้สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 40 ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสของตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อการระดับโปรตีนในแมลงวันผลไม้

1 ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับโปรตีนในแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อน

1.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลที่มีต่อระดับโปรตีนในแมลงวันผลไม้

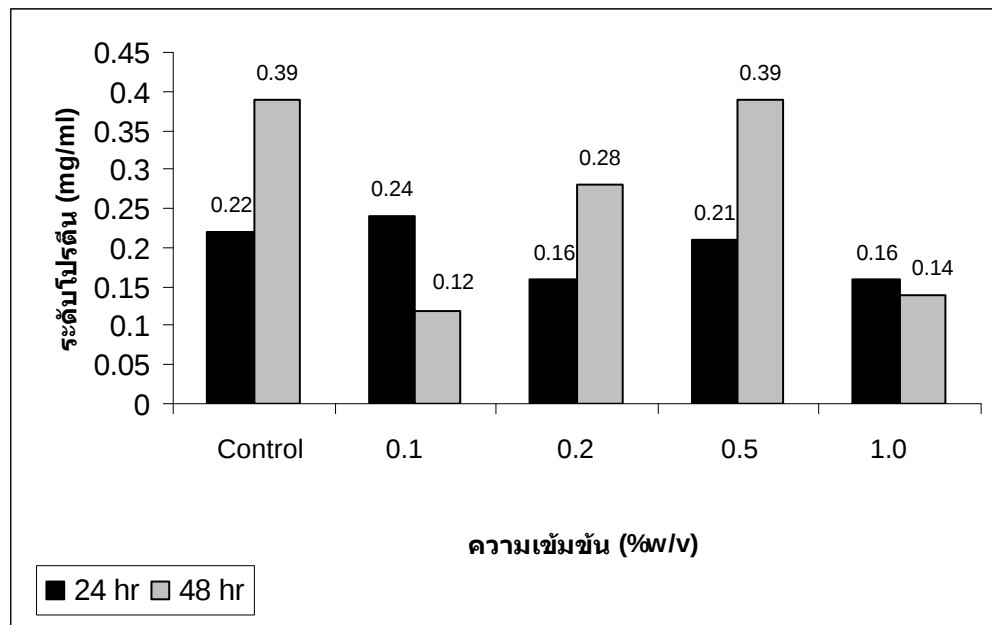
หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลจากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.1, 0.2, 0.5 และ 1% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีนที่วัดโดยวิธีของ Bradford assay เท่ากับ 0.22 ± 0.77 , 0.24 ± 0.16 , 0.16 ± 0.04 , 0.20 ± 0.06 และ 0.16 ± 0.06 mg/ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีน เท่ากับ 0.38 ± 0.27 , 0.12 ± 0.02 , 0.27 ± 0.01 , 0.39 ± 0.45 และ 0.14 ± 0.04 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ค่าของโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% (ตารางที่ 25 และภาพที่ 4)

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากหางไหล (% w/v)	ระดับโปรตีน ⁽²⁾ (mg/ml)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.22 ± 0.77^a	0.38 ± 0.27^a
0.1	0.24 ± 0.16^a	0.12 ± 0.02^a
0.2	0.16 ± 0.04^a	0.27 ± 0.01^a
0.5	0.20 ± 0.06^a	0.39 ± 0.45^a
1.0	0.16 ± 0.06^a	0.14 ± 0.04^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 41 ปริมาณโปรตีนของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่
ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

1.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อระดับโปรตีนหนอนแมลงวันผลไม้

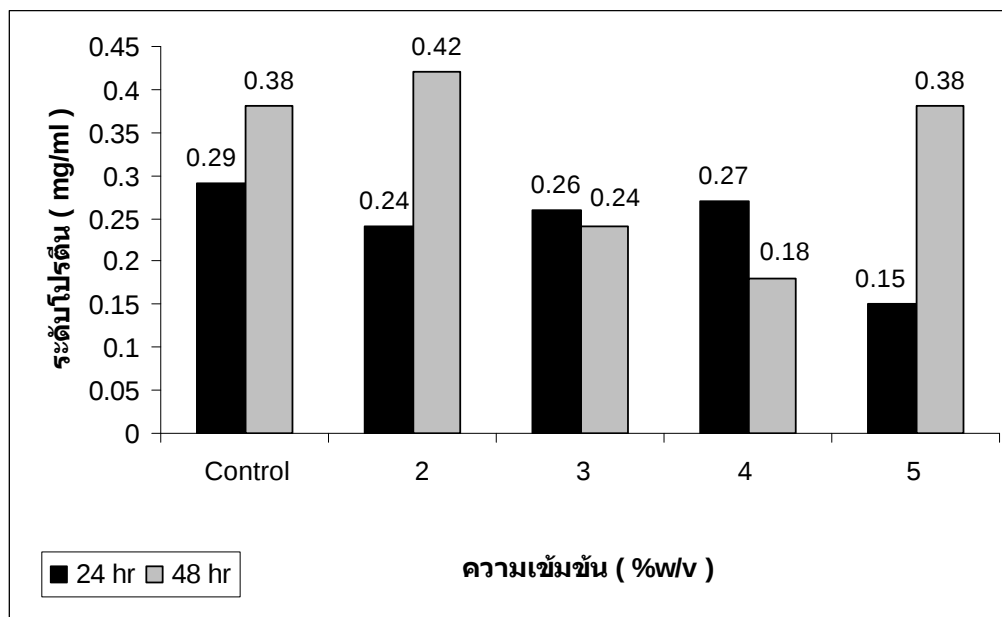
หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าจากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 2, 3, 4 และ 5% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีนที่วัดโดยวิธีของ Bradford เท่ากับ 0.29 ± 0.07 , 0.24 ± 0.06 , 0.26 ± 0.26 , 0.27 ± 0.11 และ 0.15 ± 0.74 mg/ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมงมีค่าของโปรตีน เท่ากับ 0.38 ± 0.08 , 0.42 ± 0.15 , 0.24 ± 0.05 , 0.18 ± 0.04 และ 0.38 ± 0.34 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ค่าของโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% (ตารางที่ 26 และภาพที่ 42)

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	ระดับโปรตีน ⁽²⁾ (mg/ml)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	0.29 ± 0.07^a	0.38 ± 0.08^a
2	0.24 ± 0.06^a	0.42 ± 0.15^a
3	0.26 ± 0.26^a	0.24 ± 0.05^a
4	0.27 ± 0.11^a	0.18 ± 0.04^a
5	0.15 ± 0.74^a	0.38 ± 0.34^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 42 ปริมาณโปรตีนของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่
ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

1.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายที่มีต่อระดับโปรตีนของหนอนแมลงวันผลไม้

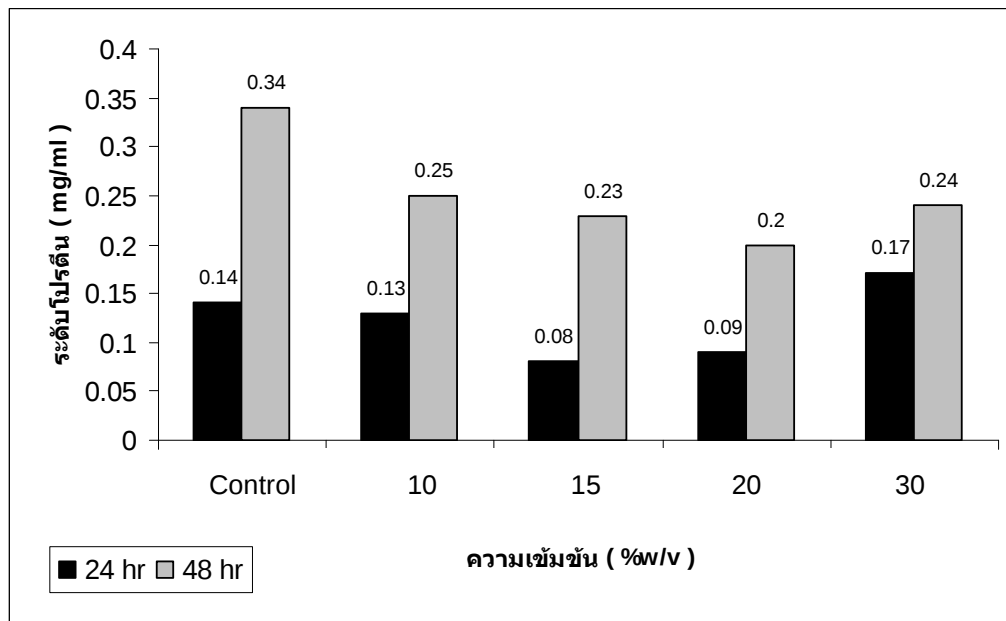
หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายจากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 10, 15, 20 และ 30% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีนที่วัดโดยวิธีของ Bradford เท่ากับ 0.13 ± 0.03 , 0.13 ± 0.06 , 0.78 ± 0.19 , 0.09 ± 0.08 และ 0.17 ± 0.03 mg/ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีน เท่ากับ 0.34 ± 0.08 , 0.25 ± 0.11 , 0.23 ± 0.53 , 0.20 ± 0.53 และ 0.24 ± 0.07 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ค่าของโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% (ตารางที่ 27 และภาพที่ 43)

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในหนอนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	ระดับโปรตีน ⁽²⁾ (mg/ml)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	0.13 ± 0.03^a	0.34 ± 0.08^a
10	0.13 ± 0.06^a	0.25 ± 0.11^a
15	0.78 ± 0.19^a	0.23 ± 0.53^a
20	0.09 ± 0.08^a	0.20 ± 0.53^a
30	0.17 ± 0.03^a	0.24 ± 0.07^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 43 ปริมาณโปรตีนของหนอนแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่
ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

2. ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อระดับโปรตีนในแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัย

2.1 ผลของสารสกัดจากรากหางไหลที่มีต่อระดับโปรตีนตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

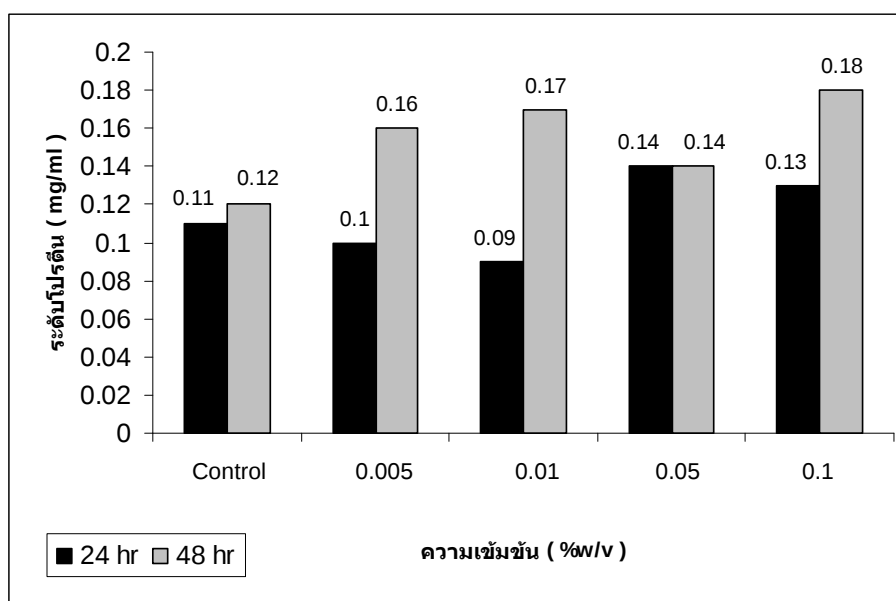
หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลจากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) 0.005, 0.010, 0.050 และ 0.100% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีนที่วัดโดยวิธีของ Bradford assay เท่ากับ 0.11 ± 0.02 , 0.10 ± 0.09 , 0.09 ± 0.04 , 0.14 ± 0.10 และ 0.13 ± 0.50 mg/ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลา 48 ชั่วโมงมีค่าของโปรตีน เท่ากับ 0.12 ± 0.03 , 0.16 ± 0.07 , 0.17 ± 0.04 , 0.14 ± 0.07 และ 0.18 ± 0.03 % mg/ml ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ค่าของโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% (ตารางที่ 28 และภาพที่ 44)

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนในตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากหางไหล (% w/v)	ระดับโปรตีน ⁽²⁾ (mg/ml)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.11 ± 0.02^a	0.12 ± 0.03^a
0.005	0.10 ± 0.09^a	0.16 ± 0.07^a
0.01	0.09 ± 0.04^a	0.17 ± 0.04^a
0.05	0.14 ± 0.10^a	0.14 ± 0.07^a
0.10	0.13 ± 0.50^a	0.18 ± 0.03^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 44 ปริมาณโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่
ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

