



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (กีฏวิทยา)

ปริญญา

.....
.....
สาขา ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพและการออกฤทธิ์ในการเป็นสารกำจัดแมลงของสารสกัดจากขมิ้นชัน
(*Curcuma longa* Linn.) ต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius)
Insecticidal Efficacy and Action of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) Extract on Larva
of Common Cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius)

นามผู้วิจัย นายวัชร ทงสุขนอก

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(..... รองศาสตราจารย์ ศิริพรรณ ต้นตาคม, Dr.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญฤทธิ์ สายัมพล, Dr. der Landw.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธรรมศักดิ์ ทองเกต, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุไรวรรณ นิลเพ็ชร, M.Sc.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(..... รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพและการออกฤทธิ์ในการเป็นสารกำจัดแมลงของสารสกัดจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius)

Insecticidal Efficacy and Action of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) Extract on Larva of Common Cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius)

โดย

นายวัชร ทงสุขนอก

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กัญญาวิทยา)

พ.ศ. 2554

วัชระ ทองสุขนอก 2554: ประสิทธิภาพและการออกฤทธิ์ในการเป็นสารกำจัดแมลงของ สารสกัดจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius) ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (กีฏวิทยา) สาขากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยา ปรธานกรรกรที่ปริกรษา: รรกรศาสตราจารยัศรืพรธรณ ดันตาคม, Dr.Agr. 86 หน้า

สกัดสารจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ ตัวทำละลาย น้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ นำสารสกัดที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 วิธี มาทดสอบประสิทธิภาพใน ด้านการเป็นสารกำจัดแมลงต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius) วัย 2-3 ด้านการ เป็นสารฆ่าแมลง สารรมแมลง สารไล่แมลง และสารยับยั้งการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพด้าน การเป็นสารฆ่าแมลง ทดสอบด้วยวิธี topical application และ leaf dipping การทดสอบด้วย วิธี topical application พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์, น้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทู้ผัก โดยมีค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 13.70, 13.47 และ 1.14 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ และการทดสอบด้วยวิธี leaf dipping พบว่าสาร สกัดจากขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์, น้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ มีประสิทธิภาพในการฆ่า หนอนกระทู้ผัก โดยมีค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 55.29, 65.82 และ 4.04 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ ประสิทธิภาพด้านการเป็นสารไล่แมลง พบว่า สารสกัดจากขมิ้นชันสกัดด้วย แอลกอฮอล์, น้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนกระทู้ผักซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ การไล่เฉลี่ยที่เวลา 5 ชั่วโมง เท่ากับ 40.00, 31.11 และ 70.00 ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพใน การเป็นสารรมและการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต พบว่า สารสกัดจากขมิ้นชันที่ได้จากการ สกัดทั้ง 3 วิธี มีประสิทธิภาพน้อยในการเป็นสารรมและสารยับยั้งการเจริญเติบโตต่อหนอน กระทู้ผัก

ลายมือชื่อนิติกร

ลายมือชื่อประธานกรรกร

Watchara Tongsooknong 2011: Insecticidal Efficacy and Action of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) Extract on Larva of Common Cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius).
Master of Science (Entomology), Major Field: Entomology, Department of Entomology.
Thesis Advisor: Associate Professor Siripan Tantakom, Dr.Agr. 86 pages.

Efficacy of the extract substances from Turmeric by three extracting methods; alcohol extraction, water extraction and steam distillation extraction, were tested on 2-3 instar common cutworm larvae for insecticidal effect, fumigant effect, repellent effect and growth inhibition. Insecticidal efficiencies were tested by topical application method and leaf dipping method. In the topical application method, the Turmeric crude extract with alcohol, water and steam distillation showed high insecticidal efficiency and their LC_{50} at 24 hour were 13.70, 13.47 and 1.14 percents (v/v), respectively. In the leaf dipping method, the Turmeric crude extract with alcohol, water and steam distillation also showed high insecticidal efficiency and their LC_{50} at 24 hour were 55.29, 65.82 and 4.04 percents (v/v), respectively. In the repellent test, Turmeric crude extract with alcohol, water and steam distillation had high repellency efficiency by which their repellency percentage at 5 hour were 40.00, 31.11 and 70.00, respectively. The Turmeric crude extracts by all three methods had low fumigant efficiency and low growth inhibition efficiency on the common cutworm.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริพรรณ ตันตาคม ประธานกรรมการที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญฤทธิ์ สายัมพล กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน
การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบ
ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำ
ปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลในครอบครัวทุกคน ที่ให้ความรัก
ความห่วงใย คำแนะนำปรึกษาและเป็นกำลังใจ คอยช่วยเหลือด้านการศึกษาของข้าพเจ้ามาโดย
ตลอด

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาสถิติวิทยาและอาจารย์ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประ
ศาสตร์วิชาในด้านการเรียน การวิจัย และให้คำปรึกษาและคำแนะนำ เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษาเล่า
เรียนมา ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาสถิติวิทยา เจ้าหน้าที่
ห้องปฏิบัติการภาควิชาโรคพืชวิทยาและเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาสถิติวิทยาอุตสาหกรรม ที่คอย
ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ น้องขวัญ น้องก๊ิบ น้องเป็ยก น้องโก น้องกล้า เพื่อนจ๊ิบ หน้อย และบุคคล
ต่างๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง รวมทั้งพี่ๆ เพื่อน ๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย
และอื่นๆ อีกทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ประโยชน์และคุณค่าที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จะพึงมีเพียงใด ขอมอบแต่ คุณพ่อ คุณ
แม่และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

วัชระ ทองสุขนอก

กันยายน 2554

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	18
อุปกรณ์	19
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	62
สรุป	62
ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ภาคผนวก	71
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	86

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 เมื่อได้รับสารสกัดจาก ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมินโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง	39
2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันกับเปอร์เซ็นต์การตาย ของหนอนกระทู้ผัก ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากขมิ้นชัน โดยวิธี Topical application	40
3	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 เมื่อได้รับสารสกัดจาก ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมินโดยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง	44
4	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างๆ กับเปอร์เซ็นต์การตายของ หนอนกระทู้ผัก ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัด จากขมิ้นชัน โดยวิธี Leaf Dipping	45
5	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักวัย 2- 3 เมื่อได้รับสารสกัดจาก ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมิน โดยวิธีการทดสอบการเป็นสารรม ที่เวลา 24 ชั่วโมง	48
6	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่าง ๆ กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัด จากขมิ้นชัน	49
7	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผักเฉลี่ยที่เวลา 5 ชั่วโมง และ ค่า Percentage repellency (PR) ที่แสดงถึงการเป็นสารไล่แมลงหรือ สารดึงดูดแมลง จากการทดสอบด้วยสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างๆ	52
8	เปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับสารสกัดจาก ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมินโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	เปอร์เซ็นต์การเข้าเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ฝักเมื่อได้รับสารสกัดจาก ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมินโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง	57
10	เปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ฝักเมื่อได้รับสารสกัดจาก ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมิน โดยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง	60
11	เปอร์เซ็นต์การเข้าเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ฝักเมื่อได้รับสารสกัดจาก ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมิน โดยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง	61
ตารางผนวกที่		
1	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ต่อการตายของหนอนกระทู้ฝัก เมื่อทดสอบโดยวิธี Topical application	72
2	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ ต่อการตายของหนอนกระทู้ฝัก เมื่อทดสอบโดยวิธี Topical application	73
3	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ ต่อการตายของหนอนกระทู้ฝัก เมื่อทดสอบโดยวิธี Topical application	74
4	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ต่อการตายของหนอนกระทู้ฝัก โดยการทดสอบวิธี Leaf Dipping	75
5	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ ต่อการตายของหนอนกระทู้ฝัก โดยการทดสอบโดยวิธี Leaf Dipping	76
6	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ ต่อการตายของหนอนกระทู้ฝัก โดยการทดสอบโดยวิธี Leaf Dipping	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก เพื่อทดสอบการเป็นสารรม	78
8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก เพื่อทดสอบการเป็นสารรม	79
9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก เพื่อทดสอบการเป็นสารรม	80
10 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ในการเป็นสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก	81
11 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ ในการเป็นสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก	82
12 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ ในการเป็นสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก	83
13 ผลการทดสอบการออกฤทธิ์การเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ทดสอบโดยวิธี Topical application	84
14 ผลการทดสอบการออกฤทธิ์การเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ทดสอบโดยวิธี Leaf dipping	85

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เหง้าขมิ้นชัน (<i>Curcuma longa</i> Linn.)	8
2	หนอนหนอนกระทู้ผัก (<i>Spodoptera litura</i> Fabricius)	
	(ก) กลุ่มไข่	
	(ข) หนอน	
	(ค) ดักแด้	
	(ง) ตัวเต็มวัย	17
3	การเลี้ยงหนอนกระทู้ผักไว้สำหรับทดลอง	
	(ก) เลี้ยงหนอนกระทู้ผักด้วยใบคะน้า	
	(ข) เมื่อหนอนเข้าดักแด้นำไปไว้ในกล่องเลี้ยงแมลงที่มีทรายรองพื้นกันกล่องสำหรับให้ดักแด้ฟักเป็นตัวเต็มวัย	
	(ค) นำผีเสื้อตัวเต็มวัยไปเลี้ยงในโหลแก้วเพื่อให้ผสมพันธุ์	
	(ง) ไข่ที่ได้จากการผสมพันธุ์	
	(จ) ตัวหนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่	21
4	สารขมิ้นชันสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ	
	(ก) กลั่นด้วยไอน้ำ	
	(ข) สกัดด้วยแอลกอฮอล์	
	(ค) สกัดด้วยน้ำ	23
5	การทดสอบการเป็นสารสัมผัสตายโดยวิธี Topical application	
	(ก) หยอดสารสกัดขมิ้นชันปริมาตร 5 ไมโครลิตร ต่อหนอน 1 ตัว	
	(ข) นำหนอนที่ผ่านการหยอดสารมาใส่ petridish ที่มีใบคะน้าเตรียมไว้	
	(ค) บันทึกจำนวนหนอนที่ตายที่เวลา 2, 4, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง	25
6	การทดสอบการเป็นสารกินตายโดยวิธี Leaf dipping	
	(ก) จุ่มใบคะน้าลงในสารสกัดขมิ้นชัน	
	(ข) นำใบคะน้าที่จุ่มสารผึ่งให้แห้งแล้วนำมาวางใน petridish แล้วเขียนหนอนกระทู้ผักลงบนใบคะน้า	
	(ค) บันทึกจำนวนหนอนที่ตายที่เวลา 2, 4, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง	27

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
7	การทดสอบการเป็นสารรม (ก) หยดสารสกัดขมิ้นชันลงบนกระดาษกรองที่ใส่ไว้ในถ้วย (ข) นำตะแกรงลวดมาวางไว้เหนือกระดาษกรอง (ค) ตัดกระดาษเปล่ามาวางไว้บนตะแกรงลวด (ง) นำใบค่น้ำมาวางไว้บนกระดาษเปล่าและเขียนหอนกระพุ่มักลงบนใบค่น้ำ (จ) บันทึกจำนวนหอนที่ตายที่เวลา 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง	29
8	การทดสอบการเป็นสารไล่แมลง (ก) ตัดกระดาษกรองออกเป็นสองส่วน (ข) หยดสารสกัดขมิ้นชันลงบนกระดาษกรองส่วนที่หนึ่งและหยดน้ำสบู่ในส่วนที่สอง (ค) นำหอนกระพุ่มักมาปล่อยตรงกลางระหว่างกระดาษกรองทั้งสองส่วน (ง) บันทึกจำนวนหอนกระพุ่มักที่อยู่แต่ละส่วนของกระดาษกรองที่เวลา 15 นาที 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง	32
9	ระดับความเป็นพิษในการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการสัมผัสตาย ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ ทดสอบด้วยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง	40
10	ระดับความเป็นพิษในการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการกินตาย ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ ทดสอบด้วยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง	45
11	ระดับความเป็นพิษในการเป็นสารรม ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ ที่เวลา 24 ชั่วโมง	49
12	เปอร์เซ็นต์การไล่หอนกระพุ่มักที่ระยะเวลาต่างๆ ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วย วิธีการต่างๆ (ก) สารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (ข) สารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยน้ำ (ค) สารสกัดจากขมิ้นชันที่กลั่นด้วยไอน้ำ	53

ประสิทธิภาพและการออกฤทธิ์ในการเป็นสารกำจัดแมลงของสารสกัดจากขมิ้นชัน
(*Curcuma longa* Linn.) ต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius)

Insecticidal Efficacy and Action of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) Extract
on Larva of Common Cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius)

คำนำ

หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius) เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญเนื่องจากทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น หน่อกล้วย กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดหัว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว ฝ้าย ถั่วต่างๆ (สิริวัฒน์, 2526) เป็นต้น หนอนกระทู้ผักมีพืชอาหารหลายชนิดจึงทำให้สามารถขยายพันธุ์และแพร่ระบาดได้เกือบตลอดทั้งปี วิธีการแก้ปัญหาที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติคือ การใช้สารเคมี เพราะใช้ง่าย สะดวก และเห็นผลรวดเร็ว แต่ผลเสียจากการใช้สารเคมีนั้นก็ยังมีมาก

ปัจจุบันทั่วโลกมีการรณรงค์ เรื่องการผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย (food safety) จากสารพิษตกค้าง ประเทศไทยประชากรส่วนมากของประเทศประกอบอาชีพการเกษตรเป็นหลัก มีการผลิตสินค้าเกษตรส่งขายทั้งภายในและต่างประเทศ อีกทั้งรัฐบาลชูนโยบายที่ทำให้ประเทศเป็นครัวของโลกให้ได้ ดังนั้นในกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรจึงต้องมีความปลอดภัย ต้องไม่ใช้หรือลดการใช้สารอันตรายต้องห้ามต่างๆ ซึ่งสารดังกล่าว รวมถึงสารเคมีกำจัดแมลงต่างๆ ที่มีความเป็นพิษโดยตรง และตกค้างที่ก่อให้เกิดภาวะปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อีกทั้งเมื่อใช้สารเคมีกำจัดแมลงไปนานๆ แมลงศัตรูพืชจะสร้างความต้านทานต่อสารนั้น เกษตรกรจึงจำเป็นต้องใช้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น บ่อยครั้งขึ้น หรือเปลี่ยนไปใช้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดใหม่ ที่มีความเป็นพิษมากขึ้น ส่งผลให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายสูงขึ้น มีความเสี่ยงและเป็นอันตรายมากขึ้นต่อชีวิตเกษตรกร สัตว์เลี้ยงและผู้บริโภค รวมถึงก่อให้เกิดปัญหาการส่งออกสินค้าการเกษตรที่มีสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างหรือติดไปกับผลผลิต ซึ่งมีผลต่อราคาและการกักกันผลผลิตนั้น

การใช้สารสกัดจากพืชเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นอีกวิธีหนึ่งในการลดปัญหาดังกล่าวเนื่องจากการใช้สารสกัดจากพืชสามารถฆ่าแมลง ไล่แมลง อีกทั้งสารสกัดจากพืชสลายตัวได้ง่ายในสภาพธรรมชาติ มีอันตรายน้อยกับผู้ใช้ (สุภาณี, 2532) และเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางพรรณพืชและสมุนไพรต่างๆ จำนวนมากมาใช้ทดแทนสารเคมีบางชนิด อีกทั้งเป็นการพึ่งตนเองโดยอาศัยทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ขมิ้นชัน (Turmeric) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa* Linn. เป็นพืชสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีสารประกอบทางเคมีที่น่าจะสามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ (อุดมลักษณ์, 2540) จึงได้นำขมิ้นชันมาทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผักซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญเพื่อเป็นอีกทางเลือกในการใช้เป็นสารกำจัดแมลง

การศึกษานี้มุ่งเน้นการตรวจสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากขมิ้นชันในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก จากการสกัดสารด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ ตัวทำละลายน้ำ และการกลั่นด้วยเครื่องกลั่นจากไอน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการนำสารสกัดจากขมิ้นชัน มาใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าแมลงต่อหนอนกระทู้ผัก ของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารรมต่อหนอนกระทู้ผัก ของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก ของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ต่อหนอนกระทู้ผัก ของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ

การตรวจเอกสาร

ขมิ้นชัน

ชื่อไทย	ขมิ้นชัน
ชื่อพื้นเมืองอื่น ๆ	ขมิ้น (ทั่วไป) ขมิ้นป่า ขมิ้นทอง ขมิ้นดี ขมิ้นแกง ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว (เชียงใหม่) ขี้หมิ้น หมิ้น (ใต้) ตายอ (กะเหรี่ยง- กำแพงเพชร) สะยอ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Curcuma longa</i> Linn.
ชื่อภาษาอังกฤษ	Turmeric, Curcuma, Yellow root
ชื่อพ้อง	<i>Curcuma domestica</i> Valetton
วงศ์	ZINGIBERACEAE

ขมิ้นชัน มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปัจจุบันมีเขตการกระจายพันธุ์ปลูกทั่วไปในภูมิภาคร้อนหรือร้อนชื้นทั่วโลก (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544) แหล่งปลูกขมิ้นชันเป็นการค้าขนาดใหญ่ของโลกคือ อินเดีย จีน อินโดนีเซีย และไทย มีแหล่งอื่นบ้างแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (นิจศิริ, 2534)

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น ขมิ้นมีลำต้นอยู่ใต้ดิน จัดแบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโตได้สองส่วน ส่วนแรกอยู่ใต้ดินโคนกาบใบหรือส่วนเหนือดิน เรียกว่า หัว (Tuber) จะมีรูปร่างเป็นแบบรูปไข่ ส่วนนี้จะเป็นจุดกำเนิดของ ใบ ดอก เหง้า และราก ส่วนที่สองคือส่วนที่เราเรียกว่าเหง้า (Rhizome) จะเกิดจากส่วนของหัว มีลักษณะการเจริญเติบโตเป็นท่อน ทอดขนานไปกับผิวดิน (พิทยา, 2529) จากเหง้าชุดแรกจะมีการแตกแขนงย่อยออกไปได้อีก 1-2 ครั้งเหง้าแขนงรูปร่างคล้ายทรงกระบอก หรือคล้ายนิ้วมือ (Finger) และจากเหง้าแขนงชุดที่สองอาจมีเหง้าแขนงชุดที่สามแตกออกมาอีกก็ได้ (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544) โดยเหง้าทั้งหมดจะเกาะรวมตัวกันเป็นกระจุกแน่นไม่แยกตัวออกจากกันอย่างเด่นชัดเหมือนเหง้าขิง เหง้าขมิ้นจะมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว เปลือกนอกมีสีน้ำตาล แต่เนื้อภายในมีสีเหลืองส้มจัดปลายเหง้าจะมีจุดเจริญที่สามารถพัฒนากลายเป็นส่วนเหนือดินได้ (พิทยา, 2529)

