ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)

ปริญญา

ชีววิทยา | สัตววิทยา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงต่อการตายและการยับยั้งการกินของหนอนกระทู้หอม

Effects of *Melia azedarach* L. and *Jatropha gossypifolia* L. Leaf Extracts on Mortality and Antifeedant Activity of *Spodoptera exigua* Hübner

นามผู้วิจัย นางสาวนริศรา ปิยะแสงทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์วสกร บัลลังก์โพธิ์, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์วันชัย ปลื้มภาณุภัทร, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์สมภพ นวีภาพ, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงต่อการตายและการยับยั้งการกิน ของหนอนกระทู้หอม

Effects of *Melia azedarach* L. and *Jatropha gossypifolia* L. Leaf Extracts on Mortality and Antifeedant Activity of *Spodoptera exigua* Hübner

โดย

นางสาวนริศรา ปิยะแสงทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นริศรา ปิยะแสงทอง 2553: ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงต่อการตายและการยับยั้งการกินของหนอนกระทู้หอม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) สาขาชีววิทยา ภาควิชาสัตววิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์วสกร บัลลังก์โพธิ์, ปร.ด. 87 หน้า

หนอนกระทู้หอมเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ ซึ่งมีการพัฒนาในการต่อต้านยาฆ่าแมลงหลายชนิด จึงส่งผลให้มีการควบคุมได้ยาก งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงต่อหนอนกระทู้หอมในวัยที่ 2 โดยใช้วิธีการจุ่มหนอนลงในสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (Dipping Method) และวิธีการกิน (Feeding Method) พบว่าสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงมีฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง โดยที่เวลา 24 ชั่วโมงสารสกัดจากใบเลี่ยนซึ่งใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลายซึ่งถือเป็นสารที่ออกฤทธิ์ดีที่สุด (LC_{50} = 4031.61$\pm$527.581 ppm) รองลงมาคือ สารสกัดจากใบละหุ่งแดงซึ่งใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย (LC_{50} = 6855.88$\pm$1699.650 ppm), สารสกัดจากใบเลี่ยนซึ่งใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย (LC_{50} = 7775.85$\pm$821.015 ppm) และสารสกัดจากใบละหุ่งแดงซึ่งใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย (LC_{50} = 17251.51$\pm$2145.518 ppm) โดยสารสกัดทั้งสองไม่มีความแตกต่างในเรื่องค่าความเป็นพิษที่ช่วงเวลาทดสอบที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ จากการทดสอบกับแตนเบียน (*Meteorus pulchricornis*) พบว่า สารสกัดทั้งสองชนิดมีความเป็นพิษต่อแตนเบียนในระดับต่ำ โดยวิธีสัมผัส (contact toxicity) ดังนั้นสารจากใบของต้นเลี่ยนและใบละหุ่งแดงจึงมีแนวโน้มในการนำไปใช้อย่างแพร่หลายแทนการใช้สารเคมีในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ในอนาคต

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Narisara Piyasaengthong 2010: Effects of *Melia azedarach* L. and *Jatropha gossypifolia* L. Leaf Extracts on Mortality and Antifeedant Activity of *Spodoptera exigua* Hübner. Master of Science (Biology), Major Field: Biology, Department of Zoology. Thesis Advisor: Ms. Vasakorn Bullangpoti, Ph.D. 87 pages.

Spodoptera exigua (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), an important insect pest of many field crops, has developed resistance to various insecticides, making its control increasingly difficult. This study explored the effects of *Melia azedarach* L. and *Jatropha gossypifolia* L. leaf extract on second instar *S. exigua* larvae survival by the dipping method and feeding method. The both of leaf extracts showed insecticide activities; the 24 hour highest toxicity is the crude extract of *M. azedarach* with ethanol 70% as varies solvent (LC_{50} = 4031.61$\pm$527.581 ppm) then the crude extract of *J. gossypifolia* extract with ethanol 70% as varies solvent (LC_{50}= 6855.88$\pm$1699.650 ppm), crude extract of *M. azedarach* with distilled water as varies solvent (LC_{50} =7775.85$\pm$821.015 ppm) and crude extract of *J. gossypifolia* with distilled water as varies solvent (LC_{50} = 17251.51$\pm$2145.518 ppm). All extract shows no significant in toxicity over the time. In the case of contact toxicity on natural enemy, *Meteorus pulchricornis*, the both of crude extracts showed low toxicity. Both of extracts may be an alternative for natural pesticides against this insect pest in the future.

_____ _____ ___ / ___ / _____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.วสกร บัลลังก์โพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ และดร.วันชัย ปลื้มภาณุภัทร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาต่างๆตลอดการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ Prof. Dr. Hiroshi HONDA และ Assoc. Prof. Dr.Yooichi KAINOH Institute of Agriculture and Forestry, University of Tsukuba, Japan ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการในการทดลองและเทคนิคการทดสอบความเป็นพิษของพืชที่มีต่อแมลง รวมทั้งเอื้อเฟื้อแตนเบียนหนอนกระทู้หอมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว พี่ เพื่อน ทุกคนที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่องานวิจัย สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ที่ช่วยสนับสนุนงบประมาณการทำวิจัยในครั้งนี้

นริศรา ปิยะแสงทอง

มีนาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	
อุปกรณ์	24
วิธีการ	26
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
ผลการทดลอง	37
วิจารณ์ผลการทดลอง	62
สรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุป	66
ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ภาคผนวก	76
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	87

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำ กลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)	39
2	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้ เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)	41
3	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)	45
4	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)	47
5	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis*[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 4 วัน และ 5 วัน	58
6	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis*[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 4 วัน และ 5 วัน	60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะต้นเลี่ยน (*Melia azedarach* L.)	6
2	ลักษณะดอกของต้นเลี่ยน	6
3	ลักษณะผลของต้นเลี่ยน (ก: ผลอ่อนสีเขียว; ข: ผลแก่สีเหลือง)	7
4	โครงสร้าง 1-methaacrylyl-3-acetyl-11-methoxymeliacarpinin	8
5	โครงสร้าง 1-(2-methylpropanoyl)-3-acetyl-11- methoxymeliacarpinin	8
6	โครงสร้าง meliacarpinin D	8
7	โครงสร้าง melianin B	9
8	ลักษณะของต้นละหุ่งแดง	11
9	ลักษณะดอกและผลของต้นละหุ่งแดง	11
10	โครงสร้าง jatrophenone	12
11	โครงสร้าง cleomiscosin A	12
12	Soxhlet's extractor	14
13	สูตรโครงสร้างของตัวทำละลายชนิดต่างๆ	15
14	ตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*)	17
15	หนอนกระทู้หอม (ระยะที่ 5)	18
16	ระยะดักแด้ของหนอนกระทู้หอม	18
17	แสดงลักษณะการทำลายของหนอนกระทู้หอม	19
18	แตนเบียนเพศเมีย (*Meteorus pulchricornis*)	21
19	วงจรชีวิตของแตนเบียน *Meteorus pulchricornis*	22
20	แสดงขั้นตอนการเลี้ยงหนอนกระทู้หอม	27
21	แสดงตู้เลี้ยงแมลงที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (Environment chamber)	28
22	แสดงกล่องเลี้ยงแมลงที่ใช้ในการวางไข่ของ *Meteorus pulchricornis*	28
23	แสดงกรงพลาสติกเลี้ยงตัวเต็มวัย *Meteorus pulchricornis*	29
24	ตัวอย่างพืชที่ต้องการศึกษา	30
25	แสดงการสกัดสารโดยใช้ Soxhlet's extractor	30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	แสดงการระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator	31
27	แสดงการเตรียมสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	32
28	แสดงการทดสอบแบบ Dipping Method	33
29	แสดงระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบสารสกัดที่ได้จากใบเลี่ยน (Dipping Method)	33
30	แสดงระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบสารสกัดที่ได้จากใบละหุ่งแดง (Dipping Method)	34
31	แสดงระดับความเข้มข้นต่างๆของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงในการทดสอบด้วยวิธี Feeding Method	35
32	แสดงการทดสอบแบบ Feeding Method	36
33	แสดงการทดสอบแบบ Filter-paper Method	36
34	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง	40
35	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง	40
36	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง	42
37	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้ ethanol 70% เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง	42
38	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง	46
39	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง	46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
40	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง	48
41	แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง	48
42	แสดงการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 16 วัน	50
43	แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 8 วัน	51
44	แสดงปริมาณการกินอาหารของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 วัน	52
45	แสดงการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 16 วัน	54
46	แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 8 วัน	55
47	แสดงปริมาณการกินอาหารของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 วัน	56
48	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis* หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	59
49	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis* หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

LC_{50} (Median Lethal Concentration): ความเข้มข้นของสารที่ทำให้สัตว์ทดลองตายครึ่งหนึ่งของจำนวนที่นำมาใช้ในการทดสอบทั้งหมด

SD (Standard Deviation): ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าวัดการกระจายที่สำคัญทางสถิติ

ppm (parts per million): ส่วนในล้านส่วน เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l) หรือมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงต่อการตายและการยับยั้งการกิน ของหนอนกระทู้หอม

Effects of *Melia azedarach* L. and *Jatropha gossypifolia* L. Leaf Extracts on Mortality and Antifeedant Activity of *Spodoptera exigua* Hübner

คำนำ

ในปัจจุบัน การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรมีการใช้สารฆ่าแมลงกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสารเหล่านี้นับวันจะมีราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ เพราะสารเคมีส่วนใหญ่เป็นสารนำเข้าจากต่างประเทศอีกทั้งปัญหาจากการใช้สารฆ่าแมลงเหล่านี้ก็เกิดขึ้นมากมายเช่นเดียวกัน ได้แก่ การดื้อยาของแมลงศัตรูพืชซึ่งนับวันการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงมีอัตราสูงขึ้น เป็นผลให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี และเกิดปัญหาสารพิษตกค้างบนผลิตผลทางการเกษตรที่ส่งออกนอกประเทศทำให้เกิดปัญหาทางเศรษฐกิจตามมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารฆ่าแมลงเหล่านี้มักออกฤทธิ์ในวงกว้างจึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน เป็นต้น ทำให้สูญเสียสมดุลของระบบนิเวศไป

หนอนกระทู้หอม (Beet Armyworm), *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) เป็นศัตรูพืชที่มีพืชอาหารหลายชนิดพบแพร่กระจายไปทั่วโลก พบว่ามีบันทึกครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1876 และแพร่กระจายไปยังทวีปยุโรป เม็กซิโก และแถบคาริบเบียน (Taylor and Riley, 2007) สร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรอย่างมากมายในประเทศจีนตั้งแต่ปลายปี 1990 (Laecke and Degheele, 1991; Wu *et al*., 1995; Zhu *et al*., 1996) ประเทศไทยเองมีการแพร่ระบาดตามแหล่งปลูกหอมมานานหลายสิบปี เช่น ในเขตจังหวัดราชบุรี นนทบุรี ปทุมธานี เป็นต้น ซึ่งแหล่งปลูกดังกล่าวมีการระบาดเป็นประจำทุกปีและมักเกิดการระบาดรุนแรงในช่วงฤดูร้อน (ศศิเทพ, 2547) โดยจะกัดกินทำลายใบของพืชผลทางการเกษตร เช่น ต้นหอม กะหล่ำปลี ข้าวโพด ฝ้าย มะเขือเทศ และหญ้าที่ใช้ในการเลี้ยงปศุสัตว์ (alfafa) (Wang *et al*., 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าหนอนกระทู้หอมมีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิด เช่น chlorinated hydrocarbons, organophosphates, carbamates และ pyrethroids (Meinke and Ware, 1978; Chaufaux and Ferron, 1986; Brewer and Trumble, 1989)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วยเหตุนี้จึงมีงานวิจัยมากมายที่เกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงชนิดใหม่ในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้หอม ได้แก่ chlorfenapyr (Farlow *et al*., 1992; Wiley *et al*., 1995), tebufenozide (Smagghe and Degheele, 1994), indoxacarb (DuPont, 1998) และ spinosad (Yee and Toscano, 1998) แต่สารฆ่าแมลงชนิดที่สังเคราะห์ขึ้นจากสารเคมีหลายชนิดรวมถึงสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphosphate และ organochlorine เมื่อใช้อย่างต่อเนื่องพบว่าจะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำและบริเวณใกล้เคียง เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมตามมา ดังนั้นจึงมีทางเลือกใหม่ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช เช่น การใช้ไวรัสนิวเคลียร์โพลีฮีโดรซีส (Nuclear polyhedrosis Virus : NPV) และการใช้ microbial toxins เช่น *Bacillus thuringiensis* (Bt) (อรรถสิทธิ์, 2541)

การใช้สารสกัดจากพืชในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นที่รู้จักกันมานาน โดยใช้พืชที่มีองค์ประกอบทางเคมี (secondary metabolites) ที่สามารถออกฤทธิ์ในการใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชต่างๆได้ (Nathan *et al*., 2008) เช่น ดอกไพรีทรัม (pyrethrum) รากโล่ติ๊น (rotenone) ใบยาสูบ (tobacco) เป็นต้น ต่อมาเมื่อมีการสังเคราะห์สารอนินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูได้ดีกว่า จึงทำให้ความนิยมการใช้สารสกัดจากพืชลดน้อยลง เพราะออกฤทธิ์แคบในการกำจัดแมลงศัตรูพืช เนื่องจากมีความจำเพาะในการกำจัดแมลงแต่ละชนิดที่แตกต่างกันไป มีขั้นตอนการใช้และการเก็บรักษาที่ยุ่งยากกว่าการใช้สารเคมี และนอกจากนี้ยังมีอายุการใช้งานที่สั้นอีกด้วย แต่ข้อดีก็คือสารสกัดจากพืชสลายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อถูกแสงอาทิตย์ อากาศและความชื้น จึงไม่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม บางชนิดมีอันตรายน้อยต่อมนุษย์และสัตว์

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำสารสกัดจากพืชมาใช้ควบคุมศัตรูพืช เช่น สารสกัดจากพริกควบคุมด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) (Bullangpoti *et al*., 2002) และหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) (พุทธิพร, 2549) การใช้สารสกัดจากน้อยหน่าควบคุม *Nephotettix virescens* (Srisaard *et al*., 2005) การใช้สารจากเมล็ดของ *Pachyrhizus erosus* ควบคุมยุงลาย (*Aedes aegypti* L.) (Srikhong *et al*., 2006) และสาร alpha-mangostin ที่สกัดจากเปลือกมังคุด (*Garcinia mangostana*) ควบคุม *Nilaparvata lugens* และ *Sitophilus oryzae* (Bullangpoti *et al*., 2004, 2006 and 2007) สารสกัดจากใบของ *Goniothalaus* (Annonaceae) ควบคุมประชากรหนอนกระทู้หอม (Nathan *et al*., 2008) ทั้งนี้สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงก็คือ สารสกัดจากพืชในประเทศกำลังพัฒนาควรมีราคาถูก พืชที่นำมาสกัดจะต้องเป็นพืชที่ปลูกในท้องถิ่นนั้น กรรมวิธีที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตจะต้องไม่ยุ่งยากซับซ้อนที่จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง สารสกัดที่ได้ควรออกฤทธิ์กำจัดแมลงศัตรูพืชได้ในวงกว้าง แต่มีพิษน้อยหรือไม่ก่อให้เกิดพิษต่อมนุษย์และสัตว์ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสารสกัดจากเลี่ยน (*Melia azederach* L.) และสารสกัดละหุ่งแดงมีฤทธิ์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชเนื่องจากมีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการกินของแมลงหรือเป็นสารฆ่าแมลง เช่น meliartenin และ azadirachtin ในสารสกัดจากเลี่ยน jatrophenone (Ravindranath *et al*., 2003) jatrodien และ gossypifan (Das *et al*., 1995) ในสารสกัดจากละหุ่งแดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากใบเลี่ยน (*Melia azedarach* L. (Meliaceae)) และใบละหุ่งแดง (*Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae)) ต่อหนอนกระทู้หอมในตัวทำละลายที่เหมาะสมในการออกฤทธิ์ของสารสกัดทั้งสองชนิด

2. เพื่อศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการกิน (Antifeedant) และฤทธิ์ความเป็นพิษโดยการกิน (feeding toxicity method) ของสารสกัดจากใบเลี่ยน (*Melia azedarach* L. (Meliaceae)) และใบละหุ่งแดง (*Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae)) ต่อหนอนกระทู้หอม

3. เพื่อดูผลความเป็นพิษต่อแมลงที่มีประโยชน์ คือ แตนเบียน (*Meteorus Pulchricornis*)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. เลี่ยน (*Melia azedarach* L.**)**

การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Kingdom: Plantae

Division: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Order: Sapindales

Family: Meliaceae

Genus: *Melia*

Species: *Melia azedarach*

(เต็ม, 2544)

ชื่อสามัญ : Chinaberry, Syringa, Persian lilac, Pride of India, common bead tree, Mindi

ชื่อท้องถิ่น : เลี่ยน เลี่ยนใบใหญ่ เฮี่ยน เคี่ยน

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เลี่ยนเป็นไม้ยืนต้น ผลัดใบที่มีลำต้นสูง 20-45 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นกว้างประมาณ 30-60 เซนติเมตร (Orwa *et al.*, 2009) แตกกิ่งก้านสาขาออกรอบๆต้น ใบออกเป็นช่อ ช่อหนึ่งจะมีใบอยู่ประมาณ 3-5 ใบ ช่อใบยาว 20-40 เซนติเมตร ลักษณะของใบย่อยเป็นรูปไข่ ปลายแหลม โคนใบสอบ ขอบใบเป็นฟันเลื่อย ใบด้านบนเป็นสีเขียวเข้ม ส่วนด้านล่างเป็นสีเขียวอ่อน ขนาดของใบกว้างประมาณ 1-1.5 นิ้ว ยาว 1.5-3 นิ้ว (ภาพที่ 1) ดอกออกเป็นช่ออยู่ตรงส่วนยอดของต้นและตามง่ามใบ มีสีม่วงอ่อน ดอกที่โคนก้านช่อจะบานก่อน แล้วจะบานขึ้นไปตามลำดับ ดอกยาวประมาณ 0.5 นิ้ว มีอยู่ 5 กลีบเกสรที่อยู่กลางดอกเป็นสีม่วงเข้ม (ภาพที่ 2) ผลเป็นลูกกลมโตประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร เมื่ออ่อนเป็นสีเขียว พอแก่เป็นสีเหลืองอ่อน (ภาพที่ 3) (Burks, 1997;

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Radford *et al.,* 1968) ผลมีเมล็ดประมาณ 4-5 เมล็ด มักปลูกตามสวนสาธารณะ ริมทางเดินและขอบถนน (Batcher, 2008)

ภาพที่ 1 ลักษณะต้นเลี่ยน (*Melia azedarach* L.)

ที่มา: ฐานข้อมูลพืชพิษ (2544)

ภาพที่ 2 ลักษณะดอกของต้นเลี่ยน

ที่มา: ฐานข้อมูลพืชพิษ (2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

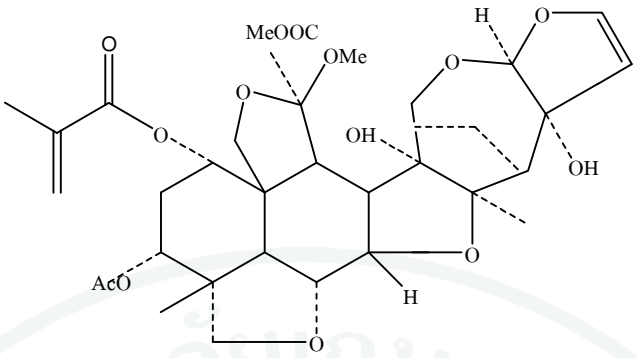
ภาพที่ 3 ลักษณะผลของต้นเลี่ยน (ก: ผลอ่อนสีเขียว; ข: ผลแก่สีเหลือง)

ที่มา: ฐานข้อมูลพืชพิษ (2544)

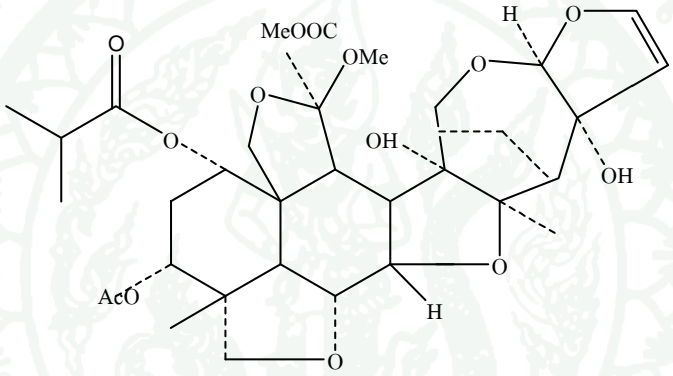
1.2 สารเคมีที่พบ

เลี่ยนนั้นประกอบไปด้วยสารต่างๆ มากมาย ดังเช่น ลำต้นประกอบด้วย surinaol, melianin b, sendanolactone, 3-□-hydroxy-4, ochinin acetate เปลือกต้นประกอบด้วย glucopyranoside, kuline, kulactone, kulolactone (Chatterjee and Prakash, 1994) แก่นไม้ประกอบด้วย bakayanin, bakalactone, tannin (Sharma *et al*., 2001) ใบประกอบด้วย nimbinene, meliacin, quercetrin, quercetin-3-0-β-rutinoside, kaempferol-3-0-β rutinoside, rutin and kaempferol-3-L-rhamno-D-glucoside (Sharma *et al*., 2001; Khare, 2004) ผลประกอบด้วย azaridine, bakayanin, bakalactone (Khare, 2004), margosine, azadirone, azadiradione, epoxyazadiradione, ohchinol, ohchinin, ohchinolal, ohchinolides A and B, meliantriol, melianone, melianol, lupeol, β-sitosterol (Sharma *et al*., 2001) เมล็ดประกอบด้วย cystine, serine, arginine, glycin, glutamic acid, threonine, methionine, leucine, lycine and proline, limonoid glycosides, nimbinene, salannin and meldenin (Sharma *et al*., 2001) icosane, tingenone, methyl heptanoate, methyl heptaicosanoate, methyl 3, octanoic nonanoic anhydride, hexadecanoic pentadecanoic anhydride and cabraleolactone (Bharti *et al*., 2002) รากประกอบด้วย azadirachtin type limonoids ชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ 1-methaacrylyl-3-acetyl-11-methoxymeliacarpinin (ภาพที่ 4) และอีกชนิดหนึ่งคือ 1-(2-methylpropanoyl)-3-acetyl-11-methoxymeliacarpinin (ภาพที่ 5), meliacarpinin D (ภาพที่ 6), melianin B (ภาพที่ 7) สกัดโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย (Fukuyama *et al*., 2000)

