การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack. เพื่อควบคุมยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linnaeus

Product Development of Oil and Crude Extracts of Thiam (*Azadirachta excelsa* Jack. Seed Kernel for Controlling Mosquito (*Aedes aegypti* Linnaeus

เอกราช แก้วนางโอ

Ekkarat Kaewnango

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Entomology
Prince of Songkla University
2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) เพื่อควบคุมยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linnaeus)

ผู้เขียน นายเอกราช แก้วนางโอ

สาขาวิชา กีฏวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สนั่น ศุภธีรสกุล)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สนั่น ศุภธีรสกุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต ชินาจริยวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) เพื่อควบคุมยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linnaeus)
ผู้เขียน	นายเอกราช แก้วนางโอ
สาขาวิชา	กีฏวิทยา
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

ทำการทดสอบความเป็นพิษในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linnaeus) ของสารแบบดั้งเดิม (น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง) ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ และแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ โดยการหาค่าความเป็นพิษต่อการตาย 50% (50% Lethal Concentration, LC_{50}) ที่เวลา 24 ชั่วโมง และผลต่อการอยู่รอดที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมงโดยวิธีจุ่มในสารทดสอบในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า เฉพาะสารแบบดั้งเดิม และผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานเท่านั้น ที่ให้ผลในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านได้ดี โดยผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานเป็นพิษต่อทั้งลูกน้ำและดักแด้มากที่สุด ซึ่งมีค่า LC_{50} ต่อลูกน้ำและดักแด้ที่เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 245.7 ppm และ 143.8 ppm ตามลำดับ ชี้ให้เห็นว่า การพัฒนาน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างให้เป็นผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านได้ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารลดลงต้องใช้ระยะเวลานานขึ้นจึงทำให้ลูกน้ำตาย 100% เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 800 ppm สามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 600 ppm ต้องใช้เวลานาน 72 ชั่วโมง ส่วนลูกน้ำที่รอดตายในสารแบบดั้งเดิมและผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานพัฒนาเป็นดักแด้และตัวเต็มวัยได้ช้ากว่าชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

การนำน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 2,000 และ 4,000 ppm ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 800 และ 2,000 ppm ตามลำดับ มาทดสอบระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำและผลต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® และน้ำเปล่าเป็นเวลา 30 วัน ในห้องปฏิบัติการพบว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำได้

นานที่สุดเป็นเวลา 10 วัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง และผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบแบบของเหลวพร้อมใช้งาน มีระยะเวลาการออกฤทธิ์เท่ากับ 9, 6 และ 5 วัน ตามลำดับ ส่วนผลต่อการวางไข่พบว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถลดการวางไข่ของยุงลายบ้านดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยตลอดระยะเวลา 30 วัน เท่ากับ 2.5 ± 2.3% และ 2.6 ± 2.0% ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบดั้งเดิม ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน และผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® เท่ากับ 21.2 ± 15.9%, 23.5 ± 16.0% และ 31.3 ± 21.2% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุมที่มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 18.9 ± 7.8% จากนั้นได้นำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่ความเข้มข้น 1 และ 2 เท่าของความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตาย 100% ไปทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ทุกความเข้มข้นสามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ต้องใช้เวลานาน 72 ชั่วโมง ส่วนในชุดควบคุมไม่พบการตายของลูกน้ำ

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาระยะเวลาการเจริญเติบโตของยุงลายบ้านระยะต่างๆ ในห้องปฏิบัติการและผลของน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่มีต่อเซลล์เนื้อเยื่อทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายบ้านพบว่า ยุงลายบ้านไข่เฉลี่ยครั้งละ 70 ± 4.6 ฟอง/ตัว หลังฟักออกจากไข่ ลูกน้ำมีการเจริญเติบโตเป็น 4 วัย โดยวัยที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอายุเฉลี่ย 2 ± 0.0, 1.04 ± 0.03, 1.02 ± 0.02 และ 2.7 ± 0.1 วัน ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ระยะดักแด้ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 2.2 ± 0.1 วัน ก่อนออกเป็นตัวเต็มวัยซึ่งเพศผู้มีอายุสั้นกว่าเพศเมีย โดยมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 15.1 ± 1.1 และ 18.3 ± 0.8 ตามลำดับ ส่วนผลของน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่มีต่อเซลล์เนื้อเยื่อทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายบ้านพบว่า สารดังกล่าวทำให้เซลล์ผนังลำไส้เสียหายโดยการเปลี่ยนรูปร่างและแตกออกจากกันเป็นสาเหตุทำให้ลูกน้ำตาย

โดยสรุปมีความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ควบคุมยุงลายบ้าน เพราะนอกจากจะให้ผลในการฆ่าลูกน้ำได้ดีแล้วยังสามารถลดการวางไข่ได้เป็นเวลานานอีกด้วย

Thesis Title	Product Development of Oil and Crude Extracts of Thiam (*Azadirachta excelsa* Jack.) Seed Kernel for Controlling Mosquito (*Aedes aegypti* Linnaeus)
Author	Mr. Ekkarat Kaewnango
Major Program	Entomology
Academic Years	2008