ใบ แต่ละต้นจะมีประมาณ 6-10 ใบ ใบตั้งตรง รูปรีเว้าคล้ายหอกยาว 30-40 เซนติเมตร ปลายแหลมยาว 8-10 เซนติเมตร ก้านใบยาว 8-15 เซนติเมตร (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2542) ส่วนของกาบใบจะห่อตัวกันเข้ากลายเป็น Pseudostem โคนก้านใบเรียงเป็นวงรอบลำต้นติดกับผิวดิน ใบบาง มีสีเขียวเข้มทางด้านบนใบ ด้านล่างมีสีเขียวคล้ำกว่าคล้ายใบ (พิทยา, 2529)

ดอก ออกดอกเป็นรูปทรงกระบอก มีก้านช่อแทงออกจากเหง้าโดยตรง ก้านช่อดอกยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีใบประดับช่อดอกสีเขียวอ่อนๆหรือขาวรูปหอกเรียงซ้อนกันใบประดับ 1 ใบมี 2 ดอก มีใบประดับย่อยขนาดใบยาว 3-3.5 เซนติเมตร ด้านนอกมีขนกลีบดอกสีขาว โดยเชื่อมติดต่อกันเป็นท่อนยาว ปลายแยกออกเป็น 3 ส่วน เกสรตัวผู้คล้ายกลีบดอก มีขน มีอับเรณูอยู่ใกล้ๆ ปลายท่อน เกสรตัวเมียเล็กและยาว ซึ่งเกสรตัวผู้มีทั้งสมบูรณ์และเป็นหมัน ยอดเกสรตัวเมียรูปปากแตรเกลี้ยง รังไข่มี 3 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 2 ใบ (Burt and Smitt, 1983) ขมิ้นชันที่ปลูกในประเทศไทยจะมีดอกออกในราวเดือนมีนาคม - พฤษภาคม (ถนอมศรี, 2538)

ผล มี 3 พู แต่ละพูมี 3 เมล็ด (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2542)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ดิน ขมิ้นชันเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิดที่มีอินทรีย์วัตถุอุดมสมบูรณ์ ร่วนซุย มีความชื้นและมีการระบายน้ำดี ไม่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขัง ความเป็นกรด-ด่าง ของดินมีผลต่อผลผลิต โดยทั่วไปเติบโตได้ดีในดิน pH ระหว่าง 5-7 ในสภาพดินที่มีความเป็นด่างจัด ดินเหนียวหรือดินลูกรังจะไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตหรือพัฒนาการของเหง้า (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544) ขมิ้นชันสามารถปลูกได้ทั้งที่ราบหรือที่ลาดเอียง ตั้งแต่พื้นที่ระดับต่ำไปจนถึงระดับสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง มักปลูกกันมากที่ระดับความสูง 450- 900 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2545)

อากาศ ขมิ้นชันขึ้นได้ดีในสภาพอากาศร้อนไปจนถึงอบอุ่นที่มีความชื้นและปริมาณน้ำพอเพียง (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544)

น้ำ โดยทั่วไปขมิ้นชันปลูกได้ดีในเขตน้ำฝน โดยเฉพาะในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝน 1,000 – 2,000 มิลลิเมตรต่อปี (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544) หรือที่มีปริมาณน้ำฝน 1,200 – 1,400 มิลลิเมตร ในเวลา 100 – 120 วัน ดังนั้นถ้าปลูกในที่ที่มีปริมาณฝนน้อยต้องใช้ระบบน้ำ

หรือชลประทานเข้าช่วย(สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2545)

แสง ขมื่นเติบโตได้ดีในทั้งที่โล่งแจ้ง หรือมีแสงรำไร การปลูกในสภาพร่มผลผลิตจะลดลง ปลูกได้ทั้งแบบพืชเดี่ยว หรือปลูกแซมพืชไร่ พืชสวนอื่นๆ ถ้าปลูกแซมในไม้สวนยืนต้นต้องหลีกเลี่ยงในที่ร่มจัดและบริเวณ โคนไม้ใหญ่เพราะจะทำให้การพัฒนาเหง้าไม่ดี

อุณหภูมิ โดยทั่วไปหน่องอกในช่วงอุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส การพัฒนาเหง้าในช่วงอุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิช่วงพักตัว 18-20 องศาเซลเซียส (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544)

การขยายพันธุ์

ขมื่นชั้นมีการออกดอกแต่ยังไม่ค่อยมีการติดผลและเมล็ด ดังนั้นจึงนิยมขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศเท่านั้น โดยการตัดเหง้าหรือเหง้าแขนงให้เป็นท่อนสั้นๆ แต่ละท่อนมีตาสมบูรณ์อย่างน้อยสองตาในการขยายพันธุ์และพบว่าส่วนขยายพันธุ์ที่ได้จากเหง้าจะได้ต้นใหม่ที่แข็งแรงดีกว่าที่ได้จาก เหง้าแขนง (พิทยา, 2529)

การปลูก

ฤดูปลูกที่เหมาะสมคือ ฤดูฝน ควรเริ่มปลูกในช่วงต้นฤดูฝนประมาณเดือน พฤษภาคม - กรกฎาคม (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544) การปลูกขมื่นชั้นควรมีการไถพรวนพื้นที่ปลูก หรือขุดดิน เพื่อให้ร่วนซุยและตากดินไว้ 1 - 2 สัปดาห์ ก่อนปลูกถ้าดินระบายน้ำไม่ดี ควรมีการยกร่องปลูก โดยยกร่องกว้างประมาณ 50 -60 เซนติเมตร สูงประมาณ 25 เซนติเมตร ความยาวไม่จำกัด ใช้ระยะปลูกประมาณ 15 x 15 เซนติเมตร ถ้าไม่ยกร่องปลูกให้ขุดหลุมปลูกกว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 15 x 15 x 15 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้นและระหว่างแถว 30 x 30 เซนติเมตร จากนั้นคัดเลือกหัวพันธุ์ที่มีอายุ 7 - 9 เดือน มีตาสมบูรณ์ไม่มีโรคแมลงทำลาย แบ่งหัวพันธุ์โดยหันให้แต่ละเหง้ามีตาอย่างน้อย 3 - 5 ตา หรือแ่ง มีน้ำหนักประมาณ 15 - 50 กรัม นำท่อนพันธุ์มาแช่สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง 1 - 2 ชั่วโมง ตามอัตราแนะนำ จากนั้นนำท่อนพันธุ์มาชุบด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อรา ก่อนปลูก เมื่อขุดหลุมปลูกแล้วให้ใส่ปุ๋ยคอกรองก้นหลุมประมาณหลุมละ 200 กรัม นำหัวพันธุ์ที่เตรียมไว้ลงปลูกให้ลึกประมาณ 5 - 7 เซนติเมตร คลุมแปลงด้วยฟางหรือหญ้าคาขนาดประมาณ

2 นิ้ว เพื่อป้องกันการงอกของวัชพืชและรักษาความชื้นในดิน (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2545)

5. การดูแลรักษา

ขมิ้นชันเป็นพืชที่ต้องการความชื้นสูง แต่ต้องไม่แฉะเพราะจะทำให้เหี่ยวเฉาเสียหายได้ และต้องหมั่นคอยกลบโคนต้นอยู่เสมอ เพื่อให้เหง้าเจริญเติบโตดี มีรุ่มเงาและมีความชื้นเพียงพอ การใส่ปุ๋ยควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ถ้าใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ต้องระมัดระวังอย่าให้ปุ๋ยสัมผัสกับลำต้นใต้ดินและลำต้นเหนือดิน ส่วนโรคและแมลงควรตรวจแปลงปลูกเป็นประจำ (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2545)

6. การเก็บเกี่ยวและผลผลิต

หลังจากที่ปลูกขมิ้นชันได้ประมาณ 7 เดือน ใบต่างๆของขมิ้นชันจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดงว่าขมิ้นชันเริ่มแก่แล้ว ให้ปล่อยให้ขมิ้นชันไว้ในแปลงจนมีอายุประมาณ 9-10 เดือน จึงเริ่มขุด (รุ่งรัตน์, 2540; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541) ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ถ้าดินแห้งเกินไปในขณะที่จะขุดก็ให้น้ำก่อนทุกครั้งเพื่อให้สะดวกต่อการขุดและง่ายต่อการเอาดินออกจากหัวขมิ้นชัน การขุดต้องไม่ให้จอบโค่นเหง้า เสร็จแล้วจึงตัดใบ ราก และล้างน้ำให้สะอาด ขมิ้นชันกอหนึ่งๆ จะมีหัวประมาณ 2-8 อันและมีแง่ม้วนมีประมาณ 10-40 อัน ให้ผลผลิตประมาณไร่ละ 3,200 – 3,500 กิโลกรัม สำหรับบนพื้นที่ที่มีการชลประทาน แต่ถ้าปลูกนอกเขตพื้นที่ชลประทานหรืออาศัยน้ำฝนจะให้ผลผลิตต่ำกว่านี้หรือถ้าปลูกแซมพืชไร่อื่นๆ จะได้ประมาณ 200 – 300 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกแซมพืชยืนต้นในต่างประเทศผลผลิตได้ประมาณ 90 – 300 กิโลกรัมต่อไร่ (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544) นอกจากนี้ผลผลิตของขมิ้นชันยังขึ้นอยู่กับระยะห่างของการปลูก พันธุ์และแหล่งปลูกด้วย ผลผลิตของขมิ้นชันหรือแง่ม้วนที่ได้นี้ยังเป็นขมิ้นชันสดหรือขมิ้นชันเขียว มีสีเหลืองปนน้ำตาล จะต้องนำไปทำความสะอาดและทำให้แห้งก่อน จึงจะเก็บไว้ได้นาน หลังจากทำความสะอาดแล้วควรแยกแง่ม้วนที่มีลักษณะเป็นหัวและนิ้วมือออกจากกันก่อน เพราะแง่ม้วนทั้งสองใช้เวลาในการทำแห้งแตกต่างกัน อีกทั้งความต้องการของตลาดตลอดจนราคาแตกต่างกันด้วย กล่าวคือ แง่ม้วนมีราคาสูงกว่าชนิดหัว (รุ่งรัตน์, 2540)

การทำให้แห้ง กระทำได้โดยนำขมิ้นชันไปต้ม ตากให้แห้งและขัดเปลือกให้สะอาดเวลาใช้ต้มประมาณ 1 – 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณขมิ้นชัน การต้มมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เซลล์ของ

ขมิ้นชันตายและป้องกันการระเหยของน้ำ เมื่อนำไปตากแห้งแ่งขมิ้นชันจะมีลักษณะดีสวยและเก็บไว้ได้นาน ขมิ้นชันเมื่อต้มเสร็จแล้วจะมีเนื้ออ่อนนุ่ม สีเหลืองเข้ม บางแห่งนิยมแช่ขมิ้นชันในน้ำปูนใสก่อนที่จะนำไปตากแห้งเพื่อให้มีความแห้งอย่างสม่ำเสมอ จึงต้องใช้เวลาพอสมควร ซึ่งปกติจะใช้เวลา 1-2 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับลักษณะของแ่งขมิ้นชันด้วย หัวขมิ้นชันจะแห้งช้ากว่าขมิ้นชันนิ้วมือ เนื่องจาก หัวขมิ้นชันมีขนาดใหญ่และหนากว่า แ่งขมิ้นชันที่แห้งดีแล้วจะมีลักษณะแข็งเปราะ มีกลิ่นหอมเล็กน้อย หลังจากนั้นจึงนำไปขัดเปลือกหรือลอกเปลือกออกเพื่อให้แ่งขมิ้นชันดูสวยงาม (นิจศิริ, 2542; ชยันต์ และวิเชียร, 2545) การขัดเปลือกกระทำได้โดยใส่ในตะแกรงหรือใส่ในถังเหล็กหรือถังโลหะแล้วเขย่า หรือหมุนจนเปลือกหลุดออกหมด เศษหรือผงขมิ้นชันและเยื่อที่ได้จากการขัดสามารถนำไปใช้ทำเป็นปุ๋ยพืชสด (รุ่งรัตน์, 2540)

7. การเก็บรักษา

เหง้าขมิ้นที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 1) เก็บไว้ในที่ร่ม อากาศถ่ายเทได้สะดวกปราศจากความชื้นหรือฝังในทรายหยาบในที่ร่มที่มีความชื้นและความเย็นให้เหง้าสดอยู่เสมอ หรือเก็บในสภาพแห้งโดยนำเหง้าขมิ้นลวกน้ำร้อน แล้วตากแดดให้แห้ง เก็บในภาชนะแก้วที่สะอาด ฝาปิดสนิทป้องกันการความชื้น ไม่ให้ราและแมลงรบกวน (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2542)



ภาพที่ 1 เหง้าขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.)

8. สารองค์ประกอบสำคัญ

เหง้าแห้งและเหง้าสดรวมทั้งใบ เป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ โดยมีอายุที่เก็บเกี่ยวได้คือ 9-10 เดือน (มัลลิกา, 2547) องค์ประกอบที่พบส่วนใหญ่เป็นแป้งและเยื่อใยแต่ปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับการเพาะปลูกและอายุการเก็บเกี่ยว แป้งมีอยู่ประมาณร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักแห้ง และองค์ประกอบที่สำคัญคือรงควัตถุที่ให้สีเหลือง ได้แก่ สารประกอบเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย (Govindarajan, 1980)

สารเคมีที่พบในรากและเหง้าของขมิ้นชันมีจำนวนมากมาย สารเคมีที่พบได้แก่ curcumin, bis-demethoxycurcumin, demethoxycurcumin, bisabolene, α -Atlantone, γ -atlantone, borneol, campesterol, cholesterol, 1,8 – cineole curlone, p-cymene, saturated and unsaturated fatty acid, guaiacol, bis –p-hydroxy-cinnamoyl methane, dip-coumarol methane, diferuloyl methane, feruloyol-p-coumaroyl methane, hydroxycinnamoyl-feruloyl methane, α - phellandrene, sabinene, β - sitosterol , stigmasterol, tolyl methyl carbinol, turmerone, α - turmerone, ar-turmerone, β - turmerone, zingiberene, dihydrocurcumin, 1,7-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl 1,6-heptadiene-3,5-dione), d-arabinose, d-fructose, d-glucose, camphene, camphor, 1,4 – cineole, curcumone, zingerene, sesquiterpene (สุคนธ์และคณะ, 2542) ส่วน Raintree Nutrition (2004) รายงานสารสำคัญดังกล่าวเช่นเดียวกันและมีเพิ่มเติมดังนี้ caryophyllene, 1- β - curcumens, curdione, cycloisoprenemyrcene, 2,5-dihydroxybisabola-3,10-diene, eugenol, glutamic acid, lectin, limonene, tocopherol และยังมีพบ ascorbic acid, bata carotene, boron, caffeic acid, calcium, cinnamid acid, curlone, resin, riboflavin, thiamin, vanillic acid อีกด้วย

ส่วนสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของขมิ้นชันที่เป็นประโยชน์ด้านการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2548) รายงานว่าขมิ้นชันมีสารองค์ประกอบในการออกฤทธิ์ฆ่าแมลงคือ สารฟินีนิล ปีแลนดรีน บอร์นีออล และเคอคูมิน และสารออกฤทธิ์ในการไล่แมลงได้แก่ สาร เทอร์มาโลน เนอรอล เจอรานอล เคอคูมิน และเคอโรน

9. ประโยชน์ของขมิ้นชัน

จากการที่ขมิ้นชันเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมและให้สีเหลืองสวยงาม จึงมีการนำขมิ้นชันมาใช้เป็นเครื่องเทศใช้ในการประกอบอาหาร (พร้อมจิต, 2532) โดยเราจะแบ่งตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

สี ของขมิ้นชันใช้ในการปรุงแต่งอาหาร เช่นเป็นผงแกงเผ็ด มาสตาดี ซอสปรุงรส ปรุงสีอาหาร จำพวก ผัก ไข่ เนื้อ ปลา และผักดอง (ชยันต์ และวิเชียร, 2545)

ใบ ของขมิ้นชันช่วยในการเพิ่มรสชาติของอาหารได้ดีขึ้น ในอินเดียนิยมใช้ใบขมิ้นชันห่อปลาก่อนนำไปปรุงอาหาร (ชยันต์ และวิเชียร, 2545)

โพลิโอเรซิน ใช้ในการแต่งสีของเนยสด เนยแข็ง เนยเทียม เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และเค้ก (นิจศิริ, 2542; ชยันต์ และวิเชียร, 2545)

นอกจากนี้สียังใช้เป็นสีย้อมผ้าฝ้าย ไหม และไหมพรม ใช้แต่งสีเครื่องสำอาง โดยเฉพาะสีเหลืองของขมิ้นชันนี้เมื่อถูกด่างจะให้สีน้ำตาลเข้ม เช่น เมื่อใช้ในปูนขาว จะได้สีปูนแดงตามที่ต้องการ (นิจศิริ, 2542; ชยันต์ และวิเชียร, 2545)

นอกจากขมิ้นชันจะใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารและเครื่องสำอางแล้วก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการรักษาโรคได้ทุกส่วนของต้นขมิ้นชัน แต่ที่นิยมใช้จะใช้เหง้าสดและแห้งใช้เป็นยาบำรุงธาตุ ฟอกโลหิต แก้โรคผิวหนังผื่นคัน ใช้ผสมกับน้ำมะพร้าวทาเป็นยาสมานแผล แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ขมิ้นชันสดๆ ใช้แก้ท้องร่วงได้ ในปัจจุบันยังพบว่ามีสรรพคุณบำบัดโรคกระเพาะอาหารอักเสบได้ (นิจศิริ, 2542; ชยันต์ และวิเชียร, 2545)

เนื่องจากสรรพคุณทางยาของขมิ้นชันเป็นที่รู้จักตั้งแต่โบราณมาจนถึงปัจจุบัน จึงได้มีการศึกษาและวิจัยในการใช้ขมิ้นชันรักษาโรคและอาการต่างๆ ซึ่งผลการทดลองที่เบื้องต้นของการศึกษาเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นจะกล่าวถึงตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ทำขึ้นดังนี้

แก้โรคผิวหนัง ผื่นคัน รักษาแผลพุพอง แก้อาการแพ้เนื่องจากแมลงกัดต่อย สารที่ออกฤทธิ์คือ สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยอัน ได้แก่ เคอร์คูมิน ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนองได้ดีอีกด้วย (พร้อมจิต และคณะ, 2542)

แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ จุกเสียดแน่น โดยสารที่ออกฤทธิ์คือน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชัน ส่วนการเพิ่มน้ำย่อย gastrin และ secretin ซึ่งเป็นสารที่กระตุ้นให้มีการหลั่งน้ำดีซึ่งเกิดจากฤทธิ์ของ เคอร์คูมิน และ p-tolylcarbinol ทำให้การย่อยอาหารดีขึ้น และเนื่องจากมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย จึงไปลดการใช้กลูโคสของแบคทีเรียในลำไส้ สามารถยับยั้งการเกิดก๊าซที่สร้างจากเชื้อโรคที่ทำให้เกิดท้องเสีย (*Escherichia coli*) แต่ไม่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อดังกล่าว (พร้อมจิต และคณะ, 2542)