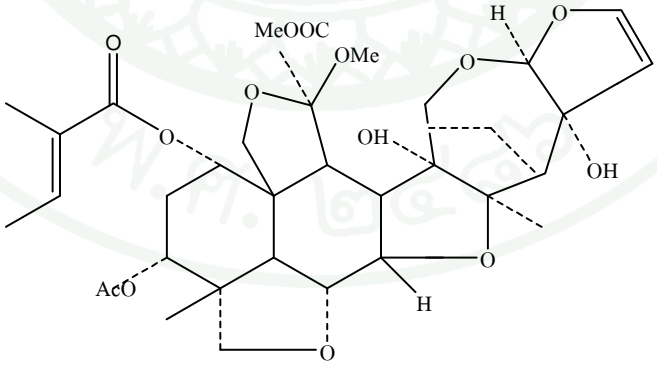
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 โครงสร้าง 1-methaacrylyl-3-acetyl-11-methoxymeliacarpinin

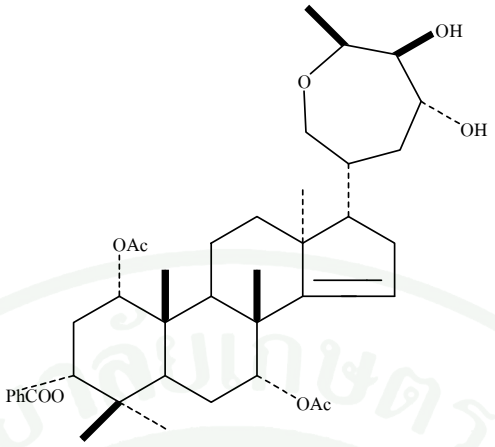


ภาพที่ 5 โครงสร้าง 1-(2-methylpropanoyl)-3-acetyl-11-methoxymeliacarpinin



ภาพที่ 6 โครงสร้าง meliacarpinin D

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 โครงสร้าง melianin B

1.3 ฤทธิ์ทางชีวภาพและประโยชน์

Haematological activity: สารสกัดจากใบมีฤทธิ์ในการเพิ่มจำนวนของ neutrophil และลดจำนวนของ lymphocyte ในหนู (Benencia *et al*., 1992) Antifeedant activity: ในกรณี choice and no-choice bioassays ศึกษาผลของสารสกัดจากผลดิบ ใบอ่อน และใบแก่ โดยใช้วิธี leaf-dipping method ที่ระดับความเข้มข้น 1-10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารสกัดออกฤทธิ์ยับยั้งการกินของ elm leaf beetle (*Xanthogaleruca luteola*) (Defago *et al*., 2006) Insecticidal activity: สารสกัดจากลำต้น โดยใช้ methanol, acetone, benzene และ hexane เป็นตัวทำละลาย ออกฤทธิ์ในการเป็นสารฆ่าแมลง *Helicoverpa armigera*, *Earias vittella* และ *Plutella xylostella* โดยสารสกัดที่ใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่ออัตราการตายของตัวอ่อน และที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการทำลายไข่ของแมลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Rani *et al*., 1999) สารสกัดจากรากโดยใช้ methanol เป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลดอัตราการเกิดใหม่ของตัวเต็มวัย และมีผลให้ตัวเต็มวัย *Earias vittella* มีวงชีวิตสั้นลง (Mahla *et al*., 2002) ผงของสารสกัดจากส่วนผลโดยใช้ปิโตรเลียม อีเทอร์และอะซิโตนเป็นตัวทำละลาย มีฤทธิ์เป็นสารไล่ตัวเต็มวัย *Sitophilus oryzae* ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน และสามารถบันทึกอัตราการตายได้เมื่อแมลงสัมผัสสารสกัดเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งพบว่ามีอัตราการตายที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป (El-Lakwah *et al*., 1995) สารสกัดจากใบและผลโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมีผลต่อการตายของ *Busseola fusca* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Gebre amkak and Azerefegne, 1999) นอกจากนี้ยังออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง และเป็นสารไล่ตัวอ่อนของ *Triatoma infestans* โดยสารสกัดจากผลดิบออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฤทธิ์เป็นสารไล่ได้ดีที่สุดในตัวอ่อนระยะที่ 1 และ 4 ในขณะที่สารสกัดผลแก่มีฤทธิ์อ่อนและสารสกัดใบไม่ออกฤทธิ์ (Valladares *et al*., 1999) Antifungal activity: สารสกัดจากผลสุกโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme*, *Microsporum canis* และ *Candida albicans* (Carpinella *et al*., 1999) Antibacterial activity: สารสกัดจากดอกโดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย ออกฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus* จากการติดเชื้อที่บริเวณผิวหนัง (Sallem *et al*., 2002)

2. ละหุ่งแดง (*Jatropha gossypifolia* L.)

การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Kingdom: Plantae

Division: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Order: Malpighiales

Family: Euphorbiaceae

Genus: *Jatropha*

Species: *Jatropha gossypifolia*

(เต็ม, 2544)

ชื่อสามัญ : Bellyache Bush, Cotton Leafed Jatropha

ชื่อท้องถิ่น : ละหุ่งแดง สบู่แดง สบู่เลือด สลอดแดง สีลอด หงษ์เทศ

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นไม้พุ่มหรือไม้ล้มลุก พบกระจายได้ทั่วไปในพื้นที่ของประเทศอินเดีย (Ravindranath *et al*., 2003) และเป็นวัชพืชที่มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วแถบตอนเหนือของประเทศออสเตรเลียตั้งแต่ปลายปี 1800 (Bebawi *et al*., 2007a) พบว่ามีต้นกำเนิดมาจากประเทศบราซิล ลำต้นสูงได้ถึง 3 เมตร ใบเดี่ยวเรียงสลับ เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร ขอบใบเว้าเป็นพู 3-5 พู มีขนาดกว้างและยาวประมาณ 20 เซนติเมตร มีก้านใบยาวปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลหยาบ (Ogundare, 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(ภาพที่8) ดอกช่อกระจุกออกที่ปลายกิ่ง ดอกย่อยแยกเพศอยู่บน ต้นเดียวกัน กลีบดอกมีสีแดงหรือสีม่วง ผลแห้งแตกได้ เป็นทรงรูปไข่ มีทั้งหมด 3 พู ลักษณะสำคัญคือมียางขาว (ภาพที่9) (นันทวัน, 2539) ทุกส่วนของลำต้นถูกนำมาใช้เพื่อเป็นยาพื้นเมืองในหลายพื้นที่แถบแอฟริกาตะวันตก ลำต้นอ่อนสามารถใช้แทนแปรงสีฟันได้ (Ogundare, 2007)

ภาพที่ 8 ลักษณะของต้นละหุ่งแดง

ที่มา : Wikimedia Commons (2008)

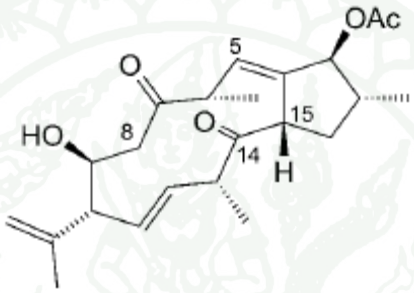
ภาพที่ 9 ลักษณะดอกและผลของต้นละหุ่งแดง

ที่มา : Wikimedia Commons (2008)

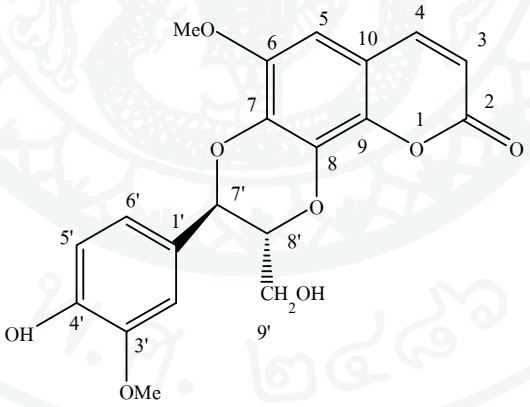
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 สารเคมีที่พบ

จากรายงานการวิจัยของ Ravindranath และคณะ (2003) พบว่าละหุ่งแดงประกอบด้วยสาร Jatrophenone($C_{22}H_{30}O_4$) ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำยารักษาโรคและสารฆ่าแมลง นอกจากนั้นยังพบว่าละหุ่งแดงยังประกอบด้วยสาร Jatropholones A และ B, Jatrophan, gadain และ cleomiscosin A (Das *et al*., 2003) และยังมีสารเคมีสำคัญอื่นๆ เช่น apigenin, cyclogossine A และ B, Jatrodien, gossypibetilene, prasanthaline (นันทวัน, 2539) นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยกรดไขมันหลายชนิด ได้แก่ Lauric, Myristic, Oleic, Linoleic, Arachidic และ Ricinoleic (Hosamani and Katagi, 2008)



ภาพที่ 10 โครงสร้าง jatrophenone (Zhang *et al.*, 2009)



ภาพที่ 11 โครงสร้าง cleomiscosin A

2.3 ฤทธิ์ทางชีวภาพและประโยชน์

ใบส่วนยอดสีแดงม่วง นำมาใช้เป็นวัตถุดิบสีย้อมเส้นไหมให้สีเขียวอมเหลือง ในทางสมุนไพร น้ำยางสามารถนำมาใช้ในการห้ามเลือดจากบาดแผลบริเวณผิวหนังและจมูก และนำมาใช้เป็นยาเพื่อบรรเทาอาการระคายเคืองได้ ใบต้มรับประทานแก้ปวดท้อง แก้ไข้ ตำพอกแก้ฝี แก้ผื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

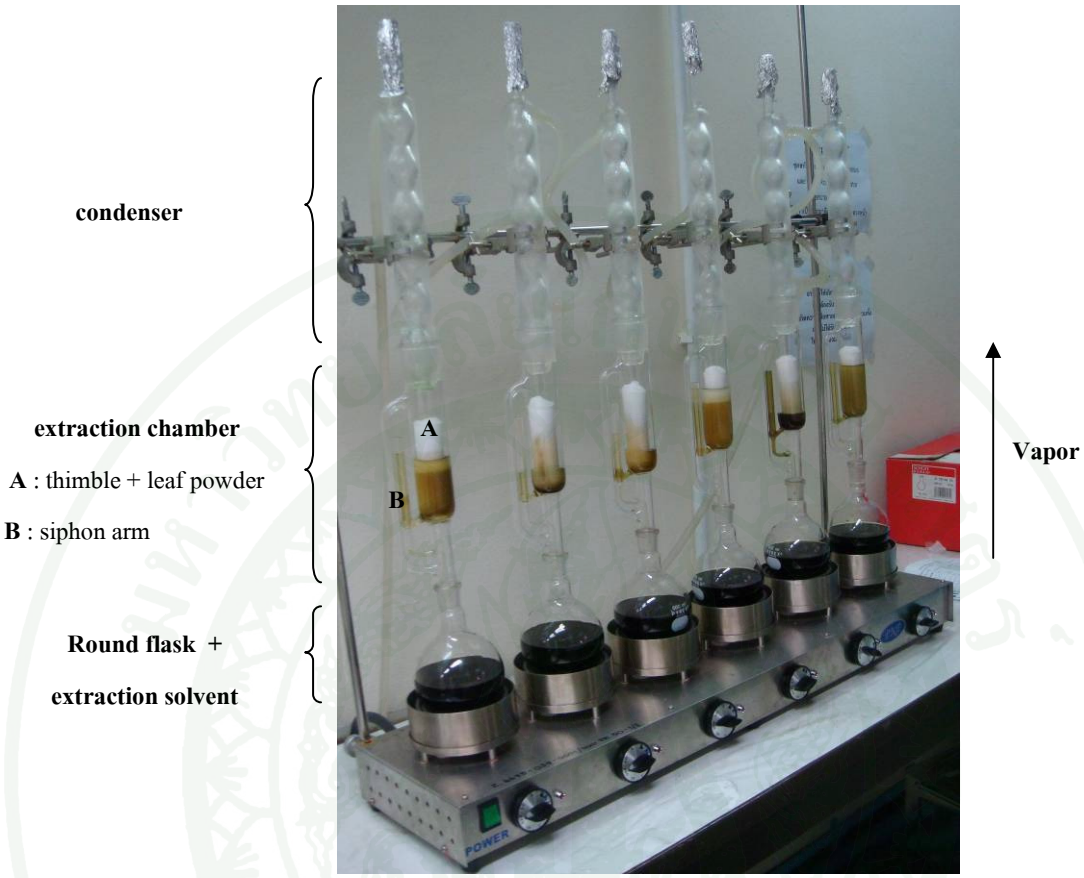
คัน ส่วนของรากและลำต้นใต้ดินใช้เป็นยารักษาโรคหืด เมล็ด ภายในเมล็ดละหุ่งจะประกอบไอด้วยน้ำมัน ซึ่งนำมาทำเป็นยาถ่ายและใช้สำหรับถ่ายน้ำ เหลืองเสีย (นันทวัน, 2539) น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ อุตสาหกรรมทำสี ทำหมึกพิมพ์ เครื่องสำอาง สบู่ เมื่อนำเมล็ดละหุ่งมาบีบเอาน้ำมัน กากเหมาะที่จะนำมาทำเป็นปุ๋ย เพราะมีสารที่เป็นประโยชน์ ต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

3. วิธีการตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากพืช (Phytochemical screening)

สารสกัดจากพืชมีองค์ประกอบสารเคมีภายในสารสกัดมากมาย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องตรวจสอบสารเคมีซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากพืช โดยการนำพืชชนิดต่างๆ และส่วนต่างๆของลำต้นมาสกัดแยกต่อจนได้สารบริสุทธิ์ จากนั้นจึงนำไปหาสูตรโครงสร้างทางเคมีและตรวจสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ซึ่งวิธีการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อหาสารเคมีในพืชควรจะต้องเป็นวิธีที่เร็ว ทำได้ง่าย ใช้เครื่องมือน้อยที่สุด และเป็นวิธีตรวจสอบที่ค่อนข้างเฉพาะสำหรับกลุ่มของสารเคมีที่ต้องการ สามารถบอกชนิดและปริมาณของสารอย่างคร่าวๆได้ (นพมาศ, 2544)

การสกัดสารจากพืชอาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ต้องการสกัด ทั้งนี้จะต้องหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิที่สูงจนเกินไปในการสกัด เนื่องจากจะทำให้สารสำคัญในพืชสลายตัวได้ และชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เช่น การสกัดด้วย Soxhlet's Extractor เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่องประมาณ 6-8 ชั่วโมง โดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ การสกัดทำได้โดยให้ความร้อนแก่ตัวทำละลายใน flask เพื่อให้ตัวทำละลายระเหยขึ้นไป แล้วกลั่นตัวลงมาใน thimble ซึ่งบรรจุพืชที่ต้องการสกัดซึ่งมีลักษณะเป็นผงไว้ เมื่อตัวทำละลายใน extracting chamber สูงถึงระดับหนึ่ง สารสกัดจะไหลกลับลงไปใน flask ที่ได้ใส่ตัวทำละลายไว้ในตอนต้น การสกัดจะมีการหมุนเวียนตัวทำละลายเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์ (นพมาศ, 2544) จึงจัดได้ว่าวิธีนี้เป็นการสกัดสารจากพืชที่ทำได้ง่าย และประหยัดตัวทำละลาย เมื่อเปรียบเทียบการสกัดวิธีอื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 Soxhlet's extractor

ตัวทำละลายเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการสกัดแยกสาร ซึ่งหลักในการเลือกใช้ตัวทำละลายอาศัยหลักเกณฑ์ต่อไปนี้คือ

1. สารที่ต้องการและตัวทำละลายจะต้องมีคุณสมบัติความเป็นขั้วคล้ายคลึงกัน

2. ตัวทำละลายจะต้องมีความสามารถในที่จะละลายสารที่ต้องการออกมาให้ได้มากที่สุด ในขณะที่ละลายสารที่ไม่ต้องการออกมาน้อยที่สุด (selectivity)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

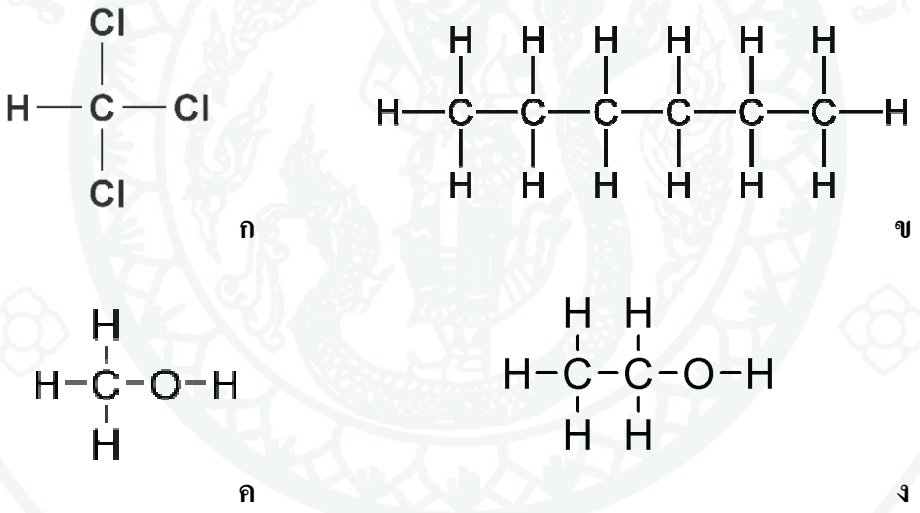
ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่

1. คลอโรฟอร์ม (chloroform) เป็นตัวทำละลายที่ดีแต่มี selectivity น้อย

2. อีเทอร์ (ether) มีอำนาจในการละลายน้อยกว่าคลอโรฟอร์ม แต่มี selectivity ดีกว่าคลอโรฟอร์ม ข้อเสียคือ ระเหยง่าย ระเบิดง่าย เกิด oxide ได้ง่ายและดูดน้ำได้มาก

3. เฮกเซน (hexane) เหมาะสำหรับใช้ในการสกัดสารที่ไม่มีขั้ว จึงมักใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับกำจัดไขมันจากสมุนไพร

4. แอลกอฮอล์ ที่ใช้มากคือเมทานอล (methanol) และเอทานอล (ethanol) เนื่องจากมีอำนาจในการละลายกว้างมาก และยังใช้ทำลายเอนไซม์ในพืชด้วย



ภาพที่ 13 สูตรโครงสร้างของตัวทำละลายชนิดต่างๆ

ก : คลอโรฟอร์ม

ข : เฮกเซน

ค : เมทานอล

ง : เอทานอล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แมลงที่นำมาศึกษา

4. หนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*)

หนอนกระทู้หอม (Beet armyworm) เป็นหนอนที่มีพืชอาหารหลายชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี มะเขือเทศ ผักกาดหอม ฝ้าย เป็นต้น พบว่ามีแหล่งกำเนิดอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบครั้งแรกที่อเมริกาเหนือประมาณปี 1876 ที่รัฐโอเรกอน และแพร่ระบาดเข้าไปในรัฐฟลอริดาในปี 1924 มีจำนวนน้อยในช่วงฤดูหนาว เนื่องจากพืชอาหารมีปริมาณน้อย (Taylor and Riley, 2007) ทั้งนี้ประเทศไทยจัดเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้น ผลผลิตทางการเกษตรจึงมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก การทำลายของหนอนกระทู้หอมจะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในฤดูร้อน จึงเป็นปัญหาร้ายแรงสำหรับผู้ปลูกหอม รวมทั้งพืชไร่และพืชสวนอีกหลายชนิด ซึ่งในกรณีที่เกิดการระบาดมากๆ และเกษตรกรไม่เร่งกำจัด หรือกำจัดไม่ทันจะทำให้ก่อเกิดผลกระทบต่อจำนวนผลผลิตเป็นอย่างมาก

การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Kingdom: Animalia

Phylum: Arthropoda

Class: Insecta

Order: Lepidoptera

Family: Noctuidae

Genus: *Spodoptera*

Species: *Spodoptera exigua*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

หนอนกระทู้หอมตัวเต็มวัย (ภาพที่ 14) มีขนาดปานกลาง เป็นผีเสื้อกลางคืนสีน้ำตาลเข้มปนเทา เมื่อกางปีกเต็มที่กว้าง 25-30 มิลลิเมตร มีจุดสีน้ำตาลอ่อน สีเทา หรือสีขาวที่หลังปีกคู่หน้า 2 จุด ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 9-10 วัน วงชีวิตของหนอนกระทู้หอมมีอายุประมาณ 24 วัน เริ่มที่จะผสมพันธุ์กันเมื่อมีอายุได้ 2-3 วันหลังออกจากดักแด้ ตัวเมียวางไข่เป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 50-150 ฟอง ตัวเมียจะสามารถออกไข่ได้ประมาณ 300-600 ฟอง ไข่มีสีเขียวหรือขาว ปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลอ่อน ไข่จะฟักเมื่อมีอายุได้ 2-4 วัน สังเกตได้จากไข่จะเปลี่ยนเป็นสีดำ

ภาพที่ 14 ตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*)

ที่มา : Flickr (2009)