2.2 ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อระดับโปรตีนตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

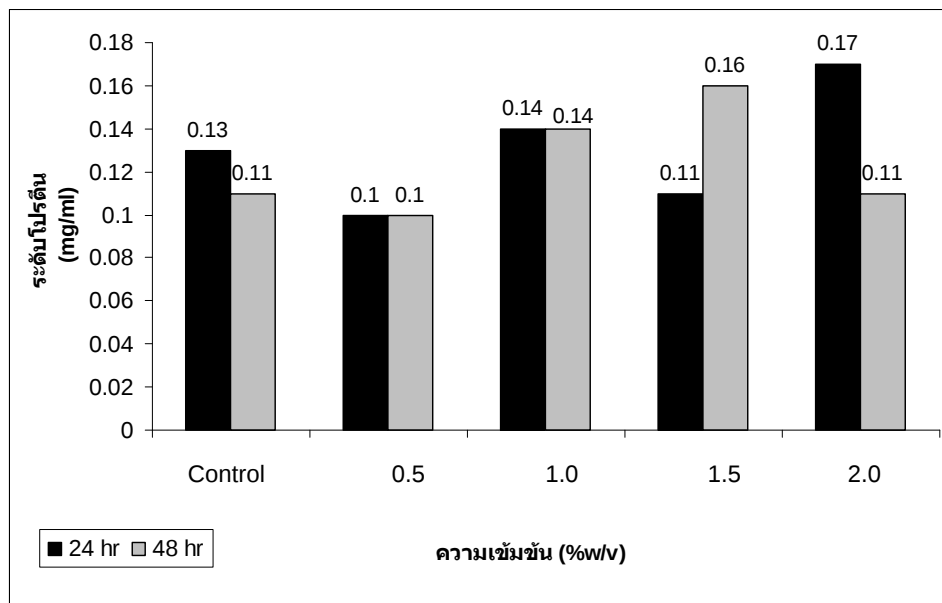
หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าจากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 0.5, 1.0, 1.5 และ 2% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีนที่วัดโดยวิธีของ Bradford เท่ากับ 0.13 ± 0.60 , 0.10 ± 0.15 , 0.14 ± 0.10 , 0.11 ± 0.03 และ 0.17 ± 0.14 mg/ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมงมีค่าของโปรตีน เท่ากับ 0.11 ± 0.02 , 0.10 ± 0.04 , 0.14 ± 0.70 , 0.16 ± 0.08 และ 0.11 ± 0.06 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ค่าของโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% (ตารางที่ 29 และภาพที่ 45)

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	ระดับโปรตีน ⁽²⁾ (mg/ml)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	0.13 ± 0.60^a	0.11 ± 0.02^a
2	0.10 ± 0.15^a	0.10 ± 0.15^a
3	0.14 ± 0.10^a	0.14 ± 0.10^a
4	0.11 ± 0.03^a	0.11 ± 0.03^a
5	0.17 ± 0.14^a	0.17 ± 0.14^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 45 ปริมาณโปรตีนของตัวเต็มวัยเมลอนวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่
ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

2.3 ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายที่มีต่อระดับโปรตีนตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้

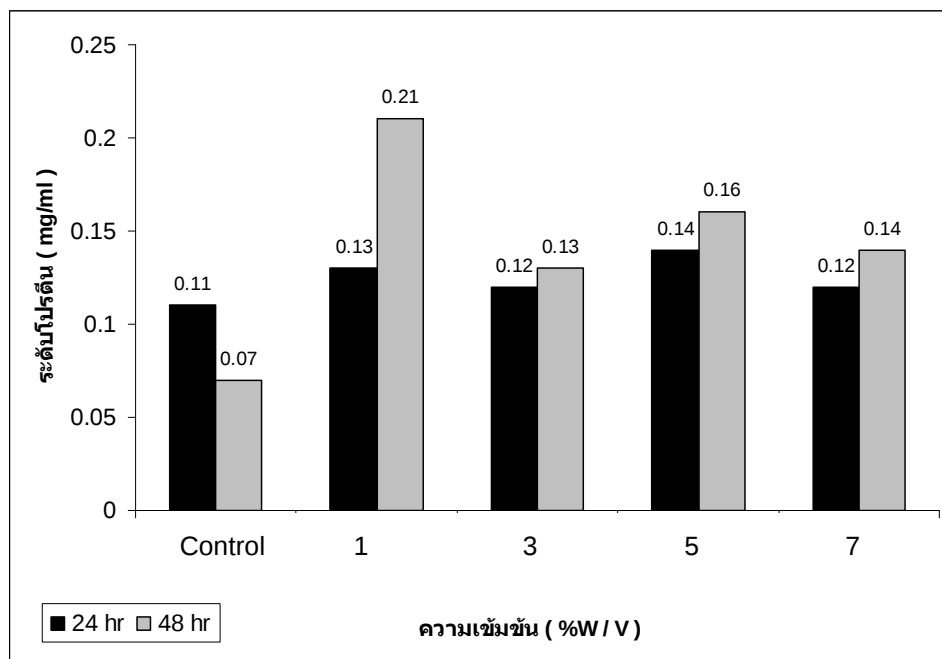
หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายจากการทดลอง 5 ชุด คือ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น), 1, 3, 5 และ 7% w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีค่าของโปรตีนที่วัดโดยวิธีของ Bradford เท่ากับ 0.11 ± 0.09 , 0.13 ± 0.10 , 0.12 ± 0.04 , 0.14 ± 0.11 และ 0.12 ± 0.07 mg/ml ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมงมีค่าของโปรตีน เท่ากับ 0.07 ± 0.02 , 0.21 ± 0.12 , 0.13 ± 0.09 , 0.16 ± 0.08 และ 0.14 ± 0.08 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ค่าของโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% (ตารางที่ 30 และภาพที่ 46)

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	ระดับโปรตีน ⁽²⁾ (mg/ml)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0 ⁽¹⁾	0.11 ± 0.09^a	0.07 ± 0.02^a
10	0.13 ± 0.10^a	0.21 ± 0.12^a
15	0.12 ± 0.04^a	0.13 ± 0.09^a
20	0.14 ± 0.10^a	0.16 ± 0.08^a
30	0.12 ± 0.07^a	0.14 ± 0.08^a

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 46 ปริมาณโปรตีนของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจาก
ผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อผึ้งชันโรง

1. ผลของสารสกัดจากรากหางไหลต่ออัตราการตายของผึ้งชันโรง

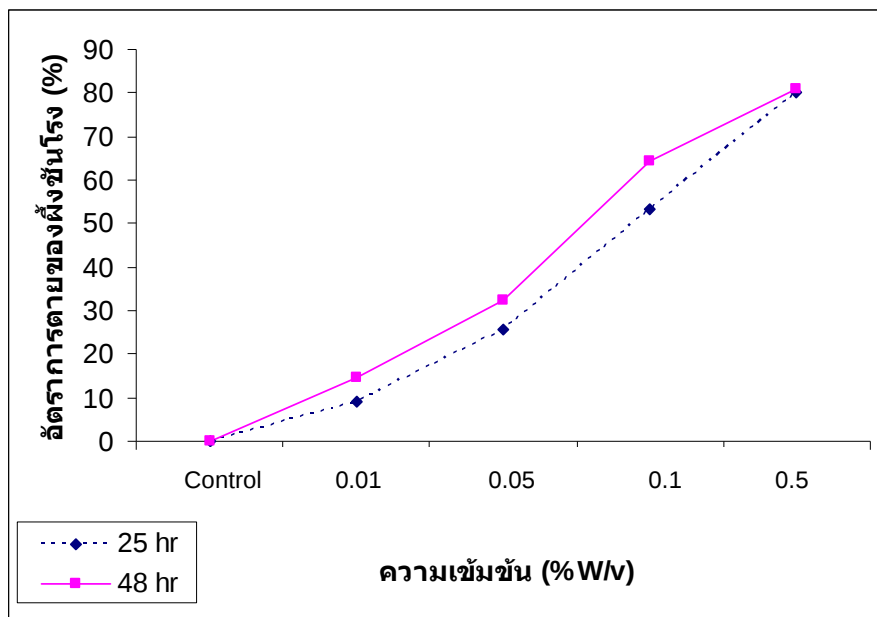
จากการที่นำสารสกัดจากรากหางไหลมาทดสอบกับชันโรง โดยการหาอัตราการตายชันโรงที่เวลา 24 และที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากสกัดจากรากหางไหล 0.01, 0.05, 0.01 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังนี้ อัตราการตายของชันโรงที่ 24 ชั่วโมงมีอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 8.89 ± 6.94 , 25.55 ± 6.94 , 53.33 ± 10.00 และ 80.00 ± 6.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลา 48 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 14.44 ± 5.09 , 32.22 ± 5.09 , 64.44 ± 7.70 และ 81.11 ± 6.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 31 และภาพที่ 47)

ตารางที่ 31 อัตราการตายของผึ้งชันโรง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ หลังได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากหางไหล (% w/v)	อัตราการตายของผึ้งชันโรง ⁽²⁾ (%)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.00 ⁽¹⁾	0.00 ± 0.00^a	0.00 ± 0.00^a
0.01	8.89 ± 6.94^b	14.44 ± 5.09^b
0.05	25.55 ± 6.94^c	32.22 ± 5.09^c
0.10	53.33 ± 10.00^d	64.44 ± 7.70^d
0.50	80.00 ± 6.67^c	81.11 ± 6.94^c

⁽¹⁾ คือ ชุดควบคุมที่ไม่ใส่สารสกัด

⁽²⁾ คือ ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันภายในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, Duncan Multiple Range Test



ภาพที่ 47 อัตราการตายของผีเสื้อไหมจากการใช้สารสกัดจากรากหางไหล

2. ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าต่ออัตราการตายของผึ้งชันโรง

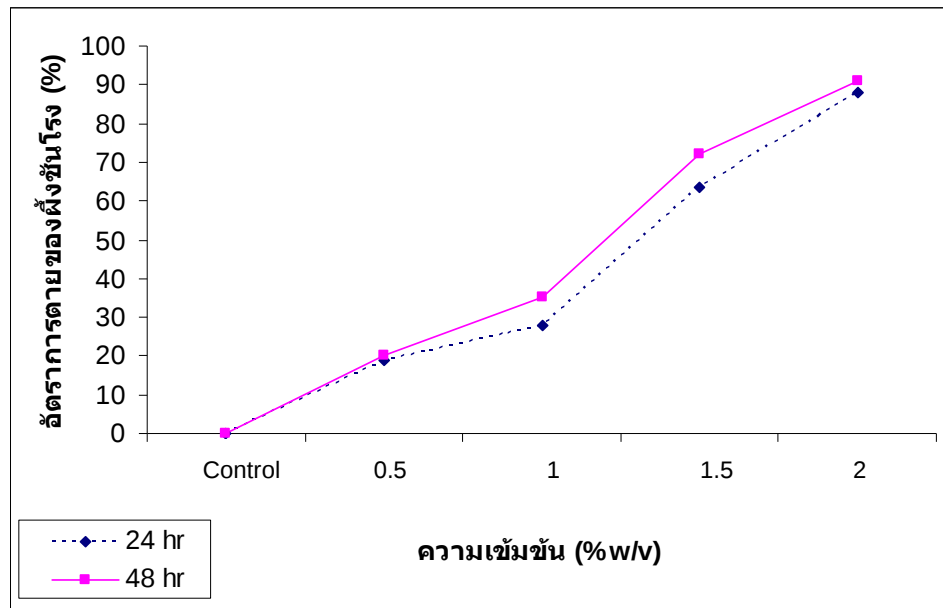
จากการที่นำสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามาทดสอบกับชันโรง โดยการหาอัตราการตายชันโรงที่เวลา 24 และที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า 0.5, 1.0, 1.5 และ 2 %w/v ได้ผลดังนี้ อัตราการตายของชันโรงที่ 24 ชั่วโมงมีอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 18.89 ± 6.94 , 27.78 ± 6.94 , 63.33 ± 10.00 และ 87.78 ± 5.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลา 48 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 20.00 ± 5.77 , 35.22 ± 5.09 , 72.22 ± 7.70 และ 91.11 ± 3.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 32 และภาพที่ 48)

ตารางที่ 32 อัตราการตายของผึ้งชันโรง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำหลังได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดน้อยหน่า (% w/v)	อัตราการตายของผึ้งชันโรง ⁽²⁾ (%)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.00 ⁽¹⁾	0.00 ± 0.00^a	0.00 ± 0.00^a
0.010	18.89 ± 6.94^b	20.00 ± 5.77^b
0.015	27.78 ± 6.94^c	35.22 ± 5.09^c
0.020	63.33 ± 10.00^d	72.22 ± 7.70^d
0.025	87.78 ± 5.09^e	91.11 ± 3.85^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $P=0.05$, DMRT