ป้องกันโรคแผลในกระเพาะอาหาร และรักษาแผลเปื่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้ เนื่องจากพบว่าเคอร์คูมินกระตุ้นให้เกิดการหลั่งมิวซิน (mucin) ในกระเพาะอาหาร จึงช่วยป้องกันแผลในกระเพาะอาหารได้ มิวซินขนาดต่ำกว่า 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะช่วยป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารจากยาเฟนิลบูทาโซล (phenylbutazone) แอสไพริน และ 5-ไฮดรอกซีทริปตามีน (5 - hydroxytryptamine) แต่ถ้าให้ปริมาณสูงขึ้นถึง 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้นเนื่องจากทำให้มีการหลั่งมิวซินน้อยลง และพบว่าขมิ้นชันสามารถรักษาแผลเปื่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กได้ผลดี (วันดี, 2537)

เคอร์คูมินและน้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันมีฤทธิ์ลดอาการอักเสบเฉียบพลันได้ดีกว่าการอักเสบเรื้อรัง โดยไปลดฮิสตามีน (histamine) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดการอักเสบ จากฤทธิ์ลดการอักเสบนี้เองจึงมีการนำขมิ้นชันไปใช้รักษาโรคทางเดินหายใจ หลอดลมอักเสบ หอบหืด รักษาโรคไขข้ออักเสบ และใช้ในการผสมเป็นยาสีฟันเพื่อช่วยลดอาการอักเสบของเนื้อเยื่อในช่องปากและรักษาเหงือกอักเสบ (วันดี, 2537)

มีฤทธิ์ป้องกันการอักเสบจากสารพิษ โดยมีสารที่ออกฤทธิ์ได้แก่ เคอร์คูมิน, p-coumaroyl feruloyl methane และ di-p-coumaroyl methane (รุ่งระวี และคณะ, 2545) โดยเฉพาะออกฤทธิ์ต่อต้านสารพิษที่เป็นอันตรายต่อดับ ซึ่งพบว่าสาร curcuminoids ต่อต้าน carbon tetrachloride และ galactosamine ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความเป็นพิษในตับ (Hikino, 1985)

การนำสารสกัดจากขมิ้นชันมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ มยุรา (2544) ได้ทำการศึกษาสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชันด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าทำให้เหาและ

แมลงวันหลังลายตาย 67 และ 60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ส่วนคมสันต์ (2545) รายงานว่า สารสกัดจากเหง้าขมิ้นชันแห้งด้วยเฮกเซน ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ลูกน้ำขุ่นบ้านและแมลงวันหลังลายตาย 100 และ 76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังการทดลองที่เวลา 24 ชั่วโมง เสริม (2541) ได้ทำการทดลองใช้สารสกัดจากขมิ้นชันในอัตรา 50 และ 100 มล. ต่อ น้ำ 1 ลิตรทดสอบกับหนอนใยผัก พบว่าทำให้หนอนใยผักตาย 36.62 และ 23.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อุดมลักษณ์ (2540) รายงานผลการทดลองว่า สารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่พบในขมิ้นชันและมีผลในการฆ่าแมลงคือ สาร pinene, phellandrene และ borneol โดยมีผลในการฆ่าแมลง เช่น ค้างคาวเขียว มอดแป้ง มอดข้าวเปลือก หนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก และแมลงวัน ส่วนมยุรา และ ศรีรัตน์ (2547) ได้ทำการศึกษาสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยเฮกเซน คลอโรฟอร์ม น้ำ และ เมทิลแอลกอฮอล์ต่อการกำจัดหนอนกระทู้ผัก พบว่า สารสกัดจากเฮกเซนมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ทำให้หนอนกระทู้ผักตาย 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วน คลอโรฟอร์ม เมทิลแอลกอฮอล์และน้ำ พบเปอร์เซ็นต์การตายที่ 56, 42 และ 33.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กนกศักดิ์ และคณะ (2553) ได้รายงานผลการทดลองประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวสาร ของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันและการนำน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดรวมกัน พบว่าสามารถไล่ด้วงวงข้าวสารได้ถึง 95.00, 91.66 และ 85.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพีรพัฒน์ และคณะ (2553) ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขมิ้น กระเทียมและกระเพราในการเป็นสารไล่มด โดยการสกัดด้วยน้ำ ผลการทดสอบพบว่า ขมิ้นชันมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ความเข้มข้น 30-70 เปอร์เซ็นต์ สามารถไล่มดได้ 73.40 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาได้แก่ กระเทียมและกระเพรา สามารถไล่มดได้ 71.10 และ 63.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ Dixit and Perti, 1963 รายงานว่าขมิ้นชันที่สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ในปริมาณที่สูงสามารถไล่แมลงวัน *Musca nebulosa* ไล่มอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) และด้วงวง (*Sitophilus granarius*) ได้

หนอนกระทู้ผัก

ชื่ออื่นๆ	หนอนกระทู้ยาสูบ หนอนกระทู้ฝ้าย หนอนรัง common cutworm, tobacco cutworm, cotton cutworm, cotton leaf cotton leaf worm
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Spodoptera litura</i> Fabricius
วงศ์	Noctuidae
อันดับ	Lepidoptera

1. พืชอาหาร

หนอนกระทู้ผักมีพืชอาหารที่หลากหลายชนิด ได้แก่ ถั่วเขียว (อลงกรณ์, 2528) คะน้า ผักกาด กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก มะเขือเทศ ถั่วพู มันเทศ องุ่น ส้ม ผักบุ้ง บัวหลวง ยาสูบ ชา กะเพรา บานชื่น บานไม่รู้โรย ผักโجم มันฝรั่ง ถั่วฝักยาว สตรอเบอร์รี่ กุหลาบ กล้วย ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฝ้าย ละหุ่ง ไม้ดอกไม้ประดับ และไม้ผลอีกหลายชนิด (สิริวัฒน์, 2526)

2. ลักษณะการทำลาย

หนอนกระทู้ผักเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ตัวหนอนจะเริ่มทำลายตั้งแต่เริ่มฟักออกจากไข่ ในระยะแรกจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มและแทะกินผิวใบพืชด้านล่างเหลือไว้แต่ผิวใบด้านบน เมื่อผิวใบแห้งจะมองเห็นเป็นสีขาวสังเกตได้ง่าย ควรทำการป้องกันกำจัดก่อนที่หนอนจะเข้าสู่วัย 2-3 ซึ่งหนอนจะกระจายตัวกัดกินเนื้อใบและผิวใบพืชทั้งหมด (ภาพที่ 3) หนอนจะออกหากินในช่วงเย็นหรือกลางคืนส่วนตอนกลางวันจะลงดินหาที่หลบซ่อนตัว (อนันต์, 2540) อันตรายที่เกิดจากหนอนมักจะรุนแรง เนื่องจากเป็นหนอนที่มีขนาดใหญ่ และมีพืชอาหารกว้างจึงให้มีการแพร่ระบาดเกือบทั้งปี (ณรรฐพล, 2542)

3. รูปร่างลักษณะและชีวประวัติ

ตัวเต็มวัยเพศเมียแต่ละตัวสามารถวางไข่ได้ประมาณ 1,400 - 3,200 ฟองและไข่จะมีลักษณะเป็นแบบ with sculp คือคล้ายกับรูปฝ่ามือ ผิวของไข่มีลายเส้นบางๆ โดยรอบ ตรงกลางมีรอยบุ๋มและมีเส้นเป็นรัศมีโดยรอบ (สุรไกร และอนุชิต, 2528) ไข่ระยะแรกมีสีครีมค่อนข้างขาวต่อมา

จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำเมื่อใกล้ฟักออกมาเป็นตัวหนอน ไช้มีอายุประมาณ 3-7 วัน (อลงกรณ์, 2528)

หนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่ มีขนาดลำตัวเล็ก ความยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร หัวโตสีดำ ตัวใส ลักษณะตัวหนอนเป็นแบบ eruciform มีขาจริง 3 คู่ สีดำ ขาเทียม 5 คู่ ปรากฏอยู่ที่ส่วนท้องปล้องที่ 3, 4, 5, 6 และปล้องสุดท้ายของลำตัว ที่ส่วนท้องปล้องที่ 1 มีสีดำ ลำตัวมีขนและตุ่มขนสีดำ ออกปล้องแรกทางด้านบนจะมีแผ่นแข็งสีดำปกคลุมอยู่ สีของลำตัวเปลี่ยนแปลงไปเมื่ออายุมากขึ้น ลำตัวของหนอนที่เริ่มกินอาหารจะมีสีเขียว ลักษณะของหนอนที่อายุ 1 วัน คือ มีแถบสีเหลืองเริ่มจากอกปล้องแรกทางด้านบนพาดไปตามความยาวของลำตัวตรงกลางของสันหลังจนถึงส่วนท้ายของลำตัว ทางด้านข้างของลำตัวจะมีแถบสีเหลืองข้างละแถบพาดจากอกปล้องแรกไปยังส่วนท้ายของลำตัว เมื่อหนอนอายุมากขึ้นหัวและแผ่นแข็งบนอกปล้องแรกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทางด้านข้างของลำตัวมีแถบสีน้ำตาลแถบใหญ่อยู่ข้างละแถบและมีสีขาวแนบอยู่ทางด้านบนและด้านล่างของแถบสีนี้ รูปร่างที่ส่วนท้องจะเห็นเป็นจุดสีขาว บนอกปล้องที่สองและปล้องที่สามใกล้กับรูหายใจจะมีจุดสีดำติดอยู่ เมื่อตัวหนอนอายุได้ประมาณ 5 วัน สีของลำตัวจะเปลี่ยนแปลงไป คือ ทางด้านข้างของลำตัวจะมีแถบสีดำใหญ่พาดไปตามความยาวของลำตัว หัวมีสีค่อนข้างดำ เส้น suture เป็นรูปตัว Y หัวกลับเห็นได้ชัดเจน เนื้อแถบสีดำใหญ่ด้านข้างลำตัวขึ้นไปจะมีจุดสีเหลืองปล้องละจุดยกเว้นปล้องท้องปล้องที่ 1 และทางด้านบนของจุดสีเหลืองนี้จะมีรอยแต้มรูปร่างค่อนข้างเป็นสามเหลี่ยมมีสีดำ ขาเทียมของตัวอ่อนมีลักษณะเป็นแบบ uniserial หรือ uniordinal ตัวหนอนเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีความยาวประมาณ 32 - 34 มิลลิเมตร ตัวหนอนในระยะที่สามจะทำความเสียหายให้กับพืชผักมาก และหนอนชนิดนี้ชอบกัดกินใบอ่อนมากกว่าใบแก่และมีนิสัยชอบออกหากินในเวลากลางวัน บางครั้งก็สามารถพบหนอนกระพุ่มักในเวลากลางวันซึ่งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยหลบซ่อนตัวอยู่ทางด้านล่างของใบและกัดกินเนื้อเยื่อของใบ ระยะการเป็นตัวอ่อนของหนอนนานประมาณ 15 - 21 วัน ก่อนเข้าดักแด้ตัวหนอนจะลงไปใต้ดินและหดตัวสั้นลง ผิวนอกของลำตัวด้านบนค่อนข้างดำ ส่วนทางด้านล่างสีขาวซีด หลังจากนั้นก็จะเข้าดักแด้ในดิน (สุรไกรและ อนุชิต, 2528)

ดักแด้ของหนอนกระพุ่มักเป็นแบบ obtected pupa มีอวัยวะขา และปีกติดกันเป็นเนื้อเดียวกับลำตัว ที่ปลายหางของดักแด้มี cremaster 2 อันยื่นออกมา ในระยะแรกที่เข้าดักแด้ cremaster ส่วนโคนจะมีสีดำส่วนปลายมีสีขาวรูปร่างมีสีดำเห็นชัดเจน (สุรไกร และอนุชิต, 2528) ในระยะแรกดักแด้จะมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่ออายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มจนเกือบดำ ดักแด้มี

ขนาดความยาวประมาณ 1.4–1.6 เซนติเมตร (ภาพที่ 3) ระยะดักแด้ประมาณ 7-10 วัน (ณรรฐพล, 2542)

ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลางมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 11-16 มิลลิเมตร เมื่อกางปีกเต็มทีวัดจากขอบปีกหนึ่งไปยังอีกขอบปีกหนึ่งประมาณ 24-30 มิลลิเมตร เมื่อเกาะนิ่งอยู่กับที่จะหุบปีกเป็นรูปหลังคา (ภาพที่ 3) ปีกคู่หน้ามีสีดำและมีจุดกลมสีเทาเข้มปนแดงอยู่ตรงกลางปีกข้างละจุด ขอบปีกด้านข้างมีจุดสีดำเรียงเป็นแถว 7-8 จุด ปีกคู่หลังมีสีอ่อนกว่าปีกคู่หน้า มองดูเป็นสีขาวบริเวณขอบปีกทางด้านหน้า (costal margin) และด้านปลายปีก (apical margin) มีขนขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก บริเวณขอบปีกและเส้นปีกเท่านั้นที่มีสีค่อนข้างดำ หนวดเป็นแบบเส้นด้าย ตารวมมีขนาดใหญ่ ขาและลำตัวปกคลุมด้วยเกล็ด บริเวณด้านล่างของอกและท้องจะมีสีเทา แต่ทางด้านบนสีเข้มกว่าคือมีสีเทาปนดำ ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 7-10 วัน (สุรไกรและอนุชิต, 2528) มักจะพบในเวลากลางวันตามกอหญ้า รอยแตกแหว่งของดินหรือร่องไม้ในร่ม ในเวลากลางคืนมักจะพบได้ทั่วไปเมื่อผีเสื้อออกมาจากที่ซ่อนไปผสมพันธุ์ วางไข่ หรือไปเล่นไฟ (อลงกรณ์, 2528) การแยกเพศของผีเสื้อหนอนกระทู้ผักทำได้หลายวิธี เช่นการดูปีกคู่หน้า เพศผู้จะมีสีเข้มและลวดลายสีขาวเด่นชัดกว่าเพศเมีย ส่วนท้องของเพศผู้ที่ปล้อง 7, 8, 9 และ 10 จะคอดเล็กลงและปลายปล้องที่ 10 เป็นพู่หางยาว ส่วนในเพศเมียจะพบว่าปล้องท้องใหญ่และมีขนาดเท่ากันทุกปล้อง ไม่มีพู่หางหรือถ้ามีก็เล็กกว่าของเพศผู้ (วิชัย, 2520)

4. การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด

หนอนกระทู้ผักพบการระบาดทั่วทุกภาคของประเทศไทย มักพบระบาดทั่วๆ ไปตลอดปี ไม่จำกัดฤดูกาลปลูกเนื่องจากมีพืชอาหารหลายชนิด (นุชรีย์ และคณะ 2540) และพบมากโดยเฉพาะฤดูฝน (กองกัญและสัตววิทยา, 2535) ส่วนต่างประเทศมีรายงานพบหลายประเทศ เช่น จีน อินเดีย ศรีลังกา พม่า มลายู ชวา ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน เกาหลี ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย อังกฤษและสหรัฐอเมริกา (Butoni, 1979)

5. ศัตรูธรรมชาติ

แมลงศัตรูธรรมชาติที่พบ โกศล และวิวัฒน์ (2529) รายงานว่า มีแตนเบียนและตัวห้ำหลายชนิด เช่น แตนเบียนหนอน *Apanteles risberci* De Saeger แตนเบียนไข่ *Chelonus* sp. และตัวห้ำหนอนอย่าง *Amyotia malaburrica* F. เป็นต้น นอกจากนี้ประเทศไทยได้มีการนำตัวอ่อนและตัวเต็ม

วิจัยของมวนพิฆาตมาใช้ควบคุมหนอนกระทู้ผัก (รัตนา, 2544) และยังมีการใช้เชื้อไวรัส NPV ในอัตรา 30 มิลลิกรัม/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นในช่วงเวลาเย็นทุก 5 วันเมื่อพบว่า มีหนอนลงทำลายพืช (อุทัย, 2544) ในต่างประเทศมีการใช้แตนเบียนหนอน *Cotesia* sp. (Martin *et al.*, 1981) และใช้เชื้อจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson ในการทำลายหนอนกระทู้ผักอีกด้วย (Devi, 1995)

ด้านการใช้สารสกัดจากพืชนั้น นันทิยา (2549) ศึกษา น้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัส ในการเป็นสารฆ่า และสารไล่ต่อหนอนกระทู้ผักพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสสามารถฆ่าหนอนกระทู้ผักได้ 76.67 เปอร์เซ็นต์ที่ความเข้มข้น 12 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และสามารถไล่หนอนกระทู้ผักได้ 72.22 เปอร์เซ็นต์ที่ความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ฉัฐพงษ์ (2549) รายงานผล การศึกษาน้ำมันกระเทียมในการเป็นสารฆ่าหนอนกระทู้ผัก พบว่าสามารถฆ่าหนอนกระทู้ผักได้ถึง 63.5 เปอร์เซ็นต์ที่ความเข้มข้น 12 เปอร์เซ็นต์ (v/v) คันธรส (2544) ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบ ด้วยอะซิโตนจากลำต้นไต้ดินค่างาวดำ ที่มีผลต่อหนอนกระทู้ผัก พบว่าสารสกัดหยาบที่ระดับความเข้มข้น 1, 10, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผักทุกความเข้มข้น อธิราช (2550) ศึกษาสารสกัดจากใบส้มจี๊ดที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถฆ่าหนอนกระทู้ผักได้ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ธรณลักษณ์ (2544) รายงานว่าสารสกัดจากหนอนตายหยาบ สามารถฆ่าหนอนกระทู้ผักและหนอนใยผักได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีการใช้สารสกัดจากสะเดา ว่านน้ำ กระวาน และข่า ในการควบคุมหนอนกระทู้ผักในประเทศไทย (มุสดี และ พันธิตรี, 2546)

6. การป้องกันกำจัด

ตรวจดูแปลงปลูกพืชเป็นประจำ ถ้าพบเห็นไข่หรือหนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ ก็เก็บทำลาย และหมั่นทำความสะอาดแปลงรวมทั้งพรวนดินเพื่อทำลายคักแด้ของหนอนแมลงชนิดนี้ (สิริวัฒน์, 2526) เมื่อพบหนอนระบาดอาจจะใช้สารฆ่าแมลง เช่น ไดอะเฟนไททรอน (โปโล 25% SC) เทบูฟีโนไซด์ (มิมิก 20% F) คลอร์ฟูอซูรอน (อาทาบรอน 5% EC) คลอร์ฟินาเพอร์ (แรมเพจ 10% EC) ฟลูเฟนออกซูรอน (แคสเคด 5% SC) (กองกิติ และ สัตววิทยา, 2542)



(ก)



(ข)



(ค)