ตัวหนอนมีทั้งหมด 5 ระยะ การเปลี่ยนระยะของหนอนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในขณะนั้น ซึ่งในฤดูร้อน พบว่าตัวหนอนวัย 1 เปลี่ยนเข้าสู่วัยที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 2 วัน หนอนวัย 2 เข้าสู่วัย 3 ใช้เวลาประมาณ 2 วัน หนอนวัย 3 เข้าสู่วัย 4 ใช้เวลาประมาณ 2 วัน หนอนวัย 4 เข้าสู่วัย 5 ใช้เวลาประมาณ 1 วันและหนอนวัย 5 เข้าสู่ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 3 วัน (Wilson, 1932) โดยจะสามารถทราบระยะของหนอนได้จากขนาดของ head capsule โดยเฉลี่ย หนอนวัย 1 มีขนาดประมาณ 0.25 มิลลิเมตร หนอนวัย 2 มีขนาดประมาณ 0.45 มิลลิเมตร หนอนวัย 3 มีขนาดประมาณ 0.70 มิลลิเมตร หนอนวัย 4 มีขนาดประมาณ 1.12 มิลลิเมตรและหนอนวัย 5 มีขนาดประมาณ 1.80 มิลลิเมตร (Fye and McAda, 1972) หนอนจะมีสีเขียวซีดหรือสีเหลืองในตัวหนอนระยะที่ 1 และ 2 ส่วนแถบคาดข้างลำตัวปรากฏขึ้นในหนอนระยะที่ 3 และด้านหลังจะมีสีเข้มขึ้นบริเวณในหนอนระยะที่ 4 ตัวหนอนในระยะที่ 5 พบว่าจะมีสีชมพูและสีเหลืองเกิดขึ้นแทรกกับสีเขียวบริเวณส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลัง และมีแถบขาวคาดด้านข้างของลำตัว นอกจากนี้จะมีจุดสีเข้มเกิดขึ้นบริเวณด้านหลังอีกด้วย spiracles มีสีขาวล้อมรอบด้วยขอบแคบสีดำ ในแถบตอนใต้ของอเมริกามักเกิดความสับสนได้ง่าย ระหว่าง *Spodoptera exigua* กับ *Spodoptera eridania* (Cramer) โดยมีความแตกต่างกันตรงที่ *Spodoptera eridania* (Cramer) จะมีจุดสีเข้มขนาดใหญ่ที่ปล้องอกปล้องแรก ในขณะที่ *Spodoptera exigua* จะมีจุดบริเวณ mesothorax ก่อนเข้าดักแด้ตัวหนอนจะมีระยะการหดตัวประมาณ 2-3 วัน

ภาพที่ 15 หนอนกระทู้หอม (ระยะที่ 5)

ระยะดักแด้ ในระยะนี้หนอนจะเริ่มหาทางเข้าใต้ผิวดินบริเวณโคนต้นพืชเพื่อเข้าดักแด้ ดักแด้จะมีสีน้ำตาลมีความยาวประมาณ 15-20 มิลลิเมตร จะพบดักแด้ในดินลึกประมาณ 1-2 เซนติเมตร ระยะดักแด้ประมาณ 5-7 วัน (ศศิเทพ, 2547)

ภาพที่ 16 ระยะดักแด้ของหนอนกระทู้หอม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 ลักษณะการทำลาย

หนอนกระทู้หอมเป็นหนอนที่ทำลายพืชส่วนใบและผล มักหลบซ่อนตัวตามใบยอด ซากใบ กัดกินอย่างรวดเร็ว หรืออาจจะเจาะเข้าไปในหัวกะหล่ำ ฝักถั่ว มีการทำลายตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน พบว่าหนอนกระทู้หอมมีอัตราการทำลายสูงกว่าหนอนใยผักมาก (East *et al*., 1989) หนอนระยะเล็กจะอาศัยกัดกินในใบที่เป็นหลอด และจะออกมาเมื่อโตแล้ว หัวหอมอาจถูกทำลายในขณะตากแห้งและอาจมีหนอนติดไปในที่เก็บ หากนำไปปลูกก็จะแพร่พันธุ์ไปในแหล่งปลูกใหม่ได้ (ศศิเทพ, 2547) มะเขือเทศจัดว่าเป็นพืชที่มีอัตราการถูกทำลายสูงมากโดยเฉพาะในช่วงที่กำลังจะเจริญเต็มที่ (Zalom *et al*., 1986)

ภาพที่ 17 แสดงลักษณะการทำลายของหนอนกระทู้หอม

ที่มา : Siam Insect-Zoo & Museum (2008)

4.3 ศัตรูธรรมชาติ

ศัตรูธรรมชาติที่พบว่าทำลายหนอนกระทู้หอมในพืชผัก ได้แก่ *Cotesia marginiventris* (Cresson) เข้าทำลายไข่และหนอนระยะแรก *Meteorus autographae* (Hymenoptera: Braconidae) และ *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae) (Ding and Su, 2002) ดักแด้จะถูกทำลายโดยมด *Solenopsis invicta* Buren และโรคที่ทำลายแมลงเป็นศัตรูธรรมชาติประเภทเชื้อจุลินทรีย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้แก่ Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) ซึ่งได้นำมาพัฒนาใช้กำจัดหนอนกระทู้หอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 การป้องกันกำจัด

หนอนชนิดนี้ได้พัฒนาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงมากมายหลายชนิด การป้องกันกำจัดในพืชผักส่งออกที่ต้องเก็บเกี่ยวทุกวัน ดังนั้นการใช้สารฆ่าแมลงจะต้องคำนึงถึงพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงในผลผลิตด้วย การใช้ฟีโรโมนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในในการควบคุมประชากร เนื่องจากฟีโรโมนจะไปรบกวนการผสมพันธุ์ ทำให้อัตราการผสมพันธุ์ของตัวเต็มวัยลดลงถึง 97% (Wakamura and Takai, 1992) การใช้สารเคมีกำจัดหนอนกระทู้หอม เช่น การใช้สาร spinosad (Wang *et al*., 2006) และ abamectin (Nathan *et al*., 2008) นอกจากนี้หนอนกระทู้หอมยังมีความไวต่อสารสกัดจากสะเดา (Prabhaker *et al*., 1986) อย่างไรก็ดียังพบปัญหาการใช้สารสกัดจากพืชไม่มากนัก อาจเป็นเพราะสารสกัดมีฤทธิ์น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงในการกำจัด และสารสำคัญที่มีอยู่ในสารสกัดไม่ค่อยคงทนนักในสภาพแวดล้อมจากการมีคุณสมบัติย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (biodegradable) (Visetson *et al*., 2001 and 2002)

5. แตนเบียน (*Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera : Braconidae))

Meteorus pulchricornis (Wesmael) เป็นแมลงในกลุ่มแตนเบียนหนอน (ภาพที่ 18) โดยพบแพร่กระจายอยู่ในแถบตะวันตกของทวีปยุโรป แอฟริกาเหนือ จีน เกาหลี และญี่ปุ่น และถูกนำเข้าไปในประเทศอเมริกาเพื่อใช้ควบคุม gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) (Fuester *et al*., 1993) นอกจากนี้ ยังถูกบันทึกว่าพบแมลงชนิดนี้ในประเทศนิวซีแลนด์ในปี 1996 (Berry, 1997) แบ่งออกเป็น 2 สายพันธุ์หลัก คือ สายพันธุ์จากทวีปยุโรป (arrhenotokous) จัดว่าเป็นสายพันธุ์ดั้งเดิม และสายพันธุ์จากทวีปเอเชีย (thelytokous) (Noyes, 1988) โดยส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นเพศเมีย เพศผู้นั้นจะพบได้ยากหรือไม่พบในบางพื้นที่ (Fuester *et al*., 1993) แตนเบียนชนิดนี้ถือว่าเป็น endoparasitoid ในตัวหนอนของแมลงในอันดับ Lepidoptera รวมถึงแมลงศัตรูพืชต่างๆ เช่น Spodoptera exigua (Hübner), *Helicoverpa armigera* , *Helicoverpa assulata*, *Spodoptera litura*, *Plutella xylostella* เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Phylum Arthopoda

Class Insecta

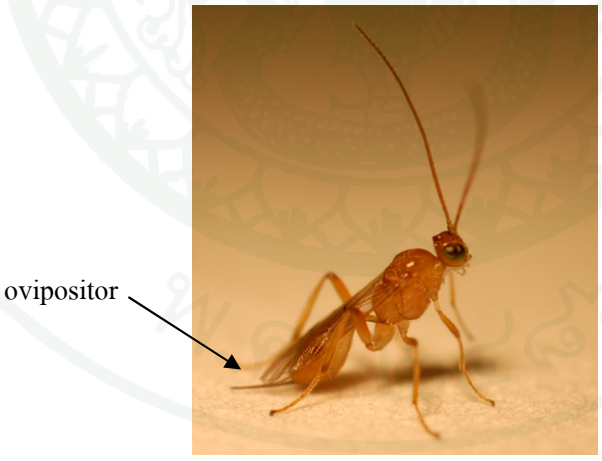
Order Hymenoptera

Family Braconidae

Genus *Meteorus*

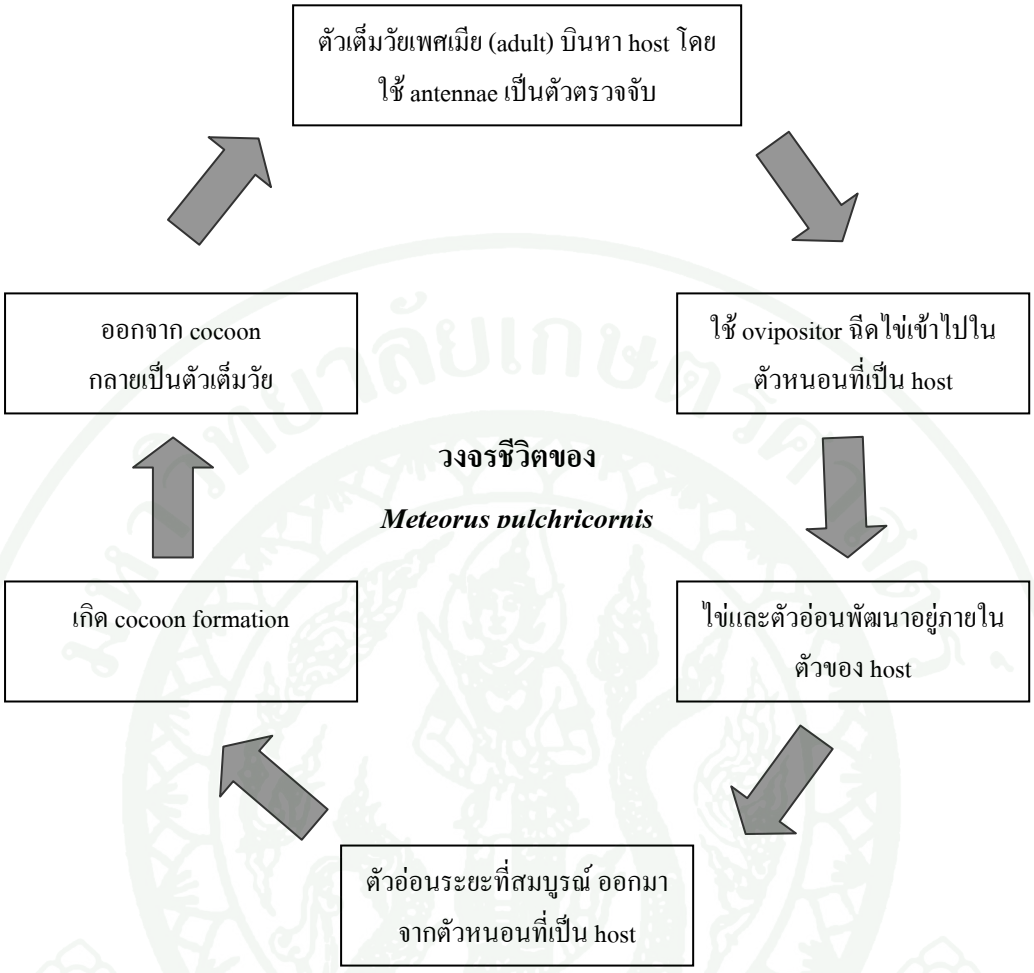
Species *Meteorus Pulchricornis*

วงจรชีวิตของแมลงชนิดนี้ ตัวเมียจะบินหา host และจำแนก host โดยใช้ antennae หลังจากนั้นจะมีการวางไข่โดยใช้ ovipositor ฉีดไข่เข้าไปในตัวหนอน (caterpillar) ที่เป็น host ซึ่งตัวอ่อนของ *Meteorus Pulchricornis* จะมีการพัฒนาตัวเองอยู่ภายใน host แล้วจะเข้าสู่ระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็น cocoon และตัวเต็มวัยต่อไป (ภาพที่ 19) ระยะเวลาจากไข่จนเข้าสู่ตัวเต็มวัย จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 5 สัปดาห์



ภาพที่ 18 แตนเบียนเพศเมีย (*Meteorus pulchricornis*)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 วงจรชีวิตของ *Meteorus pulchricornis*

5.1 ความสำคัญของแตนเบียน *Meteorus pulchricornis*

ในปัจจุบันพบว่ามีการใช้ *Meteorus pulchricornis* ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช เช่น การควบคุมประชากรของ gypsy moth (*Lymantria dispar* (L.)ในประเทศอเมริกา cotton bollworm *Helicoverpa armiger*, Beet armyworm (*Spodoptera exigua* Hübner), *Spodoptera litura* Fabricius, Northern armyworm (*Mythimna separate*) และ Diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) ซึ่งวิธีการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้แตนเบียน (parasitoid) นั้นพบแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ จีนทวีปยุโรป และ ทวีปอเมริกาเหนือ (Wu *et al.*, 2008) จากรายงานของ Yahui และ Baoping (2006) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง *Meteorus pulchricornis* กับหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*) ซึ่งเป็นโฮสต์ (host) พบว่าอัตราการปรสิต (parasitism) ของ *Meteorus*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

pulchricornis จะมีอัตราการปรสิตสูงสุดในตัวหนอนกระทู้หอมระยะที่ 4 รองลงมาคือ ระยะที่ 3, 2 และ 1 โดยพบว่าอัตราการปรสิตต่ำสุดในหนอนระยะที่ 5 ซึ่ง *Meteorus pulchricornis* จะมีการพัฒนาตัวอ่อนภายในหนอนกระทู้หอมอย่างสมบูรณ์ หลังจากนั้นตัวอ่อนของ *Meteorus pulchricornis* ทำการเจาะผนังลำตัวของหนอนกระทู้หอมออกมาสู่สภาพแวดล้อมภายนอก จึงทำให้หนอนกระทู้หอมตายในที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์สำหรับสกัดสารจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดง

1. ใบละหุ่งแดงแห้งป่นละเอียด
2. ใบเลี่ยนแห้งป่นละเอียด
3. Soxhlet's extractor
4. เครื่อง rotary evaporator (BUCHI B-850)
5. เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์
6. Thimble (Waltman ®)
7. เครื่องกลั่นสารละลายบริสุทธิ์

วัสดุอุปกรณ์สำหรับเลี้ยงหนอนกระทู้หอม

1. หนอนกระทู้หอม จากกรมวิชาการเกษตร
2. กล่องพลาสติกสำหรับเลี้ยงหนอนกระทู้หอมขนาด 20 x 10 x 5 เซนติเมตร
3. ตู้เลี้ยงแมลงควบคุมอุณหภูมิ (versatile environmental test chamber) ของ SANYO
4. เครื่องชั่งละเอียด ของ Mettler
5. อาหารสำหรับเลี้ยงหนอนกระทู้หอม (Silkmate®)

วัสดุอุปกรณ์สำหรับเลี้ยง ***Meteorus pulchricornis*** (เลี้ยงที่ประเทศญี่ปุ่น)

1. ตัวเต็มวัยเพศเมีย *Meteorus pulchricornis* โดยตัวเมียจะมีอวัยวะที่ใช้ในการวางไข่ (ovipositor)
2. Northern armyworm (*Mythimna separata*) ใช้เป็น host
3. กรงพลาสติกเลี้ยงแมลง ขนาด 30 x 15 x 20 เซนติเมตร
4. น้ำผึ้ง 100 เปอร์เซ็นต์
5. กล่องพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. กระดาษไขพับเป็นรูปพัด

วัสดุอุปกรณ์สำหรับทดสอบความเป็นพิษกับหนอนกระทู้หอมโดยวิธี Dipping Method

1. Petridish plate (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร)
2. Crude extract ของใบละหุ่งแดง
3. Crude extract ของใบเลี่ยน
4. น้ำกลั่น ใช้เป็นตัวทำละลาย
5. เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นตัวทำละลาย
6. ผ้าก็อซ
7. อาหารเทียมเลี้ยงหนอนกระทู้หอม (Silkmate®)

วัสดุอุปกรณ์สำหรับทดสอบความเป็นพิษกับหนอนกระทู้หอมโดยวิธี Feeding Method

1. Petridish plate (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร)
2. Crude extract ของใบละหุ่งแดง
3. Crude extract ของใบเลี่ยน
4. เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นตัวทำละลาย
5. อาหารเทียมเลี้ยงหนอนกระทู้หอม (Silkmate®)

วัสดุอุปกรณ์สำหรับทดสอบความเป็นพิษกับ *Meteorus pulchricornis* วิธี Filter-paper Method

1. Petridish plate (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร)
2. Crude extract ของใบละหุ่งแดง
3. Crude extract ของใบเลี่ยน
4. เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นตัวทำละลาย
5. กระดาษกรอง (Waltman® เบอร์ 1)
6. น้ำผึ้ง 100 เปอร์เซ็นต์

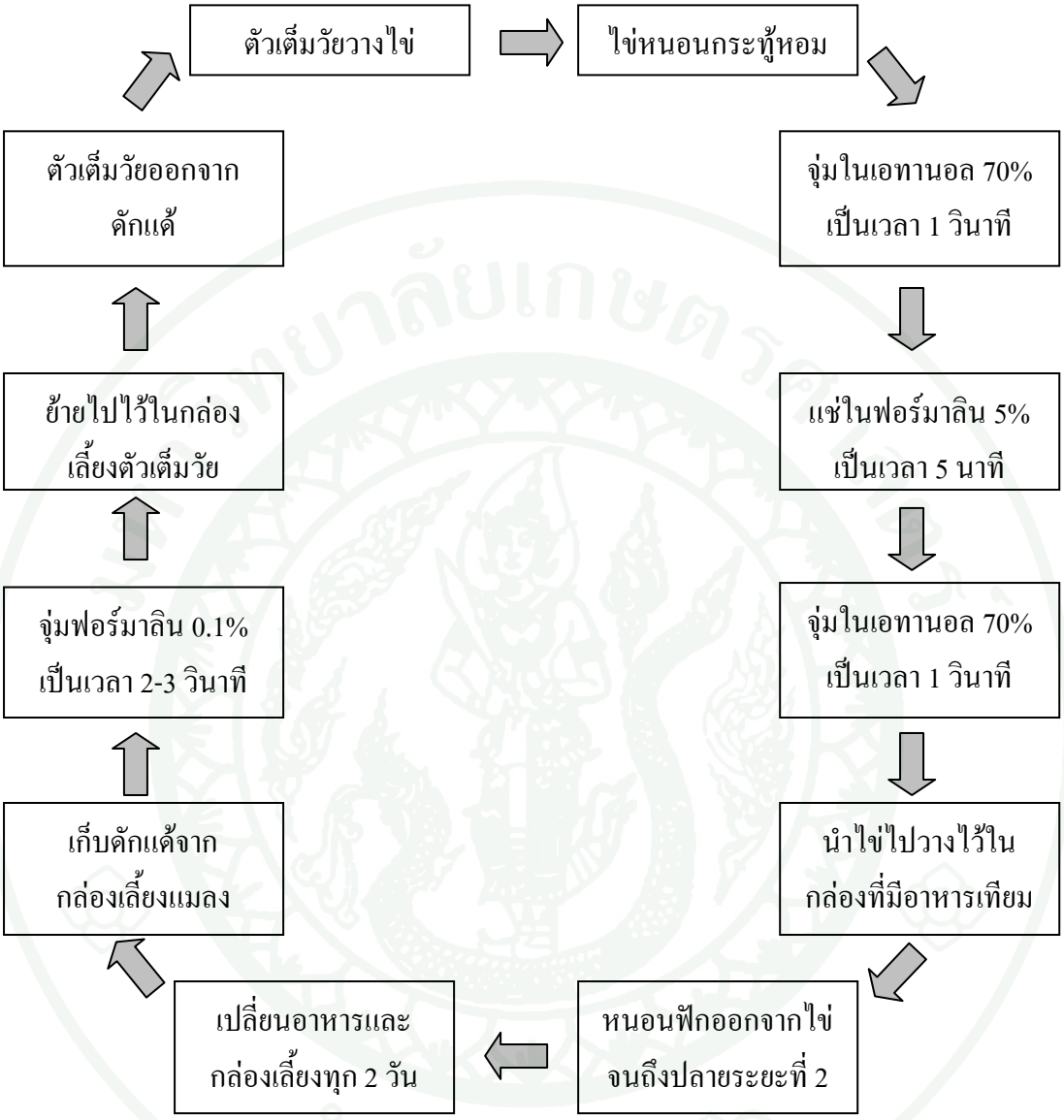
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การเลี้ยงเพื่อขยายพันธุ์หนอนกระทู้หอม

นำไข่หนอนกระทู้หอมมาจากกรมวิชาการเกษตร จุ่มไข่หนอนในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 วินาที จากนั้นแช่ด้วยฟอร์มาลิน 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงนำกลับมาจุ่มในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 วินาทีอีกครั้งเพื่อล้างฟอร์มาลินออก จากนั้นวางในกล่องพลาสติกสำหรับเลี้ยงหนอนที่มีอาหารเทียมอยู่ภายใน โดยเลี้ยงหนอนกระทู้หอมภายในตู้เลี้ยงแมลงที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (environment chamber) ที่ 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH) 70 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะแสงที่ 16:8 day/night โดยเลี้ยงในอาหารเทียม (Silkmate®) ตัวหนอนวัย 1 หลังจากฟักตัวออกจากไข่และวัย 2 จะยังไม่เปลี่ยนอาหารในช่วงนี้เพราะหนอนมีขนาดเล็กและอาจทำให้หนอนตายหรือติดเชื้อได้ เมื่อหนอนเข้าสู่ปลายวัย 2 ทำการเปลี่ยนอาหารและกล่องพลาสติกเลี้ยงหนอนทุกๆ 2 วัน เพื่อรักษาความสะอาดและป้องกันการติดเชื้อ เมื่อหนอนเข้าสู่ปลายระยะที่ 5 หนอน จะมีพฤติกรรมการขุดอาหารเทียมและมุดตัวลงไปเพื่อเข้าดักแด้ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 2-3 วัน จึงทำการเก็บดักแด้ ล้างดักแด้โดยใช้ฟอร์มาลิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อฆ่าเชื้อและลดอัตราการตายของดักแด้ จากนั้นจึงย้ายดักแด้ไปไว้ในกล่องเลี้ยงแมลงพลาสติกทรงกระบอก โดยแปะกระดาษกรองไว้ที่ฝากล่องเพื่อให้ตัวเต็มวัยวางไข่ จนเมื่อดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัยจะใส่สำลีซึ่งชุบสารละลายน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ในถ้วยพลาสติกเล็ก ไว้ในกล่องเพื่อใช้เป็นอาหารของตัวเต็มวัย เมื่อตัวเต็มวัยผสมพันธุ์จะวางไข่บนกระดาษกรอง หลังจากนั้นตัดกระดาษกรองที่มีไข่อยู่ออกเป็น 4-5 ส่วน รอจนกระทั่งไข่เปลี่ยนเป็นสีดำจึงนำไปใช้ต่อไป ซึ่งในทำการวิจัยครั้งนี้จะใช้หนอนกระทู้หอมวัย 2 ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนการเลี้ยงหนอนกระทู้หอม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