ภาพที่ 48 อัตราการตายของผังชั้นโรงจากการใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

3. ผลของสารสกัดจากประคำดีควายต่ออัตราการตายของฝัງชันโรง

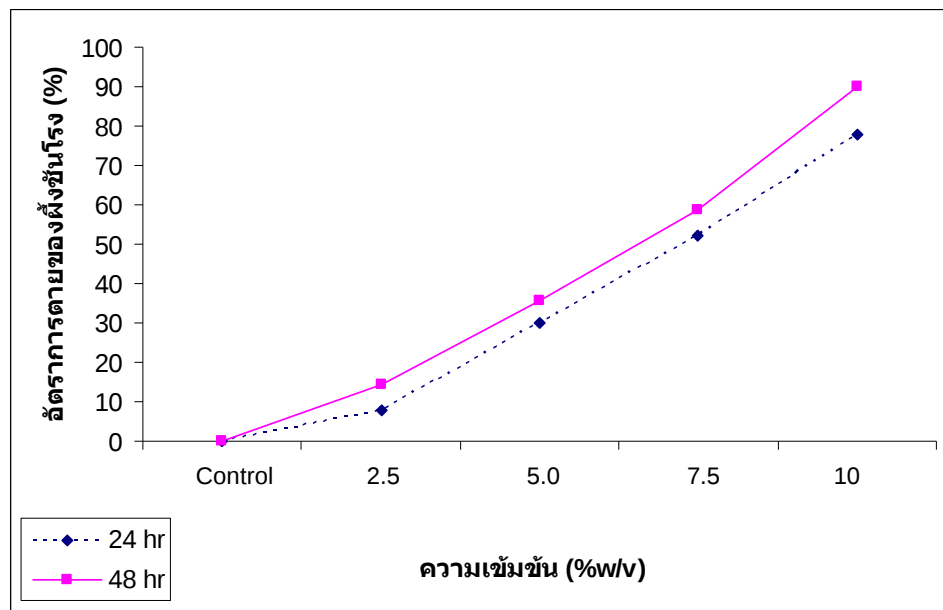
จากการที่นำสารสกัดจากประคำดีควายมาทดสอบกับชันโรง โดยการหาอัตราการตายชันโรงที่เวลา 24 และที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากสกัดจากประคำดีควาย 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 %w/v ได้ผลดังนี้ อัตราการตายของชันโรงที่ 24 ชั่วโมงมีอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 7.76 ± 5.09 , 30.00 ± 3.33 , 52.22 ± 5.09 และ 77.78 ± 5.09 เมื่อใช้เวลา 48 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่า 0.00 ± 0.00 , 14.45 ± 3.85 , 35.5 ± 10.18 , 58.89 ± 5.09 และ 90.00 ± 6.67 (ตารางที่ 33 และภาพที่ 49)

ตารางที่ 33 อัตราการตายของฝัງชันโรง $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำหลังได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	อัตราการตายของฝัງชันโรง ⁽²⁾ (%)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.00 ± 0.00^a	0.00 ± 0.00^a
2.5	7.76 ± 6.94^c	14.45 ± 3.85^b
5.0	30.00 ± 3.33^b	35.56 ± 10.18^c
7.5	52.22 ± 5.09^d	58.89 ± 5.09^d
10	77.78 ± 5.09^e	90.00 ± 6.67^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, DMRT



ภาพที่49 อัตราการตายของพืช (%) จากการใช้สารสกัดจากผลประคำดีควาย

ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากรากหางไหลต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ของผึ้งชันโรง จากการให้สารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 15.08 + 139.90x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า x ที่เป็น LC_{50} เท่ากับ 0.25% w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 20.85 + 133.20x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.22% w/v

ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ของผึ้งชันโรง จากการให้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -4.44 + 44x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า x ที่เป็น LC_{50} เท่ากับ 1.24% w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -3.18 + 46.89x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 1.13% w/v

ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากผลประคำดีควายต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ของผึ้งชันโรง จากการให้สารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -6.45 + 8.00x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า x ซึ่งเป็นค่า LC_{50} เท่ากับ 7.06% w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -5.11 + 8.98x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 6.14% w/v (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 อัตราการตายของผึ้งชันโรงที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และสมการ regression จากการใช้สารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควาย ในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ชนิดของสารสกัด	อัตราการตายของผึ้งชันโรงที่ 50%	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
รากหางไหล	$y = 15.08 + 139.90x$	$y = 20.85 + 133.20x$
	$LC_{50} = 0.25$	$LC_{50} = 0.22$
เมล็ดน้อยหน่า	$y = -4.44 + 44x$	$y = -3.18 + 46.89x$
	$LC_{50} = 1.24$	$LC_{50} = 1.13$
ผลประคำดีควาย	$y = -6.45 + 8.00x$	$y = -5.11 + 8.98x$
	$LC_{50} = 7.06$	$LC_{50} = 6.14$

ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อปลาสด

1. ผลของสารสกัดจากรากหางไหลต่ออัตราการตายของปลาสด

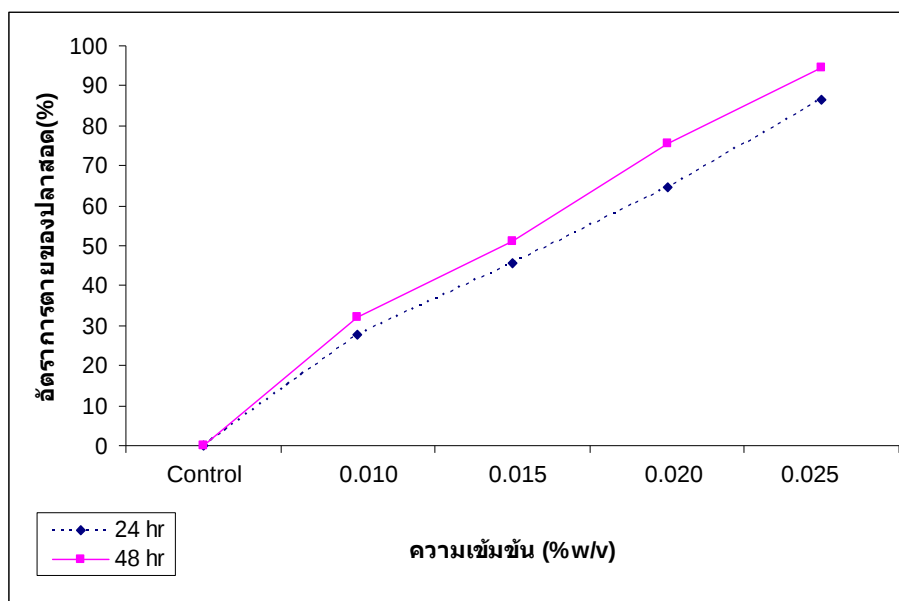
จากการที่นำสารสกัดจากรากหางไหลมาทดสอบกับปลาสด โดยการหาอัตราการตายของปลาสดที่เวลา 24 และที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากสกัดจากรากหางไหล 0.010, 0.015, 0.020 และ 0.025 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังนี้ อัตราการตายของปลาสดที่ 24 ชั่วโมงมีอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 27.78 ± 1.92 , 45.55 ± 3.85 , 64.45 ± 3.8 และ 86.67 ± 3.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลา 48 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 32.22 ± 1.92 , 51.11 ± 1.92 , 75.56 ± 1.93 และ 94.45 ± 5.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 35 และภาพที่ 50)

ตารางที่ 35 อัตราการตายของปลาสด $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำหลังได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากรากหางไหล (% w/v)	อัตราการตายของปลาสด ⁽²⁾ (%)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.00 ⁽¹⁾	0.00 ± 0.00^a	0.00 ± 0.00^a
0.010	27.78 ± 1.9^b	32.22 ± 1.92^b
0.015	45.55 ± 3.85^c	51.11 ± 1.92^c
0.020	64.45 ± 3.80^d	75.56 ± 1.93^d
0.025	86.67 ± 3.34^e	94.45 ± 5.09^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกัน ทางสถิติที่ P=0.05, DMRT



ภาพที่ 50 อัตราการตายของพลาสติกจากการใช้สารสกัดจากรากหางไหล

2. ผลของสารสกัดจากเมล็ดแมถั่วหน้าต่ออัตราการตายของปลาสด

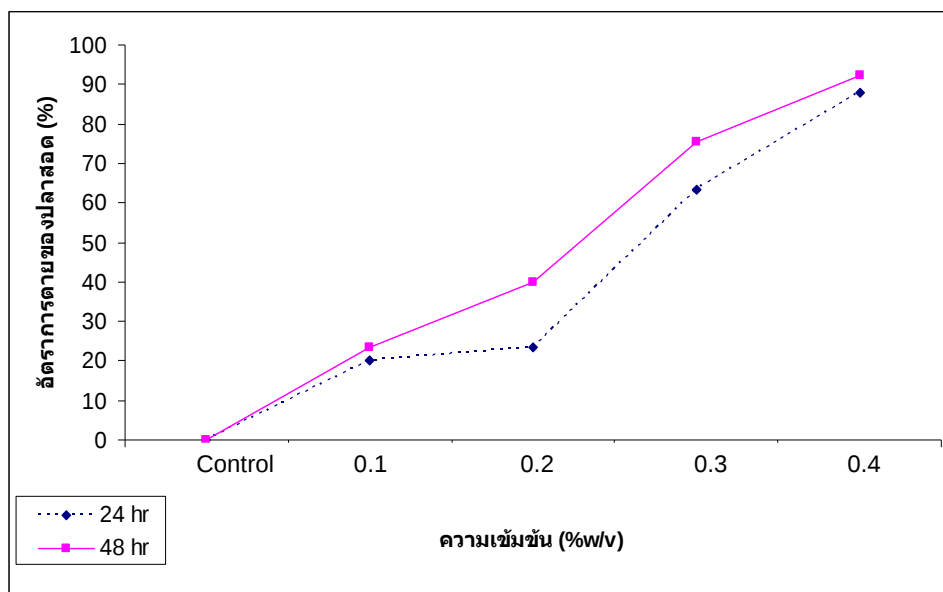
จากการที่นำสารสกัดจากเมล็ดแมถั่วหน้ามาทดสอบกับปลาสด โดยการหาอัตราการตายของปลาสดที่เวลา 24 และที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากเมล็ดแมถั่วหน้า 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังนี้ ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 20.00 ± 10.00 , 23.33 ± 5.77 , 63.33 ± 5.77 และ 87.77 ± 3.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่าเพิ่มเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 23.33 ± 6.67 , 40.00 ± 6.67 , 75.56 ± 5.10 และ 92.22 ± 3.85 09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 36 และภาพที่ 51)

ตารางที่ 36 อัตราการตายของปลาสด $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำหลังได้รับสารสกัดจากเมล็ดแมถั่วหน้าที่มีความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากเมล็ดแมถั่วหน้า (% w/v)	อัตราการตายของปลาสด ⁽²⁾ (%)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.00 ± 0.00^a	0.00 ± 0.00^a
0.1	20.00 ± 10.00^b	23.33 ± 6.67^b
0.2	23.33 ± 5.77^b	40.00 ± 6.67^c
0.3	63.33 ± 5.77^c	75.56 ± 1.93^d
0.4	87.77 ± 3.85^d	92.22 ± 3.85^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, DMRT



ภาพที่ 51 อัตราการตายของปลาสดจากการใช้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

3. ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายต่ออัตราการตายของปลาสด

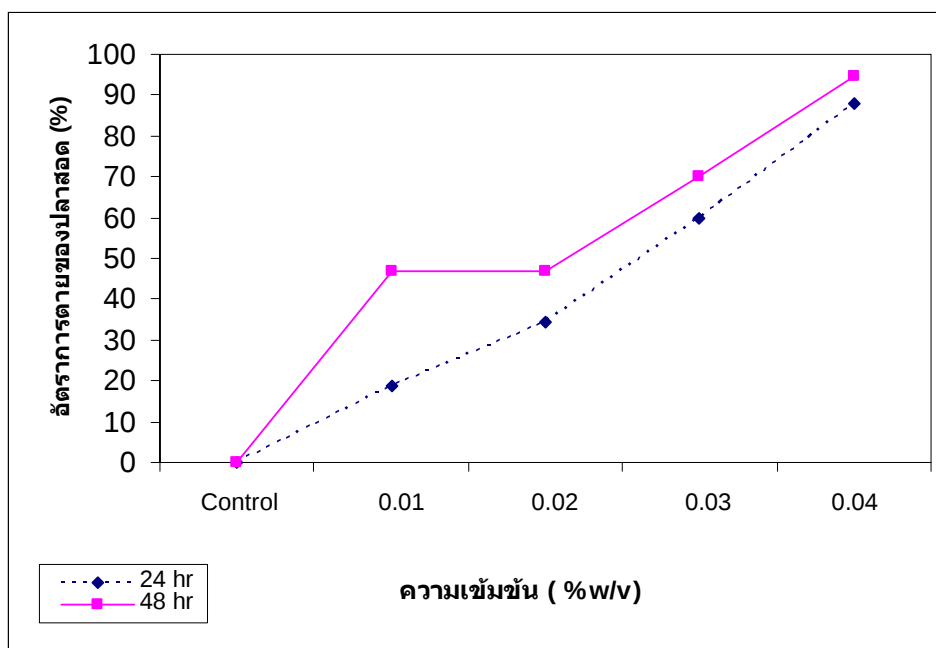
จากการที่นำสารสกัดจากผลประคำดีควายมาทดสอบกับปลาสด โดยการหาอัตราการตายของปลาสดที่เวลา 24 และที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากผลประคำดีควาย 0.0, 0.01, 0.02, 0.03 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังนี้ ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 18.89 ± 6.94 , 34.44 ± 8.38 , 60.00 ± 6.67 และ 87.78 ± 8.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมงอัตราการตายมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 30.00 ± 3.33 , 46.67 ± 6.67 , 70.00 ± 12.02 และ 94.45 ± 5.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 37 และภาพที่ 52)

ตารางที่ 37 อัตราการตายของปลาสด $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำหลังได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ความเข้มข้นต่างกัน ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของสารสกัด จากผลประคำดีควาย (% w/v)	อัตราการตายของปลาสด ⁽²⁾ (%)	
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	24	48
0.0 ⁽¹⁾	0.00 ± 0.00^a	0.00 ± 0.00^a
0.01	18.89 ± 6.94^b	30.00 ± 3.33^b
0.02	34.44 ± 8.38^b	46.67 ± 6.67^c
0.03	60.00 ± 6.67^c	70.00 ± 12.02^d
0.04	87.78 ± 8.39^d	94.45 ± 5.10^e

⁽¹⁾ ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

⁽²⁾ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n = 30, CRD with 3 replicates, อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P=0.05, DMRT



ภาพที่ 52 อัตราการทำลายของพลาสติกจากการใช้สารสกัดจากผลประคำดีควาย

ผลของสารสกัดจากรากหางไหลต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของปลาสดจากการให้สารสกัดจากรากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression $y = -12.34 + 3911x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.0159% w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = -10.56 + 4223x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.0143% w/v

ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของปลาสดจากการให้สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้ $y = -4.058 + 175.5x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.0159% w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 5.775 + 173.3x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.255% w/v

ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายต่ออัตราการตายที่ 50 เปอร์เซนต์ (LC_{50}) ของปลาสดจากการให้สารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง หาสมการ regression $y = -3.11 + 2167x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.024% w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง หาสมการ regression ได้เท่ากับ $y = 2.44 + 2289x$ แทนค่า y เป็นเปอร์เซ็นต์การตายที่ 50 เปอร์เซนต์ จะได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.021% w/v (ตารางที่ 38)

ตารางที่ 38 อัตราการตายของปลาสดที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และสมการ regression จากการใช้สารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควาย ในช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ชนิดของสารสกัด	อัตราการตายของปลาสดที่ 50%	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
รากหางไหล	$y = -12.34 + 3911x$ $LC_{50} = 0.0159$	$y = -10.56 + 4223x$ $LC_{50} = 0.0143$
เมล็ดน้อยหน่า	$y = -4.058 + 175.5x$ $LC_{50} = 0.308$	$y = 5.775 + 173.3x$ $LC_{50} = 0.255$
ผลประคำดีควาย	$y = -3.11 + 2167x$ $LC_{50} = 0.030$	$y = 2.44 + 2289x$ $LC_{50} = 0.021$

ตารางที่ 39 เปรียบเทียบค่า LC_{50} ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจากการได้รับสารสกัดจากรากหางไหล
เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควาย

ชนิดของ สิ่งมีชีวิต	ค่า $LC_{50}^{(1)}$ ของสารสกัดจากพืช 3 ชนิด (%w/v)					
	สารสกัดจากรากหางไหล		สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า		สารสกัดจากผลประคำดีควาย	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
แมลงวันผลไม้ ระยะตัวอ่อน	0.48 ($r^2=0.86$) ⁽²⁾	0.45 ($r^2=0.88$)	3.09 ($r^2=0.95$)	2.92 ($r^2=0.95$)	19.88 ($r^2=0.94$)	18.32 ($r^2=0.96$)
แมลงวันผลไม้ ระยะตัวเต็มวัย	0.06 ($r^2=0.93$)	0.04 ($r^2=0.90$)	1.35 ($r^2=0.98$)	1.19 ($r^2=0.99$)	4.02 ($r^2=0.98$)	3.73 ($r^2=0.86$)
ผึ้งชันโรง	0.25 ($r^2=0.79$)	0.22 ($r^2=0.68$)	1.24 ($r^2=0.96$)	1.13 ($r^2=0.98$)	7.06 ($r^2=0.97$)	6.14 ($r^2=0.98$)
ปลาซอด	0.02 ($r^2=0.97$)	0.01 ($r^2=0.99$)	0.31 ($r^2=0.99$)	0.26 ($r^2=0.99$)	0.03 ($r^2=0.99$)	0.02 ($r^2=0.99$)

⁽¹⁾ LC_{50} คือ ระดับความเข้มข้นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตตายเป็นจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์

⁽²⁾ r^2 คือ coefficient determination ของการเปลี่ยนแปลงการตายต่อระดับความเข้มข้น

วิจารณ์

จากการศึกษาผลของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดนี้พบว่ามีประสิทธิภาพต่ออัตราการตายของแมลงวันผลไม้ ทั้งในตัวเต็มวัยและตัวอ่อนในระยะตัวอ่อน (วัย 2) อีกทั้งยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์เอสเทอร์เอส และ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส โดยเอสเทอร์เอสเป็นเอนไซม์ที่อยู่ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารระยะที่ 1 (Phase I) และกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสอยู่ในเอนไซม์ที่อยู่ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารระยะที่ 2 (Phase II) แม้ว่าแมลงทั้งสองวัยจะได้รับสารสกัดจากพืชด้วยวิธีที่แตกต่างกันเพราะในระยะตัวอ่อนนั้นสารสกัดทั้ง 3 ชนิดไม่สามารถกำจัดแมลงวันผลไม้ด้วยวิธีสเปรย์ได้ สารสกัดเหล่านี้มีข้อดีที่สามารถสลายตัวตามธรรมชาติได้อย่างรวดเร็วกว่าสารเคมีที่เกษตรกรใช้อยู่ ซึ่งปรากฏการณ์นี้สอดคล้องกับการทดลองของ Visetson (2001) ซึ่งได้ทำการทดลองสารสกัดจากสะเดาที่มีสาร azadirachtin เป็นองค์ประกอบ มีผลต่อการทำงานของ เอนไซม์เอสเทอร์เอส และ กลูตาไทโอน เอส ทรานสเฟอเรส ในระดับที่ต่างกันในตัวงอและมอดแปง (Visetson, 1991) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากพืชต่างชนิดกันก็อาจจะให้ผลต่อระดับการทำงานของเอนไซม์กลุ่มเดียวกันได้ แม้สารสกัดจะมีปริมาณและชนิดของสารสำคัญต่างกัน (วัชรารักษ์, 2545)

อย่างไรก็ตามเนื่องจากการทดลองนี้มีความหลากหลายที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพิษต่อแมลงวันผลไม้วัย 2 ซึ่งเป็นวัยที่มีการทำลายสูงสุด (จันทน์, 2544) รวมถึงตัวเต็มวัยอีกด้วย จึงขอวิจารณ์ผลการทดลองเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

ผลของสารสกัดจากหางไหลที่มีต่อแมลงวันผลไม้

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยหลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหล พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายที่สูงขึ้นในแมลงกลุ่มทดลองเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดจากรากหางไหลเพิ่มขึ้น โดยพบว่าในตัวอ่อนระยะที่ 2 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.48 และ 0.45 % w/v ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนในตัวเต็มวัยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.06 และ 0.04 % w/v ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของหนอนวัย 2 และตัวเต็มวัยทั้งในสองช่วงเวลา พบว่าค่า LC_{50} ของระยะตัวเต็มวัยต่ำกว่าระยะตัวอ่อน นั่นแสดงว่าสารสกัดจากรากหางไหลมีความเป็นพิษกับตัวเต็มวัยมากกว่าระยะตัวอ่อน จากการรายงานของสุรพล (2542) ว่าโรติโนน (rotenone) ที่เป็นสารออกฤทธิ์ที่พบในสารสกัดจากรากหางไหล และมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในระดับที่แตกต่างกัน เช่น มีความเป็นพิษสูงใน

ปลา ส่วนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพบความเป็นพิษต่ำ สารโรติโนนจะไปยับยั้งการสร้างพลังงานที่ไมโทคอนเดรีย โดยการยับยั้งการขนส่งอิเล็กตรอนในระบบการหายใจ ทำให้ไม่สามารถสร้าง ATP ได้ นอกจากนี้ โรติโนนจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคเอนไซม์คิว ออกซิโดรีดักเตส (Coenzyme Q oxidoreductase) ทำให้ร่างกายเชื้อซาลง ไม่กระฉับกระเฉง การหายใจติดขัด ระบบการทำงานต่างๆ หยุดชะงัก และตายในที่สุด (IPMworld, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ที่หนอนแมลงวันผลไม้ในกลุ่มทดลองกินอาหารลดลง การเคลื่อนไหวซาลง และสีของลำตัวของตัวอ่อนเปลี่ยนแปลงจากสีขาวนวลกลายเป็นสีน้ำตาล ส่วนในตัวเต็มวัยพบว่ามีการเคลื่อนที่ซาลง หยุดบิน หงายท้องขึ้น และคืบคานไปในที่สุด นอกจากนี้ Visetson and Milne (2001) รายงานว่าหนอนไยผักกวยที่ 2 และ 3 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดจากรากหางไหล มีค่า LC_{50} มากกว่าผลที่ได้จากการทดลองของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ประมาณ 2 เท่า แสดงให้เห็นว่าตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้มีความต้านทานต่อสารโรติโนน ต่ำกว่าหนอนไยผักกวยที่ 2-3 ประมาณ 2 เท่าเช่นกัน ดังนั้นนำไปได้ว่าการใช้สารสกัดจากรากหางไหลในแปลงผักเพื่อการควบคุมหนอนไยผัก อาจจะมีผลช่วยลดประชากรของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ อีกทางหนึ่งด้วย

จากการศึกษาระดับเอนไซม์เอสเทอเรส (esterase activity) ในระยะตัวอ่อนแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหล พบว่าในกลุ่มทดลองมีเอนไซม์เอสเทอเรสสูงตามการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด โดยที่ความเข้มข้น 1 % w/v มีระดับเอนไซม์เอสเทอเรสที่เพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุมประมาณ 1.3 เท่า ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เช่นเดียวกับการรายงานของ พุทธิพร (2549) พบว่าหนอนกระทู้ผักมีปริมาณเอสเทอเรสเพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุมโดยเฉลี่ย 2.45 เท่า เมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากรากหางไหลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มขึ้นของระดับเอนไซม์เอสเทอเรสในลูกน้ำขุ่ยลายเมื่อได้รับพิษจากสารสกัดจากแห้วหมู และหญ้างวงช้าง (ประภาพร, 2549) เอสเทอเรสเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ออกซิเดชันสารพิษหรือสารแปลกปลอมที่เข้าไปในร่างกาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษ ซึ่งสามารถถูกกำจัดออกจากร่างกาย เอนไซม์เอสเทอเรสพบมากในลำไส้ส่วนกลาง ไขมัน (Fat body) และท่อมัลพีเจียล (Malpighian) ของแมลง ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์เอสเทอเรสอาจมีผลมาจากการเหนี่ยวนำจากสารพิษต่อกลไกการทำลายพิษในอวัยวะดังกล่าว (สุรพล, 2542) ดังนั้นในการทดลองนี้พบว่าตัวอ่อนวัย 2 มีการเพิ่มระดับเอนไซม์เอสเทอเรสตามความเข้มข้นของสารสกัดหางไหลที่สูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะแมลงสามารถปรับตัว และมีแนวโน้มเกิดความต้านทานต่อสารสกัดได้ ส่วนการศึกษาระดับเอนไซม์เอสเทอเรส (esterase activity) ในระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหล พบว่าในกลุ่มทดลองมีเอนไซม์เอสเทอเรสลดลงเมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้น โดยที่ความเข้มข้น