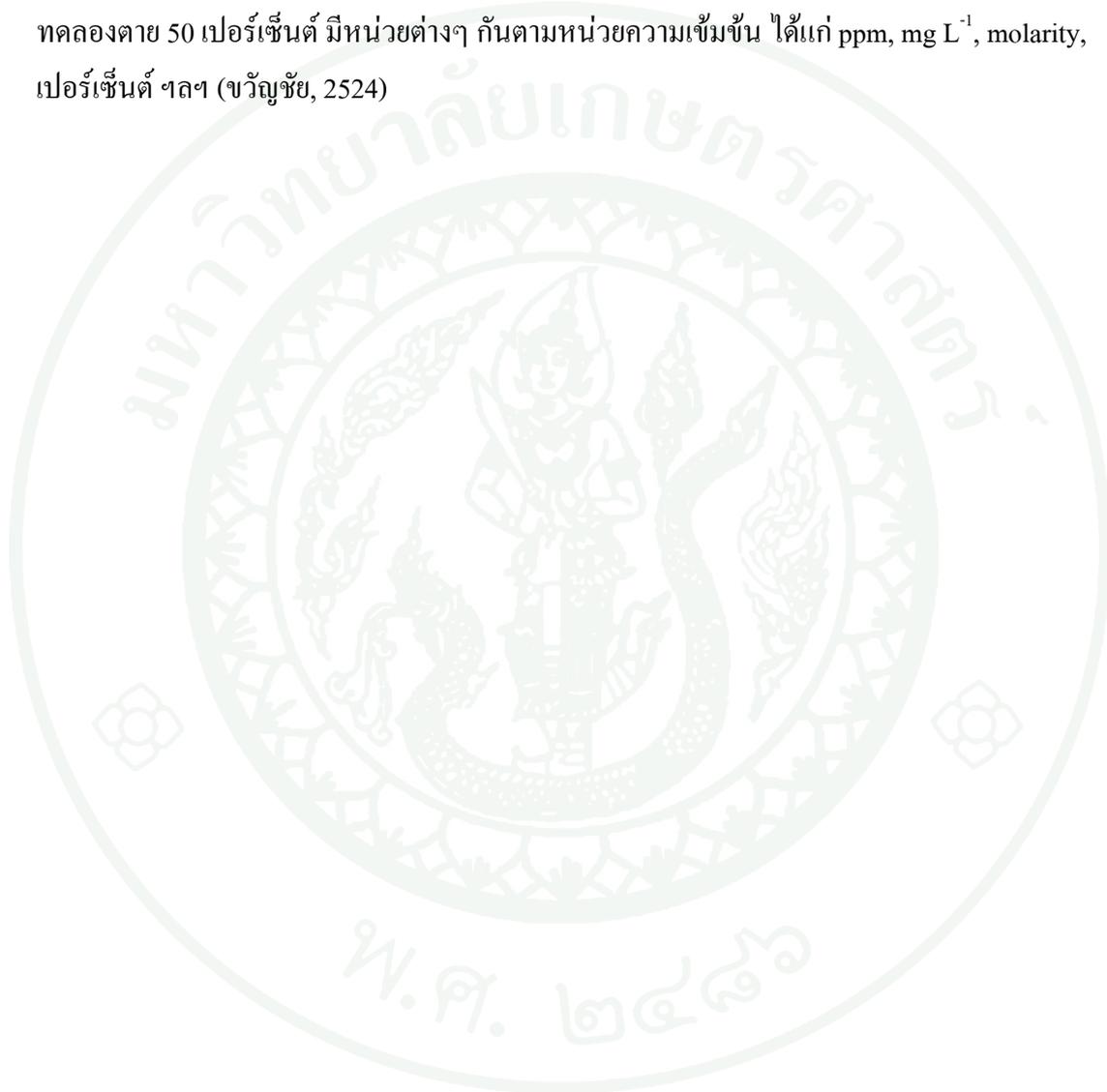
(ง)

ภาพที่ 2 หนอนกระทุ้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius)

- (ก) ไข่
- (ข) หนอน
- (ค) ดักแด้
- (ง) ตัวเต็มวัย

การคำนวณหาค่าความเป็นพิษ (ค่า LC_{50})

นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกจำนวนหนอนที่ตายหลังการทดสอบ มาคำนวณหา LC_{50} (Lethal Concentration 50) ที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธี Probit analysis ซึ่งค่า LC_{50} หมายถึง ความเข้มข้นของสารพิษหรือสารฆ่าแมลงที่แมลงหรือสัตว์ทดลองได้รับซึ่งมีผลทำให้แมลงหรือสัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ มีหน่วยต่างๆ กันตามหน่วยความเข้มข้น ได้แก่ ppm, $mg L^{-1}$, molarity, เปอร์เซ็นต์ ฯลฯ (ขวัญชัย, 2524)



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ขมิ้นชันซื้อจากตลาดกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ผักคะน้าปลูกเอง
3. หนอนกระทู้ผักเก็บรวบรวมจากแปลงผักภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. แอลกอฮอล์เกรดเอ
5. น้ำกลั่น
6. สบู่เหลว Shokubutsu Monogatari
7. น้ำผึ้ง
8. ไมโครปีเปต
9. ขวดแก้วสีชา
10. กล้องเลี้ยงแมลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร
11. ตะแกรงลวด
12. ฟู่กัน
13. เครื่องปั่นผลไม้
14. เครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศ
15. เครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ

วิธีการ

1. การเตรียมและเลี้ยงหนอนกระทู้ผักเพื่อใช้ในการทดลอง

1.1 เลี้ยงหนอนกระทู้ผัก ในห้องปฏิบัติการภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงที่มีรูระบายอากาศและใบคะน้าใส่ไว้สำหรับเป็นอาหาร (ภาพที่ 3ก)

1.2 เมื่อตัวหนอนเข้าดักแด้ ย้ายดักแด้มาไว้ในกล่องเลี้ยงแมลงอีกใบที่ใส่ทรายรองพื้นก้นกล่อง เพื่อสำหรับไว้ให้ดักแด้ฟักตัว (ภาพที่ 3ข)

1.3 เมื่อผีเสื้อตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ คัดผีเสื้อเพศผู้และเพศเมียจำนวน 4 คู่ ไปเลี้ยงในโหลแก้วเลี้ยงแมลงที่เตรียมไว้ โดยนำโหลแก้วไปวางบนชั้นน้ำพลาสติกที่มีผ้าขึงปากชั้นไว้สำหรับให้ความชื้นและใช้สำลีชุบน้ำฝึ้งผสมน้ำเล็กน้อยสำหรับเป็นอาหารตัวเต็มวัย จากนั้นผีเสื้อตัวเต็มวัยจะทำการผสมพันธุ์และวางไข่ไว้บนกระดาษทิชชูที่ขึงปิดปากโหลเลี้ยงแมลง (ภาพที่ 3ค)

1.4 นำกลุ่มไข่ที่ได้ไปเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงที่มีรูระบายอากาศและนำใบคะน้าใส่ไว้สำหรับเป็นอาหารหลังจากที่ไข่ฟักเป็นตัวหนอน จากนั้นเลี้ยงหนอนไปจนกระทั่งวัย 2-3 จึงนำไปใช้ในการทดลองต่อไป



(ก)

(ข)

(ค)



(ง)

(จ)

ภาพที่ 3 การเลี้ยงหนอนกระทู้ฝักไว้สำหรับทดลอง

(ก) เลี้ยงหนอนกระทู้ฝักด้วยใบคะน้า

(ข) เมื่อหนอนเข้าดักแด้นำไปไว้ในกล่องเลี้ยงแมลงที่มีทรายรองพื้นก้นกล่องสำหรับให้ดักแด่ฝักเป็นตัวเต็มวัย

(ค) นำฝักใส่ตัวเต็มวัยไปเลี้ยงในโหลแก้วเพื่อให้ผสมพันธุ์

(ง) ไข่ที่ได้จากการผสมพันธุ์

(จ) ตัวหนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่

2. การสกัดสารจากขมิ้นชัน

2.1 การสกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ โดยตัดแปลงมาจากวิธีของ Thanispong (1991) นำขมิ้นชัน 1 กิโลกรัม ปั่นให้ละเอียดพอประมาณด้วยเครื่องปั่นผลไม้ จากนั้นใส่ลงในขวดโหลแก้ว แล้วใส่แอลกอฮอล์ 2 ลิตร ปิดฝาขวดให้สนิททิ้งไว้ 48 ชั่วโมง นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกกากของขมิ้นชันออกก่อน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปกรองด้วยกระดาษกรองอีกครั้ง ระบายน้ำออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศจนหมด จะได้สารสกัดขมิ้นชันสีเหลือง (ภาพที่ 4ข) เก็บสารสกัดนี้ไว้ในขวดแก้วสีชาที่แห้ง สะอาด ปิดฝาให้สนิทนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.2 การสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ ทำการสกัดเช่นเดียวกันกับข้อ 2.1 แต่ใช้น้ำแทนแอลกอฮอล์ จะได้สารสกัดขมิ้นชันสีน้ำตาลเข้ม เก็บสารสกัดนี้ไว้ในขวดแก้วสีชาที่แห้ง สะอาด ปิดฝาให้สนิท (ภาพที่ 4ค) แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.3 การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำ (steam distillation) สกัดโดยวิธีของ สุรัตน์วดี และคณะ (2540) โดยนำขมิ้นชัน 15 กิโลกรัม ปั่นให้แหลกพอประมาณด้วยเครื่องปั่นผลไม้ จากนั้นใส่ลงในหม้อกลั่นความดันไอน้ำ เติมน้ำประมาณ 1/4 ของหม้อกลั่น แล้วปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันระเหยออกมาพร้อมไอน้ำ จากนั้นติดไฟที่เตาแก๊สพร้อมกับเปิดน้ำเข้าถังควบแน่น เมื่อน้ำในหม้อกลั่นเดือด น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันจะถูกสกัดออกมาในรูปของไอน้ำมัน ไอน้ำมันจะเคลื่อนผ่านเข้าไปในสายซิลิโคนที่ต่อไปยังถังควบแน่นแล้วกลายเป็นหยดน้ำมัน ไหลลงสู่ขวดแก้วที่นำมากรองไว้ น้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชันจะอยู่ส่วนบนของขวด จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากขมิ้นชันจะแยกชั้นกับน้ำซึ่งจะอยู่ชั้นบนของขวด (ภาพที่ 4ก) ใช้หลอดหยดสารดูดเอาเฉพาะน้ำมันมาเก็บไว้ในขวดสีชาแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 4 สารขมื่นชั้นสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ

(ก) กั่นด้วยไอน้ำ

(ข) สกัดด้วยแอลกอฮอล์

(ค) สกัดด้วยน้ำ

3. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงของสารสกัดจากขมิ้นชัน

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการสัมผัสตาย ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ สกัดด้วยน้ำ และสกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ ด้วยวิธี Topical application

หาความเข้มข้นของน้ำสมุนไพร Shokubutsu Monogatari ที่มีค่าเหมาะสมสำหรับเป็นตัวทำละลาย (emulsifier) เพื่อใช้สำหรับสารที่สกัดจากขมิ้นชัน โดยวิธีการของ ฉัฐพงษ์ (2549) ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สารขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ชนิดละ 4 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอนกระทู้ฝักวัย 2 – 3 จำนวน 10 ตัว

ทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาข้อมูลช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นสารสัมผัสตาย โดยผลการทดสอบเบื้องต้นได้ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์และช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ คือ 5-20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ คือ 1-4 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

3.1.1 เตรียมสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำให้มีความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่มีความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) โดยใช้น้ำสมุนไพร Shokubutsu Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นตัวเจือจางและเป็นสารควบคุม ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวนี้ได้จากการทดสอบเบื้องต้น

3.1.2 ทดสอบโดยวิธี Topical application ดัดแปลงมาจากวิธีของ Thongtawat (1991) โดยการใช้ไมโครปิเปตหยดสารขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ใส่หนอนกระทู้ฝักปริมาตร 5 ไมโครลิตร ต่อหนอน 1 ตัว (ภาพที่ 5ก) จากนั้นปล่อยหนอนกระทู้ฝักลงบน petridish ที่มีใบคะน้ำใส่ไว้สำหรับเป็นอาหาร (ภาพที่ 5ข)

3.1.3 บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ฝักที่ตายหลังเวลาทดสอบผ่านไป ที่เวลา 2, 4, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 5ค) นำข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ฝักที่ตาย ที่เวลา 24 ชั่วโมง ไปคำนวณค่า

LC₅₀ โดยใช้วิธี Probit analysis และวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 5 การทดสอบการเป็นสารสัมผัสตายโดยวิธี Topical application

(ก) หยอดสารสกัดขมิ้นชันปริมาณ 5 ไมโครลิตร ต่อหนอน 1 ตัว

(ข) นำหนอนที่ผ่านการหยอดสารมาใส่ petridish ที่มีใบกะน้าเตรียมไว้

(ค) บันทึกจำนวนหนอนที่ตายที่เวลา 2, 4, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการกินตาย ของสารขมื่นชั้นสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สกัดด้วยน้ำ และสกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ ด้วยวิธี Leaf dipping

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สารขมื่นชั้นที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ชนิดละ 4 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอนกระทู้ฝักวัย 2-3 จำนวน 10 ตัว

ทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นสารกินตาย โดยผลการทดสอบเบื้องต้นได้ช่วงความเข้มข้นของสารขมื่นชั้นสกัดด้วยแอลกอฮอล์และช่วงความเข้มข้นของสารขมื่นชั้นสกัดด้วยน้ำ คือ 5-20 เปอร์เซ็นต์(v/v) ช่วงความเข้มข้นของสารขมื่นชั้นกลั่นด้วยไอน้ำ คือ 1-4 เปอร์เซ็นต์(v/v)

3.2.1 เตรียมสารขมื่นชั้นที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารขมื่นชั้นสกัดด้วยน้ำให้มีความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และสารขมื่นชั้นกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์(v/v) โดยใช้น้ำสมุนไพร Shokubutsu Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นตัวเจือจางและเป็นสารควบคุม ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวนี้ได้จากการทดสอบเบื้องต้น

3.2.2 ทดสอบโดยวิธี Leaf dipping คัดแปลงมาจากวิธีของเกรียงไกรและคณะ (2540) โดยนำใบคบน้ำจุ่มสารสกัดจากขมื่นชั้นความเข้มข้นต่างๆ (ภาพที่ 6ก) นาน 30 วินาที จากนั้นผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ทิ้งไว้สักครู่ วางใบคบน้ำลงใน petridish จากนั้นปล่อยหนอนกระทู้ฝักลงใน petridish (ภาพที่ 6ข)

3.2.3 บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ฝักที่ตายหลังเวลาทดสอบผ่านไป ที่เวลา 2, 4, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ฝักที่ตาย ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 6ค) ไปคำนวณค่า LC_{50} โดยใช้วิธี Probit analysis และวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 6 การทดสอบการเป็นสารกินตายโดยวิธี Leaf dipping

(ก) จุ่มใบค่น้ำลงในสารสกัดขมิ้นชัน

(ข) นำใบค่น้ำที่จุ่มสารให้แห้งแล้วนำมาวางใน petridish แล้วเขียนอุณหภูมิที่ปักลงบนใบค่น้ำ

(ค) บันทึกจำนวนหนอนที่ตายที่เวลา 2, 4, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

4. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารรม ของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สกัดด้วยน้ำ และสกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สารขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ชนิดละ 4 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอนกระทุ้ผักกวย 2-3 จำนวน 10 ตัว

ทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นสารรม โดยผลการทดสอบเบื้องต้นได้ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ คือ 4-16 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

4.1 เตรียมสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำให้มีความเข้มข้น 4, 8, 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ (v/v) โดยใช้น้ำสมุนไพร Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นตัวเจือจางและเป็นสารควบคุม ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวนี้ได้จากการทดสอบเบื้องต้น

4.2 ทดสอบการเป็นสารรม ดัดแปลงมาจากวิธีของ Choi *et al.* (2003) โดยให้มีการหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับหนอนโดยตรง ตัดกระดาษกรองใส่ไว้ที่ก้นถ้วยพลาสติก จากนั้นหยดสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงบนกระดาษกรอง (ภาพที่ 7ก) นำตะแกรงลวดมาวางเหนือกระดาษกรอง (ภาพที่ 7ข) และนำกระดาษเปล่ามาวางทับตะแกรงลวดอีกชั้นหนึ่ง (ภาพที่ 7ค) เพื่อป้องกันการสัมผัสระหว่างสารที่หยดกับตัวหนอน จากนั้นวางใบกระทุ้ผักกวยเปล่าไว้สำหรับเป็นอาหารหนอนและปล่อยหนอนกระทุ้ผักกวย (ภาพที่ 7ง)

4.3 บันทึกจำนวนหนอนกระทุ้ผักกวยที่ตายหลังเวลาทดสอบผ่านไป ที่เวลา 6, 12, 18, และ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลจำนวนหนอนกระทุ้ผักกวยที่ตาย ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 7จ) ไปคำนวณค่า LC_{50} โดยใช้วิธี Probit analysis และวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 7 การทดสอบการเป็นสารรม

- (ก) หยดสารสกัดขมิ้นชันลงบนกระดาษกรองที่ใส่ไว้ในถ้วย
- (ข) นำตะแกรงลวดมาวางไว้เหนือกระดาษกรอง
- (ค) ตัดกระดาษเปล่ามาวางไว้บนตะแกรงลวด
- (ง) นำใบคะน้ามาวางไว้บนกระดาษเปล่าและเช็ดหนอนกระทุ้ตกลงบนใบคะน้า
- (จ) บันทึกจำนวนหนอนที่ตายที่เวลา 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง

5. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่แมลง ของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สกัดด้วยน้ำ และสกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สารขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ชนิดละ 4 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอนกระทู้ฝักวัย 2-3 จำนวน 10 ตัว

ทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นสารไล่แมลง ซึ่งไม่ต้องการให้เกิดการตายของหนอนกระทู้ฝัก จึงเริ่มต้นจากความเข้มข้นที่สามารถไล่หนอนกระทู้ฝักได้ จนถึงระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้หนอนกระทู้ฝักเริ่มตาย ผลการทดสอบเบื้องต้นได้ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ คือ 4-10 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

5.1 เตรียมสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำและสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ ให้มีความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) โดยใช้น้ำสมุนไพร Shokubutsu Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นตัวเจือจางและเป็นสารควบคุม ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวนี้ได้จากการทดสอบเบื้องต้น

5.2 ทดสอบการเป็นสารไล่แมลง โดยนำมาจากวิธีของ McDonald *et al.* (1970) และดัดแปลงบางส่วนโดย Talukder and Howse (1995) ทดสอบโดย ตัดกระดาษกรองรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 9 เซนติเมตรออกเป็น 2 ส่วน แล้วนำไปวางใน petridish (ภาพที่ 8ก) จากนั้นหยดสารขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆ ลงในกระดาษกรองส่วนแรกปริมาณ 200 ไมโครลิตร และอีกส่วนหยดด้วยน้ำสมุนไพร Shokubutsu Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 8ข) เป็นสารควบคุม จากนั้นปล่อยหนอนกระทู้ฝัก 10 ตัวต่อซ้ำ ลงตรงกลางระหว่างกระดาษกรองทั้งสองส่วน (ภาพที่ 8ค)