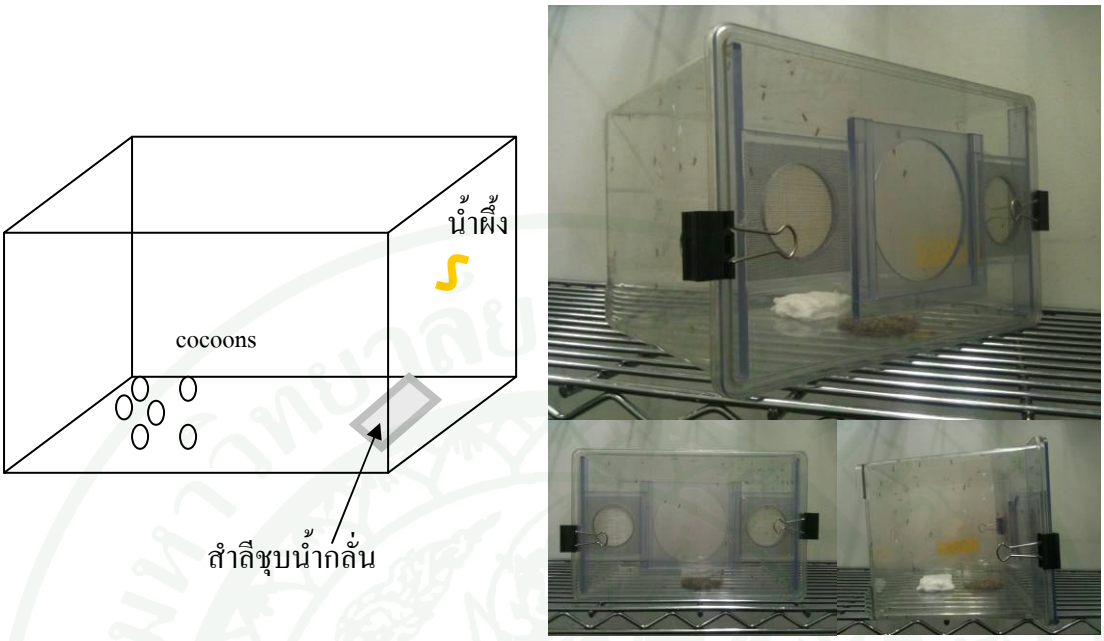
ภาพที่ 21 แสดงตู้เลี้ยงแมลงที่มีการควบคุมอุณหภูมิ (Environment chamber)

การเลี้ยงเพื่อขยายพันธุ์แตนเบียน *Meteorus pulchricornis*

ปล่อยตัวเต็มวัยเพศเมีย *Meteorus pulchricornis* ลงในกล่องที่มีหนอน *Mythimna separata* ทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ตัวเต็มวัยวางไข่ภายในตัวหนอน จากนั้นนำตัวเต็มวัย *Meteorus pulchricornis* ออกจากกล่องเลี้ยงหนอน รอจนกระทั่งมี cocoon เกิดขึ้น จึงเก็บ cocoon ไปไว้ในกรงเลี้ยง โดยใช้สำลีชุบน้ำกลั่นวางไว้ในกรงเพื่อควบคุมความชื้น และใช้น้ำผึ้งป้ายข้างกรงเพื่อเป็นอาหารตัวเต็มวัย

ภาพที่ 22 แสดงกล่องเลี้ยงแมลงที่ใช้ในการวางไข่ของ *Meteorus pulchricornis*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

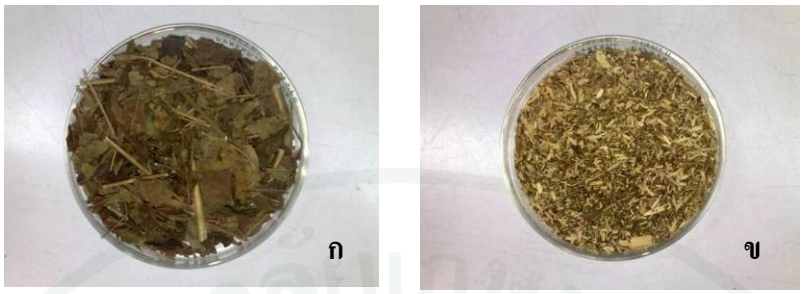


ภาพที่ 23 แสดงกรงพลาสติกเลี้ยงตัวเต็มวัย *Meteorus pulchricornis*

การสกัดสารสกัดหยาบจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดง

การสกัดสารหยาบจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงนั้น สกัดโดยใช้ Soxhlet's extractor นำใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เมื่อแห้งสนิทดีแล้วจึงปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นให้ได้ปริมาณ 15 กรัมต่อ 1 thimber แล้วนำไปสกัดโดยเครื่อง Soxhlet's extractor เป็นเวลานาน 8 ชั่วโมงโดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง rotary evaporator แล้วเก็บส่วนที่ได้จากการระเหยซึ่งเป็น crude extract ที่มีลักษณะเหนียวข้นไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกระทู้หอมต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 ตัวอย่างพืชที่ต้องการศึกษา (ใบเลี่ยน)

ก : ใบเลี่ยนแห้ง

ข : ใบเลี่ยนปั่นละเลียด

ภาพที่ 25 แสดงการสกัดสาร โดยใช้ Soxhlet's extractor

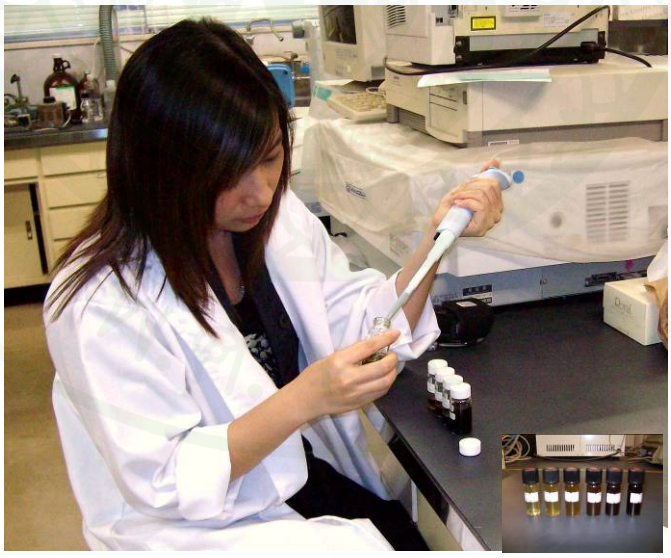
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 26 แสดงการระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

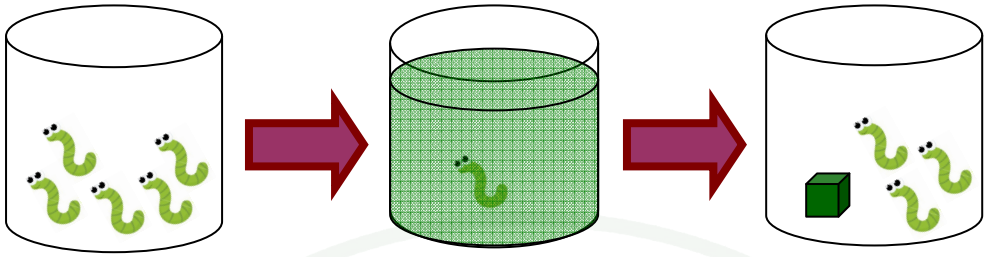
การทดสอบเปรียบเทียบผลของสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงต่อการตายของหนอนกระทู้หอม โดยวิธี Dipping Method

ทำการทดสอบเพื่อหาความเป็นพิษเบื้องต้น (preliminary test) ทดสอบหาความเข้มข้นของสารสกัดในช่วงความเข้มข้นต่ำสุดและสูงสุดที่มีผลต่อการตายของหนอนกระทู้หอม หลังจากนั้นจึงเลือกช่วงของความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสม โดยในการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากใบเลี่ยนจะใช้สารละลายทั้งหมด 7 ระดับความเข้มข้น (w/v) (ภาพที่ 29) และการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากใบละหุ่งแดงจะใช้สารละลายทั้งหมด 8 ระดับความเข้มข้น (w/v) (ภาพที่ 30) โดยใช้น้ำกลั่น และเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ชุดควบคุมแบ่งออกเป็น control A (น้ำกลั่น) และ control B (ethanol 70%) จะทำการทดสอบทั้งสิ้น 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ตัว โดยจุ่มหนอนกระทู้หอมวัย 2 ที่บรรจุอยู่ในผ้าก็อซที่มีลักษณะคล้ายถุง ลงในสารละลายที่ต้องการทดสอบโดยตรง (Dipping method) แล้วจึงย้ายหนอนไปใส่ plate ที่มีอาหารเทียม บันทึกผลอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายหลังจากที่ได้รับสารที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วนำมาหาค่า LC_{50} โดยใช้วิธี Probit analysis ผ่านทางโปรแกรม StatPlus version 2008

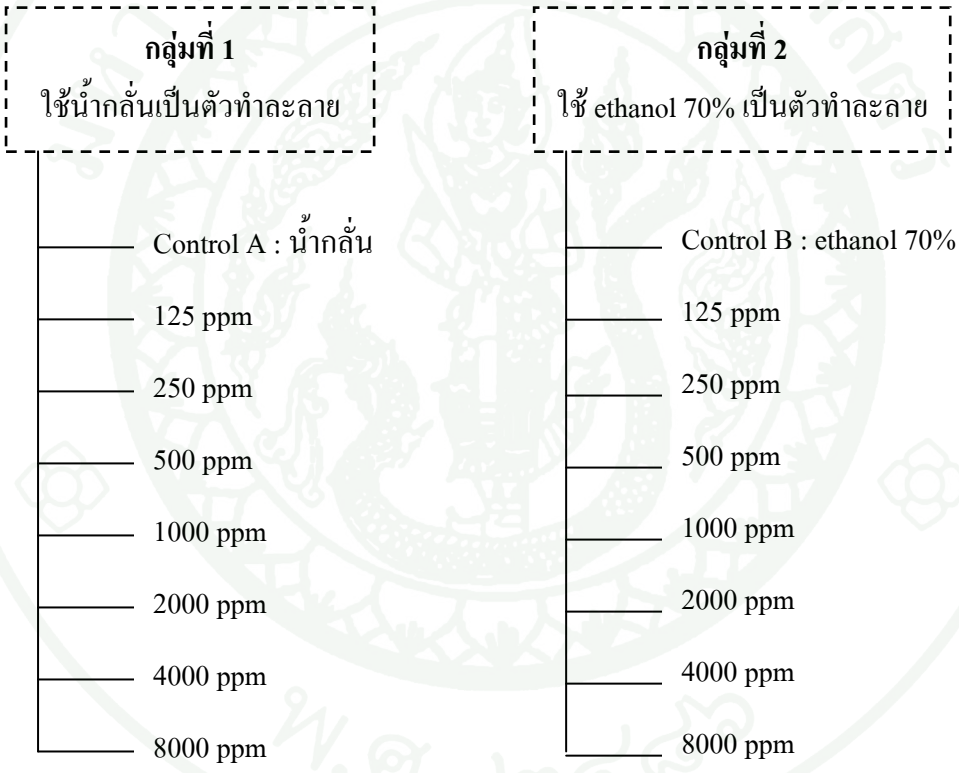


ภาพที่ 27 แสดงการเตรียมสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

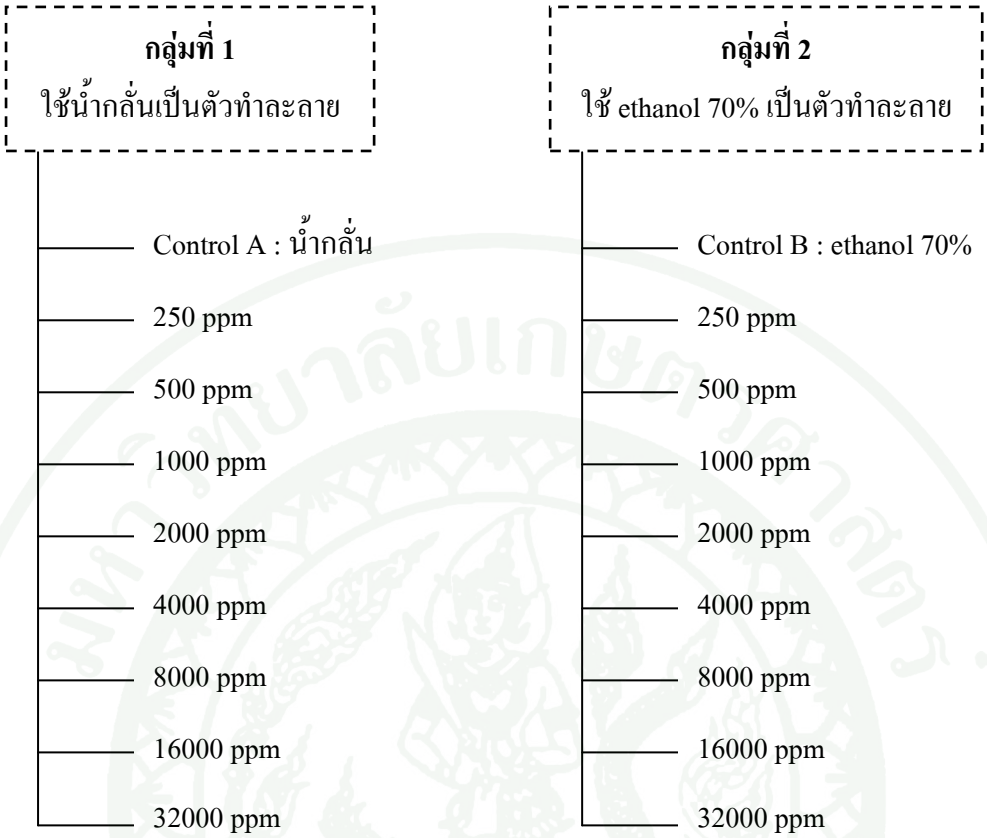


ภาพที่ 28 แสดงการทดสอบแบบ Dipping Method



ภาพที่ 29 แสดงระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบสารสกัดที่ได้จากใบเลี่ยน (Dipping Method)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

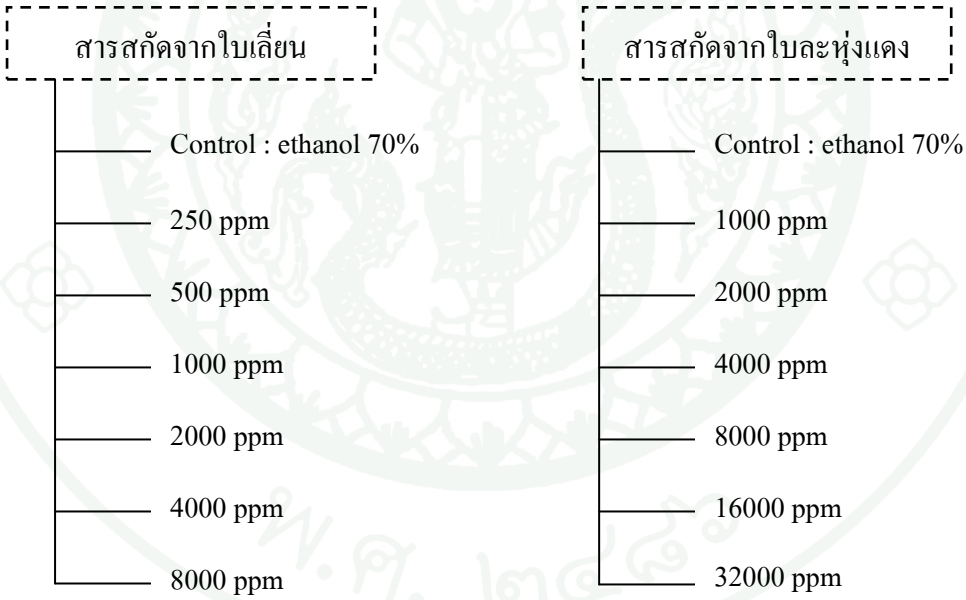


ภาพที่ 30 แสดงระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบสารสกัดที่ได้จากใบละหุ่งแดง (Dipping Method)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

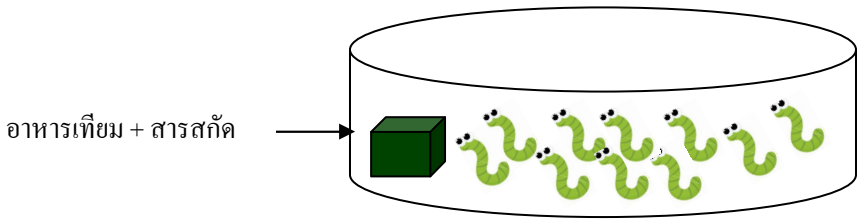
5. การทดสอบเปรียบเทียบผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงที่ระดับความเข้มข้นต่างๆที่มีต่ออัตราการตายและการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้หอมโดยวิธีการกิน (Feeding Method: no choice toxicity testing method)

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากใบเลี่ยน 6 ระดับความเข้มข้น (w/w) (250, 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm) และการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง 6 ระดับความเข้มข้น (1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm) ชุดควบคุม คือ อาหารเทียมที่ไม่ผสมกับสารสกัด จะทำการทดสอบทั้งสิ้น 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว โดยผสมอาหารเทียมน้ำหนัก 15 กรัมเข้ากับสารสกัดหยาบ (crude extract) โดยตรงโดยใช้โกร่งบดสาร จากนั้นนำไปวางไว้ใน plate แล้วจึงย้ายหนอนไปใส่ plate บันทึกผลการตายในวันที่ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 บันทึกน้ำหนักของหนอน ในวันที่ 2, 4, 6 และ 8



ภาพที่ 31 แสดงระดับความเข้มข้นต่างๆของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงในการทดสอบด้วยวิธี Feeding Method

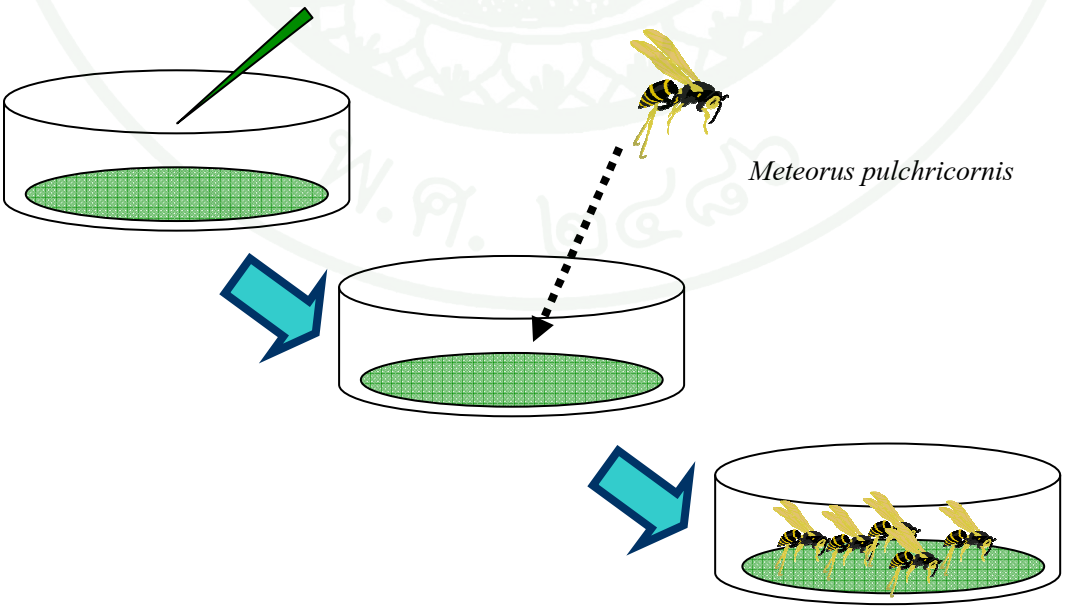
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 32 แสดงการทดสอบแบบ Feeding Method

การทดสอบผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงต่อแตนเบียน *Meteorus pulchricornis* โดยใช้วิธี Filter-paper Method

การทดสอบกับ *Meteorus pulchricornis* จะใช้สารสกัดจากใบเลี่ยนที่ระดับความเข้มข้นเดียวกับการทดสอบโดยวิธี dipping method และสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32,000 ppm และใช้ตัวทำละลายเพียงตัวทำละลายเดียวคือ เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากให้ผลการทดลองที่ดีกว่าน้ำกลั่นในการทดลองโดยวิธี Dipping Method โดยนำสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆปริมาตร 1 ml หยดลงบนกระดาษกรองที่บรรจุอยู่ใน Petridish plate ทิ้งไว้จนแห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงปล่อย *Meteorus pulchricornis* จำนวน 5 ตัวต่อ 1 plate จำนวนชุดทดลอง 4 ซ้ำ บันทึกผลอัตราการตายทุกๆ 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 5 วัน นำผลการทดลองที่ได้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์การตาย โดยใช้วิธี Probit analysis ผ่านทางโปรแกรม StatPlus version 2008



ภาพที่ 33 แสดงการทดสอบแบบ Filter-paper Method

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

1. ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากใบเลี่ยน *Melia azedarach* L. (Meliaceae) และใบละหุ่งแดง *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) ต่อหนอนกระทู้หอม ในตัวทำละลายที่เหมาะสมในการออกฤทธิ์ของสารสกัดทั้งสองชนิด