0.1 % w/v มีระดับเอนไซม์เอสเทอเรสที่ลดลงจากกลุ่มควบคุมประมาณ 1.4 เท่า ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง แสดงว่าสารสกัดจากรากหางไหลสามารถยับยั้งเอนไซม์เอสเทอเรสในช่วงตัวเต็มวัยได้

ดังนั้นจากผลการทดลองพบว่าระดับเอนไซม์เอสเทอเรสมีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบในระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยหลังจากได้รับสารสกัดจากรากหางไหล ซึ่งสุรพล (2544) รายงานว่าแม้ว่าจะเป็นแมลงชนิดเดียวกัน แต่การสร้างเอนไซม์เพื่อลดความเป็นพิษจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับ อายุ และปริมาณของสารพิษที่ได้รับ

จากการศึกษาระดับเอนไซม์ของเอนไซม์ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส (glutathione – s-transferase, GST) ที่ใช้ CDNB เป็นซับสเตรตในระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลที่เวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบว่าระยะตัวอ่อนของกลุ่มทดลองมีเอนไซม์ของระดับเอนไซม์ GST สูงขึ้นตามการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด โดยที่ความเข้มข้น 1 % w/v มีระดับเอนไซม์ GST ที่เพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุมประมาณ 3 และ 4 เท่า ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ GST เป็นเอนไซม์ในปฏิกิริยาในระบที่ 2 (Phase II reaction) โดยจะเข้าทำปฏิกิริยากับอินทรีย์ฟอสเฟต โดยกระบวนการคอนจูเกชันและผลสุดท้ายจะได้กรดเมอร์แคปทอริก (mercapturic acid) ซึ่งสารพิษจะถูกกำจัดออกจากร่างกาย (สุรพล, 2544) ดังนั้นจากการทดลองนี้พบว่าตัวอ่อนวัย 2 มีการเพิ่มระดับเอนไซม์ GST ตามความเข้มข้นของสารสกัดหางไหลที่สูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะแมลงสามารถปรับตัว และมีแนวโน้มเกิดความต้านทานต่อสารสกัดได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นที่ 0.1 % w/v ของสารสกัดจากรากหางไหลสามารถยับยั้งเอนไซม์ GST ของแมลงได้ ดังนั้นการได้รับสารพิษในปริมาณสูงอาจเหนี่ยวนำการสร้างเอนไซม์ GST มากกว่าการได้รับสารพิษในความเข้มข้นต่ำ

ในการศึกษาปริมาณโปรตีนในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้เมื่อได้รับสารสกัดจากรากหางไหลทั้งช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง พบว่าปริมาณโปรตีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จากรายงานของ Visetson and Naknatti, (1996) และ Visetson *et al.* (2001a) พบว่าสารโรติโนนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโปรตีนรวม ดังนั้นปริมาณโปรตีนในการทดลองนี้จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อแมลงวันผลไม้

จากการศึกษาผลของการได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายที่สูงขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด โดยตัว

อ่อนระยะที่ 2 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.09 %w/v และ 2.92 %w/v ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการศึกษาของพุทธิพร (2549) พบว่า สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีผลต่ออัตราการตายของหนอนกระทู้ผักโดย จะมีลักษณะการตายเป็นสีจ้ำๆ บริเวณท้องลำตัวเปื่อยหึ่งงอเป็นสีดำไหม้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้พบว่าพฤติกรรมของหนอนแมลงวันผลไม้ เมื่อได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าขึ้นแรกลำตัวจะมีสีซีดจางจากนั้นลำตัวมีลักษณะเปื่อยและขาดยุ่ย และตายในที่สุด สำหรับบางตัวที่รอดชีวิตจะการเคลื่อนไหวช้าลง ส่วนในการทดสอบผลของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าในตัวเต็มวัยของแมลงวันมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.35%w/v และ 1.19 %w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมงตามลำดับ (ตารางที่ 10) และจากการสังเกตพฤติกรรมของตัวเต็มวัย หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าจะมีการบินเร็วขึ้น ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ที่ตายจะมีลักษณะเคลื่อนที่ช้าลงต่อมาจะหงายท้องและ ปีกขาด ตายในที่สุด ซึ่งจากรายงานของสุรพล วิเศษสรรค์ (2544) พบว่า สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีผลต่อเยื่อเมือกโปรตีนและหากสังเกตลักษณะการตายของแมลงวันผลไม้ในการทดลองนี้พบว่ามีลักษณะการตายที่เป็นลักษณะการสูญเสียสภาพของเนื้อเยื่อโปรตีนในโครงสร้างแมลง

หากสังเกตค่า LC_{50} ของทั้ง 2 วัย คือระยะตัวเต็มวัยและระยะตัวอ่อน (หนอนวัย 2) จะพบว่าค่า LC_{50} ของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าทั้งที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของระยะตัวเต็มวัยมีค่าที่ต่ำกว่าระยะตัวอ่อน นั้นแสดงว่าสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีความเป็นพิษกับตัวเต็มวัยมากกว่าระยะตัวอ่อน เนื่องจากแมลงในตัวเต็มวัยนั้นต้องนำกลไกส่วนใหญ่ไปใช้ในส่วนของการสืบพันธุ์ จึงมีการจัดการในเรื่องการความต้านทานสารพิษที่ต่ำกว่าระยะตัวอ่อน

จากการศึกษาเอนไซม์เอสเทอร์เอสในแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ทั้งในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีเอนไซม์เอสเทอร์เอส ที่ลดลงเล็กน้อยตามปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดจากน้อยหน่าที่เพิ่มขึ้น โดยความเข้มข้นที่ 5%w/v ค่า เอนไซม์เอสเทอร์เอส มีค่าลดลงประมาณ 1.3 และ 1.6 เท่า จากชุดควบคุม กล่าวคือ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าทำให้เอนไซม์เอสเทอร์เอสมีปริมาณลดลงซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุรพล และเรวดี (2542) ที่พบว่าสารสกัดจากตระไคร้หอมความเข้มข้น 0.1% มีผลต่อเอนไซม์ cholinesterase และเอนไซม์เอสเทอร์เอส มีปฏิกิริยาลดลงจากชุดควบคุมและสอดคล้องกับ พุทธิพร (2549) ที่พบว่าสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าทำให้หนอนกระทู้ผักมีระดับเอนไซม์เอสเทอร์เอสลดลง

สำหรับเอนไซม์ กลูตาไมโอน- เอส-ทรานสเฟอเรสพบว่าหลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมงในระยะตัวอ่อนมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้นโดยที่ความเข้มข้น 5% w/v ที่เวลา 48 ชั่วโมง ค่า แอคติวิตีของเอนไซม์ GST เพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมถึง 18 เท่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีลักษณะเป็นน้ำมันสามารถละลายในไขมันได้ดี เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเกิดกลไกทำให้สารนี้มีความเป็นขั้วมากขึ้นโดยการรวมตัวกับโปรตีนในร่างกาย(conjugation) ทำให้มีคุณสมบัติเป็นขั้วสูงขึ้น เรียกสารประกอบนี้ว่า hypophellic conjugation product ซึ่งต้องอาศัยเอนไซม์ที่สำคัญคือ GST เป็นตัวเร่งผลสุดท้ายสารดังกล่าวจะละลายในไขมันลดลงและจะมีการละลายน้ำมันมากขึ้น จึงง่ายกับการกำจัดออก (วรสรณ์, 2543; Visetson, et al. 2001b)

ส่วนระดับเอนไซม์กลูตาไมโอน- เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย หลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงพบว่าไม่มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่เพิ่มสูงเข้มข้นที่ 2 %w/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง แอคติวิตีของเอนไซม์ GST เพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมถึง 97 เท่าจากชุดควบคุม แสดงว่า GST ถูกเหนี่ยวนำการทำงานจากสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า

ในการศึกษาโปรตีนของแมลงวันผลไม้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยหลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าทั้งเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง พบว่าค่าโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นหมายถึง สารสกัดดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับโปรตีนของแมลงวันผลไม้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของประภาพร (2549) ซึ่งพบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดมันแกวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโปรตีนของลูกน้ำยุงลาย

ผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายที่มีต่อแมลงวันผลไม้

หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายที่สูงขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด โดยตัวอ่อนระยะที่ 2 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 18.32 %w/v ส่วนที่เวลา 48 ชั่วโมง ค่า LC_{50} เท่ากับ 19.88 %w/v (ตารางที่ 6) และจากการสังเกตพฤติกรรมของหนอนแมลงวันผลไม้ เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายจะมีลักษณะของสีลำตัวเปลี่ยนแปลงจากสีขาวขุ่นเป็นสีคล้ำเป็นจ้ำๆ เคลื่อนที่ช้าลง กินอาหารลดน้อยลง ส่วนตัวที่รอดชีวิตก็จะมีอาการเหี่ยวเฉาตายเร็วกว่าปกติ โดยสารซาโปนินที่อยู่ในผลประคำดีควายมีผลต่อโปรตีนและเนื้อเยื่อของแมลง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสารสกัดจากพืชหลายชนิด

เช่น สารจากใบสาบเสือก็จะมีผลต่อโปรตีนใน Hemolymph ในหนอนใยผัก (มัญญา, 2539) เช่นเดียวกับการทดลองของ Visetson, et al. (2002) ได้ทำการทดลองใช้สารสกัดจากหัวเห็ดเห็ด ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับการทดลองนี้ คือจะทำให้ผิวและส่วนของ mantle ของหอยเชอรี่มีรอยคล้ำเป็นจุดๆ ก่อนที่หอยจะเดินหนีจากน้ำขึ้นสู่ผิวน้ำที่มีสารละลายของสารสกัดจากหัวเห็ด สำหรับการทดสอบผลของสารสกัดจากผลประคำดีควายในตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ ที่เวลา 24 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 4.02%w/v ส่วนที่เวลา 48 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 3.73 % w/v (ตารางที่ 12) และจากการสังเกตพฤติกรรมของตัวเต็มวัย หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายพบว่า ลักษณะคืบหน้าของตัวเต็มวัยเช่นเดียวกับการได้รับสารสกัดชนิดอื่น ส่วนตัวที่รอดจะมีพฤติกรรม คือ บินช้าลง แต่มีอัตรากินอาหารสูงขึ้นโดยสังเกตจากการบินมาดูดน้ำผึ้งที่ใช้เป็นอาหารเพิ่มลง นั่นเป็นเพราะปริมาณเอนไซม์เอสเทอเรสที่สูงขึ้นเมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย

หากสังเกตค่า LC_{50} ของทั้ง 2 วัย คือระยะตัวเต็มวัยและระยะตัวอ่อน (หนอนวัย 2) จะพบว่าค่า LC_{50} ของสารสกัดจากผลประคำดีควายทั้งที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของระยะตัวเต็มวัยมีค่าที่ต่ำกว่าระยะตัวอ่อน นั่นแสดงว่าสารสกัดจากผลประคำดีควายมีความเป็นพิษกับตัวเต็มวัยมากกว่าระยะตัวอ่อน ทั้งนี้จะเกิดจากแมลงในตัวเต็มวัยนั้นต้องนำกลไกส่วนใหญ่ไปใช้ในส่วนของการสืบพันธุ์ จึงมีการจัดการในเรื่องการความต้านทานสารพิษที่ต่ำกว่าระยะตัวอ่อน

จากการศึกษาเอนไซม์เอสเทอเรสในแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ทั้งในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดจากผลประคำดีควาย โดยในตัวอ่อนที่ความเข้มข้น 30%w/v มีค่า esterase activity เพิ่มขึ้น 4 และ 1.16 เท่า ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 15) และในตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 7%w/v มีค่า แอคติวิตีของเอนไซม์เอสเทอเรส เพิ่มขึ้นประมาณ 1.6 และ 1.8 เท่า ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 18) จากการที่ความเข้มข้นของเอนไซม์เอสเทอเรสสูงขึ้นแสดงว่าร่างกายเกิดกลไกเหนี่ยวนำให้สร้างเอนไซม์เอสเทอเรส ออกมาเพื่อเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสารพิษให้มีความเป็นพิษน้อยลง เมื่อได้รับสารสกัดจากผลประคำดีควาย ตรงกับการทดลองของมัญญา (2539) ที่พบว่าหนอนใยผักมีการสร้างเอนไซม์เอสเทอเรสสูงขึ้นหลังจากได้รับสารจากสาบเสือ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์เอสเทอเรส มีผลทำให้แมลงมีแนวโน้มที่สามารถต้านทานสารสกัดชนิดนี้ได้ เนื่องจากรายงานการทดลองในสหรัฐอเมริกาพบว่า microsomal esterase ในแมลงสาบ *Blattella germanica* สายพันธุ์ต้านทาน จะสามารถ metabolize สาร cypermethrin ได้รวดเร็วกว่าสายพันธุ์อ่อนแอซึ่งมีเอนไซม์เอสเทอเรส ที่ต่ำกว่า (Valles and Strong, 2001)

การศึกษาเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสที่ใช้ CDNB เป็นซับสเตรตจาก การศึกษาเอนไซม์ GST ในแมลงวันผลไม้ทั้งในตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากได้รับสารสกัดจากผล ประคำดีควายที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ในระยะตัวอ่อน พบว่า มีปริมาณเอนไซม์ ลดลง อย่างต่อเนื่องเมื่อเพิ่มความเข้มข้น โดยที่ ความเข้มข้น 30 %w/v ค่า แอคติวิตีของเอนไซม์ GST มีค่า ลดลงประมาณ 18 เท่า และ 2 เท่าที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ(ตารางที่ 21) แสดงว่า GST ถูก ยับยั้งด้วยสารสกัดจากผลประคำดีควาย ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ พุทธิพร ที่พบว่า สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าและเมล็ดมันแกวสามารถยับยั้งเอนไซม์ GST ได้ และผลสอดคล้องกับ Yu (1984) พบว่าสารสกัดจากพืชหลายชนิดไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในลักษณะของ Non specific noncompetitive inhibitor ซึ่งจะทำให้เอนไซม์เสียคุณสมบัติไปจากเดิม โดยบางครั้ง เอนไซม์ใน phase II นี้มักทำงานคู่กันกับเอนไซม์ใน phase I ส่วนในระยะตัวเต็มวัยของแมลงวัน ผลไม้พบว่าค่า แอคติวิตีของเอนไซม์ GST มีระดับสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจาก ประคำดีควาย โดยที่ความเข้มข้นที่ 7 %w/v activity ของเอนไซม์เพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่า จากชุด ควบคุม

สังเกตว่าเมื่อแมลงวันผลไม้ ในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะมีการเปลี่ยนแปลงของ เอนไซม์ GST ที่แตกต่างกันระหว่างวัยทั้งสอง เนื่องจากวัยหรือระยะของวงจรชีวิตแมลงอาจมี ความสามารถในการต้านทานสารพิษที่แตกต่างกัน (สุรพล, 2544, Visetson et al. 2002b)

จากการศึกษาโปรตีนของแมลงวันผลไม้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยหลังจากได้รับสารรับสาร สกัดจากผลประคำดีควายทั้งเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง พบว่าค่าโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ นั่นหมายถึงระดับโปรตีนสารสกัดดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ โปรตีนของแมลงวันผลไม้ เนื่องจากแมลงวันผลไม้ได้นำกลไกส่วนใหญ่ของร่างกายนำไปใช้ใน เรื่องของการต้านทานกับสารพิษเสียมากกว่า

ผลของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย

ในทดสอบหาความเป็นพิษของสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมายได้ทดสอบกับปลาสดและฟุ้ง ชันโรง ซึ่งปลาจัดเป็นดัชนีทางชีวภาพที่สำคัญในการบ่งบอกคุณภาพน้ำ ซึ่งจะได้รับผลกระทบ โดยตรงหรือโดยอ้อม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพและเคมีในสภาพแวดล้อม

(นันทนา, 2539) ในขณะที่ชันโรงซึ่งถือเป็นตัวแทนที่สำคัญของกลุ่มแมลงที่เป็นประโยชน์เช่นผึ้ง และการที่ไม่ใช้ผึ้งมาเป็นตัวแทนเพราะปัจจุบันมีการใช้ชันโรงในการผสมเกสรเนื่องจากพฤติกรรมการหากินและประชากรที่มีอยู่มากมายในพื้นที่การเกษตร รวมทั้งค่าความเป็นพิษที่มีต่อชันโรงจะมีค่าต่ำกว่าในผึ้งโดยทั่วไป (Visetson et. al. 2003)

จากการทดสอบโดยใช้สารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย กับปลาสดที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง หาค่าความเป็นพิษในปลาสดจากรากหางไหลนี้มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ ทิพนาด, (2548) แสดงว่าวิธีการทดสอบในครั้งนี้ และการทดสอบที่ผ่านมาเป็นวิธีการที่ให้ค่าความแปรปรวนของการทดลองต่ำ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ $P=0.05$ และน่าจะเป็นการพิสูจน์ถึงวิธีการสกัดสารแต่ละครั้งด้วยว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสม เพราะมีค่าความแปรปรวนของสารสำคัญที่ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

หากสังเกตค่า LC_{50} เทียบกันระหว่างปลาสดกับแมลงวันผลไม้ทั้งตัวเต็มวัยและระยะตัวอ่อนวัย 2 (ตารางที่ 39) จะพบว่า สารสกัดทั้ง 3 ชนิดมีค่า LC_{50} ของปลาสดต่ำกว่าของแมลงวันผลไม้ แสดงว่า สารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย มีความเป็นพิษกับปลาสดมากกว่าแมลงวันผลไม้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลาได้สัมผัสพิษตลอดเวลาเนื่องจากสารสกัดอยู่ในน้ำแต่หนอนแมลงวันผลไม้ได้รับสารพิษเพียง 30 วินาที ในความเป็นจริงแล้วหากพิษจากสารสกัดถูกนำไปใช้ในสวนผลไม้ตักค้ำที่ดินก่อนที่จะลงสู่แหล่งน้ำและเนื่องจากสารสกัดจากพืชมีคุณสมบัติที่สามารถสลายตัวได้เร็วในธรรมชาติ ดังนั้นการที่สารพิษจะลงสู่แหล่งน้ำความเป็นพิษที่ปลาจะได้รับนั้นก็เจือจางมาก จนไม่อาจยืนยันผลของสารสกัดที่เกิดต่อปลาได้ เพราะยังมีปัจจัยภายนอกอื่นๆที่มีผลต่อการอยู่รอดของปลา และ Visetson et al. (2005) ยังพบว่า น้ำมีผลต่อการ hydrolysis ของ Rotenone จากสารสกัดหางไหล สารดังกล่าวจะถูกกระบวนการ hydrolysis เข้าไปสลายมากกว่า 80% หลังจากลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติในระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรก

ผึ้งชันโรง เป็นแมลงที่มีประโยชน์ในการผสมเกสร โดยเฉพาะเป็นที่นิยมของเกษตรกรในการช่วยผสมเกสรในสวนผลไม้ เนื่องจากผึ้งชันโรงเป็นผึ้งที่ไม่มีเหล็กในจึงปลอดภัยกับชาวสวน และพฤติกรรมการลงตอมดอกไม้ที่เหมาะสม คือจะหากินหรือตอมดอกไม้ในระยะที่ไม่ไกลจากรังที่มันอยู่มากนักและสามารถลงตอมดอกไม้ได้เกือบทุกชนิด คุณสมบัติเหล่านี้จึงเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการควบคุมชันโรงให้ลงตอมดอกไม้ของพืชเป้าหมายได้ และสามารถลงผสมเกสรให้กับดอกไม้ได้หลายชนิด นิยมบินหากินไม่ไกลจากรังของมันซึ่งแตกต่างกับผึ้งชนิดอื่น ดังนั้น

การที่จะนำสารสกัดจากพืชมาใช้กับแมลงเป้าหมายที่มีการระบาดในสวนผลไม้ย่อมต้องคำนึงถึงแมลงชนิดนี้ด้วยเช่นกัน ในการทดลองนี้จึงใช้ฟุ้งชันโรงเป็นดัชนีทางชีวภาพซึ่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

จากการทดสอบผลของสารสกัดจากหางไหล น้อยหน่าและประคำดีควาย มีดังนี้ การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากหางไหลที่มีต่อฟุ้งชันโรง หากสังเกตค่า LC_{50} ของฟุ้งชันโรงและแมลงวันผลไม้ (ตารางที่ 39) พบว่า ในระยะตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้มีค่า LC_{50} ของสารสกัดทั้งสองต่ำกว่าของฟุ้งชันโรง แสดงว่าสารสกัดจากหางไหลและประคำดีควายมีความเป็นพิษต่อแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยมากกว่าฟุ้งชันโรง แต่เมื่อพิจารณาระยะตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้กับฟุ้งชันโรงแล้วค่า LC_{50} ของระยะหนอนแมลงวันผลไม้มีค่าที่สูงกว่า แสดงว่าสารสกัดทั้งสองมีผลต่อฟุ้งชันโรงมากกว่าระยะตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ และการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีต่อฟุ้งชันโรง ที่ระดับความเข้มข้น 0.00, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% w/v ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 หากสังเกตค่า LC_{50} ของฟุ้งชันโรงและแมลงวันผลไม้พบว่าค่า LC_{50} ของฟุ้งชันโรงมีค่าน้อยกว่าค่า LC_{50} ของแมลงวันผลไม้ทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อน นั่นแสดงว่า สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีความเป็นพิษกับฟุ้งชันโรงมากกว่าแมลงวันผลไม้ ปกติแล้วสาร annonine ในเมล็ดน้อยหน่ามีผลต่อการทำลายเยื่อเมือก ทำให้เมือกตกตะกอนในสัตว์เลือดอุ่น (Visetson, et al. 2004) . ในขณะที่แมลงจะมีผลต่อการละลาย chitin ที่ผิว ทำให้แมลงสูญเสียน้ำ ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลใหญ่ที่ทำให้ชันโรงตายสำหรับกรณีนี้ก็ได้อีก แต่อย่างไรก็ตามน่าจะมีการทดลองเกี่ยวกับกลไกของ annonine ที่มีต่อผิวแมลงแต่ละชนิด และสรุปกลไกนี้ว่าจะมีผลสูงที่สุดในแมลงชนิดใดซึ่งจะนำไปสู่การทำสารสมุนไพรที่ดีในการป้องกันกำจัดแมลงทั้งในบ้านเรือนและในไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ซึ่งการวิจัยกลไกที่มีความสัมพันธ์กับการทำลายระบบ chitin ในแมลงนี้ได้ผลดีมาแล้วกับการวิจัยในปลวก โดยใช้สารสกัดจากพืชในกลุ่มดังกล่าว (Visetson, et. al. 2005)

จากการศึกษาผลของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดที่มีต่อแมลงวันผลไม้ทั้งในตัวเต็มวัยและตัวอ่อนนั้น สามารถนำมาปรับปรุงใช้ในสวนผลไม้ได้ โดยในความเป็นจริงแล้วระยะที่เหมาะสมในการกำจัดแมลงวันผลไม้ที่ดีที่สุด คือระยะตัวเต็มวัยเนื่องจากระยะนี้มันจะอาศัยอยู่ภายนอกผลไม้จึงสามารถสัมผัสพิษจากสารสกัดได้ หากเกษตรกรจะนำมาใช้ในการกำจัดควรจะเลือกการกำจัดในระยะนี้ และหากจะเลือกสารสกัดที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยสูงสุด ควรเลือกสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันผลไม้ที่ดี มีความคุ้มค่าสูงสุด เนื่องจากเป็นส่วนเหลือใช้ และปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลของสารสกัดจาก รากหางไหล เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควายที่มีต่ออัตราการตายและระดับเอนไซม์ทำลายพืช 2 ชนิด คือ เอสเทอร์และกลูตาไทโอน-ทรานเฟอร์สในแมลงวันผลไม้ ซึ่งสารสกัดเหล่านี้สกัดโดยใช้เครื่องชอกที่เล็ดจากโดยมีเอทานอล 95% เป็นตัวทำละลายโดยพืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบแตกต่างกัน รากของหางไหลมีสารที่สำคัญ คือ rotenone สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่ามีสารสำคัญ คือ annonin และสารสกัดจากประคำดีควายมีสารที่สำคัญ คือ saponin อย่างไรก็ตามจากผลการทำสอบอัตราการตายของแมลงวันผลไม้ทั้งในตัวเต็มวัยและตัวอ่อนระยะที่ 2 พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด จะมีอัตราการตายของแมลงวันเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย และเมื่อนำสารสกัดจากพืชเหล่านี้ไปทดสอบกับแมลงวันผลไม้ทั้งในตัวเต็มวัยและตัวอ่อน ระยะที่ 2 เพื่อหาค่า LC_{50} จากการได้รับสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด ได้ผล ดังนี้