5.3 บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ฝักที่อยู่แต่ละส่วนของกระดาษกรองหลังเวลาทดสอบผ่านไป ที่เวลา 15 นาที 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง (ภาพที่ 8ง) นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การไล่แมลง (Percentage repellency ; PR) ใช้สูตรของ Talukder and Howse (1995) ดังนี้

$$PR = 2(C - 50)$$

เมื่อ C คือเปอร์เซ็นต์ของหนอนกระทู้ฝักที่อยู่ในส่วนของ control (ส่วนที่สองที่หยดด้วย น้ำสบู่น้ำ Shokubutsu Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v))

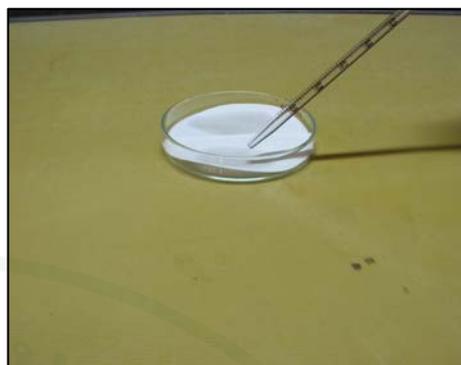
โดย PR เป็นบวก หมายถึง เป็นสารไล่แมลง

PR เป็นลบ หมายถึง เป็นสารดึงดูดแมลง

5.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การไล่แมลง โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ ทำการแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 8 การทดสอบการเป็นสารไล่แมลง

(ก) ตัดกระดาษกรองออกเป็นสองส่วน

(ข) หยดสารสกัดขมิ้นชันลงบนกระดาษกรองส่วนที่หนึ่งและหยดน้ำสบู่ในส่วนที่สอง

(ค) นำหนอนกระถู่ฝักมาป้อนตรงกลางระหว่างกระดาษกรองทั้งสองส่วน

(ง) บันทึกจำนวนหนอนกระถู่ฝักที่อยู่แต่ละส่วนของกระดาษกรองที่เวลา 15 นาที 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง

6. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ของสารขมิ้นชันสกัดด้วย แอลกอฮอล์ สกัดด้วยน้ำ และสกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ

6.1 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต โดยวิธีการให้หนอนที่ นำมาทดสอบสัมผัสกับสารสกัดขมิ้นชันแล้วนำไปเลี้ยงดูการเจริญเติบโต

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สาร ขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ชนิดละ 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ หนอนกระทู้ผักวัย 2-3 จำนวน 10 ตัว

ทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบ คุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ซึ่งไม่ต้องการให้เกิดการตายของหนอนกระทู้ผัก โดยตรง ผลการทดสอบเบื้องต้นได้ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์และช่วง ความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ คือ 2-4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ช่วงความเข้มข้นของสาร ขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ คือ 0.1-0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

6.1.1 เตรียมสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำให้มีความ เข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) โดยใช้น้ำสมุนไพร Shokubutsu Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นตัว เจือจางและเป็นสารควบคุม

6.1.2 ทดสอบโดยใช้ไมโครปิเปตหยดสารขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆ ใส่หนอน กระทู้ผักปริมาตร 5 ไมโครลิตร ต่อหนอน 1 ตัว จากนั้นนำหนอนกระทู้ผักไปเลี้ยงใน petridish ขนาดใหญ่ ที่มีใบคะน้าใส่ไว้สำหรับเป็นอาหาร

6.1.3 บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ผักที่เข้าดักแด้และจำนวนหนอนกระทู้ผักที่ เจริญเติบโตเป็นผีเสื้อ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ ทำการแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

6.2 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต โดยการให้หนอนที่นำมาทดสอบกินใบคะน้าที่จุ่มสารสกัดขมิ้นชันแล้วนำไปเลี้ยงดูการเจริญเติบโต

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้สารขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ชนิดละ 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอนกระทู้ผักวัย 2-3 จำนวน 10 ตัว

ทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ซึ่งไม่ต้องการให้เกิดการตายของหนอนกระทู้ผักโดยตรง ผลการทดสอบเบื้องต้นได้ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์และช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ คือ 5-10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ช่วงความเข้มข้นของสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ คือ 0.1-0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

6.2.1 เตรียมสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำให้มีความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) โดยใช้น้ำสมุนไพร Shokubutsu Monogatari ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นตัวเจือจางและเป็นสารควบคุม

6.2.2 ทดสอบโดย โดยการจุ่มใบคะน้าในสารขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆ จากนั้นฝังให้แห้งประมาณ 30 วินาที แล้วนำใบคะน้าใส่ใน petridish ขนาดใหญ่ แล้วเขียนหนอนกระทู้ผักใส่

6.2.3 บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ผักที่เข้าดักแด้และจำนวนหนอนกระทู้ผักที่เจริญเติบโตเป็นผีเสื้อ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ ทำการแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกจำนวนหนอนที่ตายหลังการทดสอบจากการทดสอบที่ 3.1, 3.2 และ 4 มาคำนวณหาค่า LC_{50} (Lethal Concentration 50) ที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธี Probit analysis และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเมื่อพบ

ความแตกต่างทางสถิติ ทำการแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ทุกการทดสอบ

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

สถานที่

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ศูนย์วิจัยและพัฒนากีฏวิทยาอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง ม.ก.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548 สิ้นสุดเดือนเมษายน พ.ศ. 2550

ผลและวิจารณ์

1. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงของสารสกัดจากขมิ้นชัน

1.1 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการสัมผัสตาย ด้วยวิธี Topical application

จากการทดสอบพบว่าสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังจากหยดสารใส่ตัวหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 ที่เวลาทดสอบผ่านไป 24 ชั่วโมง มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักตาย 30.00, 43.33, 53.33 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) และเมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.27X + 0.93$ (ตารางที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า มีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.70 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 9)

สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังการทดสอบ ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักตาย 26.67, 36.67, 43.33 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) และเมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.26X + 0.67$ (ตารางที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 13.47 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 9)

สารขมื่นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังการทดสอบ ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีผลทำให้หนอนกระทู้ฝักตาย 50.00, 56.67, 66.67 และ 76.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ฝักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมื่นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) และเมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมื่นชันกลั่นด้วยไอน้ำ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 1.70X + 1.60$ (ตารางที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่าค่า LC_{50} เท่ากับ 1.14 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 9)

จากการนำระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมื่นชัน (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) ของสารสกัดจากขมื่นชันทั้ง 3 วิธี จะได้สมการดังนี้ สารขมื่นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ $Y = 0.27X + 0.93$ มีค่า r เท่ากับ 0.82 และค่า r^2 เท่ากับ 0.67 สารขมื่นชันสกัดด้วยน้ำ $Y = 0.26X + 0.67$ มีค่า r เท่ากับ 0.94 และค่า r^2 เท่ากับ 0.89 และสารขมื่นชันกลั่นด้วยไอน้ำ $Y = 1.70X + 1.60$ มีค่า r เท่ากับ 0.86 และค่า r^2 เท่ากับ 0.74 (ตารางที่ 2) จากสมการทั้ง 3 จะพบเครื่องหมายบวกจากทั้ง 3 สมการ แสดงถึงว่า เมื่อเราเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมื่นชัน (X) จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนค่า r นั้นแสดงถึง ระดับความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมื่นชัน ซึ่งค่า r ที่เหมาะสมควรสูงกว่า 0.75 และถ้าค่า r มีค่าสูงกว่า 0.90 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันสูงมาก ซึ่งจากสมการทั้ง 3 ข้างต้น เราจะพบว่า มีค่า r เท่ากับ 0.82, 0.94 และ 0.86 ซึ่งค่อนข้างสูงแสดงว่าเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมื่นชันมีความสัมพันธ์กันสูง และจากข้างต้นจะมีค่า r^2 เท่ากับ 0.67, 0.89 และ 0.74 ซึ่งค่า r^2 นั้น เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงผลของการตายของหนอนกระทู้ฝักที่เกิดจากตัวแปร (X) คือระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมื่นชันมีผลให้เกิดการตายเท่ากับ 0.67, 0.89 และ 0.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่เหลืออีก 0.33 (1 - 0.67), 0.11 (1 - 0.89) และ 0.26 (1 - 0.74) ตามลำดับ เป็นผลของการตายของหนอนกระทู้ฝักที่เกิดจากตัวแปรอื่นที่ไม่ทราบได้

จากเปอร์เซ็นต์การตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ทดสอบด้วยวิธี Topical application พบว่า สารขมื่นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดที่อัตราความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ฝักมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารขมื่นชันสกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่อัตราความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ฝักมี

เปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 56.67 เปอร์เซ็นต์ และสารขมื่นชั้นกลิ่นด้วยไอน้ำมีประสิทธิภาพดีสุดที่ อัตราความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ฝักมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 76.67 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบมีทิศทางเดียวกันกับรายงานของนักวิจัยท่านอื่นๆ คือ มยุรา (2544) รายงานว่าสารสกัดจากเหง้าขมื่นชั้นด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เหา และแมลงวันหลังลายตาย 67 และ 60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ส่วนคมสันต์ (2545) พบว่า สารสกัดจากเหง้าขมื่นชั้นแห้งด้วยเฮกเซน ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ ลูกน้ำยุงบ้านและแมลงวันหลังลาย ตาย 100 และ 76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังการทดลองที่เวลา 24 ชั่วโมง และเสริม (2541) ได้ทำการทดลองใช้สารสกัดจากขมื่นชั้นในอัตรา 50 และ 100 มล. ต่อ น้ำ 1 ลิตรทดสอบกับหนอนไยฝัก พบว่าทำให้หนอนไยฝักตาย 36.62 และ 23.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดลองของอุดมลักษณ์ (2540) ได้รายงานว่ สารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่พบใน ขมื่นชั้นและมีผลในการฆ่าแมลงคือ สาร pinene, phellandrene และ borneol โดยมีผลในการฆ่า แมลง เช่น ค้างคาวเขียว มอดแป้ง มอดข้าวเปลือก หนอนกระทู้หอม หนอนไยฝัก และแมลงวัน

จากผลการทดสอบข้างต้นในการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการสัมผัสตาย ทดสอบโดยวิธี Topical application จะพบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ฝัก จะแปรผันตามระดับความเข้มข้น ของสารขมื่นชั้นที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ โดยเมื่อความเข้มข้นของสารขมื่นชั้นเพิ่มขึ้นจะพบอัตราการ ตายที่เพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 เมื่อได้รับสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมินโดยวิธี Topical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง

crude extract					
TA		TW		TSD	
conc. (%v/v)	mortality (% ± SD)	mortality (% ± SD)	conc. (%v/v)	mortality (% ± SD)	
0 ^{1/}	0.00 a ^{3/}	0.00 a ^{3/}	0 ^{1/}	0.00 a ^{3/}	
5	30.00 ± 1.00 b	26.67 ± 0.58 b	1	50.00 ± 0.00 b	
10	43.33 ± 1.53 b	36.67 ± 0.58 c	2	56.67 ± 1.53 bc	
15	53.33 ± 1.53 b	43.33 ± 0.58 c	3	66.67 ± 1.67 bc	
20	56.67 ± 2.08 b	56.67 ± 0.58 d	4	76.67 ± 1.53 c	
F-test	* ^{2/}	*	F-test	*	
C.V. (%)	66.50	61.80		61.80	

^{1/}กลุ่มควบคุม (control)

^{2/}แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{3/}ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

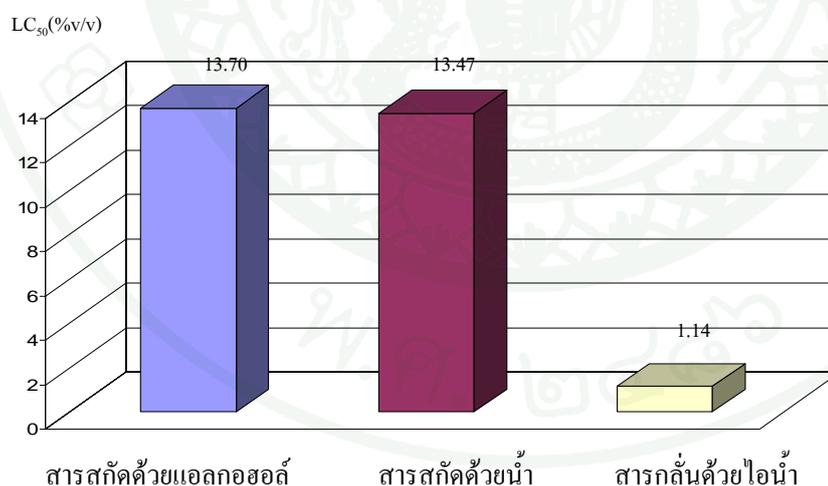
ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันกับเปอร์เซ็นต์การตายของ
หนอนกระทู้ผัก ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากขมิ้นชัน โดยวิธี Topical
application

วิธีการสกัด	สมการรีเกรสชัน ^{1/}	r ^{2/}	r ^{2,3/}
สกัดด้วยแอลกอฮอล์	$Y = 0.27X + 0.93$	0.82	0.67
สกัดด้วยน้ำ	$Y = 0.26X + 0.67$	0.94	0.89
กลั่นด้วยไอน้ำ	$Y = 1.70X + 1.60$	0.86	0.74

^{1/} สมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของสารสกัด
จากขมิ้นชัน (X) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

^{2/} r สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัด
จากขมิ้นชัน

^{3/ 2} สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน



ภาพที่ 9 ระดับความเป็นพิษในการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการสัมผัสตาย ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่
สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ ทดสอบด้วยวิธี Topical application ที่
เวลา 24 ชั่วโมง

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการกินตาย ด้วยวิธี Leaf dipping

จากการทดสอบพบว่า สารขมมันชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังจากนำไปค่น้ำจุ่มสารแล้วนำไปให้หนอนกระทู้ผักวัย 2-3 กิน ที่เวลาทดสอบผ่านไป 24 ชั่วโมง มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักตาย 3.33, 10.00, 10.00 และ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมมันชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 3) และเมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมมันชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.87X - 0.13$ (ตารางที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษ พบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 55.29 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 10)

สารขมมันชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังการทดสอบ ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักตาย 0, 3.33, 6.67 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่าอัตราการตายของหนอนกระทู้ผัก ในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมมันชันสกัดด้วยน้ำ ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) และเมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมมันชันสกัดด้วยน้ำ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.05X - 0.13$ (ตารางที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 65.82 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 10)

สารขมมันชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังการทดสอบ ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักตาย 23.33, 33.33, 40.00 และ 53.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมมันชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) และเมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมมันชันกลั่นด้วยไอน้ำ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) พบว่ามี

ความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 1.23X + 0.53$ (ตารางที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษพบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 4.04 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่10)

จากการนำระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ของสารสกัดจากขมิ้นชันทั้ง 3 วิธี จะได้สมการดังนี้ สารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ $Y = 0.87X - 0.13$ มีค่า r เท่ากับ 0.90 และค่า r^2 เท่ากับ 0.81 สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ $Y = 0.05X - 0.13$ มีค่า r เท่ากับ 0.62 และค่า r^2 เท่ากับ 0.38 และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ $Y = 1.23X + 0.53$ มีค่า r เท่ากับ 0.89 และค่า r^2 เท่ากับ 0.79 (ตารางที่ 4) จากสมการทั้ง 3 จะพบเครื่องหมายลบจาก 2 สมการแรกและเครื่องหมายบวกในสมการที่ 3 ซึ่งเครื่องหมายลบใน 2 สมการแรก แสดงถึงเมื่อเราเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) จะพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ลดลง ส่วนเครื่องหมายบวกในสมการที่ 3 แสดงถึงเมื่อเราเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนค่า r นั้นแสดงถึง ระดับความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน จากสมการทั้ง 3 ข้างต้นเราจะพบว่ามีค่า r เท่ากับ 0.90, 0.62 และ 0.89 ซึ่งค่อนข้างสูงแสดงว่าเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันมีความสัมพันธ์กันสูง และจากข้างต้นจะมีค่า r^2 เท่ากับ 0.81, 0.38 และ 0.79 ซึ่งค่า r^2 นั้น เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงผลของการตายของหนอนกระทู้ผักที่เกิดจากตัวแปร(X) คือระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันมีผลให้เกิดการตายเท่ากับ 0.81, 0.38 และ 0.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่เหลืออีก 0.19 (1 - 0.81), 0.62 (1 - 0.38) และ 0.21 (1 - 0.79) ตามลำดับ เป็นผลของการตายของหนอนกระทู้ผักที่เกิดจากตัวแปรอื่นที่ไม่ทราบได้

จากเปอร์เซ็นต์การตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ทดสอบด้วยวิธี Leaf dipping พบว่า สารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่อัตราความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่อัตราความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 10.00 เปอร์เซ็นต์ และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่อัตราความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีผลทำให้หนอนกระทู้ผักมีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 53.33 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบมีทิศทางเดียวกันกับผลการวิจัยของท่านอื่นๆ คือ จิราพร และกุลศิริ (2543) ได้ทำการทดสอบสารสกัดจากใบน้อยหน่า ใบเลี่ยน ใบตะไคร้ ขมิ้นชัน ข่าและหนอนตาย หยากสกัดด้วยปิโตเลียมอีเทอร์และเมทิลแอลกอฮอล์ทดสอบกับหนอนกระทู้ผัก ที่เวลา 24 ชั่วโมง พบการตาย 33.66, 11.66, 3.33, 4.55, 18.81 และ 30.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมยุรา และ ศจิรัตน์ (2547) รายงานผลการทดลองการสกัดขมิ้นชันด้วยเฮกเซน คลอโรฟอร์ม น้ำและเมทิลแอลกอฮอล์ต่อการกำจัดหนอนกระทู้ผัก พบว่า สารสกัดจากเฮกเซนมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ทำให้หนอนกระทู้ผักตาย 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วน คลอโรฟอร์ม เมทิลแอลกอฮอล์และน้ำ พบเปอร์เซ็นต์การตายที่ 56, 42 และ 33.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสอดคล้องกับผลการทดลองของ Dadang *et al.* (1998) ที่รายงานไว้ว่า สารสกัดจากพืชในวงศ์ Zingiberaceae มีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าแมลงได้ดี โดยฆ่าแมลงได้หลายชนิด เช่น หนอนใยผัก และด้วงถั่วเขียวและจากผลการทดสอบด้วยวิธี Leaf dipping จะพบว่าอัตราการตายมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ เพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 เมื่อได้รับสารสกัดจาก
ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD)
ประเมินโดยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง

crude extract					
TA		TW		TSD	
conc. (%v/v)	mortality (% ± SD)	mortality (% ± SD)	conc. (%v/v)	mortality (% ± SD)	
0 ^{1/}	0.00 a ^{4/}	0.00	0 ^{1/}	0.00 a ^{4/}	
5	3.33 ± 0.00 a	0.00	1	23.33 ± 1.53 b	
10	10.00 ± 0.00 b	3.33 ± 0.58	2	33.33 ± 0.58 b	
15	10.00 ± 0.00 b	6.67 ± 0.58	3	40.00 ± 1.00 bc	
20	16.67 ± 0.58 c	10.00 ± 1.00	4	53.33 ± 1.16 c	
F-test	* ^{2/}	ns ^{3/}	F-test	*	
C.V. (%)	85.0	160.00		68.00	