1.1 ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากใบเลี่ยน *Melia azedarach* L. (Meliaceae) ต่อหนอนกระทู้หอม ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 1 ซึ่งแสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอมหลังได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง สารสกัดจากใบเลี่ยนที่ความเข้มข้นต่ำ (125 ppm และ 250 ppm) ไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอม แต่เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้นพบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น คือที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm โดยพบว่ามีอัตราการตายของหนอน 5%, 8.33%, 15%, 31.67% และ 48.33% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 7775.85$\pm$821.015 ppm (ภาพที่ 34) และผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมงมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง แต่พบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น คือ ความเข้มข้น 125 ppm ไม่พบการตายของหนอน ความเข้มข้น 250, 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 1.67%, 5%, 10%, 15%, 33.33% และ 51.67% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 7382.01$\pm$700.574 ppm (ภาพที่ 35) โดยชุดควบคุมไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอมในทั้งสองช่วงเวลา (24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง) ทั้งนี้จากการคำนวณทางสถิติพบว่า อัตราการตายของหนอนกระทู้หอมในแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดที่เวลาเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงเทียบกับอัตราการตายที่ 48 ชั่วโมง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จาก เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอมหลังได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตารางที่ 2) พบว่าผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบอัตราการตายของหนอนกระทู้หอมตั้งแต่ความเข้มข้นระดับต่ำสุด และเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้นพบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น คือความเข้มข้น 125, 250,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 6.67%, 11.67%, 16.67%, 33.33%, 41.67%, 66.67% และ 76.67% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 4031.61±527.581 ppm (ภาพที่ 36) และผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมงมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง แต่พบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น คือ ความเข้มข้น 250, 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 16.67%, 20%, 23.33%, 41.67%, 50%, 66.67% และ 85% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 3451.08±586.971 ppm (ภาพที่ 37) โดยชุดควบคุมไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอม

จากการคำนวณทางสถิติพบว่า อัตราการตายของหนอนกระทู้หอมในแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดที่เวลาเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การตายที่ 24 ชั่วโมง เทียบกับอัตราการตายที่ 48 ชั่วโมง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงจะเห็นได้ว่า สารสกัดจากเลี่ยนและละลายโดยวิธีการใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ จะให้ค่าระดับความเป็นพิษโดยดูจากมีเปอร์เซ็นต์การตายที่สูงกว่า หรือมีค่า LC_{50} ที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบ กับการละลายสารสกัดจากเลี่ยนโดยน้ำกลั่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)

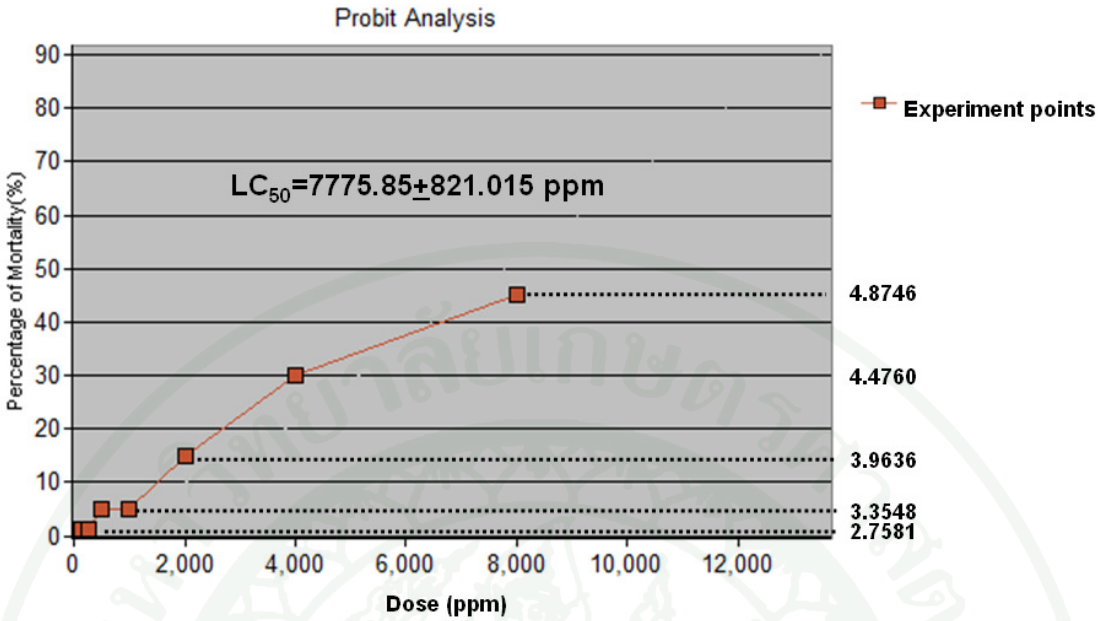
ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[3] ± SD	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 (control A)[2]	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{g}
125	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{g}
250	0.00±0.00^{f}	1.67±0.58^{f}
500	5.00±0.00^{e}	5.00±0.00^{e}
1000	8.33±0.58^{d}	10.00±0.00^{d}
2000	15.00±0.00^{c}	15.00±0.00^{c}
4000	31.67±0.58^{b}	33.33±0.58^{b}
8000	48.33±0.58^{a}	51.67±0.58^{a}

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว

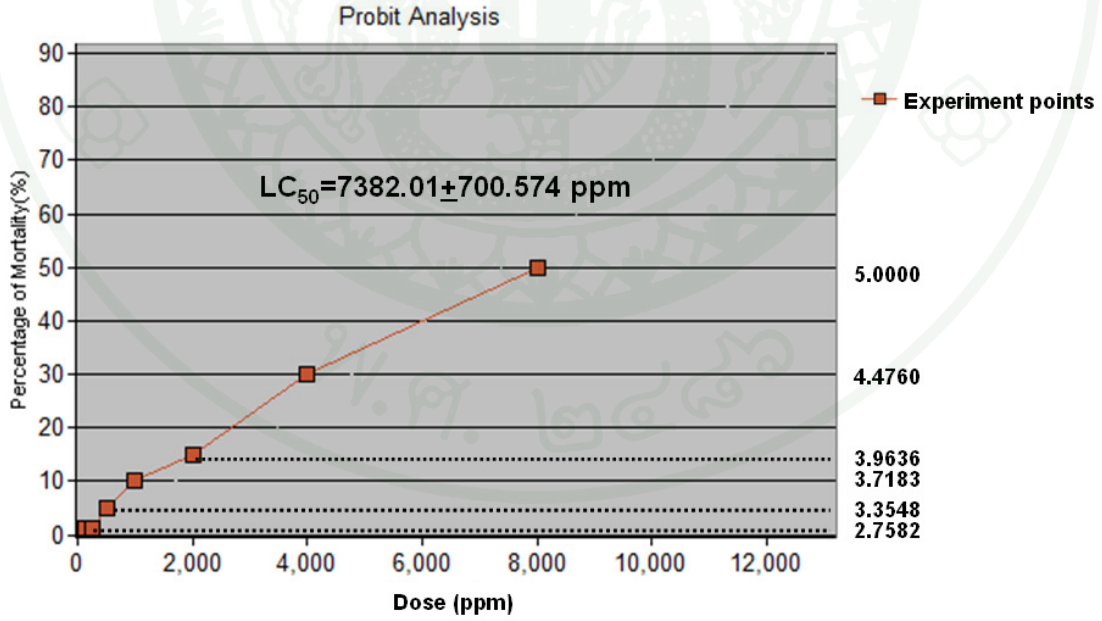
[2] control A : น้ำกลั่น

[3] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 34 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 35 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)

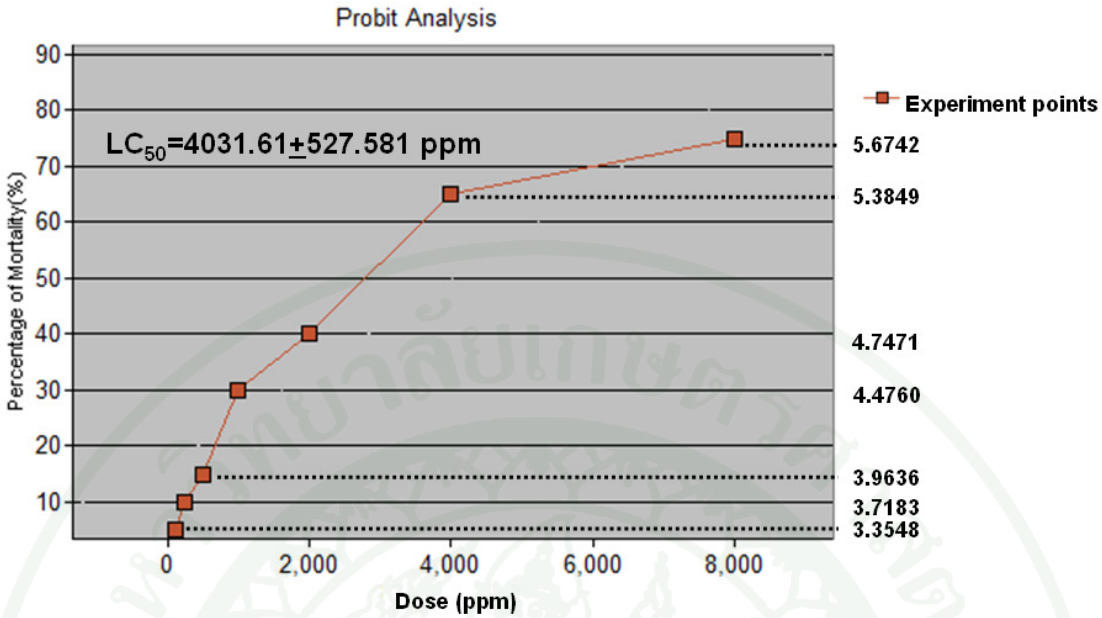
ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[3] ± SD	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 (control B) [2]	0.00±0.00^{h}	0.00±0.00^{h}
125	6.67±1.15^{g}	16.67±1.53^{g}
250	11.67±0.58^{f}	20.00±1.73^{f}
500	16.67±1.53^{e}	23.33±0.58^{e}
1000	33.33±0.58^{d}	41.67±1.53^{d}
2000	41.67±1.53^{c}	50.00±1.00^{c}
4000	66.67±1.53^{b}	66.67±1.53^{b}
8000	76.67±1.53^{a}	85.00±1.00^{a}

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว

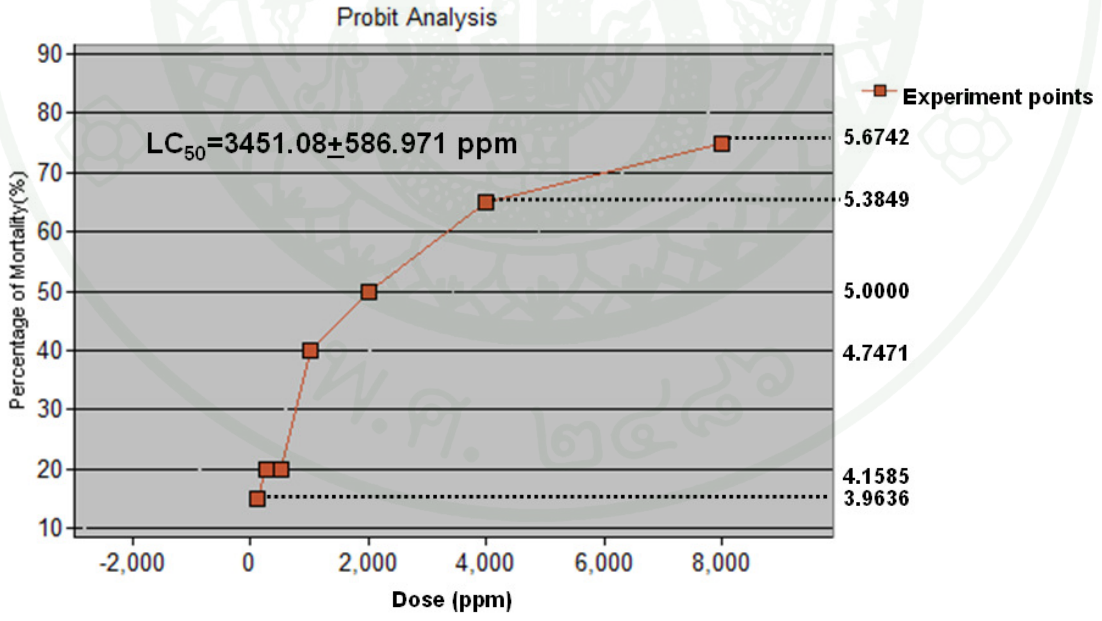
[2] control B : เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์

[3] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 36 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 37 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) ต่อหนอนกระทู้หอมในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอมหลังได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง สารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ความเข้มข้นต่ำสุด (250 ppm) ไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอม เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้นพบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น คือที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 10%, 18.33%, 26.67%, 33.33%, 41.67%, 50% และ 71.67% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 17251.51$\pm$2145.518 ppm (ภาพที่ 38)

ผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมงมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง แต่พบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น โดยความเข้มข้น 250 ppm ไม่พบการตายของหนอนเช่นเดียวกับที่ 24 ชั่วโมง แต่ความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 11.67%, 18.33%, 30.00%, 35.00%, 46.67%, 55% และ 76.67% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 15875.07$\pm$2218.196 ppm (ภาพที่ 39)โดยชุดควบคุมไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอมในทั้งสองช่วงเวลา (24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง) จากการคำนวณทางสถิติพบว่า อัตราการตายของหนอนกระทู้หอมในแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดที่เวลาเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงเทียบกับอัตราการตายที่ 48 ชั่วโมง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอมหลังได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบอัตราการตายของหนอนกระทู้หอมตั้งแต่ความเข้มข้นระดับต่ำสุด และเมื่อความเข้มข้น ของสารสกัดสูงขึ้นพบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น คือที่ระดับความเข้มข้น 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 6.67%, 26.67%, 38.33%, 41.67%, 50%, 66.67%, 71.67% และ 96.67% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 6855.88$\pm$1699.650 ppm (ภาพที่ 40)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมงมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง แต่พบว่ามีอัตราการตายของหนอนเพิ่มมากขึ้น คือ ความเข้มข้น 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 11.67%, 36.67%, 45%, 51.67%, 56.67%, 68.33%, 76.67% และ 96.67% ตามลำดับ ค่า LC_{50} = 4993.02$\pm$1793.621 ppm (ภาพที่ 41)โดยชุดควบคุมไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอม ในทั้งสองช่วงเวลา (24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง)

จากการคำนวณทางสถิติพบว่า อัตราการตายของหนอนกระทู้หอมในแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดที่เวลาเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงเทียบกับอัตราการตายที่ 48 ชั่วโมง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงจะเห็นได้ว่า สารสกัดจากละหุ่งเดงจะละลายโดยวิธีการใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ จะให้ค่าระดับความเป็นพิษโดยดูจากมีเปอร์เซ็นต์การตายที่สูงกว่าหรือมีค่า LC_{50} ที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการละลายสารสกัดจากละหุ่งแดงโดยน้ำกลั่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)

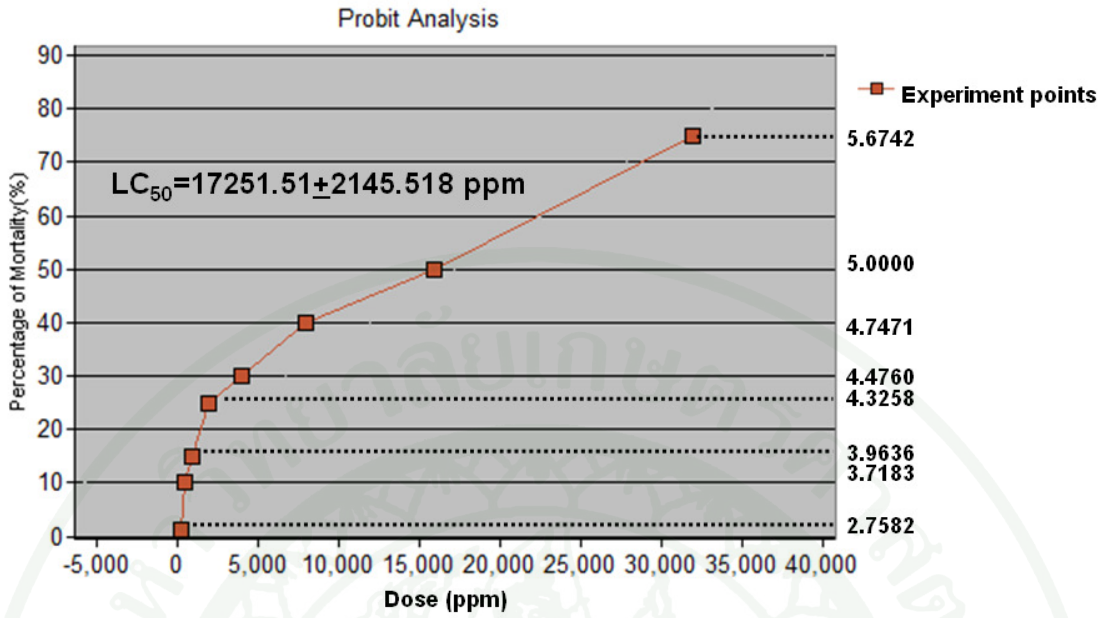
ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[3] ± SD	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 (control A) [2]	0.00±0.00^{h}	0.00±0.00^{h}
250	0.00±0.00^{h}	0.00±0.00^{h}
500	10.00±1.00^{g}	11.67±0.58^{g}
1000	18.33±0.58^{f}	18.33±0.58^{f}
2000	26.67±0.58^{e}	30.00±0.00^{e}
4000	33.33±0.58^{d}	35.00±1.00^{d}
8000	41.67±0.58^{c}	46.67±0.58^{c}
16000	50.00±1.00^{b}	55.00±1.00^{b}
32000	71.67±0.58^{a}	76.67±0.58^{a}

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว

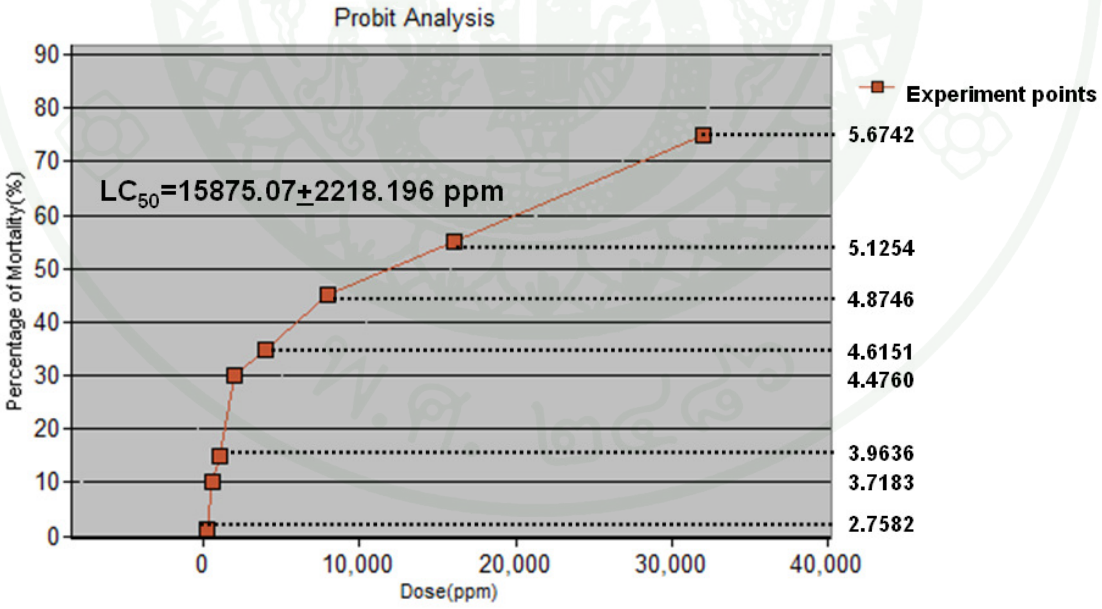
[2] control A : น้ำกลั่น

[3] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 38 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 39 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธีจุ่มกับสารละลายโดยตรง (Dipping method)

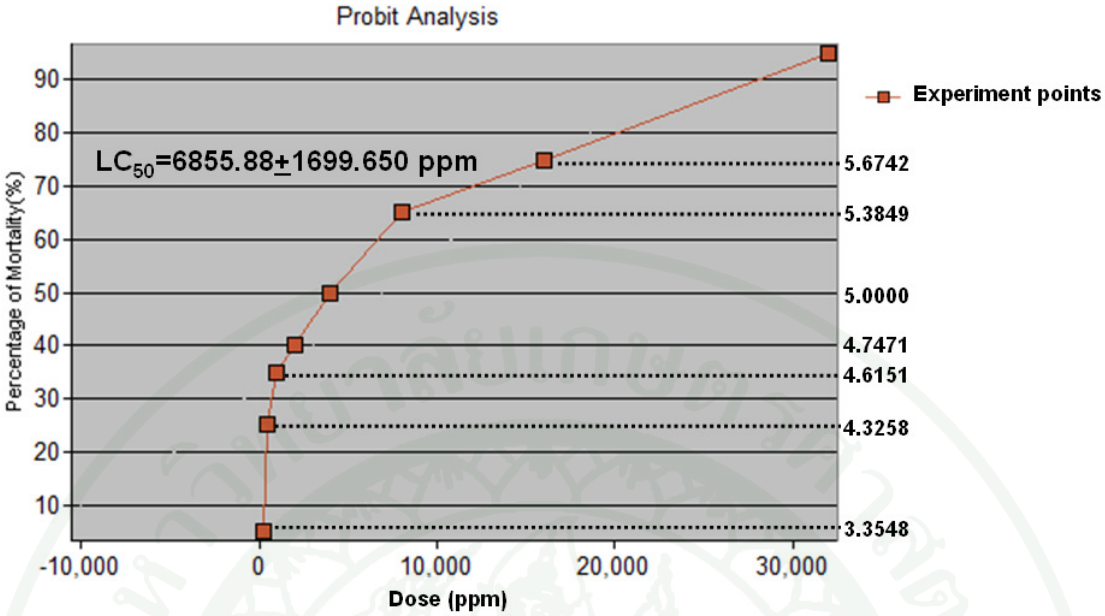
ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[3] ± SD	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
0 (control B) [2]	0.00±0.00^{i}	0.00±0.00^{i}
250	6.67±0.58^{h}	11.67±0.58^{h}
500	26.67±0.58^{g}	36.67±0.58^{g}
1000	38.33±1.53^{f}	45.00±0.00^{f}
2000	41.67±2.08^{e}	51.67±2.08^{e}
4000	50.00±2.65^{d}	56.67±1.52^{d}
8000	66.67±2.88^{c}	68.33±3.21^{c}
16000	71.67±3.21^{b}	76.67±3.21^{b}
32000	96.67±0.58^{a}	96.67±0.58^{a}