ค่า LC_{50} ของแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อนวัย 2 หลังจากได้รับสารสกัดจากหางไหลที่เวลา 24 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.48 % w/v และที่เวลา 48 ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.45 % w/v ต่อมาได้ทดสอบกับระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับสารสกัดจากหางไหลที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 1.35 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 1.19 % w/v จากการหาค่า LC_{50} ของแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อนหลังจากได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่เวลา 24 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 3.09 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 2.92 % w/v และเมื่อทดสอบกับระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าช่วงเวลา 24 ชั่วโมง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.35 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง LC_{50} มีค่า เท่ากับ 1.19 % w/v ผลจากการหาค่า LC_{50} ของแมลงวันผลไม้ในระยะตัวอ่อนหลังจากได้รับสารสกัดจากประคำดีควายที่เวลา 24 ชั่วโมง LC_{50} มีค่า เท่ากับ 19.88 % w/v และที่ช่วงเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 18.32 % w/v และหลังจากทดสอบกับระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับสารสกัดจากประคำดีควายช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 4.02 และ 3.73 % w/v ตามลำดับ

ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ทำลายพืช 2 ชนิด คือ เอสเทอร์และกลูตาไทโอน-ทรานเฟอร์สในแมลงวันผลไม้ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ที่แตกต่างกัน

จากการได้รับสารสกัดจากพืชที่แตกต่างกัน และแม้ได้รับสารสกัดพืชชนิดเดียวกันแต่ยี่ห้อที่แตกต่างกันก็ให้ผลที่แตกต่างกันเช่นกัน จึงขอสรุปการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ทำลายพิษหลังจากได้รับสารสกัดจากพืช ทั้งสามชนิด ดังนี้ ในระยะตัวอ่อนวัย 2 ของแมลงวันผลไม้ พบว่า เมื่อได้รับสารสกัดจากหางไหลและประคำดีควายทั้ง 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ระดับเอนไซม์เอสเทอร์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นแต่ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสมีระดับลดลง การได้รับสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่ 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมงพบว่าระดับเอนไซม์เอสเทอร์มีค่าลดลงส่วนระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสมีระดับสูงขึ้น หากสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ทั้ง 2 ในระยะตัวอ่อนควบคู่กันจะสังเกตเห็นว่าเมื่อระดับเอสเทอร์สูงขึ้น ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสมีระดับลดลง แต่เมื่อระดับเอนไซม์เอสเทอร์มีค่าลดลงแต่ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสมีระดับสูงขึ้น นั่นอาจเป็นเพราะว่าเอสเทอร์เป็นเอนไซม์ใน phase I แต่ กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสเป็นเอนไซม์ใน phase II เมื่อผลได้มาเป็นเช่นนี้อาจบอกได้ว่าเมื่อสารพิษได้รับเข้าสู่ร่างกายแล้วจะผ่าน phase I ก่อนเพื่อเป็นหน้าที่ของเอสเทอร์ในการลดระดับความเป็นพิษ ต่อมาหากพิษยังคงหลงเหลืออยู่ก็จะเข้า phase II ซึ่งเป็นหน้าที่ของไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสเป็นเอนไซม์ใน phase II ดังนั้น ค่าของเอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้จึงผกผันกันตามผลการทดลอง

ส่วนการทดสอบสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ในระยะตัวเต็มวัย ผลของการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ทำลายพิษ มีดังนี้ เมื่อได้รับสารสกัดจากหางไหลและเมล็ดน้อยหน่าระดับเอนไซม์เอสเทอร์มีค่าลดลง แต่ระดับกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสมีระดับสูงขึ้น ส่วนการได้รับสารสกัดจากประคำดีควายพบว่า ตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้มีระดับเอนไซม์เอสเทอร์และกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสเพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารสกัดจากประคำดีควายไปเหนี่ยวนำให้มีการสร้างเอนไซม์ทั้งสองชนิดขึ้นในตัวเต็มวัย

การจากศึกษาระดับโปรตีนที่ของแมลงวันผลไม้หลังจากได้รับสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่า ระดับโปรตีนของแมลงวันผลไม้ทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หลังจากได้รับสารสกัดทั้ง 3 ชนิดที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

การศึกษาผลของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย คือ ปลาซอดและผึ้งชันโรง พบว่า สารสกัดจากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และประคำดีควาย ส่งผลให้เกิดอัตราการตายของผึ้งชันโรงแล้วหาค่า LC_{50} ที่ 24 ได้เท่ากับ 0.25 , 1.24 และ 7.06 %w/v ตามลำดับ และที่เวลา 48 ชั่วโมงหาค่า LC_{50} ได้เท่ากับ 0.22, 1.13 และ 6.14%w/v ตามลำดับ ส่วนการทดสอบสารสกัดจาก

รากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย กับปลาสดได้ค่า LC_{50} ที่ 24 ได้เท่ากับ 0.02, 0.31 และ 0.03 %w/v ตามลำดับ และที่เวลา 48 ชั่วโมงหาค่า LC_{50} ได้เท่ากับ 0.01, 0.26 และ 0.02 %w/v ตามลำดับ เมื่อสังเกตผลของการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดพบว่าสารสกัดทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อปลาสดสดและฝั่งชันโรง ดังนั้นการที่จะนำสารสกัดดังกล่าวมาใช้ในสวนผลไม้ก็ควรใช้อย่างระมัดระวัง แต่เมื่อเทียบกับสารเคมีที่ใช้กันในห้องตลาดแล้ว สารสกัดจากพืชมีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า ทั้งยังมีความสามารถในการสลายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เกิดพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชโดยใช้สารสกัดหยาบ (crude extracts) ซึ่งพืชแต่ละชนิดย่อมมีองค์ประกอบของสารอยู่มากมาย ดังนั้นการทดลองนี้จึงเป็นการหาประสิทธิภาพรวมของสารสกัด ไม่จำเพาะเจาะจงว่าเป็นสารใด หากผู้สนใจในการทำการทดลองด้านนี้น่าจะนำสารสกัดเหล่านี้ไปแยกเพื่อศึกษาว่าสารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ทำลายพิษของแมลงวันผลไม้เป็นสารชนิดใด โดยอาจใช้เทคนิคทางโครมาโตกราฟีในการแยก
2. ควรจะมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์เอสเทอร์เอสและกลูตาไทโอน-ทรานเฟอเรสในแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์และนำไปวิเคราะห์ในระดับ molecular ทำให้สามารถทราบถึงแนวโน้มในการต้านทานต่อสารสกัดจากพืชดังกล่าวได้
3. ควรมีการทดลองขยายผลในระดับพื้นที่จริง ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ซึ่งจะมีปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ส่งผลต่อการทดสอบ อาจทำให้ผลของการทดสอบแตกต่างกับผลในห้องปฏิบัติการ
4. ควรมีการศึกษผลกระทบจากการใช้สารสกัดทั้ง 3 ชนิดนี้ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ศึกษาการสลายตัวของสารสำคัญในสภาพแวดล้อม ศึกษาอิทธิพลของจุลินทรีย์ในดินและน้ำ เนื่องจากการสะสมในการใช้สารเหล่านี้ในเวลานานอาจจะมีผลต่อคุณภาพของดินและ น้ำ ในระยะยาวได้
5. ในอนาคตควรมีการประยุกต์ใช้สารสกัดจากพืชในรูปแบบอื่นๆ เช่น การทำเป็นในรูปแบบของเหยื่อล่อ การทำให้อยู่ในรูปแบบผง เพื่อง่ายต่อการเก็บรักษา แล้วมาละลายน้ำเพื่อพ่นในสวนผลไม้ เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. 2528. สมุนไพรไทย ตอนที่ 4 . ฝ่ายพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กองบำรุงกรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

จันทรา เป็นสุข. 2548. ผลของการใช้สารสกัดจากพริกชี้หนู (*Capsicum frutescens* L.) ต่อความเป็นพิษและการทำงานของเอนไซม์เอสเทอร์สและกลูตาไทโอน-ทรานเฟอร์สในด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* M.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉันทน์ เสงส์สวัสดิ์. 2544. อนุกรมวิธานของแมลงวันผลไม้. ใน อรุณ กองกาญจนะและคณะ. น. 19-38. แมลงวันผลไม้ในประเทศไทย. เอกสารวิชาการของกองกัญและสัตววิทยา. ชุมชนสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ชัชวาล เรื่องประพันธ์. 2541. สถิติพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. พระธรรมจันต์, ขอนแก่น.

ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, ธีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และ ปัญญา เต็มเจริญ. 2539. หลักทางพิษวิทยา. ภาควิชาสัตววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ จิงสมานญาติ. 2539. การผลิตสารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าที่มีฤทธิ์ฆ่าเห็บโค. น. 1-18. ใน การอบรมวิชาการสรีรวิทยาพยาธิวิทยา ครั้งที่ 19, 18-20 เมษายน 2539. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิพนาด อันตรเสน. 2548. การวิเคราะห์สารจากพืชบางชนิดต่อปลาสด(*Xiphophorus helleri* H.) ปัญหาพิเศษ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทวัน บุญยะภัสร์. 2530. ก้าวไปกับสมุนไพร. ธรรมกมลกรพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____ และ อรุณ โชคชัยเจริญพร. 2542 ก. สมุนไพรไม้พุ่มบ้านเล่ม 3 . บริษัทประชาชน, กรุงเทพฯ.

นันทวัน บุญยะภักตร์ และ อรุณ โชคชัยเจริญพร. 2542 ข. สมุนไพรไม้พุ่มบ้านเล่ม 4. บริษัท
ประชาชน, กรุงเทพฯ.

บุญกร ประสิทธิ์ภิญโญ. 2548. การเปรียบเทียบความเป็นพิษและการขับไล่แมลงของสารอะมิโท
แชมและสารสปิโนแซดต่อแมลงผสมเกสรบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัทมา แซ่กิม. 2545. ผลของสารสกัดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์เอสเทอร์เลส และกลูตา
ไทโอน-เอส-ทรานเฟอเรส ในระบบทางเดินอาหารของหอยเชอรี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พุทธิพร สายสงเคราะห์. 2549. ปฏิกริยาของเอนไซม์เอสเทอร์เลส และกลูตาไทโอน-เอส-
ทรานเฟอเรส ใน หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* L.) หลังสัมผัสสารสกัดจากพืช
บางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงษ์ศักดิ์ จินตฤทธิ. 2549. ความหลากหลายและการขยายพันธุ์ชันโรง (*Trigona* spp.) เพื่อช่วย
ผสมเกสรให้กับลิ้นจี่ในโครงการทองผาภูมิ 72 พรรษามหาราช อำเภอ ทองผาภูมิ จังหวัด
กาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงษ์สิทธิ์ กิตติบำรุงสุข. 2523. การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดที่มีต่อแมลงวันผลไม้.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พ้วน เฟ่งเซ่ง และทิพยวรรณ ปรพัฒนานนท์. 2546. ระดับความต้องการโปรตีนและปริมาณ
แอสตาแซนทีน (astaxanthin) ในอาหารปลาสวยงาม: ปลาทองและปลาสอด. วารสาร
เทคโนโลยีสุรนารี. 10(3): 230-243.

มนตรี จิรสุรัตน์. 2544. ชีวิตวิทยาของแมลงวันผลไม้. น.111-113. ในอรนุช กองกาญจนะและ
คณะ. แมลงวันผลไม้ในประเทศไทย เอกสารวิชาการของกองกีฏและสัตววิทยา. ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

มาลินี ลิ้มโกคา. 2527. พืชวิทยาที่พบในระบบสัตว์. จรัสสินทวงศ์, กรุงเทพฯ.

มานะ สุวรรณรักษ์, อุดมลักษณ์ อุ่นจิตวัฒนะ และ อารมย์ แสงวนิชย์. 2541. การสลายตัวของ โรติโนนในผลิตภัณฑ์. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติ. กรมวิชาการเกษตร.

มานิช วามานนท์. 2537. ยาสมุนไพรสำหรับงานสาธารณสุขมูลฐาน. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

มนัญญา เพียรเจริญ. 2539. ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ (*Chemolaena odorata* L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษในหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มุลนิธิ โกมลคีมทอง. 2527. สมุนไพรชาวบ้าน. สำนักพิมพ์มูลนิธิโกมลคีมทอง, กรุงเทพฯ.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

วรสรรค์ ธรรมสว่างกูร. 2543. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากตระไคร้หอมต่ออัตราการตายและระดับเอนไซม์ทำลายพิษบางชนิดในลูกน้ำยุงรำคาญ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วุฒิ วุฒิชรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. โอ. เอส. พรินติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

วิภาวี เดชดีศักดิ์. (2548). การศึกษาความหลากหลายของพืชอาหารจากละอองเรณูของผึ้งชันโรงสกุล *Trigona* ในพื้นที่ป่าผลัดใบบนดอยม่อนล่อง สวนพฤษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ องค์การสวนพฤษศาสตร์ อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิมล วิเศษสุทธิ. 2542. น้อยหน้า. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน นาคาอินเตอร์มีเดียร์, กรุงเทพฯ.