ABSTRACT

A toxicity test of original formulation (oil and crude extracts), formulated liquid products, sinking-pellet and floating-pellet products from seed kernel of thiam, *Azadirachta excelsa* Jack. was studied on larvae and pupae of *Aedes aegypti* Linnaeus. A 50% lethal concentration (LC_{50}) at 24 hrs. and survival of larvae and pupae at 24, 48, 72, 96 and 120 hrs. were assessed by a laboratory dip bioassay. The results revealed that the oil and crude extracts as well as the formulated liquid products gave high killing effect on larvae and pupae of *Ae. aegypti*. The formulated oil product was the most toxic to larvae and pupae. Its LC_{50} for larvae and pupae at 24 hrs. were 245.7 and 143.8 ppm, respectively. It suggests that toxicity of oil to larvae and pupae of *Ae. aegypti* could improve the through the formulation process. In addition, the lower concentration of test substance used the longner periods of 100% larval mortality obtained. For instance, 100% larval mortality of the formulated oil at 800 ppm required 24 hrs., whereas at 1,000 ppm required 72 hrs. Survived larvae exposed to oil, crude extracts and the formulated liquid products delayed the development of pupae and adults as compared with control (water).

A residual toxicity affecting laval mortality and oviposition of oil (2,000 ppm), crude extracts (4,000 ppm), the formulated oil (800 ppm) and the formulated crude extracts (2,000 ppm) were investigated for a period of 30 days as compared with Abate® and water (control) in laboratory. The results revealed that the longest residual activity for 10 days was found in oil, while the residual activity of crude extracts, the formulated oil and the formulated crude extracts were 9, 6 and 5 days, respectively. In term of oviposition effect, oil and formulated oil markedly showed oviposition deterence, with average egg-laying percentages of 2.5 ± 2.3% and 2.6 ± 2.0%, respectively, throughout a period of 30 days. On the other hand, those of crude

extracts an formulate cru e extracts as well as the original cru e extracts were 21.2 ± 15.9%, 23.5 ± 16.0% an 31.3 ± 21.2%, respectively, which were higher than control with 18.9 ± 7.8%. The efficacy of the original formulation an formulate pro ucts mentione above for controlling larva was teste un er a natural con ition. The results showe that all concentrations of all pro ucts provi e 100% larval mortality at 24 hrs. Abate® require for 72 hrs. to reach 100% larval mortality, whereas no mortality was foun in control.

In a ition, time require for evelopment in ifferent stages an a histological stu y on a igestive system of the *Ae. aegypti* larval expose to oil an cru e extracts were investigate in laboratory. The results showe that the mean number of eggs were 70 ± 4.6 bubble/1 a ult. After egg hatching, there were fourth instars of larval growth. The average growth perio s were 2 ± 0.0, 1.04 ± 0.03, 1.02 ± 0.02 an 2.7 ± 0.1 ays for the 1st, 2^{n}, 3^{r} an 4th instars, respectively. Larvae evelope to pupae with the average growth perio of 2.2 ± 0.1 ays before emerge to a ults. Longevity of male was 15.1 ± 1.1 ays shorter than 18.3 ± 0.8 ays of female. In term of histological effect, epithelial cell of the gut was amage by cell eformation an breakage.

In conclusion, because of its high larval toxicity an a long peroi eterent activity in oviposition, it is possible to evelope the oil of thaim see kernel as a pro uct for controlling *Ae. aegypti*

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับรองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ งามผ่องใส ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สนั่น ศุภธีรสกุล และรองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพล ศรีชนะ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. จิราพร เพชรรัตน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุชิต ชินาจริยวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ สำหรับคำแนะนำเพิ่มเติมในการแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับการอำนวยความสะดวกในการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพแวดล้อมจริง ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับการอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อเครื่องมือในการสกัดสาร

ขอขอบคุณ คุณปัทมพร อินสุวรรโณ คุณสิริพร ศรีเจริญ คุณยุพิน ศรีเจริญ และคุณบุญเชิญ แสงเทียน ที่อำนวยความสะดวกงานด้านธุรการ คุณสุพจน์ แก้วประสิทธิ์ และคุณมงคล รัตนโสภา ที่อำนวยความสะดวกทุกอย่างในขณะทำการทดลอง ณ แปลงเกษตร ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และคุณสุระพงศ์ สายบุญ สำหรับคำปรึกษาในการถ่ายรูปจากกล้องจุลทรรศ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนหลักจากโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเพื่อควบคุมยุงลายบ้านจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2549-2550 และทุนวิจัยเพิ่มเติมจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กราบขอบพระคุณแม่และญาติพี่น้องทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้ในการทำวิทยานิพนธ์ และขอบคุณจากใจสำหรับนายกฤษฎา หมื่นหนู นางสาวกนกอร วุฒิวงศ์ และนางสาว วนิดา เพ็ชรละมุล สำหรับความช่วยเหลือที่มีให้ตลอดมา และขอบคุณสำหรับกำลังใจดีๆ จาก คุณเจษฎา จิตรหลัง (พี่เอ) คุณอำมาตย์ ไชยทวีวงศ์ (พี่นุ๊ก) คุณพนม สินวรพันธุ์ (พี่นม) คุณสุเมธ ลิ่มมณีธรณ์ (เมธ) คุณยศวริศ เขตอนันต์ (เอก) คุณวีนัส สินสะเหต์ (วีนัส) คุณขนิษฐา ปานแก้ว (ขวัญ) คุณวิดาวรรณ เพ็งแก้ว (เดียร์) คุณปิตินาถ บุญเต็ม (ภีม) และคุณกมลรัตน์ มุกดา (อ้อม) ที่ไม่เคยทิ้งกันในยามลำบาก