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว

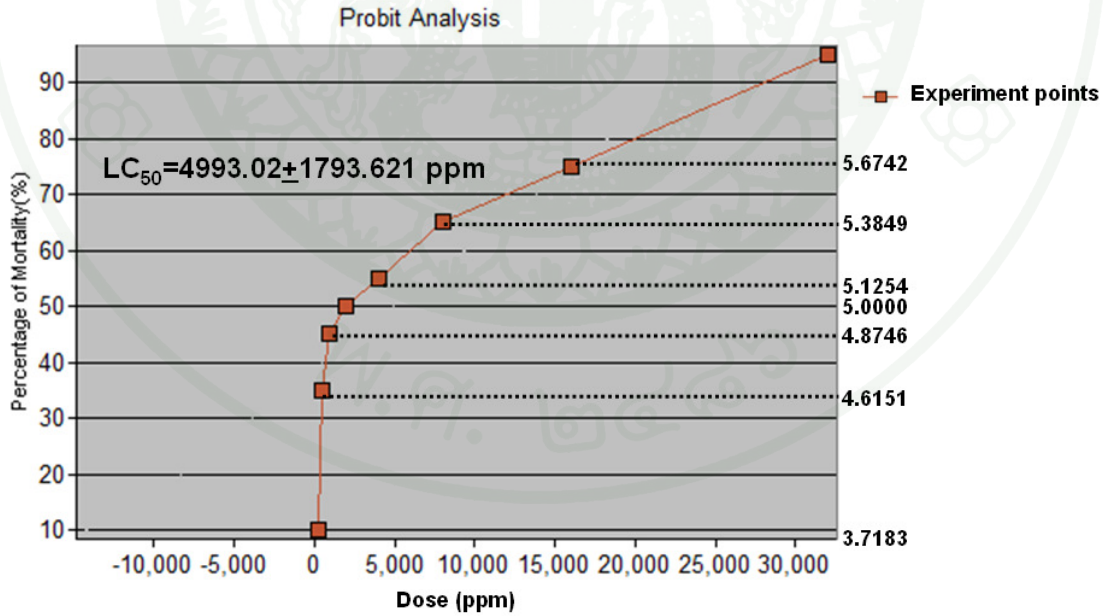
[2] control B : เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์

[3] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 40 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 41 แสดงค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 48 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

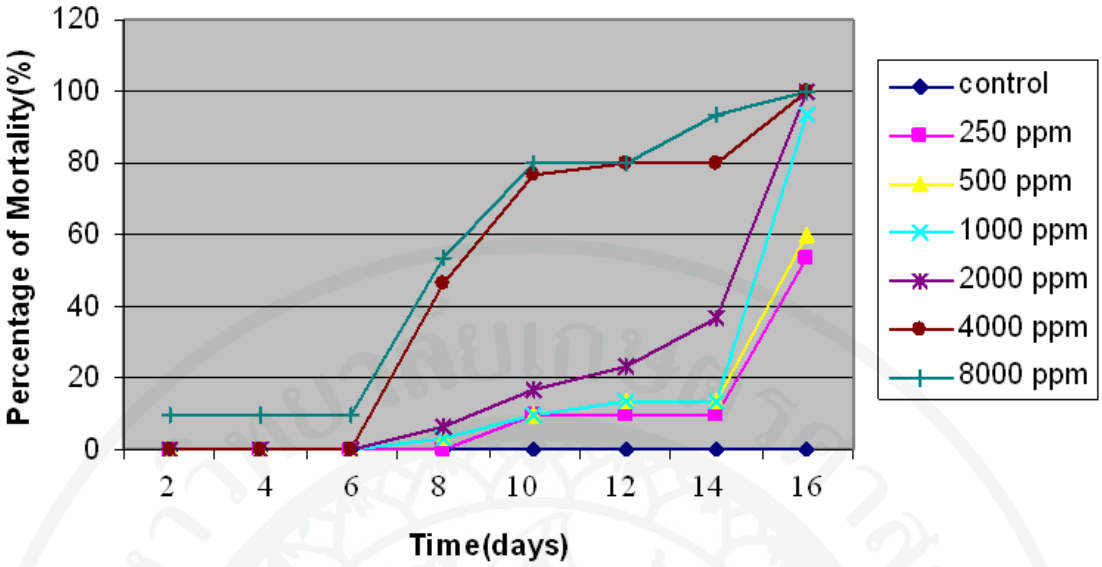
2. ผลการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการกิน (Antifeedant) และฤทธิ์ความเป็นพิษโดยการกิน (feeding toxicity method) ของสารสกัดจากใบเลี่ยน *Melia azedarach* L. (Meliaceae) และใบละหุ่งแดง *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) ต่อหนอนกระทู้หอม

2.1 ผลการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการกินและฤทธิ์ความเป็นพิษโดยการกินของสารสกัดจากใบเลี่ยนต่อหนอนกระทู้หอม

เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ความเข้มข้นต่างๆ (250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 ppm) โดยวิธีกิน (feeding method) เป็นเวลา 16 วัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้หอมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อสารสกัดมีความเข้มข้นสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบที่เวลาเดียวกัน ตัวอย่างเช่น ผลการทดลองหลังจากหนอนได้รับสารสกัดเป็นเวลา 16 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 53.33%, 60%, 93.33%, 100%, 100% และ 100% ตามลำดับ และระยะเวลาก็มีผลต่ออัตราการตายของหนอนเช่นเดียวกัน โดยพบว่าในวันที่ 2, 4 และ 6 หลังจากที่หนอนได้รับสารสกัด ไม่พบการตายของหนอนที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัด 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 ppm แต่พบอัตราการตายเกิดขึ้น 10% ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดคือ 8000 ppm และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันอัตราการตายจะสูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อเวลาผ่านไป ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้น 8000 ppm พบว่าผลการทดลองในวันที่ 2, 4 , 6, 8, 10, 12, 14, 16 มีอัตราการตายของหนอนกระทู้หอม 10%, 10%, 10%, 53.33%, 80%, 80%, 93.33% และ 100% ตามลำดับ โดยในชุดควบคุมไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอม

หลังจากเปรียบเทียบการตายของหนอนกระทู้หอมจะเห็นได้ว่า การตายของหนอนกระทู้หอมมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อสารสกัดที่ใช้ทดสอบมีความเข้มข้นมากขึ้น และเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้หอมมีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 42)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

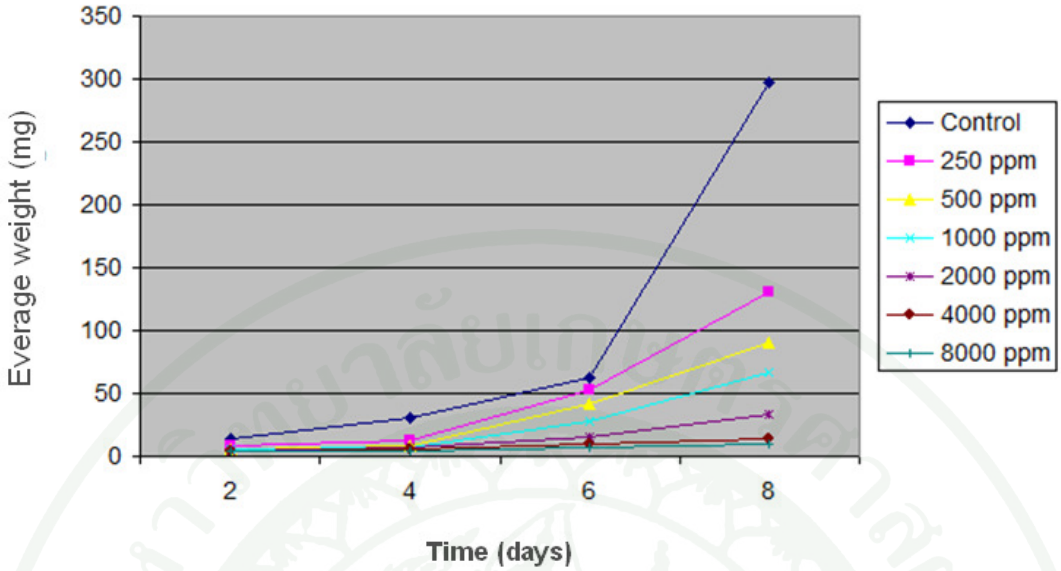


ภาพที่ 42 แสดงการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 16 วัน

น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 2-8 วัน จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบผลที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดเดียวกัน พบว่าน้ำหนักของหนอนกระทู้หอมมแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อ เวลาผ่านไป เช่น ความเข้มข้น 500 ppm น้ำหนักของหนอนที่บันทึกได้ในวันที่ 2, 4, 6 และ 8 มีค่าเท่ากับ 5.220, 8.446, 41.042, 90.568 มิลลิกรัม ตามลำดับ แต่พบว่าสารสกัดในระดับความเข้มข้นสูง คือ 4000 และ 8000 ppm น้ำหนักของหนอนเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยมากเทียบกับชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักหนอน หลังจากที่ได้รับสารสกัดความเข้มข้นต่างๆที่ระยะเวลาเท่ากัน พบว่าน้ำหนักของหนอนที่บันทึกได้ลดลงเรื่อยๆ เมื่อสารสกัดที่ใช้ทดสอบมีความเข้มข้นสูงขึ้น (ภาพที่ 43) เช่นในกรณีหลังจากที่หนอนได้รับสารสกัดเป็นเวลา 6 วัน เปรียบเทียบที่ระดับความเข้มข้น 0% (control), 250, 500, 1000, 2000, 4000, และ 8000 ppm น้ำหนักหนอนที่บันทึกได้ คือ 62.724±7.75, 52.470±7.03, 41.042±7.19, 27.77±6.08, 15.508±3.24, 9.874±2.06 และ 6.960±3.28 มิลลิกรัม ตามลำดับ ที่เวลา 8 วัน น้ำหนักหนอนที่บันทึกได้ คือ 297.036±24.71, 131.038±14.03, 90.568±14.77, 66.442±10.14, 32.812±5.07, 14.404±3.13 และ 10.158±3.59 มิลลิกรัม เป็นต้น

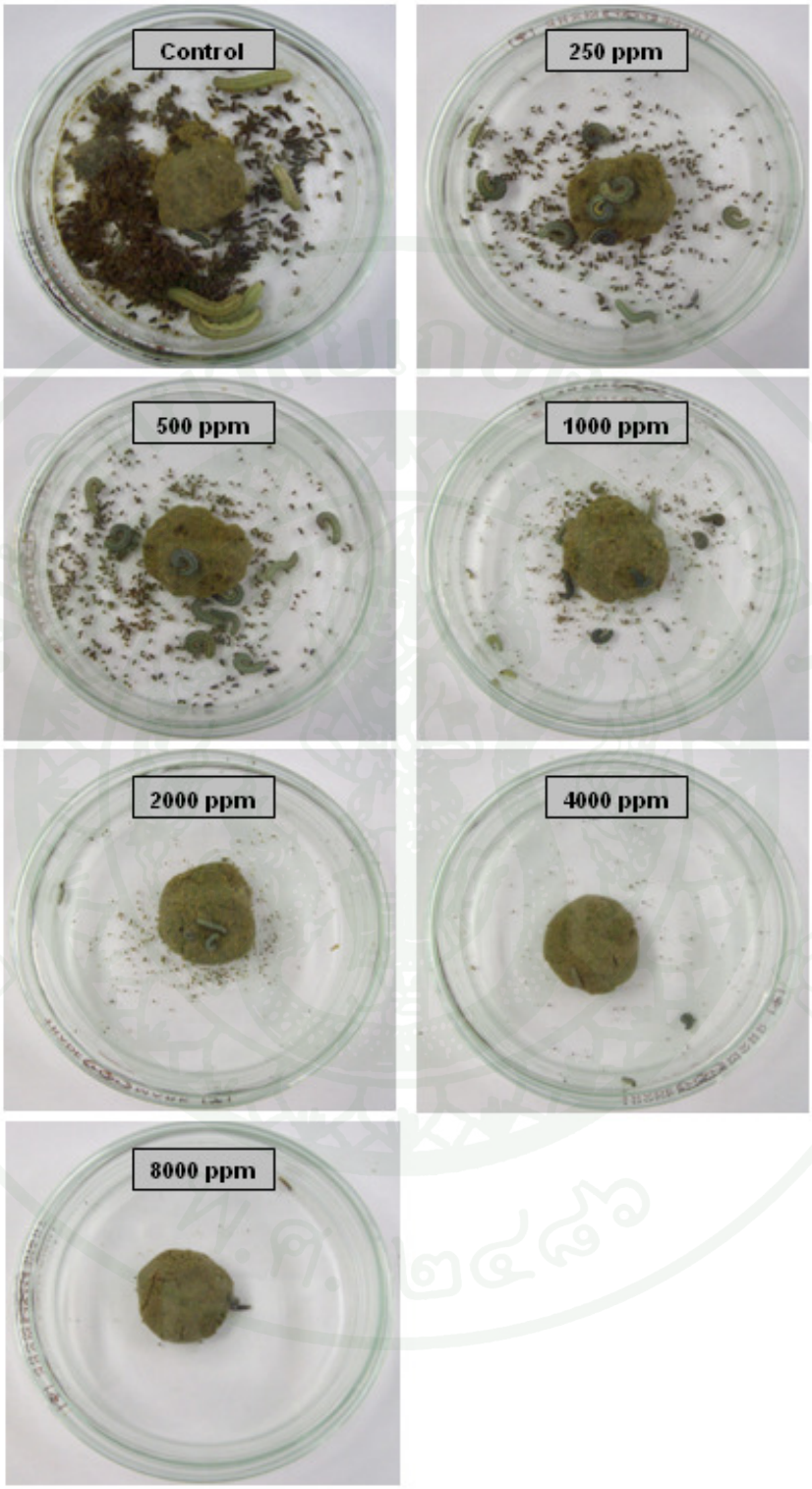
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 43 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 8 วัน

การเปรียบเทียบปริมาณการกินอาหารที่ผสมสารสกัดจากใบเลี่ยนในระดับความเข้มข้นต่างๆ ของหนอนกระทู้หอม จะเห็นได้ว่าในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ปริมาณการกินอาหารของหนอนจะลดลง และจะเห็นความแตกต่างในปริมาณการกินอาหารได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 44)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 44 แสดงปริมาณการกินอาหารของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยน ที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 วัน

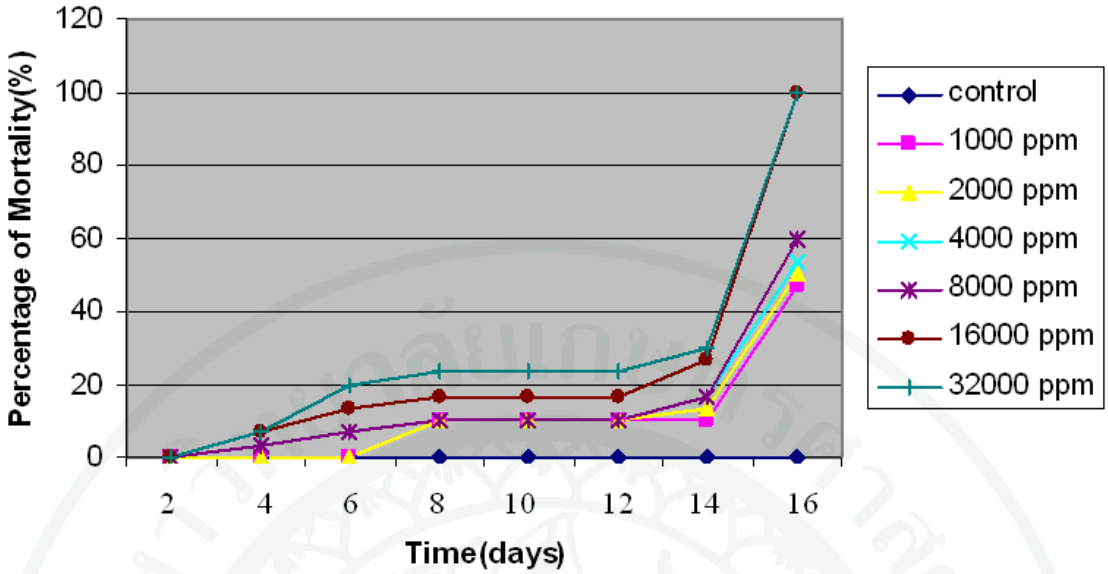
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ผลการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งการกินและฤทธิ์ความเป็นพิษโดยการกิน ของสารสกัดจากใบละหุ่งแดงต่อหนอนกระทู้หอม

เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอมหลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ความเข้มข้นต่างๆ (1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm) โดยวิธีกิน (feeding method) เป็นเวลา 16 วัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้หอมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อสารสกัดมีความเข้มข้นสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบที่เวลาเดียวกัน เช่นเดียวกับผลที่ได้จากสารสกัดจากใบเลี่ยน ตัวอย่างเช่น ผลการทดลองหลังจากหนอนได้รับสารสกัดเป็นเวลา 16 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm มีอัตราการตายของหนอน 46.67%, 50%, 53.33%, 60%, 100% และ 100% ตามลำดับและระยะเวลาก็มีผลต่ออัตราการตายของหนอนเช่นเดียวกัน โดยพบว่าในวันที่ 2หลังจากที่หนอนได้รับสารสกัด ไม่พบการตายของหนอนที่ทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัด วันที่ 4 และ 6 ไม่พบอัตราการตายของหนอนที่ระดับความเข้มข้น 1000 และ 2000 ppm และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน พบว่าอัตราการตายจะสูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อเวลาผ่านไป ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้น 4000 ppm พบว่าผลการทดลองในวันที่ 2, 4 , 6, 8, 10, 12, 14, 16 มีอัตราการตายของหนอนกระทู้หอม 0%, 3.33%, 6.67%, 10%, 10%, 10%, 16.67% และ 53.33% ตามลำดับ โดยในชุดควบคุมไม่พบการตายของหนอนกระทู้หอม

หลังจากเปรียบเทียบการตายของหนอนกระทู้หอมจะเห็นได้ว่า การตายของหนอนกระทู้หอมมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อสารสกัดที่ใช้ทดสอบมีความเข้มข้นมากขึ้น และเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้หอมมีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 45)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

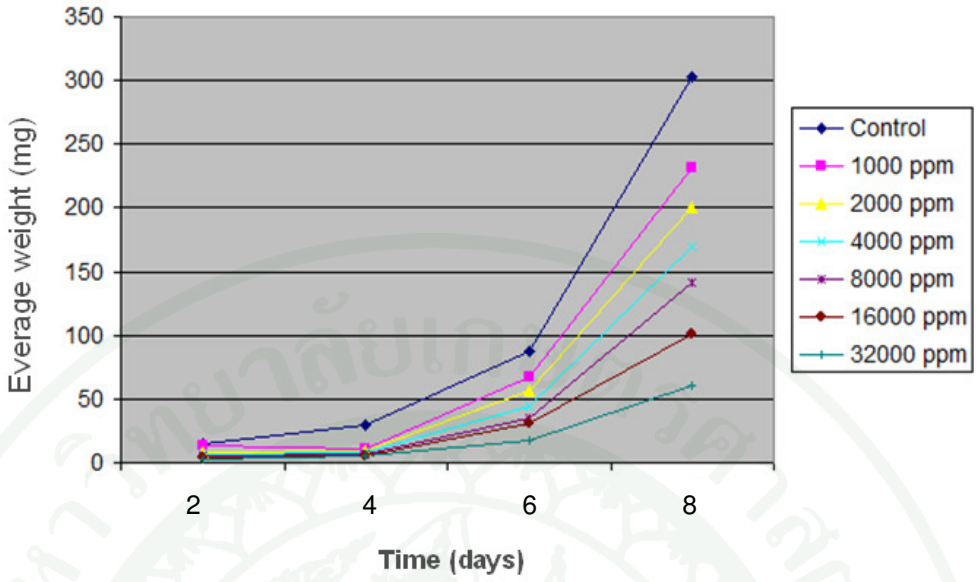


ภาพที่ 45 แสดงการตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 16 วัน

น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียมที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 8 วัน จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบผลที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดเดียวกัน พบว่าน้ำหนักของหนอนกระทู้หอมมแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปเช่นเดียวกับผลที่ได้จากสารสกัดจากใบเลี่ยน เช่น ความเข้มข้น 16000 ppm น้ำหนักของหนอนที่บันทึกได้ในวันที่ 2, 4, 6 และ 8 มีค่าเท่ากับ 4.484, 5.696, 30.652, 101.034 มิลลิกรัม ตามลำดับ แต่พบว่าสารสกัดในระดับความเข้มข้นสูง คือ 32000 ppm น้ำหนักของหนอนเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยมากเทียบกับชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักหนอน หลังจากที่ได้รับสารสกัดความเข้มข้นต่างๆที่ระยะเวลาเท่ากัน พบว่าน้ำหนักของหนอนที่บันทึกได้ลดลงเรื่อยๆ เมื่อสารสกัดที่ใช้ทดสอบมีความเข้มข้นสูงขึ้น (ภาพที่ 46) เช่นในกรณีหลังจากที่หนอนได้รับสารสกัดเป็นเวลา 6 วัน เปรียบเทียบที่ระดับความเข้มข้น 0% (control), 1000, 2000, 4000, 8000, 16000 และ 32000 ppm น้ำหนักหนอนที่บันทึกได้ คือ 87.422±6.86, 67.648±9.55, 56.186±2.69, 44.830±7.63, 34.960±7.47, 30.652±10.40 และ 17.742±2.05 มิลลิกรัม ตามลำดับ ที่เวลา 8 วัน น้ำหนักหนอนที่บันทึกได้ คือ 303.218±19.15, 230.88±22.32, 200.184±24.85, 170.214±17.62, 141.824±37.40, 101.034±28.25 และ 60.316±6.73 มิลลิกรัม เป็นต้น