- วิชราภรณ์ รวมธรรม. 2545. ผลของสารสกัดจากหัวหมูต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และกลูตาไทโอน-เอส-ทรานเฟอเรส ในระบบทางเดินอาหารของหอยเชอรี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมนึก บุญเกิด. 2528. บทบาทของผึ้งและแมลงวันในการผสมเกสรมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุธรรม อารีกุล. 2508. แมลงศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย. ภาควิชากีฏวิทยา และโรคพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุธีรา ศรีวิสาร. 2545. ผลของสารไซเปอร์เมทรินต่อระดับเอนไซม์ระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และกลูตาไทโอน-เอส-ทรานเฟอเรส ในหนอนใยผัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรพงศ์ สายบุญ. 2539. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของชันโรง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุรพล วิเศษสรรค์. 2528. แนวโน้มการนำสารพิษที่สกัดได้จากพืชธรรมชาติมาทดแทนสารเคมี. ข่าวสารวัตถุดิบพืช. 12(2) : 58-67
- _____. 2536. ผลของการใช้สารสะเดาต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ในแมลง. เอกสารสัมมนาเชิงปฏิบัติการการใช้สารสกัดจากพืชทดแทนสารการใช้สารเคมีภัณฑ์ทางการเกษตร.
- _____. 2546. พืชสมุนไพรและกลไกสารพิษจากพืชต่อศัตรู. ภาควิชาสัตววิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชาพิษวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาสัตววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2544. เอกสารประกอบการสอนวิชากลไกของสารพิษในสัตว์. ภาควิชาสัตววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรพล วิเศษสรรค์. 2545. ผลการวิจัยการฝึกอบรมการใช้สารสกัดธรรมชาติเพื่อทดแทนสารเคมีทางการเกษตร เพื่อลดความเสี่ยงต่อความเป็นพิษของสารเคมีสังเคราะห์ในสังคมเกษตรกรรม. เอกสารวิชาการโครงการพัฒนาวิชาการ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2545. ผลการวิจัยการประเมินการลดใช้สารพิษทางการเกษตรในประเทศไทย เอกสารวิชาการโครงการพัฒนาวิชาการ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนันต์ สกฤตภูมิ. 2547. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา แมลงที่สำคัญทางเศรษฐกิจ. ภาควิชาชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

อุดมลักษณ์ อุ้นจิตวัฒนะ และอารมย์ แสงวนิชย์. 2542. โล่ดินหรือหางไหล. วารสารเคหะการเกษตร. 23(7): 184 – 188.

อัมพร วิโนทัย, วิภาดา วังศิลาบัตรและวัชรีย์ สมสุข. 2544. บทบาทของศัตรูธรรมชาติในการควบคุมแมลงวันผลไม้. น. 154-155. ในอรนุชกองกาญจนะ และคณะ. แมลงวันผลไม้ในประเทศไทย เอกสารวิชาการของกองกีฏและสัตววิทยา. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

Booth , J. ,E. Boyland and P. Sims. 1961. An enzyme from rat liver catalyzing conjugation with Glutathione. **J. Biochem .** 83(3): 516-524.

Carlos Alexandre Carollo, Aline Regina Hellmann-Carollo. 2007. **Alkaloids and a flavonoid from aerial parts (leaves and twigs) of *Duguetia furfuracea*- Annonaceae.** Available Source: jmaximo@nin.ufms.br. March 27, 2007.

Chohen, E. 1971. Expression of esterase during ontogenesis of the flour beetle *Triblium castaneum*. (Coeloptera). **Biochem. Genet.** 15: 254-264.

- Dauterman, W.c. 1994. Metabolism of toxicant : Phase II reaction, pp. 133-132. *In* H.Ernest and E.L. Patricia, eds. **Introduction to Biochemical Toxicology**. 2nd ed., Appleton&lange.Norwalk, Connecticut.
- Mackness, M.I. , C.h. walker, D.G. Rowlands and N.R. price. 1983. **Esterase activity in homogenates of three strains of the red rust flour beetle (*Tribolium castaneum*. Herbst).** Comp. Biochem. Physiol.
- Niesink, R. J. M., JD. Vries and MA. Hollinger. 1996. **Toxicology, Principles and Application**. CRC Press, New York.
- Valles, S.M. and C.A. Strong. 2001. **A microsomal esterase involved in cypermethrin resistance in the german cockroach, *Blattella germanica*.** Pestic. Biochem. Physiol.
- Visetson, S. 1991. **Insecticide resistance mechanism in the red rust flour beetle (*Tribolium castaneum*. Herbst).** Ph D. Thesis. The University of Sydney, Australia.
- _____and S. Naknatti. 1996. **An Improved Neem extraction method on farms in Thailand.** *International Neem Conference, Feb. 4-9, 1996.* The University of Queensland, Gatton College, Australia.
- _____. 2001. Effects of Azadirachtin from various Thai Neem extracts on some detoxification enzyme activities in *Callosobruchus maculatus* F., pp 46. **20th ASEAN/2nd APRC seminar on Postharvest Technology. 11-14 September 2001.** Lotus Hotel, Pang Suan Kaew. Chiang Mai, Thailand.

- _____ and M. Milne. 2001. **Effects of root extract from derris (*Derris elliptica* Benth.) on mortality and detoxification enzyme levels in the diamondback moth larvae (*Plutella xylostella* Linn.)**. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 35: 157-163.
- Visetson, S., M. Milne, and J. Milne. 2001a. Toxicity of 4, 11-selinnadien-3-one from nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) tuber extracts to diamondback moth larvae (*Plutella xylostella* L.), detoxification mechanisms and toxicity to non target species. **Kasetsart J.(Nat.Sci.)**. 35: 284-292.
- _____, M. Piansiri, and T. Watanasombat. 2001b. **The effects of the Siam weed (*Chromolaena odorata*) extracts and the alpinia (*Alpinia galanga* Stuntz) extracts on some detoxification enzymes of the diamondback moths (*Plutella xylostella* L.)** The 5th National Plant Protection Conference: FOOD PRODUCTS FOR THE WORLD. Thai association, Chemical Businessmen, Plant Protection Association and Association of Entomology and Zoology of Thailand. 21-23 November 2001. Falix River Kew, Kanjanaburi.
- _____, S Naknatti, W. Ruamthum, and J. Milne. 2002 a. **Detoxification mechanisms of the golden apple snail (*Pomacea canaliculata* L.) against nut grass (*Cyperus rotundus* L.) extracts containing 4,11-selinnadien-3-one and extract toxicity to some nontarget species.** The 3rd International Conference on Biopesticides (ICOB) “ Positioning Biopesticides in Pest Management Systems” 22-26 April 2002, Renaissance Kuala Lumpur Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia.
- _____, W. Purivirojkul, P. Kannasutra, and H. Rose. 2002 b. ***In vivo*-insecticide resistance mechanisms in various strains of the rust-red flour beetle (*Tribolium castaneum* Herbst)**1st National Technical Seminar on Postharvest/ Production Technology, 22-23 August 2002. The Imperial Mae Ping Hotel, Chiangmai, Thailand.

_____, S., Milne, J., Milne, M. and Kanasutar, P. 2003. Synergistic effects of sesame oil with cypermethrin on the survival and detoxification enzyme activity of *Plutella xylostella* L. Larvae. **The 6th International Conference on Plant Protection in the Tropics. “Globalization and Plant Protection in Developing Economics” 11-14 August 2003**, Pan Pacific Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia.

_____, S., Khanananukulchai and Milne, J. 2004. Detoxification mechanisms of larvae of Diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) against various plant allelochemicals in Thailand. **The 2nd Asian International Conference on Ecotoxicology and Environmental Safety**. Organized by Postgraduate Education and Research Program in Chemistry, Prince of Songkla University, September, 26-29, 2004. BP Samila Beach Hotel, Songkla, Thailand.

_____, S., Milne, J., Milne, M., Bullangpoti, V and Rattanapan, A. 2005. Similarities and Differences in Toxicity and Characteristic of Monooxygenase Activity in the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* Linn. Larvae, Subterranean Termites, (*Coptotermes* spp.) and Mouse against Some Allelochemicals and Conventional Pesticides. **The 7th National Plant Protection Conference**. 2-4 November 2005, Thailand.

Yu, S. J. 1983. **Induction of detoxifying enzyme by allelochemical and host plant in the fall armyworm**. Pestic. Biochem. Physiol.

_____. 1984. **Interaction of allelochemical with detoxification enzyme of insecticide susceptible and resistant fall armyworm**. Pestic. Biochem. Physiol.

_____ and F.L. 1985. **Induction of hydrolases by allelochemical and host plant in the fall armyworm**. Pestic. Biochem. Physiol.

Zar, H. J. 1999. **Biostatistical Analysis**. 4th ed. Prentice Hall International, Inc. USA.

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

ภาคผนวก

1. การหาเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง

การหาเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง โดยวิธี Abbott's formular

$$\text{การหาเปอร์เซ็นต์การตายจริง} = \frac{(x-y) \times 100}{(100-y)}$$

เมื่อ x คือ เปอร์เซ็นต์การตายในกลุ่มทดลอง

เมื่อ y คือ เปอร์เซ็นต์การตายในกลุ่มควบคุม

โดยเปอร์เซ็นต์การตายในกลุ่มควบคุมต้องน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

2. การวิเคราะห์ esterase โดยวิธี PNPA assay ของ Mackness และคณะ (1983)

$$\text{Paranitrophenol product} = \text{OD/min} \times 58.8235 \times \text{total volume assay (ml)}$$

แทนค่า OD/min ที่วัดได้จากเครื่อง spectrophotometer ด้วย A และปริมาณรวมที่ใช้

วิเคราะห์ใน 1 cuvette = 3.0 ml

$$\text{ฉะนั้น ปริมาณเอนไซม์ที่วัดได้} = A \times 58.8235 \times 3$$

3. การวิเคราะห์ glutathione-s-transferase โดยวิธี CDNB assay ของ Booth และคณะ

$$\text{CDNB product} = (\text{OD/min} \times 1.316) / (9.6 \times 1000 \text{ n mole})$$

แทนค่า OD/min ที่วัดได้จากเครื่อง spectrophotometer ด้วย C

$$\text{ฉะนั้น ปริมาณเอนไซม์ที่วัดได้} = C \times 1.316 / 9.6 \times 1000 \text{ n mole}$$

4. การเตรียมสารเคมี

4.1 phosphate Buffer

0.1 M KH_2PO_4 (Potassium dihydrothiophosphate : M.W = 136.09) เตรียมโดยชั่ง KH_2PO_4 13.609 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

4.2 stock EDTA (1mM EDTA)

1 mM EDTA (Ethyline Dibromide Triacetic acid : M.W = 452.24) เตรียมโดยการชั่ง EDTA จำนวน 0.45224 กรัม เติมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

4.3 phosphate buffer with EDTA

นำ stock 1mM EDTA ที่เตรียมจากข้อ 4.2 จำนวน 1 มิลลิลิตร เติมลงใน 0.1 M phosphate buffer ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร คนให้สารละลายเข้ากัน

4.4 phosphate buffer with GST reduced form

เตรียมโดยชั่ง GST reduced form ปริมาณ 0.15 กรัม เติมลงใน phosphate buffer ปริมาตร 50 มิลลิลิตร คนให้สารละลายจนหมด

4.5 0.12 M PNPA (paraNitroPhenylAcetate)

เตรียมโดยชั่ง PNPA ปริมาณ 0.1 กรัม แล้วเติมลงใน เอทิลแอลกอฮอล์ 100 % ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเข้ากัน

4.6 150 mM CDNB (chloroDiNitroBenzene)

เตรียมโดยชั่ง CDNB ปริมาณ 0.152 กรัม แล้วเติมลงใน เอทิลแอลกอฮอล์ 100 % ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเข้ากัน

4.7 สารละลาย Bradford (ใช้ในการหาค่าโปรตีน)

ชั่ง Coomassie Brilliant Blue R250 100 มิลลิกรัม แล้วเติมใน เอทานอล 95% จำนวน 50 มิลลิตร แล้วเติม 85% H₃PO₄ จำนวน 100 มิลลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มิลลิตร

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวทิพนาด อันตรเสน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	เขตดินแดง จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	กศ.บ. ชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักษ์ (พ.ศ. 2543)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	- เข้าร่วมการเสนอผลงานในงานประชุมวิชาการอนุรักษ์ พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 2-4 พฤศจิกายน 2548 ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ - ผู้ช่วยสอน คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาที่ 1 / 2548 - อาจารย์พิเศษ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ภาควิชาที่ 1/ 2548
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-