^{1/}กลุ่มควบคุม (control)

^{2/}แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{3/}ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{4/}ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

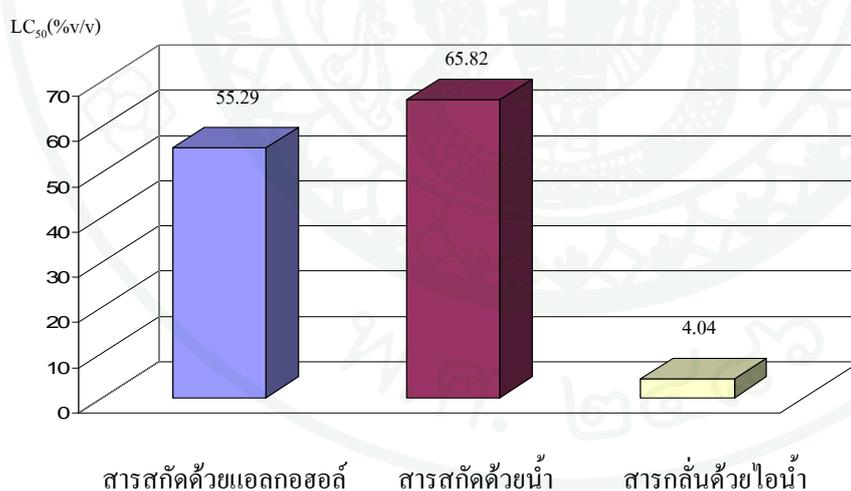
ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างๆ กับเปอร์เซ็นต์การตายของ หนอนกระทู้ผัก ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากขมิ้นชัน โดยวิธี Leaf Dipping

วิธีการสกัด	สมการรีเกรสชัน ^{1/}	r ^{2/}	r ^{2,3/}
สกัดด้วยแอลกอฮอล์	$Y = 0.87X - 0.13$	0.90	0.81
สกัดด้วยน้ำ	$Y = 0.05X - 0.13$	0.62	0.38
กลั่นด้วยไอน้ำ	$Y = 1.23X + 0.53$	0.89	0.79

^{1/} สมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

^{2/} r สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน

^{3/ 2} สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน



ภาพที่ 10 ระดับความเป็นพิษในการเป็นสารฆ่าแมลงด้วยการกินตาย ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ ทดสอบด้วยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง

2. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารรมของสารสกัดจากขมิ้นชัน

ผลการทดสอบการใช้สารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ทดสอบการเป็นสารรม ที่ระดับความเข้มข้น 4, 8, 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบหนอนกระทู้ฝักตาย 6.67, 6.67, 10.00 และ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) เมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) พบว่า มีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.09X + 0.07$ (ตารางที่ 6) เมื่อวิเคราะห์ความเป็นพิษ พบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 258.06 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 11)

ผลการทดสอบการใช้สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำทดสอบการเป็นสารรม ที่ระดับความเข้มข้น 4, 8, 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบหนอนกระทู้ฝักตาย 3.33, 6.67, 6.67 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) เมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) พบว่า มีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.06X + 0.07$ (ตารางที่ 6) เมื่อวิเคราะห์ความเป็นพิษ พบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 598.48 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 11)

ผลการทดสอบใช้สารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำทดสอบการเป็นสารรม ที่ระดับความเข้มข้น 4, 8, 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบหนอนกระทู้ฝักตาย 6.67, 13.33, 16.67 และ 26.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) เมื่อนำระดับความเข้มข้นของสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) พบว่า มีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.16X - 0.22$ (ตารางที่ 6) เมื่อวิเคราะห์ความเป็นพิษ พบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 49.57 เปอร์เซ็นต์ (v/v) (ภาพที่ 11)

จากการนำระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) ไปหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) ของสารสกัดจากขมิ้นชันทั้ง 3 วิธี จะได้สมการดังนี้ สารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ $Y = 0.09X + 0.07$ มีค่า r เท่ากับ 0.79 และค่า r^2 เท่ากับ 0.63 สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ $Y = 0.06X + 0.07$ มีค่า r เท่ากับ 0.79 และค่า r^2 เท่ากับ 0.63 และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำ $Y = 0.16X - 0.22$ มีค่า r เท่ากับ 0.90 และค่า r^2 เท่ากับ 0.81 (ตารางที่ 6) จากสมการทั้ง 3 จะพบเครื่องหมายบวกใน 2 สมการแรกและเครื่องหมายลบในสมการที่ 3 ซึ่งเครื่องหมายบวกแสดงถึงว่า เมื่อเราเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ฝัก (Y) เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนเครื่องหมายลบในสมการที่ 3 แสดงถึงเมื่อ

เราเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) จะพบว่าเมื่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ลดลง ส่วนค่า r^2 นั้นแสดงถึง ระดับความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน จากสมการทั้ง 3 ข้างต้น เราจะพบว่าเมื่อค่า r เท่ากับ 0.79, 0.79 และ 0.90 ซึ่งค่อนข้างสูงแสดงว่าเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันมีความสัมพันธ์กันสูง และจากข้างต้นจะมีค่า r^2 เท่ากับ 0.63, 0.63 และ 0.81 ซึ่งค่า r^2 นั้น เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงผลของการตายของหนอนกระทู้ผักที่เกิดจากตัวแปร (X) คือระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันมีผลให้เกิดการตายเท่ากับ 0.63, 0.63 และ 0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่เหลืออีก 0.37 (1 - 0.63), 0.37 (1 - 0.63) และ 0.19 (1 - 0.81) ตามลำดับ เป็นผลของการตายของหนอนกระทู้ผักที่เกิดจากตัวแปรอื่นที่ไม่ทราบได้

จากผลการศึกษาดังกล่าวในการนำสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำ และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำมาทำการทดลองในการเป็นสารรม พบว่าสารสกัดด้วยขมิ้นชันทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นสารรมแมลง จะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆ จากสารทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการตายของหนอนกระทู้ผักที่ต่ำมากและมีค่า LC_{50} ที่สูง แสดงถึงการมีพิษน้อย ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะความสามารถในการระเหยของสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีต่างๆนั้น มีประสิทธิภาพในการระเหยได้น้อย จึงทำให้ความสามารถในการเป็นพิษต่อหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 ในการทดสอบการเป็นสารรมของสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ มีประสิทธิภาพน้อยตามไปด้วย

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผักวัย 2- 3 เมื่อได้รับสารสกัดจาก
ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD)
ประเมิน โดยวิธีการทดสอบการเป็นสารรม ที่เวลา 24 ชั่วโมง

crude extract			
	TA	TW	TSD
conc. (%v/v)	mortality (% ± SD)	mortality (% ± SD)	mortality (% ± SD)
0 ^{1/}	0.00 a ^{3/}	0.00 a ^{3/}	0.00 a ^{3/}
4	6.67 ± 0.58 ab	3.33 ± 0.58 ab	6.67 ± 0.58 ab
8	6.67 ± 0.58 ab	6.67 ± 0.58 abc	13.33 ± 0.58 bc
12	10.00 ± 0.00 bc	6.67 ± 0.58 abc	16.67 ± 0.58 c
16	16.67 ± 0.58 c	10.00 ± 0.00 b	26.67 ± 0.58 d
F-test	* ^{2/}	*	*
C.V. (%)	85.00	98.10	81.10

^{1/}กลุ่มควบคุม (control)

^{2/}แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{3/}ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

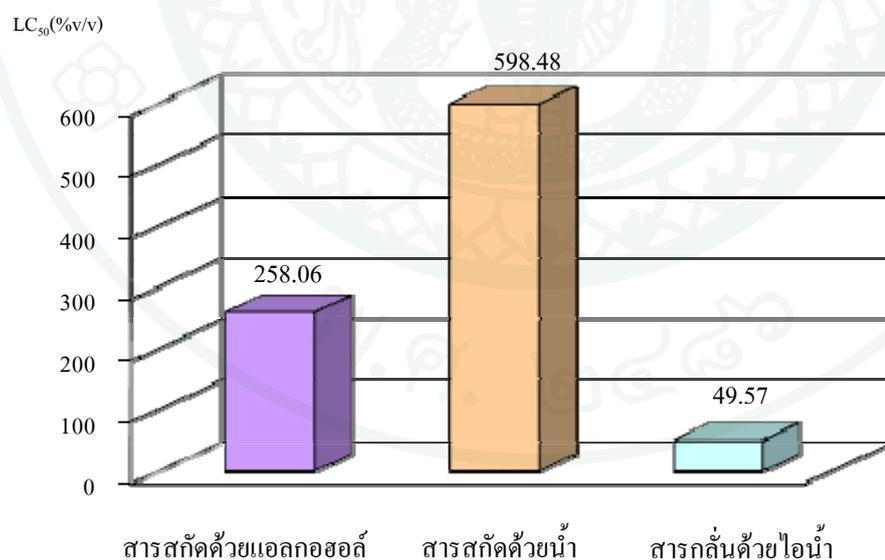
ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างๆ กับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก ที่เวลา 24 ชั่วโมง หลังได้รับสารสกัดจากขมิ้นชัน

วิธีการสกัด	สมการรีเกรสชัน ^{1/}	r ^{2/}	r ^{2.3/}
สกัดด้วยแอลกอฮอล์	$Y = 0.09X + 0.07$	0.79	0.63
สกัดด้วยน้ำ	$Y = 0.06X + 0.07$	0.79	0.63
กลั่นด้วยไอน้ำ	$Y = 0.16X - 0.22$	0.90	0.81

^{1/} สมการรีเกรสชันเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผัก (Y) ต่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน (X) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

^{2/} r สหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักกับระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน

^{3/} r² สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของสมการรีเกรสชัน



ภาพที่ 11 ระดับความเป็นพิษในการเป็นสารรม ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ ที่เวลา 24 ชั่วโมง

3. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารไล่แมลงของสารสกัดจากขมิ้นชัน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการไล่แมลงของสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ต่อหนอนกระทู้ผัก หลังจากทดสอบผ่านไป 5 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์การไล่เฉลี่ยเท่ากับ 18.89, 31.11, 28.89 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำเปอร์เซ็นต์การไล่ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการไล่ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (ตารางผนวกที่ 10)

การทดสอบการไล่แมลงของสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ต่อหนอนกระทู้ผัก หลังจากทดสอบผ่านไป 5 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์การไล่เฉลี่ยเท่ากับ 24.45, 30.00, 31.11 และ 31.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อนำเปอร์เซ็นต์การไล่ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการไล่ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (ตารางผนวกที่ 11)

การทดสอบการไล่แมลงของสารขมิ้นชันสกัดด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ต่อหนอนกระทู้ผัก หลังจากทดสอบผ่านไป 5 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์การไล่เฉลี่ยเท่ากับ 36.67, 52.22, 64.45 และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การไล่ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการไล่ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 12)

จากผลการทดสอบสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ สกัดด้วยน้ำและสกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำจะพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การไล่ (PR) นั้นมีค่าเป็นบวกแสดงว่าสารขมิ้นที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 3 วิธีมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง (ตารางที่ 7) โดยที่ สารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์มีประสิทธิภาพการไล่แมลงดีที่สุดที่ความเข้มข้นเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเฉลี่ย ที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง เท่ากับ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพการไล่แมลงดีที่สุดที่ความเข้มข้นเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) มีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเฉลี่ย ที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง เท่ากับ 31.33 เปอร์เซ็นต์ และสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำมีประสิทธิภาพการไล่แมลงดีที่สุดที่ความเข้มข้นเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

มีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเฉลี่ย ที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง เท่ากับ 70.00 เปอร์เซ็นต์ และจะพบอีกว่า สารขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 3 วิธีจะมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงดีในช่วง 15 นาทีแรกและประสิทธิภาพจะลดลงไปเรื่อยๆ ตามเวลาที่มากขึ้น (ภาพที่ 12)

จากผลการทดสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการวิจัยของนักวิจัยท่านอื่นๆ คือ พิรพัฒน์ และคณะ(2553) ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขมิ้น กระเทียมและกระเพราในการเป็นสารไล่แมด โดยการสกัดด้วยน้ำ ผลการทดสอบพบว่า ขมิ้นมี ประสิทธิภาพดีสุดที่ความเข้มข้น 30-70 เปอร์เซ็นต์ สามารถไล่แมดได้ 73.40 เปอร์เซ็นต์และ รองลงมาได้แก่ กระเทียมและกระเพรา สามารถไล่แมดได้ 71.10 และ 63.74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กนกศักดิ์ และคณะ (2553) ได้รายงานผลการทดลองประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวสาร ของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันและการนำน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิด รวมกัน พบว่าสามารถไล่ด้วงงวงข้าวสารได้ถึง 95.00, 91.66 และ 85.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับในรายงานการทดลองของ อุดมลักษณ์ (2540) ได้รายงานไว้ว่าขมิ้นชันมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่ทำให้มีผลต่อการไล่แมลงคือ สาร turmerone ซึ่งมีฤทธิ์ในการไล่หนอนได้หลายชนิดเช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก และหนอนแมลงวัน

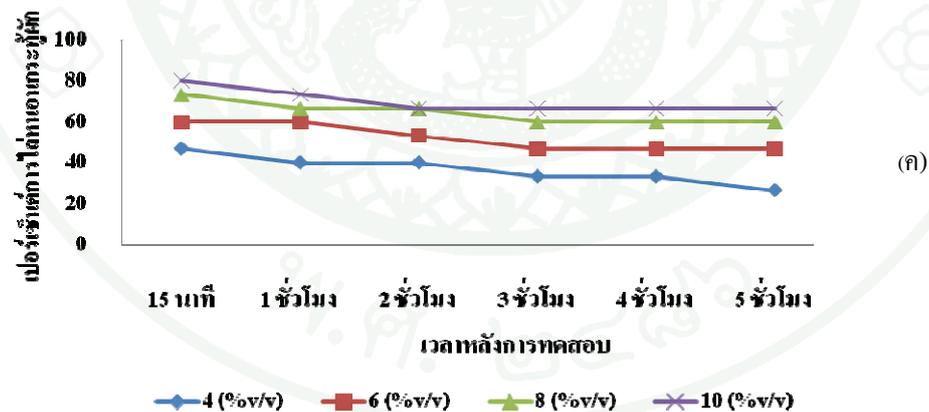
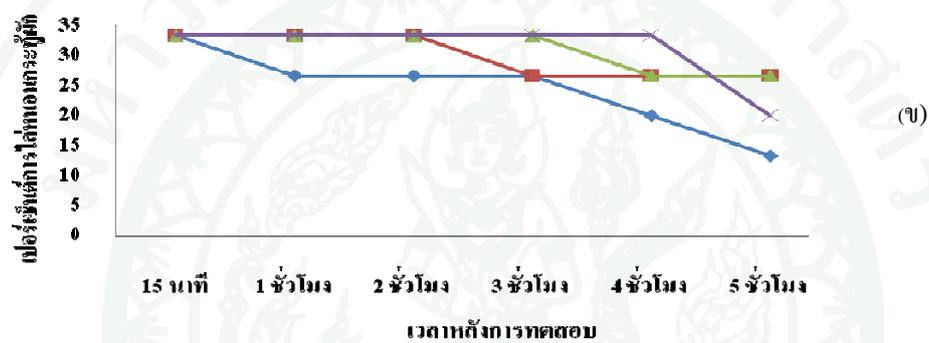
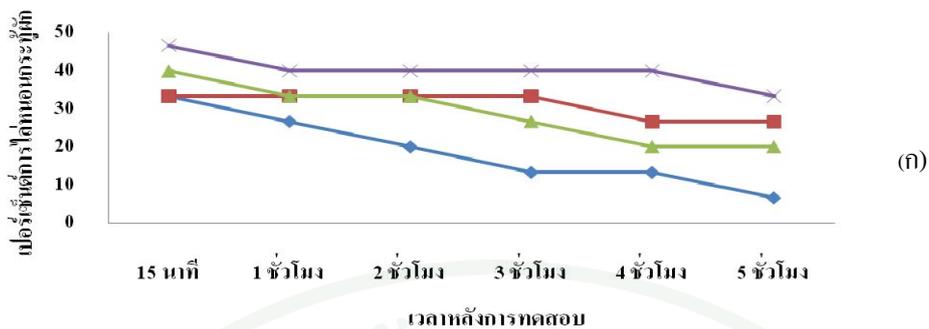
จากผลการทดลองจะกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพของสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 3 ชนิดจะมีประสิทธิภาพในการไล่สูงช่วง 15 นาทีแรก และจะเริ่มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป สอดคล้องกับ รายงานของณัฐพงษ์ (2549) ที่รายงานว่าเมื่อระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระเทียมและสารสกัดจากกระเทียมด้วยน้ำในการไล่หนอนกระทู้ผักลดลงและจากการทดลองจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงจะแปรผันตามความเข้มข้นดังการทดลองของนันทิยา (2549) ที่รายงานว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัสเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและสอดคล้องกับรายงานของมยุรฉัตร (2553) ที่พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดจากเหง้าคางคาวดำเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ในการไล่หนอนใยผักสูงตามไปด้วย

จากเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงของสารสกัดจากขมิ้นชันทั้ง 3 วิธี ดังกล่าวข้างต้นหากจะนำ สารขมิ้นชันไปใช้ในการไล่แมลงในสภาพแปลงจริง จึงแนะนำว่าน่าจะนำสารขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ไปใช้ เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงสูง ส่วนความเข้มข้นอื่นและการสกัดด้วยวิธีอื่นๆ แม้จะมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลงแต่มีเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 7 เปอร์เซนต์การไล่หนอนกระทู้ผักเฉลี่ยเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และค่า Percentage repellency (PR) ที่แสดงถึงการเป็นสารไล่แมลงหรือสารดึงดูดแมลง จากการทดสอบด้วยสารสกัดจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างๆ

สารขมิ้นชันสกัด ด้วย	ความเข้มข้น (%v/v)	เปอร์เซนต์การไล่ เฉลี่ย 5 ชั่วโมง	ค่า PR	สารไล่แมลง/สาร ดึงดูดแมลง
แอลกอฮอล์	4	18.89	บวก	สารไล่แมลง
	6	31.11	บวก	สารไล่แมลง
	8	28.89	บวก	สารไล่แมลง
	10	40.00	บวก	สารไล่แมลง
น้ำ	4	24.45	บวก	สารไล่แมลง
	6	30.00	บวก	สารไล่แมลง
	8	31.11	บวก	สารไล่แมลง
	10	31.11	บวก	สารไล่แมลง
กลั่นด้วยไอน้ำ	4	36.67	บวก	สารไล่แมลง
	6	52.22	บวก	สารไล่แมลง
	8	64.45	บวก	สารไล่แมลง
	10	70.00	บวก	สารไล่แมลง