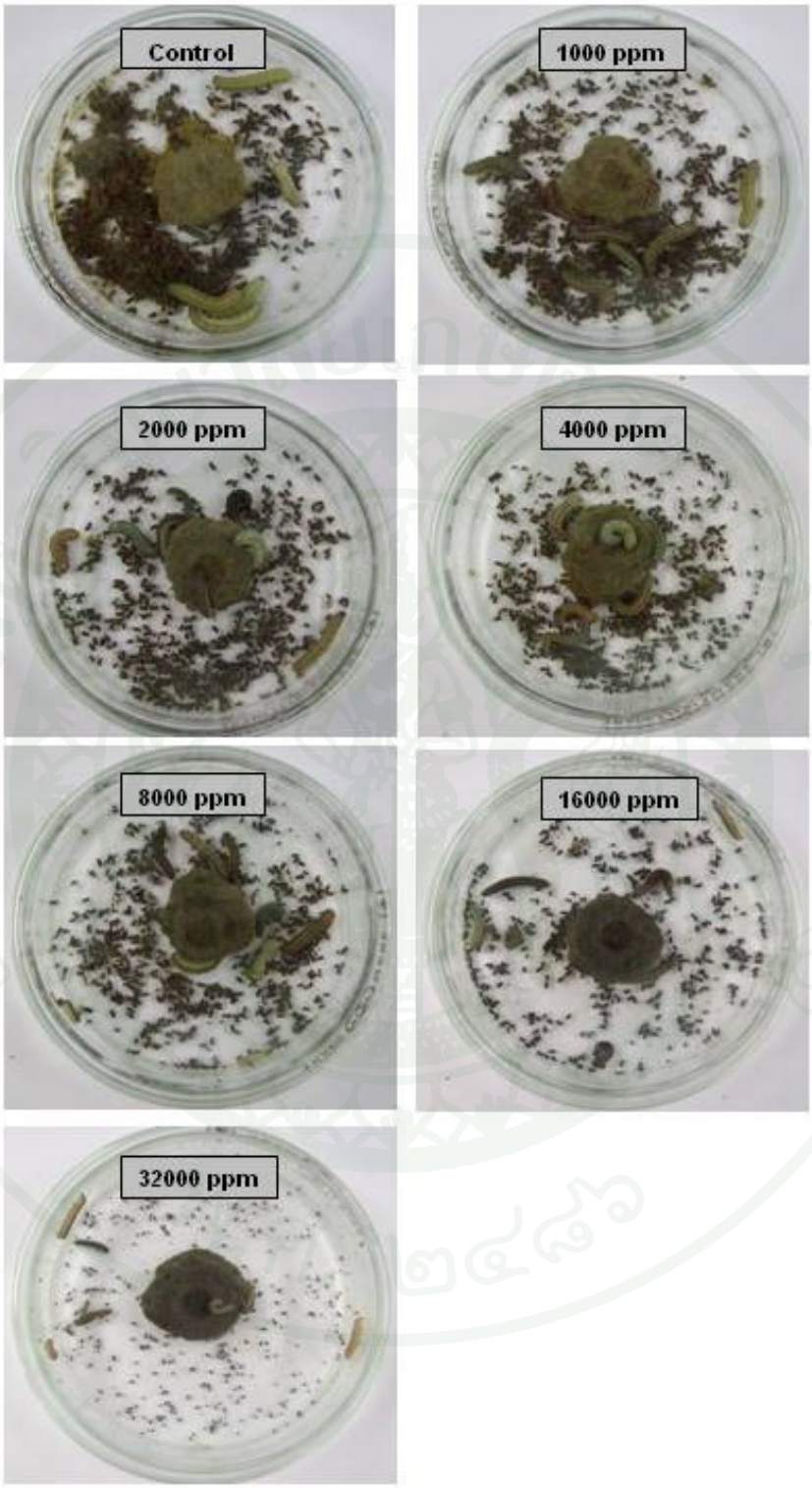
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 46 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 2-8 วัน

การเปรียบเทียบปริมาณการกินอาหารที่ผสมสารสกัดจากใบละหุ่งแดงในระดับความเข้มข้นต่างๆ ของหนอนกระทู้หอม จะเห็นได้ว่าในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ปริมาณการกินอาหารของหนอนจะลดลง ถึงแม้ว่าในระดับความเข้มข้นต่ำจะเห็นความแตกต่างไม่ชัดเจน แต่ใน ระดับความเข้มข้นสูง คือ 16000 และ 32000 ppm จะเห็นความแตกต่างในปริมาณการกินอาหารได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 47)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 แสดงปริมาณการกินอาหารของหนอนกระทู้หอม หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ผลความเป็นพิษจองสารสกัดจากใบเลี่ยน และใบละหุ่งเดงต่อแมลงที่มีประโยชน์ คือ แตนเบียน (*Meteorus Pulchricornis*)

3.1 ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากใบเลี่ยนต่อแตนเบียน (*Meteorus Pulchricornis*)

หลังจากทดสอบกับแตนเบียนกับสารสกัดจากเลี่ยนซึ่งในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลายพบว่า เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย *Meteorus pulchricornis* ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในวันที่ 4 ที่ความเข้มข้น 4000 ppm มีการตายเท่ากับ 5% และความเข้มข้น 8000 ppm มีการตายเท่ากับ 15% ในวันที่ 5 ที่ความเข้มข้น 2000 ppm มีการตายเท่ากับ 5% ความเข้มข้น 4000 ppm มีการตายเท่ากับ 10% และความเข้มข้น 8000 ppm มีการตายเท่ากับ 25% ทั้งนี้ในวันที่ 1 ถึง 3 ไม่พบการตายเกิดขึ้น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า สารสกัดจากเลี่ยนส่งผลต่ออัตราการตายของแมลงชนิดนี้ในระดับต่ำ เนื่องจากความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดการตายมีเพียง 3 ระดับความเข้มข้นที่สูงเท่านั้นคือ 2000 ppm พบว่า มีการตายของ *M. pulchricornis* 5% ในวันที่ 5 ที่ความเข้มข้น 4000 ppm พบว่ามีการตายของ *M. pulchricornis* 5% และ 10% ในวันที่ 4 และวันที่ 5 ตามลำดับ และความเข้มข้น 8000 ppm พบว่ามีการตายของ *M. pulchricornis* 15% และ 25% ในวันที่ 4 และวันที่ 5 ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 48)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis*[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 4 วัน และ 5 วัน

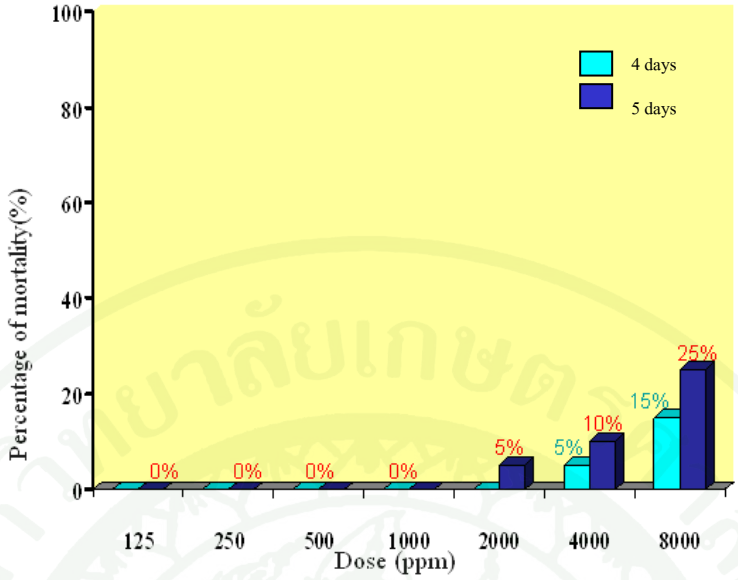
ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis*[3] ± SD	
	วันที่ 4	วันที่ 5
0 (control B)[2]	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{d}
125	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{d}
250	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{d}
500	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{d}
1000	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{d}
2000	0.00±0.00^{c}	5.00±0.50^{c}
4000	5.00±0.50^{b}	10.00±0.58^{b}
8000	15.00±0.50^{a}	25.00±0.96^{a}

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว วันที่ 1 ถึง 3 ไม่พบการตายของ *Meteorus pulchricornis* เกิดขึ้นหลังทดสอบด้วยสารสกัด

[2] control B : เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์

[3] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 48 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis* หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยน โดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

3.2 ผลความเป็นพิษของสารสกัดจากใบละหุ่งแดงต่อแตนเบียน (*Meteorus Pulchricornis*)

จากตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย *Meteorus pulchricornis* หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 4 วัน และ 5 วัน เนื่องจากในวันที่ 1 ถึง 3 ไม่พบการตายเกิดขึ้น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสารสกัดจากใบละหุ่งแดงส่งผลต่ออัตราการตายของแมลงชนิดนี้ในระดับต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและะสารสกัดจากใบเลี่ยน เนื่องจากความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดการตายมีเพียง 1 ระดับความเข้มข้นที่สูงสุดเท่านั้นคือ 32000 ppm พบว่า มีการตายของ *M. pulchricornis* 5% ในวันที่ 5 (ตารางที่ 6 และภาพที่ 49)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis*[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 4 วัน และ 5 วัน

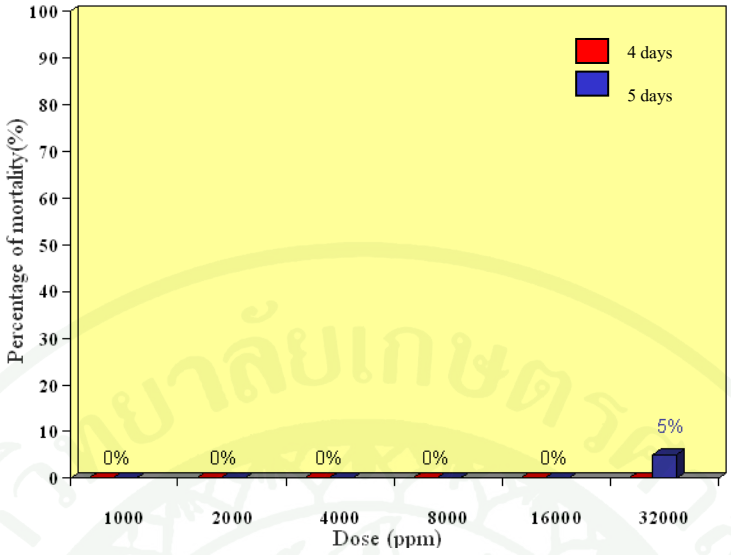
ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง (ppm)	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis*[3] ± SD	
	วันที่ 4	วันที่ 5
0 (control B) [2]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
250	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
500	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
1000	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
2000	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
4000	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
8000	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
16000	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[b]
32000	0.00±0.00[a]	5.00±0.50[a]

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว วันที่ 1 ถึง 3 ไม่พบการตายของ *Meteorus pulchricornis* เกิดขึ้นหลังทดสอบด้วยสารสกัด

[2] control B : เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์

[3] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 49 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของ *Meteorus pulchricornis* หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ความเป็นพิษของสารสกัดจากใบเลี่ยน *Melia azedarach* L. (Meliaceae) และใบละหุ่งแดง *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) ต่อหนอนกระทู้หอม ในตัวทำละลายที่เหมาะสมในการออกฤทธิ์ของสารสกัดทั้งสองชนิด

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าสารกัดจากใบเลี่ยนแสดงความเป็นพิษต่อหนอนกระทู้หอมมากกว่าสารสกัดจากใบละหุ่งแดง และการใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลายทำให้สารสกัดสามารถออกฤทธิ์ได้ดีกว่าการใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง (การออกฤทธิ์แบบเฉียบพลัน: acute toxicity) ค่า LC_{50} ที่ต่ำที่สุด (สารมีความเป็นพิษมากที่สุด) คือ 4031.61$\pm$527.581 ppm เป็นสารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย รองลงมาคือ สารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ค่า LC_{50} = 6855.88$\pm$1699.650 ppm, สารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ค่า LC_{50} = 7775.85$\pm$821.015 ppm, สารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ค่า LC_{50} = 17251.51$\pm$2145.518 ppm ซึ่งมีค่า LC_{50} สูงสุด ซึ่งสามารถจัดเรียงข้อมูลตามความเป็นพิษของสารสกัดทั้งสองชนิดจากมากไปน้อยได้ดังนี้ สารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย > สารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย > สารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย > สารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย (ดังแสดงในภาพที่ 34, 36, 38 และ 40) อาจเป็นไปได้ว่าการใช้น้ำกลั่นเป็น ตัวทำละลายทำให้ฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชทั้งสองชนิดลดลง เพราะจากการสังเกตการละลายของสารสกัดในตัวทำละลายทั้งสอง พบว่า สารสกัดทั้งสองชนิดสามารถละลายในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์อย่างสมบูรณ์ ได้สารละลายใสสีเขียว ไม่เกิดตะกอนเล็กๆ ภายในบีกเกอร์ ในขณะที่สารสกัดทั้งสองชนิดละลายในน้ำกลั่นได้เช่นเดียวกัน แต่ยังคงมีตะกอนเล็กๆ แขวนลอยอยู่ในสารละลาย จึงทำให้สารละลายที่ได้ขุ่นเล็กน้อย

ผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง คือ ค่า LC_{50} ที่ต่ำที่สุด คือ 3451.08$\pm$586.971 ppm สารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย รองลงมาคือ สารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย ค่า LC_{50} = 4993.02$\pm$1793.621 ppm, สารสกัดจากใบเลี่ยนโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายค่า LC_{50} = 7382.01$\pm$700.574 ppm, สารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ค่า LC_{50} =

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

16679.50±2223.209 ppm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอมหลังทดสอบด้วยสารสกัดทั้งสองชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ที่เวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์การตายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์การตายจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อสารสกัดที่ใช้ทดสอบมีความเข้มข้นสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าหนอนกระทู้หอมไม่สามารถเพิ่มปริมาณเอนไซม์ทำลายพิษหรือกลไกในการกำจัดสารพิษอื่นๆมาใช้ในการสลายสารสกัดที่ได้รับเข้าไปได้จึงทำให้หนอนกระทู้หอมตายในที่สุด

จากการสังเกตพฤติกรรมของหนอนหลังได้รับสารสกัด พบว่าสารสกัดไม่มีฤทธิ์ถูกตัวตาย (knock down effect) แตกต่างกับการออกฤทธิ์ของ pyrethroids ซึ่งน่าจะเกิดจากกลไกที่แตกต่างกันของสารเคมีที่ออกฤทธิ์ (active compounds) ในสารสกัด อย่างไรก็ตามพบว่า หนอนจะมีลักษณะเป็นอัมพาต หยุดนิ่งอยู่กับที่ หรือขดตัว หลังจากถูกทดสอบด้วยสารสกัด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสารสกัดทำให้เกิดความผิดปกติต่อการหดตัวของระบบกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังพบว่าหนอนที่ตายตัวจะมีสีเข้มขึ้น บางครั้งเป็นสีเขียวเข้ม น้ำตาลหรือดำ ถึงแม้ว่าสารสกัดทั้งสองชนิดจะส่งผลให้เกิดการตายและพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปในหนอนกระทู้ แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าการเปลี่ยนสีของหนอนที่ตายเป็นผลมาจากสารสกัด จึงมีความเป็นที่จะต้องทำการศึกษาต่อไป

เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชที่ผ่านมา พบว่า สารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงมีความเป็นพิษสูงกว่าสารสกัดจากพืชหลายชนิด เช่น สารสกัดจากพริก (*Capsicum frutescens*) มีค่า LC_{50} = 48,000 ppm ในการควบคุม *Spodoptera litula* (พุทธิพร, 2549) สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า (*Annona squamosa* L.) มีค่า LC_{50} = 16,420 ppm ในการควบคุมเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (*Nephotettix virescens*) (Srisaad, 2005) ถึงแม้ว่าการเปรียบเทียบความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดทำได้ยาก เนื่องจากผู้ทำการทดลองใช้วิธีการทดสอบความเป็นพิษที่แตกต่างกัน ดังนั้นควรให้ความสนใจว่าสารสกัดแต่ละชนิดออกฤทธิ์ในวงกว้าง (broad spectrum) ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชและแมลงก่อโรคชนิดต่างๆได้มากน้อยเพียงใด เช่นในกรณีของสารสกัดจากใบเลี่ยน พบว่า มีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) (Coria *et al.*, 2008) และตัวเต็มวัยของ elm leaf beetle (*Xanthogaleruca luteola*) (Defagó *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังพบว่ามีผลต่อการพัฒนาของตัวอ่อนในแมลงชนิดต่างๆต่อไปนี้ ได้แก่ หนอนห่อใบข้าว (*Cnaphalocracis medinalis*) (Nathan, 2006) เหา (*Pediculus humanus capitis*) (María *et al.*, 2007) และยุงลาย (*A. aegypti*) (Coria *et al.*, 2008) เป็นต้น ส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารสกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากใบละหุ่งแดงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก แต่มีรายงานว่าสารสกัดจากใบละหุ่งแดงมีฤทธิ์ในการเป็น antimicrobial (*Tithonia diversifolia*) (Ogundare, 2007)

2. ฤทธิ์การยับยั้งการกิน (Antifeedant) และฤทธิ์ความเป็นพิษโดยการกิน (feeding toxicity method) ของสารสกัดจากใบเลี่ยน *Melia azedarach* L. (Meliaceae) และใบละหุ่งแดง *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) ต่อหนอนกระทู้หอม

จากผลการทดลองโดยใช้วิธีการกิน(Feeding Method) พบว่าสารสกัดจากใบเลี่ยนมีผลต่อหนอนกระทู้หอมมากกว่าสารสกัดจากใบละหุ่งแดง โดยสารสกัดจากใบเลี่ยนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินตั้งแต่ระดับความเข้มข้นต่ำสุด คือ 250 ppm (ภาพที่ 44) ในขณะที่สารสกัดจากละหุ่งแดงมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินเฉพาะในระดับความเข้มข้นสูงเท่านั้น คือ 16000 และ 32000 ppm โดยในระดับความเข้มข้นต่ำยังไม่สามารถระบุได้อย่างแน่ชัดว่าสารสกัดชนิดนี้ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการกินหรือไม่ (ภาพที่ 47)

อัตราการตายของหนอนกระทู้หอมหลังจากถูกทดสอบด้วยสารสกัดทั้งสองชนิดพบว่า มีอัตราการตายเพิ่มขึ้นเมื่อสารสกัดที่ใช้ทดสอบมีความเข้มข้นสูงขึ้น และเมื่อเวลาผ่านไปอัตราการตายก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ยกเว้นในชุดความคุม (ไม่ผสมสารสกัด) ไม่พบการตายของหนอนโดยพบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป 16 วัน หนอนที่ถูกทดสอบด้วยสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ระดับความเข้มข้น 2000, 4000 และ 8000 ppm มีการตายเกิดขึ้น 100% (ตารางที่ 5)โดยสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ระดับความเข้มข้น 16000 และ 32000 ppm มีการตายเกิดขึ้น 100% (ตารางที่ 6) แต่จะเห็นได้ว่าระดับความเข้มข้นที่สามารถทำให้หนอนตาย 100% ในวันที่ 16 (บันทึกผล 16 วัน เนื่องจากในวันที่ 16 พบว่าในชุดควบคุม หนอนกระทู้หอมเข้าดักแด้ 100% จึงไม่สามารถเก็บผลเพื่อเปรียบเทียบต่อไป) ของสารสกัดทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันมากประมาณ 4-8 เท่า ดังนั้นจึงสามารถบอกได้ว่าสารสกัดจากใบเลี่ยนไม่เพียงแต่มีฤทธิ์สูงกว่าสารสกัดจากใบละหุ่งแดงโดยการทดสอบแบบ dipping method เท่านั้น ยังมีฤทธิ์สูงกว่าในการทดสอบแบบ feeding method อีกด้วย

น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนที่บันทึกได้ก็มีผลสอดคล้องกับ ภาพที่ 44 และ 47 เนื่องจากสารสกัดจากใบเลี่ยนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการกินของหนอนกระทู้หอม จึงส่งผลให้หนอนที่ได้รับสารมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าชุดควบคุมในทุกชุดการทดลองที่ทดสอบด้วยสารสกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ความเป็นพิษต่อแมลงที่มีประโยชน์ คือ แตนเบียน (*Meteorus Pulchricornis*)

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าสารสกัดทั้งสองชนิดมีความเป็นพิษต่อ *Meteorus pulchricornis* ในระดับต่ำ เมื่อแมลงชนิดนี้ได้รับสารวิธีสัมผัส (contact toxicity) เนื่องจากสารสกัดจากใบเลี่ยนไม่พบการตายของ *Meteorus pulchricornis* เกิดขึ้นที่ความเข้มข้น 125, 250, 500 และ 1000 ppm และในความเข้มข้นสูงขึ้นพบว่ามีอัตราการตายเกิดขึ้นแต่ยังอยู่ในระดับต่ำ คือ ในวันที่ 4 หลังจากทดสอบด้วยสารสกัดที่ความเข้มข้น 4000 ppm มีอัตราการตายเท่ากับ 5% และที่ความเข้มข้น 8000 ppm มีอัตราการตายเท่ากับ 15% ในวันที่ 5 หลังจากทดสอบด้วยสารสกัดพบว่ามีอัตราการตายของ *Meteorus pulchricornis* สูงขึ้น คือ ที่ความเข้มข้น 2000 ppm มีอัตราการตายเกิดขึ้นเท่ากับ 5% ที่ความเข้มข้น 4000 ppm และ 8000 ppm มีอัตราการตายเพิ่มขึ้นเป็น 10% และ 15% ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

สารสกัดจากใบละหุ่งแดง พบว่ามีความเป็นพิษต่อ *Meteorus pulchricornis* น้อยกว่าสารสกัดจากใบเลี่ยน ในวันที่ 1 ถึงวันที่ 4 หลังทดสอบด้วยสารสกัดไม่พบการตายเกิดขึ้นในทุกระดับความเข้มข้น (1000, 2000, 4000, 8000, 16000, 32000) และในวันที่ 5 พบว่ามีอัตราการตายเกิดขึ้นในระดับความเข้มข้นสูงสุด (32,000 ppm) เท่ากับ 5% ซึ่งจัดว่าสารสกัดจากใบละหุ่งแดงมีความเป็นพิษต่อ *Meteorus pulchricornis* ในระดับต่ำมาก (ตารางที่ 10)

จากผลการทดลองในข้างต้น จะเห็นได้ว่าสารสกัดทั้งสองชนิดมีผลต่อตัวเต็มวัยของ *Meteorus pulchricornis* น้อยมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

สารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงมีผลในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้หอมได้เป็นอย่างดี โดยสารสกัดจากใบเลี่ยนฤทธิ์สูงกว่าสารสกัดจากใบละหุ่งแดง ในการทดสอบแบบ dipping method และ feeding method ในขณะที่เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลายที่ทำให้สารสกัดออกฤทธิ์ได้ดีกว่าการใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย และยังพบว่าสารสกัดทั้งสองชนิดมีผลต่อศัตรูธรรมชาติ (*Meteorus pulchricornis*) น้อยมาก จึงมีแนวโน้มว่าควรจะมีการนำสารสกัดจากใบเลี่ยนและใบละหุ่งแดงไปใช้อย่างแพร่หลายแทนการใช้สารเคมีในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืช เพื่อลดความเสี่ยงในการต้านทานยาฆ่าแมลงของแมลงศัตรูพืชในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาต่อโดยใช้วิธีการทดสอบแบบต่างๆ เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบว่าวิธีใดที่สารสกัดจะสามารถออกฤทธิ์ได้ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ฐานข้อมูลพืชพิษ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2544. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม**. แหล่งที่มา: http://admin.pha.nu.ac.th/toxic_plant/new4.html, 10 กุมภาพันธ์ 2552.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2544. **ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

นันทวัน บุณยะประภัศร. 2539. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.สำนักงานข้อมูลสมุนไพร.** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

พุทธิพร สายสงเคราะห์. 2549. **ปฏิกิริยาเอนไซม์เอสเทอเรสและกลูตาไธโอน เอส ทรานเฟอเรสในหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* L.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. 2547. **การใช้เชื้อราในการกำจัดหนอนกระทู้หอมในระยะไข่และตัวหนอน.** ปัญหาพิเศษ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรจน์สิทธิ สร้อยทอง. 2541. **การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตไวรัสนิวเคลียร์โพลีฮีโดรซีส (เอ็นพีวี) สำหรับกำจัดหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua* Hübner) เชิงการค้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน.