โดย PR เป็นบวก หมายถึง เป็นสารไล่แมลง
PR เป็นลบ หมายถึง เป็นสารดึงดูดแมลง



ภาพที่ 12 เปอร์เซ็นต์การได้หนออนระเหยที่ระยะเวลาต่างๆ ของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีการต่างๆ

- (ก) สารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์
- (ข) สารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยน้ำ
- (ค) สารสกัดจากขมิ้นชันที่กลั่นด้วยไอน้ำ

4. การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของสารสกัดจากขมิ้นชัน

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต โดยการให้หนอนที่นำมาทดสอบสัมผัสกับสารสกัดขมิ้นชันแล้วนำไปเลี้ยงดูการเจริญเติบโต

จากการทดสอบพบว่า สารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังจากหยดสารใส่ตัวหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 แล้วนำไปเลี้ยงจนเข้าระยะดักแด้ พบว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 73.33, 63.33 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) การเจริญเติบโตเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 63.33, 46.67 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังจากหยดสารใส่ตัวหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 แล้วนำไปเลี้ยงจนเข้าระยะดักแด้พบว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 73.33, 70.00 และ 63.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) การเจริญเติบโตเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 66.67, 63.33 และ 53.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

สารขมื่นชั้นกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังจากหยดสารใส่ตัวหนอนกระทู้ผักวัย 2-3 แล้วนำไปเลี้ยงจนเข้าระยะดักแด้พบว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 73.33, 70.00 และ 60.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมื่นชั้นกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) การเจริญเติบโตเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 60.00, 56.67 และ 46.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมื่นชั้นกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของสารขมื่นชั้นที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยการทดสอบด้วยวิธี ให้นอนสัมผัสกับสารสกัดขมื่นชั้นแล้วนำไปเลี้ยงดูการเจริญเติบโต ซึ่งจะพบว่าสารขมื่นชั้นสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หนอนกระทู้ผักสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ 40.00 เปอร์เซ็นต์ สารขมื่นชั้นสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หนอนกระทู้ผักสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ 53.33 เปอร์เซ็นต์ และสารขมื่นชั้นกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หนอนกระทู้ผักสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ 46.67 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าสารขมื่นชั้นสกัดด้วยแอลกอฮอล์และสารขมื่นชั้นกลั่นด้วยไอน้ำมีเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยต่ำกว่า 50.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารขมื่นชั้นสกัดด้วยน้ำมีเปอร์เซ็นต์การเป็นตัวเต็มวัยเกิน 50.00 เปอร์เซ็นต์ เล็กน้อย ซึ่งพอจะกล่าวได้ว่า สารสกัดจากขมื่นชั้นทั้ง 3 ชนิด มีคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตต่อหนอนกระทู้ผักแต่มีประสิทธิภาพค่อนข้างน้อย

ในส่วนของสารสกัดจากขมื่นชั้นที่ความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างทางสถิติกับสารควบคุมบ้างแต่ก็ไม่แตกต่างมากนักทั้งเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้และเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัย ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก ตามรายงานของ สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2548) ที่รายงานว่าขมื่นชั้นมีสารประกอบที่สำคัญในการออกฤทธิ์ในการฆ่าแมลงคือ สารฟิโนน ปีแลนดรีน บอร์นีออล และเคอคูมิน ส่วนสารออกฤทธิ์ในการไล่แมลงได้แก่ สาร เทอร์มาโลน เนอรอล เจอรานอล เคอคูมิน และเคอโรน ซึ่งจากรายงานดังกล่าวขมื่นชั้นอาจจะมีฤทธิ์ในด้านการฆ่าแมลงและไล่แมลง ส่วนการออกฤทธิ์ในด้านอื่นอาจจะมีประสิทธิภาพน้อย ในการที่จะเพิ่มระดับความ

เข้มข้นให้สารสกัดในการทดสอบนั้นจะก่อให้เกิดการตายโดยตรงซึ่งในการทดสอบการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตไม่ต้องการให้มีการตายโดยตรงจากการที่หนอนกระทู้ผักสัมผัสสารในครั้งแรก

ตารางที่ 8 เปอร์เซนต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD) ประเมินโดยวิธี Toppical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง

crude extract					
TA		TW		TSD	
conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	pupal (% ± SD)	conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	
0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	
2	73.33 ± 0.58 b	73.33 ± 0.58 b	0.1	73.33 ± 1.16 b	
3	63.33 ± 0.58 c	70.00 ± 0.00 bc	0.2	70.00 ± 1.00 b	
4	56.67 ± 0.58 c	63.33 ± 0.58 c	0.3	60.00 ± 1.00 b	
F-test	* ^{2/}	*	F-test	*	
C.V. (%)	24.30	18.30		22.80	

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{3/} ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 เปอร์เซนต์การเข้าเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับสารสกัดจาก
ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD)
ประเมิน โดยวิธี Toppical application ที่เวลา 24 ชั่วโมง

crude extract				
	TA	TW	TSD	
conc.	adult	adult	conc.	adult
(%v/v)	(% ± SD)	(% ± SD)	(%v/v)	(% ± SD)
0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	0	100.00 ± 0.00 a ^{3/}
2	63.33 ± 0.58 b	66.67 ± 0.58 b	0.1	60.00 ± 1.73 b
3	46.67 ± 0.58 c	63.33 ± 0.58 b	0.2	56.67 ± 1.16 b
4	40.00 ± 1.00 c	53.33 ± 0.58 c	0.3	46.67 ± 0.58 b
F-test	* ^{2/}	*	F-test	*
C.V. (%)	39.80	26.60		35.10

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{3/} ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต โดยการให้หนอนที่นำมาทดสอบกินใบคะน้าที่จุ่มสารสกัดขมิ้นชันแล้วนำไปเลี้ยงดูการเจริญเติบโต

จากการทดสอบพบว่า สารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซนต์ (v/v) หลังจากนำใบคะน้าจุ่มสารแล้วนำไปให้หนอนกระทู้ผักวัย 2-3 กินแล้วนำไปเลี้ยงจนเข้าระยะดักด้พบว่เปอร์เซนต์การเข้าดักด้ของหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 73.33, 63.33 และ 60.00 เปอร์เซนต์ ตามลำดับและเมื่อนำเปอร์เซนต์การเข้าดักด้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเข้าดักด้ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซนต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 10) การเจริญเติบโตเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซนต์ (v/v) สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 60.00, 53.33 และ 50.00 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซนต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทาง

สถิติพบว่าอัตราการเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11)

สารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังจากนำไปค่น้ำจุ่มสารแล้วนำไปให้หนอนกระทู้ผักวัย 2-3 กินแล้วนำไปเลี้ยงจนเข้าระยะดักแด้พบว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 76.67, 66.67 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) การเจริญเติบโตเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 63.33, 53.33 และ 50.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11)

สารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หลังจากนำไปค่น้ำจุ่มสารแล้วนำไปให้หนอนกระทู้ผักวัย 2-3 กินแล้วนำไปเลี้ยงจนเข้าระยะดักแด้พบว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเท่ากับ 66.67, 60.00 และ 60.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) การเจริญเติบโตเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 50.00, 43.33 และ 33.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราการเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักในกลุ่มที่ถูกทดสอบด้วยสารขมิ้นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11)

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของ สารขมื่นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยการทดสอบด้วยวิธี ให้นำมาทดสอบกินใบคบน้ำที่จุ่มสารสกัดขมื่นชันแล้วนำไปเลี้ยงดูการเจริญเติบโต ซึ่งจะพบว่าสาร ขมื่นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หนอนกระทู้ฝักสามารถเจริญเป็น ตัวเต็มวัยได้ 50.00 เปอร์เซ็นต์ สารขมื่นชันสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หนอน กระทู้ฝักสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ 50.00 เปอร์เซ็นต์ และสารขมื่นชันกลั่นด้วยไอน้ำที่ความ เข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) หนอนกระทู้ฝักสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ 33.33 เปอร์เซ็นต์ จาก ดังกล่าวข้างต้นพบว่าสารขมื่นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์และสกัดด้วยน้ำมีเปอร์เซ็นต์การเป็นตัวเต็ม วัยเท่ากับ 50.00 เปอร์เซ็นต์ พอดี ส่วนสารขมื่นชันกลั่นด้วยไอน้ำมีเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็ม วัยต่ำกว่า 50.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพอจะกล่าวได้ว่า สารสกัดจากขมื่นชันทั้ง 3 ชนิด มีคุณสมบัติในการ เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตต่อหนอนกระทู้ฝักแต่มีประสิทธิภาพค่อนข้างน้อย แม้ว่าความ เข้มข้นต่างๆ ของสารสกัดจากขมื่นชันจะมีความแตกต่างทางสถิติกับสารควบคุมบ้างแต่ก็ไม่ แตกต่างมากนักทั้งเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้และเปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัย ซึ่งสอดคล้อง กับการทดลองของ มยุรา และ ศิริรัตน์ (2547) ที่รายงานผลการทดลองในการใช้สารขมื่นชันที่สกัด ด้วยเมทิลแอลกอฮอล์และน้ำ ในการทดลองเพื่อการควบคุมการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ฝักจะ ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร แตกต่างจากการที่ใช้สารขมื่นชันสกัดด้วยเฮกเซนซึ่งจะพบว่ามีประสิทธิภาพ สูงในการควบคุมการเจริญเติบโตต่อหนอนกระทู้ฝักได้ดี

ตารางที่ 10 เปอร์เซนต์การเข้าดักแด้ของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับสารสกัดจากขมิ้นชัน
ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD)
ประเมิน โดยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง

crude extract					
TA		TW		TSD	
conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	pupal (% ± SD)	conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	
0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	100.00 ± 0.58 a ^{3/}	0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	
2	73.33 ± 0.58 b	76.67 ± 0.58 b	0.1	66.67 ± 0.58 b	
3	63.33 ± 0.58 c	66.67 ± 0.58 c	0.2	60.00 ± 1.00 b	
4	60.00 ± 0.00 c	56.67 ± 0.58 c	0.3	60.00 ± 1.00 b	
F-test	* ^{2/}	*	F-test	*	
C.V. (%)	22.60	23.10		25.80	

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{3/} ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์การเข้าเป็นตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักเมื่อได้รับสารสกัดจาก
ขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และกลั่นด้วยไอน้ำ (TSD)
ประเมิน โดยวิธี Leaf dipping ที่เวลา 24 ชั่วโมง

crude extract					
TA		TW		TSD	
conc. (%v/v)	adult (% ± SD)	adult (% ± SD)	conc. (%v/v)	adult (% ± SD)	
0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a ^{3/}	
2	60.00 ± 0.00 b	63.33 ± 0.58 b	0.1	50.00 ± 0.00 b	
3	53.33 ± 0.58 b	53.33 ± 1.16 bc	0.2	43.33 ± 0.58 b	
4	50.00 ± 1.00 b	50.00 ± 0.00 c	0.3	33.33 ± 0.58 c	
F-test	* ^{2/}	*	F-test	*	
C.V. (%)	32.70	32.20		47.80	

^{1/} กลุ่มควบคุม (control)

^{2/} แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{3/} ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ ต่อหนอนกระทู้ผัก พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันมีคุณสมบัติในการฆ่าหนอนกระทู้ผักได้ เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการสัมผัสตาย โดยวิธี Topical application พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์, น้ำ และการสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทู้ผัก ซึ่งมีค่า LC_{50} ต่อหนอนกระทู้ผักที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 13.7, 13.47 และ 1.14 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพการกินตาย โดยวิธี Leaf dipping พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์, น้ำและการสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทู้ผัก มีค่า LC_{50} ต่อหนอนกระทู้ผักที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 55.29, 65.82 และ 4.04 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ตามลำดับ สรุปได้ว่า สารสกัดจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทู้ผักทั้งการสัมผัสและด้วยวิธีการกิน

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากขมิ้นชันในรูปสารรม พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักต่ำและมีค่า LC_{50} สูงมาก หลังการทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำและการสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ จึงกล่าวได้ว่าสารสกัดจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพน้อยมากในการเป็นสารรม ต่อหนอนกระทู้ผัก

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากขมิ้นชันในรูปสารไล่แมลง พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 3 วิธี มีประสิทธิภาพในการไล่หนอนกระทู้ผักซึ่งจะดูได้จากค่าเปอร์เซ็นต์การไล่แมลง(PR) นั้นมีค่าเป็นบวก โดยการทดสอบด้วยสารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์, น้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นความเข้มข้นที่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผักสูงสุดของการสกัดทั้ง 3 วิธี โดยมีเปอร์เซ็นต์การไล่เฉลี่ยต่อหนอนกระทู้ผักที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง เท่ากับ 40.00, 31.11 และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากขมิ้นชันในรูปสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง ที่ทดสอบด้วยสารขมิ้นชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์, น้ำและการกลั่นด้วยไอน้ำจากการทดสอบด้วยวิธีให้หนอนสัมผัสสารโดยตรงและโดยวิธีการให้หนอนกินใบคะน้าที่จุ่มสารแล้วนำไปเลี้ยงดูการเจริญเติบโต พบว่าอัตราการเข้าดักแด้และการเจริญเป็นตัวเต็มวัยนั้นค่อนข้างสูง ตัวเต็มวัยของ

หนอนกระทู้ผักจะต่ำกว่า 50.00 เปอร์เซ็นต์ จึงกล่าวได้ว่าสารสกัดจากขมิ้นชันมีคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตต่อหนอนกระทู้ผักแต่มีประสิทธิภาพค่อนข้างน้อย

ดังนั้นผลการทดลองในครั้งนี้ กล่าวได้ว่า สารสกัดจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ น้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ มีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าแมลง และสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก แต่มีคุณสมบัติในการเป็นสารรมและสารยับยั้งการเจริญเติบโตต่อหนอนกระทู้ผัก

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากนี้ควรนำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์จากการสกัดด้วยวิธีต่างๆ เพื่อการใช้สารให้เกิดประโยชน์สูงสุด และควรมีการทดสอบในพื้นที่จริงเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของสาร เนื่องจากอาจมีปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่จะส่งผลให้การใช้ในสภาพแปลงจริงแตกต่างจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนกศักดิ์ ปัญญาฤทธิ, กัลยาณี กุ้ยยาสุข, ทิมภัทร บุญดำเนิน และอัญชลี สุขชม. 2553.

ประสิทธิภาพของน้ำมันขมิ้นชันและน้ำมันยูคาลิปตัสในการควบคุมด้วงวงข้าวสาร.

Research&Repository: งานวิจัย องค์ความรู้ คลังปัญญา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ธัญบุรี แหล่งที่มา: <http://www.research.rmutt.ac.th/archives/377>, 15 มกราคม 2554.

กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2542. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย
ว่าด้วยสมุนไพรกับการแพทย์แผนไทย.** กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2535. **แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืช
เศรษฐกิจและการบริหาร.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2542. **แมลงศัตรูผัก.** กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. **การใช้สารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมศัตรูพืช
อย่างง่าย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **ขมิ้นชัน.** สำนักพิมพ์บ้านสวนศิลป์,
กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. **การผลิตสมุนไพรและเครื่องเทศ.**
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เกรียงไกร จำเริญมา, เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ และ วรรณญา ตันติยุทธ. 2540. **ประสิทธิภาพของสาร
สกัดสะเดากับหนอนกระทู้หอม. วารสารกัญและสัตววิทยา 19 (2): 78-88.**

โกศล เจริญสม และ วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2529. ศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืชของประเทศไทย. เอกสารพิเศษฉบับที่ 6 ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง, กรุงเทพฯ.

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2524. ยามาแมลง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คันทรส มีเดช. 2544. สารออกฤทธิ์ป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งจากลำต้นไต้ดินค้างคว่ำ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 47 น.

คมสันต์ อัครเพ็ญพรรณ. 2545. การศึกษาสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการป้องกันกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

จิราพร โพธิ์งาม และ กุลศิริ ศิริวัฒน์. 2543. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้สารสกัดจากพืช. แหล่งที่มา: <http://www.rb.ac.th/org/research/rajabhat/rike/22101.html>, 20 ตุลาคม 2548.

ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545. คู่มือเกษตรกรแผนไทย เล่ม 2 เครื่องยาพฤษภวัตถุ. บริษัทอมรินทร์, กรุงเทพฯ.

ณรรฐพล วัลลีย์ลักษณ์. 2542. แมลงศัตรูพืชของประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฐพงษ์ แต่งหนู. 2549. ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของสารสกัดจากกระเทียม (*Allium sativum* Linn.) ต่อหอนกระทุ้ง (*Spodoptera litura* Fabricius). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดร.ณัฐกษณ์ จันทยศ. 2544. ผลของสารสกัดจากหอนตายหยาก (*Stemona tuberosa* Lour.) ต่อหอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) และหอนกระทุ้ง (*Spodoptera litura* F.) ในห้องปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ถนอมศรี วงศ์รัตนสถิตย์. 2538. **เอกลักษณ์สมุนไพร**. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

นิจศิริ เรื่องรังสี. 2534. **เครื่องเทศ**. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นิจศิริ เรื่องรังสี. 2542. **เครื่องเทศ**. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นันทิยา จิตธรรมมา. 2549. **ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) ต่อหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชรีย์ ศิริ, ทศนีย์ แจ่มจรรยา และนิวัฒน์ มนต์สันเทียะ. 2540. แมลงเบียนหนอนกระทู้ผัก *Apanteles* sp. วารสารกีฏและสัตววิทยา 19 (2) 21-30.

ศุสดี สายชนะพันธ์ และพันธิธร มะลิสสุวรรณ. 2546. **สมุนไพรกำจัดแมลงและศัตรูพืช**. บริษัทศรีสยามพรินท์แอนด์แพคเกจ จำกัด, กรุงเทพฯ.

พร้อมจิต ศรีลัมพ์. 2532. **สมุนไพรและยาที่ควรรู้**. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

พร้อมจิต ศรีลัมพ์, วงศ์สถิตย์ จีวกุล และสมภพ ประธานธรรารักษ์. 2542. ขมิ้นชัน. สารานุกรมสมุนไพร เล่มที่ 1 (2542): 13.