Batcher, M.S. 2008. **Element of Stewardship Abstract for *Melia azedarach***. Available Source: http://tncweeds.ucdavis.edu/esadocs/documnts/meliaze.pdf, February 20, 2010.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bebawi, F.F., J.S.Vitelli, S.D. Campbell, W.D. Vogler, C.J . Lockett, B.S. Grace, B. Lukitsch and T.A. Heard. 2007a. The biology of Australian weeds 47 *Jatropha gossypifolia* L. **Plant Protection Quarterly**. 22: 42–58.

Benencia, F., M.C. Courreges, F.C. Coulombie and E.J. Massouh. 1992. Effect of *Melia azedarach* fresh leaf aqueous extract on mice hematological parameters. **Fitoterapia**. 63(5): 411-413 .

Berry, J.A. 1997. Meteorus pulchricornis Wesmael (Hymenoptera: Braconidae: Euphorinae), a new record for New Zealand. **New Zealand Entomologist**. 20: 45–48.

Brewer, M.J. and J.T. Trumble. 1989. Field monitoring for insecticide resistance in beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Econ. Entomol**. 82: 1520–1526.

Burks, K.C. 1997. ***Melia azedarach***. Fact sheet prepared by the Bureau of Aquatic Plant Management, Department of Environmental Protection. State of Florida. Tallahassee. FL.

Bullangpoti, V., J. Penssok, P. Wisarntanon, P. Kannasutra and S. Visetson. 2002. Chili extracts (*Capsicum frutescens* L.) for control of corn weevil (*Sitophilus zaemai* Motschulsky). **Agricultural Sci. J.** 33 (Suppl.): 300-4.

_____, V., S. Visetson, J. Milne, M. Milne, S. Pornbanlualap. 2004. Effects of Mangosteen's peels and Rambutan's Seeds on Toxicity, Esterase and Glutathione-S-transferase in Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* L.) **Kasetsart J. (Nat. Sci.)**. 38: 84-89.

_____, V., S. Visetson, J. Milne, M. Milne, S. Pornbanlualap, C. Sudthongkong and S. Tayapat. 2006. The Noval botanical insecticides for the control of brown planthopper, **Comm. Appl. Biol. Sci.** 71(2b): 475-481.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____, V., S. Visetson, J. Milne, M. Milne, C. Sudthongkong and S. Pornbanlualap. 2007. Effects of alpha-mangostin from mangosteen pericarp extract and imidacloprid on *Nilaparvata lugens* (Stal.) and non-target organisms: toxicity and detoxification mechanism. **Commun Agric Appl Biol Sci.** 72(3): 431-41.

Carpinella, M.C., G.G. Herrero, R.A. Alonso and S.M. Palacios. 1999. Antifungal activity of *Melia azedarach* fruit extract. **Fitoterapia**. 70(3): 296-298.

Chatterjee, A., S.C. Prakash. 1994. **The Treatise of Indian Medicinal Plants**, (Publication and Information Directorate. New Delhi), pp. 80-82.

Chaufaux, J. and P. Ferron. 1986. Sensibilite differents de deux populations de *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) aux baculovirus et aux pyrethrinoides de synthese. **Agronomie.** 6: 99–104.

Coria, C., W. Almiron, G. Valladares, C. Carpinella, F. Ludueña, M. Defago and S. Palacios. 2008. Larvicide and oviposition deterrent effects of fruit and leaf extracts from *Melia azedarach* L. on *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). **Bioresource Technology.** 99: 3066-3070.

Das, B. and R. Das. 1995. **Gossypifan, A lignan from *Jatropha gossypifolia***.Pergamon.

_____, B., A. Kashinatham, B. Venkataiah, S. Srinivas, G. Mahender and M.R. Reddy. 2003. Cleomiscosin A, a coumarino-lignoid from *Jatropha gossypifolia***. Chem. Pharm. Bull**. 7: 870-871.

Defagóa, M., G. Valladaresa, E. Banchioa, C. Carpinellab and S. Palaciosb. 2006. Insecticide and antifeedant activity of different plant parts of *Melia azedarach* L. on *Xanthogaleruca luteola.* **Fitoterapia**. 77: 500-505.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DuPont. 1998. **Avaunt™WG insect control agent**, pp. 7. Technical Information Bulletin.

East, D.A., J.V. Edelson, B. Cartwright. 1989. Relative cabbage consumption by the cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae), beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), and diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **J. Econ. Entomol**. 82: 1367-1369.

El-Lakwah, F.A., R. Mohamed and A.A. Darwish. 1995. Evaluation of toxic effect of chinaberry. **Annals of Agri. Sci**. 33(1): 389-398.

Farlow, R.A., G. Goddard, R. Kepner, K. Umeda, and J. R. Whitehead. 1992. Efficacy of PirateÔ insecticidemiticide against insect and mite pests of U.S. cotton, pp. 877-880. *In* **Proceedings, Beltwide Cotton Conference**, National Cotton Council. Memphis. TN.

Flickr. 2009. **Beet Armyworm (*Spodoptera exigua*)**. Available Source: http://www.flickr.com/photos/valter/3873625753/, February 20, 2010.

Fukuyama, Y., M. Ogawa, H. Takahashi and H. Minami. 2000. Two new meliacarpinins from the roots of *Melia azedarach*. **Chem. Pharm. Bull**. 48(2): 301-303.

Fuester, R.W., P. Taylor, H. Peng, K. Swan. 1993. Laboratory biology of a uniparental strain of *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae), an exotic larval parasitoid of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). **Annals of the Entomological Society of America**. 86(3): 298–304.

Fye, R.E., W.C. McAda. 1972. **Laboratory studies on the development, longevity, and fecundity of six lepidopterous pests of cotton in Arizona**, pp. 73. USDA Technical Bulletin 1454.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gebre amkak, A. and F. Azerefegne. 1999. Insecticidal activity of chinaberry, endod and pepper tree against the maize stalk borer (Lepidoptera: Noctuidae) in southern Ethiopia. **International J. of Pest Management**. 45(1): 9-13.

Hosamani, K.M. and K.S. Katagi. 2008. Characterization and structure elucidation of 12-hydroxyoctadeccis-9-enoic acid in *Jatropha gossypifolia* and *Hevea brasiliensis* seed oils: a rich source of hydroxyl fatty acid. **Chemistry and Physics of Lipids**. 152: 9-12.

Khare, C.P. 2004. **Encyclopedia of Indian Medicinal Plants**, (Springer, Germany) pp.305-306.

Laecke, K.V. and D. Degheele. 1991. Detoxification of diflubenzuron and teflubenzuron in the larvae of the beet armyworm (*Spodoptera exigua*) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pestic. Biocheem. Physiol**. 40: 181-190.

Mahla, M., R. Singh, P. Suhag, Bharti and S.B. Kalidhar. 2002. Biological efficacy of *Melia azedarach* roots against Earias vittella larve. **J. Med. Aromatic Plant Sci**. 24(3): 726-728.

María, C., M. Mónica, R. Walter, G. Almirón Carlos, L.A. Ferrayoli Francisco and M.P. Sara 2007. *In vitro* pediculicidal and ovicidal activity of an extract and oil from fruits of *Melia azedarach* L. **Journal of the American Academy of Dermatology.** 56: 250-256.

Meinke, L.J. and G. W. Ware. 1978. Tolerance of three beet armyworm strains in Arizona to methomyl. **J. Econ. Entomol**. 71:645–646.

Nathan, S.S. 2006. Effects of Melia azedarach on nutritional physiology and enzyme activities of the rice leaffolder *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae). **Pestic. Biochem. Physiol.** 84: 98-108.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nathan, S., Y. Choi, H. Paik and Kalaivani. 2008. **The toxicity and physiological effect of goniothalamin, a styryl-pyrone, on the generalist herbivore, *Spodoptera exigua* (Hubner)**. Chemosphere.

Noyes, J.S. 1988. Encyrtidae (Insecta: Hymenoptera). **Fauna of New Zealand**. 13: 1–188.

Ogundare A.O. 2007. Antimicrobial Effect of *Tithonia diversifolia* and *Jatropha gossypifolia* Leaf Extracts. **Trends Applied Sci. Res**. 2(2): 145-150.

Orwa, C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass and S. Anthony. 2009. **Agroforestree Database**: a tree reference and selection guide version 4.0.

Prabhaker, N., D.L. Coudriet, A.N. Kishaba, D.E. Meyerdirk. 1986. Laboratory evaluation of neem-seed extract against larvae of the cabbage looper and beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Econ. Entomol.** 79:39-41.

Radford, A.E., H.E. Ahles and C.R. Bell. 1968. **Manual of the vascular flora of the Carolinas**. University of North Carolina Press. Chapel Hill. NC.

Rani, M., P. Suhag, R. Kumar, R. Singh and S.B. Kalidhar. 1999. Chemical component and biological efficacy of Melia azedarach stems. **J. Med. Aromatic Plant Sci.** 21: 1043-1047.

Ravindranath, N., B. Venkataiah, C. Ramesh, P. Jayaprakash and B. Das. 2003. Jatrophone, a Novel Macrocyclic Bioactive Diterpene from *Jatropha gossypifolia*. **Chem. Pharm. Bull.** 51(7): 870-871.

Sallem, R., S.I. Ahmed, S.M. Shamim, S. Faizi and B.S. Siddiqui. 2002. Antibacterial effect of *Melia azedarach* flowers on rabbits. **Phytotherapy Res**. 16(8): 762-764.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sharma, P.C., M.B. Yelne and T.J. Dennis. 2001. **Data base on Medicinal plants used in Ayurveda**, pp. 389-406. (Documentation and Publication Division. Central Council for Research in Ayurveda and Siddha, New Delhi.)

Siam Insect-Zoo & Museum. 2008. **Beet Armyworm.** Available Source: http://www.malaeng.com/blog/?p=1586, February 20, 2010.

Srisaad, I. 2005. Effect of sweet apple seed on mortality and some detoxification enzyme in green leafhopper (Nephotettix virescens). **The Seventh Nation Plant Protection Conference**. 2-4 November 2005. Lotus Pangsuankaew. Chiengmai. Thailand. 80 p.

Smagghe, G. and D. Degheele. 1994. Effects of the ecdysteroid agonists RH 5849 and RH 5992, alone and in combination with a juvenile hormone analogue, pyriproxyfen, on larvae of *Spodoptera exigua*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. 72: 115-123.

Taylor, E. and G. Riley. 2008. Artificial infestations of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), used to estimate an economic injury level in tomato. **Crop. prot.** 27: 268–274.

Valladares, G.R., D. Ferreyra, M.T. Defago, M.C. Carpinella and S. Palacios. 1999. Effects of *Melia azedarach* on Triatomainfestans. **Fitoterapia**. 70: 421- 424.

Visetson, S. and M. Milne. 2001. Effect of Root Extract From Derris(Derris eliptica Benth) On Mortality and Detoxification Enzyme Levels in the Diamond Black Moth Larvae (*Plutella xylostella* L.). **Kasetsart J. (Nat.Sci.).** 35: 157-163.

_____, S., M. Milne. and J. Milne. 2001. Toxicity of 4,11-Selinnadien-3-one from Nut sedge (*Cyperus rotundus* L.) Tuber extracts to Diamond Black Moth Larvae (*Plutella xylostella* L.), Detoxification Mechanism and Toxicity to Non Target Species. **Kasetsart J. (Nat.Sci.).** 35: 284-292.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wakamura, S. and M. Takai. 1992. Control of the bet armyworm in open fields with sex pheromone. Pages 115-125 *In* N.S Talekar (ed.) Diamondback Moth and other Crucifer Pests. Asian Research and Development Center, Taipei, Taiwan.

Wang, Y.L., S.Y. Si, Z.X. Wang, Y. Wang and L.L. Zhou. 2006. Influence of tebufenozide on progeny population of *Spodoptera exigua*. **Acta Phytophylacica Sinica**. 33: 193-196.

Wikimedia Commons. 2008. **Jatropha gossypiifolia**. Available Source: http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Jatropha_gossypiifolia, February 10, 2009.

Wiley, G. L., R. DeSpain, K. Kalmowitz, T. Campbell, F. Walls, T. Hunt and K. Treacy. 1995. Results of the 1994 Pirate® insecticide-miticide EUP program on foliage feeding insects of cotton, pp. 925-928, *In* **Proceedings, Beltwide Cotton Conference**. National Cotton Council. Memphis. TN.

Wilson, J.W. 1932. Notes on the biology of *Spodoptera exigua* Huebner. **Florida Entomologist**. 16: 33-39.

Wu, H., L. Meng and L. Baoping. 2008. Effects of feeding frequency and sugar concentrations on lifetime reproductive success of *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). **Biol. Control.** 45: 353-359.

Wu, S.C., Y.Q. Gu, Z.L. Shen and H.Z. Zheng. 1995. Field monitoring and control for insecticide of beet armyworm. **Acta Phytophylacica Sinica**. 22: 95-96.

Yee, W.L. and N.C. Toscano. 1998. Laboratory evaluations of synthetic and natural insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) damage and survival on lettuce. **J. Econ. Entomol**. 91: 56-63.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Zalom, F.G., L.T. Wilson and M.P. Hoffmann. 1986. Impact of feeding by tomato fruitworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), and beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae), on processing tomato fruit quality. **J. Econ. Entomol**. 79: 822-826.

Zhang, X.P., M.L. Zhang, X.H. Su, C.H. Huo, Y.C. Gu and Q.W. Shi. 2009. Chemical Constituents of the Plants from Genus Jatropha. **Chemistry & Biodiversity**. 6: 2166 – 2183.

Zhu, S.X., S.Y. Si, F. Zou, X.M. Liu and S.X. Wu. 1996. Field resistance monitoring and determine for insecticides of beet armyworm. **Chinese Bulletin of Entomology**. 33: 82-85.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ตารางผนวกที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2-16 วัน

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	วันที่	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[2] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	2	0.00±0.00[a]
	4	0.00±0.00[a]
	6	0.00±0.00[a]
	8	0.00±0.00[a]
	10	0.00±0.00[a]
	12	0.00±0.00[a]
	14	0.00±0.00[a]
	16	0.00±0.00[a]
250	2	0.00±0.00[c]
	4	0.00±0.00[c]
	6	0.00±0.00[c]
	8	0.00±0.00[c]
	10	10.00±1.00[b]
	12	10.00±1.00[b]
	14	10.00±1.00[b]
	16	53.33±0.58[a]
500	2	0.00±0.00[e]
	4	0.00±0.00[e]
	6	0.00±0.00[e]
	8	3.33±0.58[d]
	10	10.00±1.00[c]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	วันที่	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[(2)] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	12	13.33±0.58[b]
	14	13.33±0.58[b]
	16	60.00±1.00[a]
1000	2	0.00±0.00[e]
	4	0.00±0.00[e]
	6	0.00±0.00[e]
	8	3.33±0.58[d]
	10	10.00±1.00[c]
	12	13.33±0.58[b]
	14	13.33±0.58[b]
	16	93.33±0.58[a]
2000	2	0.00±0.00[f]
	4	0.00±0.00[f]
	6	0.00±0.00[f]
	8	6.67±0.58[e]
	10	16.67±0.58[d]
	12	23.33±0.58[c]
	14	36.67±2.08[b]
	16	100.00±0.00[a]
4000	2	0.00±0.00[e]
	4	0.00±0.00[e]
	6	0.00±0.00[e]
	8	46.67±1.52[d]
	10	76.67±1.52[c]
	12	80.00±1.00[b]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	วันที่	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[2] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	14	80.00±1.00[b]
	16	100.00±0.00[a]
8000	2	10.00±1.00[e]
	4	10.00±1.00[e]
	6	10.00±1.00[e]
	8	53.33±1.52[d]
	10	80.00±1.00[c]
	12	80.00±1.00[c]
	14	93.33±0.58[b]
	16	100.00±0.00[a]

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว

[2] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P < 0.05) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบเลี่ยนที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 2-8 วัน

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	วันที่	น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[2] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มิลลิกรัม)
0	2	13.960±1.96[d]
	4	30.684±4.85[c]
	6	62.724±7.75[b]
	8	297.036±24.71[a]
250	2	8.076±1.27[d]
	4	12.764±4.02[c]
	6	52.470±7.03[b]
	8	131.038±14.03[a]
500	2	5.220±1.69[d]
	4	8.446±1.72[c]
	6	41.042±7.19[b]
	8	90.568±14.77[a]
1000	2	5.016±0.59[d]
	4	7.162±1.91[c]
	6	27.77±6.08[b]
	8	66.442±10.14[a]
2000	2	3.908±0.78[d]
	4	7.002±2.73[c]
	6	15.508±3.24[b]
	8	32.812±5.07[a]
4000	2	3.716±0.89[d]
	4	5.768±0.78[c]
	6	9.874±2.06[b]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	วันที่	น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[(2)] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มิลลิกรัม)
	8	14.404±3.13[a]
8000	2	3.698±1.26[d]
	4	4.260±1.08[c]
	6	6.960±3.28[b]
	8	10.158±3.59[a]

[(1)] น้ำหนักเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว

[(2)] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2-16 วัน

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง (ppm)	วันที่	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[2] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	2	0.00±0.00[a]
	4	0.00±0.00[a]
	6	0.00±0.00[a]
	8	0.00±0.00[a]
	10	0.00±0.00[a]
	12	0.00±0.00[a]
	14	0.00±0.00[a]
	16	0.00±0.00[a]
1000	2	0.00±0.00[c]
	4	0.00±0.00[c]
	6	0.00±0.00[c]
	8	10.00±1.00[b]
	10	10.00±1.00[b]
	12	10.00±1.00[b]
	14	10.00±1.00[b]
	16	46.67±0.58[a]
2000	2	0.00±0.00[d]
	4	0.00±0.00[d]
	6	0.00±0.00[d]
	8	10.00±1.00[c]
	10	10.00±1.00[c]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง (ppm)	วันที่	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[(2)] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	12	10.00±1.00[c]
	14	13.33±0.58[b]
	16	50.00±1.00[a]
4000	2	0.00±0.00[f]
	4	3.33±0.58[e]
	6	6.67±0.58[d]
	8	10.00±1.00[c]
	10	10.00±1.00[c]
	12	10.00±1.00[c]
	14	16.67±0.58[b]
	16	53.33±0.58[a]
8000	2	0.00±0.00[f]
	4	3.33±0.58[e]
	6	6.67±0.58[d]
	8	10.00±1.00[c]
	10	10.00±1.00[c]
	12	10.00±1.00[c]
	14	16.67±0.58[b]
	16	60.00±1.00[a]
16000	2	0.00±0.00[f]
	4	6.67±0.58[e]
	6	13.33±0.58[d]
	8	16.67±0.58[c]
	10	16.67±0.58[c]
	12	16.67±0.58[c]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบละหุ่งแดง (ppm)	วันที่	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[2] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	14	26.67±0.58[b]
	16	100.00±0.00[a]
32000	2	0.00±0.00[f]
	4	6.67±0.58[e]
	6	20.00±0.00[d]
	8	23.33±0.58[c]
	10	23.33±0.58[c]
	12	23.33±0.58[c]
	14	30.00±1.00[b]
	16	100.00±0.00[a]

[1] การตายเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว

[2] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P < 0.05) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[1] หลังจากได้รับสารสกัดจากใบละหุ่งแดงที่ผสมในอาหารเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในระยะเวลา 2-8 วัน

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	วันที่	น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[2] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มิลลิกรัม)
0	2	15.026±1.38[d]
	4	29.342±4.76[c]
	6	87.422±6.86[b]
	8	303.218±19.15[a]
1000	2	13.346±1.85[d]
	4	21.356±2.38[c]
	6	67.648±9.55[b]
	8	230.88±22.32[a]
2000	2	7.872±1.10[d]
	4	9.146±1.35[c]
	6	56.186±2.69[b]
	8	200.184±24.85[a]
4000	2	6.846±0.91[d]
	4	7.546±1.33[c]
	6	44.830±7.63[b]
	8	170.214±17.62[a]
8000	2	5.960±0.42[d]
	4	6.612±2.09[c]
	6	34.960±7.47[b]
	8	141.824±37.40[a]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบเลี่ยน (ppm)	วันที่	น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนกระทู้หอม[2] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มิลลิกรัม)
16000	2	4.484 ± 1.10^{d}
	4	5.696 ± 0.67^{c}
	6	30.652 ± 10.40^{b}
	8	101.034 ± 28.25^{a}
32000	2	3.262 ± 0.81^{d}
	4	4.946 ± 0.46^{c}
	6	17.742 ± 2.05^{b}
	8	60.316 ± 6.73^{a}

[1] น้ำหนักเฉลี่ยได้จากการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว

[2] ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นริศรา ปียะแสงทอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	เสนอผลงาน (Oral presentation) ในงาน The 2nd International Conference on Science and Technology for Sustainable Development of the Greater Mekong Sub-region วันที่ 2-3 ตุลาคม พ.ศ. 2551 เมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ผู้ช่วยสอนภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 / 2551
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย-ปริญญาโท: โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ทุน พสวท.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์