พิทยา สรวมศิริ. 2529. **พืชเครื่องเทศ**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พีรพัฒน์ ลิ่มทอง, ณัฐชัย เอี่ยมทิพย์ และสันติราษฎร์ บัวขาวสุทธิกุล. 2553. **เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพร 3 ชนิด ในการไล่แมด**. แหล่งเรียนรู้สวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เขาคินซ้อ). แหล่งที่มา:

www.itrmu.net/web/06rs1/index.php?dl=UHJvamVjdDEucGRm...c.. 28 มิถุนายน 25

- มยุรฉัตร เกื้อชู. 2553. ประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดแมลงของสารสกัดจากเหง้าค้ำควาดำ (*Tacca chantrieri* Andre) ต่อหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มยุรา สุนย์วีระ. 2544. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยใช้พืชสมุนไพร, น. 10-13. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ผักพื้นบ้าน อาหารธรรมชาติอีสาน และพืชสมุนไพร ครั้งที่ 5. สำนักงานเกษตรจังหวัดสกลนคร, สกลนคร.
- มยุรา สุนย์วีระ และศจีรัตน์ กางกั้น. 2547. ผลของสารสกัดจากขมิ้นชันต่อการตายและการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผัก. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 20 (2): 16-21.
- มัลลิกา วรรณประภา. 2547. ผลของสารสกัดจากขมิ้นชันต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของกิ้งก่ากรมวิทย์อ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัตนา นชะพงษ์. 2544. การใช้แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani ควบคุมหนอนกอ ปลายเล็กและหนอนกอขนาดใหญ่ทำลายอ้อย น. 212-215. ใน สุวัฒน์ รวยอารี, บรรณาธิการ. รายงานการประชุมทางวิชาการ เทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ “ไอ พี เอ็ม”. กองกัญญาวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, พร้อมจิตต์ ศรีลัมภ์, สมภพ ประธานธูรกิจ, วิจิต เปานิล, นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และวงศ์สถิตย์ นั้วกุล. 2545. สมุนไพร ยาที่ควรรู้. ศักดิโสภณ การพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเรื่องเทศและสมุนไพร. โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- วิชัย ปทุมชาติพัฒน์. 2520. การศึกษาพืชยาฆ่าแมลงบางชนิดในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabr.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันดี กฤษณพันธ์. 2537. สมุนไพรน่ารู้. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- เสริม สีมา. 2541. **วิจัยประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สะเดาและขมิ้นชันในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผักคะน้า**. ฐานข้อมูลการเกษตรของประเทศไทย. แหล่งที่มา:
http://pikul.lib.ku.ac.th/cgi-bin/agdb2.exe?rec_id=003781&database=agdb2&search_type=link&table=mona &backpath=/agdb2/mona&lang=thai&format_name=TFMON, 15 มกราคม 2554.
- สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541. **สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน**. ดอกหญ้า, กรุงเทพฯ.
- สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. **แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุคนธ์ พูนพัฒน์ และคณะ. 2542. **ก้าวไปกับสมุนไพร**. มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.
- สุภาณี พิมพ์สมาน. 2532. การใช้ประโยชน์ของสารเคมีธรรมชาติจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลง. *วารสารกีฏและสัตววิทยา* 11 (2): 187-191.
- สุรไกร เพิ่มคำ และอนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2528. สันฐานวิทยาภายนอกและชีวประวัติของหนอนกระทู้ผักในภาคใต้. *วารสารสงขลานครินทร์* 7(2): 127-131.
- สุรัตน์วดี จิระจินดา, อุคม แก้วสุวรรณ และทักษิณี ชัยคงดี. 2540. **งานวิจัยสภาวะแวดล้อมฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. (อัดสำเนา)
- อริราช หนูสีด้า. 2550. **ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบส้มจี๋ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* F.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนันต์ สกฤตภูมิ. 2540. **เอกสารคำสอนรายวิชาแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจ**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, กรุงเทพฯ.

- อลงกรณ์ กรณ์ทอง. 2528. การศึกษาหาความสัมพันธ์ของความเสียหายของผลผลิตถั่วเขียวกับปริมาณของหนอนกระทุ้งผัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุดมลักษณ์ อุ่่นจิตต์ววรรณะ. 2540. สารออกฤทธิ์จากพืช. วารสารวัตภูมิพืช. 24 (1): 33-36.
- อุทัย เกตุนุติ. 2544. การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยเชื้อ *Bacillus thuringiensis* และไวรัส Nuclear Polyhedrosis Virus, น. 178-184. ใน สุวัฒน์ รวยอารี, บรรณาธิการ. รายงานการประชุมทางวิชาการ เทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ “ไอ พี เอ็ม”. กองกัญญาวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- Burt, B.L. and Smith, R.M. 1983. **Zingiberaceae a revised handbook to the flora and Ceylon. vol. 4.** Rotter dam, Balkema.
- Butoni, D.K. 1979. **Insects and fruits.** Periodical Expert Book Agency, Delhi.
- Choi, W.I., E.H.Lee, B.R.Choi,H.M.Park and Y.J. Ahn. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyroidae). **Economic Entomogy.** 96 (3): 1479-1484.
- Dadang, S.S. Riyanto and K. Ohasawa. 1998. Lethal and antifeedant substance from rhizome of *Alpinia galangal* Sw. (Zingberaceae). **Pesticides Science.** 23: 304 - 307.
- Devi, P.S.V. 1995. Soil treatment with *Nomuraea rileyi*: a promising technique for control of *Spodoptera litura* on groundnut. **Biol. Sci. Tech.** 5: 361-364.
- Dixit ,R.S. and S.L. Perti. 1963. Indigenous Insecticide III Insecticidal Properties of some Medicinal and Aromatic Plants. **Bull.Reg.Res.Lab.** Jammu, India 1: 169-172.
- Govindarajan, V.S. 1980. Turmeric – Chemistry, Technology and Quality. **Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.** 12 (3): 199-103.

Hikino , H. 1985. Antitheatotoxic Activity of Crude Drugs. **Yakugaku Zasshi** 105 (2): 109 - 118.

Martin, P.B., P.D. Lingren, G.L. Green and E.E. Grissell. 1981. The parasitoid complex of three noctuids in a northern Florida cropping system: seasonal occurrence, parasitization, alternate hosts, and influence of host habitat. **Entomophaga**. 26: 401-419.

McDonald, L.L., R.H. Guy and R.D. Speirs. 1970. **Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored - product insect.** Marketing Research Report No. 882. Agricultural Research Service, US. Department of Agricultural, Washington, D.C.

Raintree Nutrition. 2004. **Turmeric (*Curcuma longa*).** Tropical plant database. Available source: <http://www.rain-tree.com/tumeric.htm>, March 1, 2011.

Talukder, F.A. and P.E. Howse. 1995. Evolution of *Aphanamixis polystachya* as a source of repellents, antifeedants and protectants in storage against *Tribolium castaneum*. **Stored Products Research**. 31 (1): 55-61.

Thanispong, K. 1991. **Study on The Efficacy of Alcohol Neem Extract (*Azadirachta indica* var. *siamensis* Valetton) and Its Suitable Formulation in The Control of The Red Spider Mite (*Tetranychus hydrangeae* Pritchard and Baker).** M.S. thesis, Kasetsart University.

Thongtawat, A. 1991. **Studies on Efficacy of Neem Seed Extract and The Mixture of Neem Seed, Galangal and Lemon Grass in Controlling The American Bollworm (*Heliothis armigera* Hubner).** M.S. thesis, Kasetsart University.



ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์ การตายของหนอนกระทู้ผัก เมื่อทดสอบโดยวิธี Topical application

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย				
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)				
		2	4	6	12	24
0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0
5	1	2	2	2	2	2
	2	3	3	3	3	3
	3	2	2	3	4	4
	รวม	7	7	8	9	9
10	1	3	4	4	4	4
	2	3	3	3	3	3
	3	5	6	6	6	6
	รวม	11	13	13	13	13
15	1	2	3	3	4	4
	2	4	5	5	5	5
	3	5	7	7	7	7
	รวม	11	15	15	16	16
20	1	6	8	8	8	8
	2	3	5	5	5	5
	3	4	4	4	4	4
	รวม	13	17	17	17	17

ตารางผนวกที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ
ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก เมื่อทดสอบโดยวิธี Topical application

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย				
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)				
		2	4	6	12	24
0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0
5	1	1	1	2	2	2
	2	1	1	2	3	3
	3	1	2	2	3	3
	รวม	3	4	6	8	8
10	1	3	4	4	4	4
	2	2	3	4	4	4
	3	2	2	3	3	3
	รวม	7	9	11	11	11
15	1	3	4	4	4	4
	2	3	3	4	5	5
	3	4	4	4	4	4
	รวม	10	11	12	13	13
20	1	4	4	4	5	5
	2	4	5	5	6	6
	3	5	5	5	5	6
	รวม	13	14	14	16	17

ตารางผนวกที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ
ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก เมื่อทดสอบโดยวิธี Topical application

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย				
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)				
		2	4	6	12	24
0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0
5	1	1	1	2	2	2
	2	1	1	2	3	3
	3	1	2	2	3	3
	รวม	3	4	6	8	8
10	1	3	4	4	4	4
	2	2	3	4	4	4
	3	2	2	3	3	3
	รวม	7	9	11	11	11
15	1	3	4	4	4	4
	2	3	3	4	5	5
	3	4	4	4	4	4
	รวม	10	11	12	13	13
20	1	4	4	4	5	5
	2	4	5	5	6	6
	3	5	5	5	5	6
	รวม	13	14	14	16	17

ตารางผนวกที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์
ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก โดยการทดสอบวิธี Leaf Dipping

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย				
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)				
		2	4	6	12	24
0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	1
	รวม	0	0	0	0	1
10	1	0	1	1	1	1
	2	0	0	0	1	1
	3	0	0	0	1	1
	รวม	0	1	1	3	3
15	1	1	1	1	1	1
	2	0	0	1	1	1
	3	0	1	1	1	1
	รวม	1	2	3	3	3
20	1	1	1	1	1	1
	2	0	0	2	2	2
	3	1	2	2	2	2
	รวม	2	3	5	5	5

ตารางผนวกที่ 5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ
ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก โดยการทดสอบโดยวิธี Leaf Dipping

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย				
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)				
		2	4	6	12	24
0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	1	1
15	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	1	1	1
	3	1	1	1	1	1
	รวม	1	1	2	2	2
20	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	2	2	2
	3	1	1	1	1	1
	รวม	1	1	3	3	3

ตารางผนวกที่ 6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ
ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก โดยการทดสอบโดยวิธี Leaf Dipping

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย				
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)				
		2	4	6	12	24
0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0
1	1	1	1	2	3	4
	2	0	0	1	1	1
	3	0	0	1	2	2
	รวม	1	1	4	6	7
2	1	2	3	3	3	4
	2	3	3	3	3	3
	3	2	2	3	3	3
	รวม	7	8	9	9	10
3	1	2	4	5	5	5
	2	1	2	4	4	4
	3	2	2	2	2	3
	รวม	5	8	11	11	12
4	1	4	5	5	5	6
	2	3	4	5	6	6
	3	2	3	4	4	4
	รวม	9	12	14	15	16

ตารางผนวกที่ 7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยแอลกอฮอล์
ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก เพื่อทดสอบการเป็นสารรม

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย			
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)			
		6	12	18	24
0	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0
4	1	0	1	1	1
	2	0	0	1	1
	3	0	0	0	0
	รวม	0	1	2	2
8	1	0	0	0	0
	2	0	1	1	1
	3	0	0	0	1
	รวม	0	1	1	2
12	1	0	0	1	1
	2	0	0	1	1
	3	0	0	0	1
	รวม	0	0	2	3
16	1	0	1	1	1
	2	1	2	2	2
	3	0	1	2	2
	รวม	1	4	5	5

ตารางผนวกที่ 8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ
ต่อ การตายของหนอนกระทู้ผัก เพื่อทดสอบการเป็นสารรม

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย			
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)			
		6	12	18	24
0	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	1
	รวม	0	0	0	1
8	1	0	0	0	0
	2	0	1	1	1
	3	0	0	1	1
	รวม	0	1	2	2
12	1	0	1	1	1
	2	0	0	0	0
	3	0	0	1	1
	รวม	0	1	2	2
16	1	0	1	1	1
	2	0	0	1	1
	3	0	1	1	1
	รวม	0	2	3	3

ตารางผนวกที่ 9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ
ต่อการตายของหนอนกระทู้ผัก เพื่อทดสอบการเป็นสารรม

ความเข้มข้น (% v/v)	ซ้ำที่	จำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตาย			
		ระยะเวลาหลังการทดสอบ (ชั่วโมง)			
		6	12	18	24
0	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
	2	0	1	1	1
	3	0	0	0	1
	รวม	0	1	1	2
8	1	0	0	1	1
	2	0	1	1	1
	3	0	1	1	2
	รวม	0	2	3	4
12	1	0	1	1	1
	2	0	1	2	2
	3	0	2	2	2
	รวม	0	4	5	5
16	1	2	2	2	3
	2	1	1	3	3
	3	1	2	2	2
	รวม	4	5	7	8

ตารางผนวกที่ 10 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมื่นชั้น สกัดด้วยแอลกอฮอล์ในการเป็นสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก

ความเข้มข้น (%v/v)	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผัก (% ± SD)						เปอร์เซ็นต์ การไล่เฉลี่ย (% ± SD)
	15 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	
4	33.33 ± 0.58	26.67 ± 1.16	20.00 ± 1.00	13.34 ± 1.53	13.34 ± 0.58	6.67 ± 1.53	18.89 ± 9.81
6	33.33 ± 0.58	33.33 ± 1.53	33.33 ± 0.58	33.33 ± 0.58	26.67 ± 0.58	26.67 ± 0.58	31.11 ± 3.44
8	40.00 ± 0.00	33.33 ± 1.53	33.33 ± 0.58	26.67 ± 1.53	20.00 ± 1.00	20.00 ± 1.00	28.89 ± 8.07
10	46.67 ± 1.16	40.00 ± 1.00	40.00 ± 1.00	40.00 ± 1.00	40.00 ± 1.53	33.33 ± 1.53	40.00 ± 4.22
	ns ^{1/}	ns	ns	ns	ns	ns	
C.V. (%)	52.80	55.10	53.50	55.50	54.20	55.80	

^{1/} ไม่แตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 11 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน สกัดด้วยน้ำ ในการเป็นสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก

ความเข้มข้น (%v/v)	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผัก (% ± SD)						เปอร์เซ็นต์ การไล่เฉลี่ย (% ± SD)
	15 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	
4	33.33 ± 0.58	26.67 ± 1.53	26.67 ± 0.58	26.67 ± 0.58	20.00 ± 1.00	13.33 ± 0.58	24.45 ± 6.89
6	33.33 ± 0.58	33.33 ± 1.53	33.33 ± 1.53	26.67 ± 1.16	26.67 ± 0.58	26.67 ± 0.58	30.00 ± 3.65
8	33.33 ± 0.58	33.33 ± 0.58	33.33 ± 0.58	33.33 ± 1.16	26.67 ± 0.58	26.67 ± 0.58	31.11 ± 3.44
10	33.33 ± 1.73	33.33 ± 0.58	33.33 ± 0.58	33.33 ± 0.58	33.33 ± 1.16	20.00 ± 0.00	31.11 ± 5.44
	ns ^{1/}	ns	ns	ns	ns	ns	
C.V. (%)	53.70	54.40	53.50	53.40	53.40	52.50	

^{1/} ไม่แตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 12 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารขมิ้นชัน กลั่นด้วยไอน้ำ ในการเป็นสารไล่แมลงต่อหนอนกระทู้ผัก

ความเข้มข้น (%v/v)	เปอร์เซ็นต์การไล่หนอนกระทู้ผัก (% ± SD)						เปอร์เซ็นต์ การไล่เฉลี่ย (% ± SD)
	15 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง	
4	46.67 ± 0.58 a	40.00 ± 1.00	40.00 ± 1.00	33.33 ± 0.58 a	33.33 ± 0.58 a	26.67 ± 1.16 a	36.67 ± 6.99
6	60.00 ± 1.00 ab	60.00 ± 0.00	53.33 ± 1.53	46.67 ± 0.58 ab	46.67 ± 0.58 ab	46.67 ± 1.16 ab	52.22 ± 6.55
8	73.33 ± 1.00 ab	66.67 ± 0.58	66.67 ± 1.16	60.00 ± 1.00 ab	60.00 ± 0.00 bc	60.00 ± 1.00 ab	64.45 ± 5.44
10	80.00 ± 1.00 b	73.33 ± 1.53	66.67 ± 0.58	66.67 ± 1.16 b	66.67 ± 0.58 c	66.67 ± 0.58 b	70.00 ± 5.58
	* ^{2/}	ns ^{1/}	ns	*	*	*	
C.V. (%)	53.40	53.70	54.00	53.70	53.00	54.50	

^{1/} ไม่แตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบ โดยวิธี DMRT

^{2/} แตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 13 ผลการทดสอบการออกฤทธิ์การเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของสารขมมีนชั้นสกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และ กลิ่นด้วยไอน้ำ (TSD) ทดสอบโดยวิธี Topical application

crude extract								
TA			TW		TSD			
conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	adult (% ± SD)	pupal (% ± SD)	adult (% ± SD)	conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	adult (% ± SD)	
0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a	0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a				
2	73.33 ± 0.58 b	63.33 ± 0.58 b	73.33 ± 0.58 b	66.67 ± 0.58 b	0.1	73.33 ± 1.16 b	60.00 ± 1.73 b	
3	63.33 ± 0.58 c	46.67 ± 0.58 c	70.00 ± 0.00 bc	63.33 ± 0.58 b	0.2	70.00 ± 1.00 b	56.67 ± 1.16 b	
4	56.67 ± 0.58 c	40.00 ± 1.00 c	63.33 ± 0.58 c	53.33 ± 0.58 c	0.3	60.00 ± 1.00 b	46.67 ± 0.58 b	
F-test	* ^{2/}	*	*	*	*	*	*	

^{2/} แตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบ โดยวิธี DMR

ตารางผนวกที่ 14 ผลการทดสอบการออกฤทธิ์การเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของสารขมมีนชันสกัดด้วยแอลกอฮอล์ (TA) น้ำ (TW) และก้นด้วยไอน้ำ (TSD) ทดสอบโดยวิธี Leaf dipping

crude extract								
TA			TW		TSD			
conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	adult (% ± SD)	pupal (% ± SD)	adult (% ± SD)	conc. (%v/v)	pupal (% ± SD)	adult (% ± SD)	
0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.58 a	100.00 ± 0.00 a	0 ^{1/}	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	
2	73.33 ± 0.58 b	60.00 ± 0.00 b	76.67 ± 0.58 b	63.33 ± 0.58 b	0.1	66.67 ± 0.58 b	50.00 ± 0.00 b	
3	63.33 ± 0.58 c	53.33 ± 0.58 b	66.67 ± 0.58 c	53.33 ± 1.16 bc	0.2	60.00 ± 1.00 b	43.33 ± 0.58 b	
4	60.00 ± 0.00 c	50.00 ± 1.00 b	56.67 ± 0.58 c	50.00 ± 0.00 c	0.3	60.00 ± 1.00 b	33.33 ± 0.58 c	
F-test	* ^{2/}	*	*	*	*	*	*	

^{2/} แตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ จากการเปรียบเทียบ โดยวิธี DMR

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายวัชระ ทองสุขนอก
เกิดวันที่	20 กุมภาพันธ์ 2525
สถานที่เกิด	อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านเหลื่อม จังหวัดนครราชสีมา กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-