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นนี้ทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ด้วย ที่ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกราช แก้วนางโอ

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(9)
รายการตาราง	(1)
รายการตารางภาคผนวก	(12)
รายการภาพ	(18)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	22
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	24
3. ผลและวิจารณ์	46
4. สรุปและเสนอแนะ	1
เอกสารอ้างอิง	1 2
ภาคผนวก	114
ประวัติผู้เขียน	185

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะความแตกต่างของยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) และยุงลายสวน (*Ae. albopictus*)	5
2	พืชธรรมชาติชนิดต่างๆ ที่ได้นำมาสกัดสารออกฤทธิ์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงทั้งในและต่างประเทศ	11
3	ลักษณะการออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์สารสะเดาแบบต่างๆ ต่อยุงหลายชนิด	18
4	น้ำหนักเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างหลังกะเทาะเปลือกและปั่นหยาบ	47
5	ปริมาณน้ำมันและสารสกัดหยาบที่สกัดได้จากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 15 กิโลกรัม	47
6	ชีววิทยาของยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ	51
7	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	61
8	ค่า LC_{50} ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	65
9	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	67
10	ค่า LC_{50} ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	69
11	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	74
12	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	76
13	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	78
14	ผลการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านเป็นระยะเวลา 30 วัน ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®	82

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด	92
16	ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 30 วัน ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด	95
17	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่คัดเลือกมาจากห้องปฏิบัติการ และผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	99

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ช่วงอายุของยุงลายบ้านระยะต่างๆ ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ	115
2	จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้าน 1 ตัว วาง/ครั้ง ที่เวลา 48 ชั่วโมง	117
3	ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	118
4	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	119
5	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	120
6	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	121
7	ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	122
8	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	123
9	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	124
10	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	125
11	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	126
12	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	126
13	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	127

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
14	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	127
15	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	128
16	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	128
17	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	129
18	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	129
19	ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	130
20	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	131
21	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	132
22	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	133
23	ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	134
24	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	135

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
25	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	136
26	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	137
27	ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	138
28	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	139
29	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	140
30	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	141
31	ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	142
32	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	143
33	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	144

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
34	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	145
35	ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	146
36	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	147
37	ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	148
38	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	149
39	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	150
40	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	150
41	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	151
42	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	151
43	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	152
44	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	152
45	การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	153

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
46	การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง	153
47	ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	154
48	ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	155
49	ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	156
50	ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง	157
51	ผลการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านเป็นระยะเวลา 30 วัน ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®	158
52	จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้านวางในผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เป็นระยะเวลา 30 วัน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®	164
53	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เป็นระยะเวลา 30 วัน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®	168
54	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อใส่สารลงไปในถ้วยทดสอบวันแรก	172
55	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 2 วัน	172
56	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 4 วัน	173
57	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 6 วัน	173

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
58	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 8 วัน	174
59	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 10 วัน	174
60	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 12 วัน	175
61	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 14 วัน	175
62	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 16 วัน	176
63	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 18 วัน	176
64	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 20 วัน	177
65	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 22 วัน	177
66	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 24 วัน	178
67	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 26 วัน	178
68	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 28 วัน	179
69	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 30 วัน	179
70	จำนวนลูกน้ำยุงลายบ้านที่ตายในสารทดสอบทุกชนิดที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง เมื่อนำมาทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง	180

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะความแตกต่างของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านและยุงลายสวน	5
2	ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงลายสวน	6
3	วงจรชีวิตของยุงลาย	8
4	ลักษณะของต้น ใบ และผลของสะเดาช้าง	15
5	สูตรโครงสร้างของสารอะซาดิแรคติน	16
6	สูตรโครงสร้างขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	17
7	การผึ่งแดดของเมล็ดสะเดาช้าง	24
8	ลักษณะของเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	24
9	ขั้นตอนการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	26
10	การแช่เนื้อในเมล็ดสะเดาช้างด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนในขวดแก้วขนาด 20 ลิตร	27
11	การสกัดสารโดยระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง Rotary evaporator	27
12	ส่วนผสมสำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งาน	32
13	ส่วนผสมสำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ	32
14	ส่วนผสมสำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ	32
15	เครื่อง extruder	33
16	เครื่อง spheronizer	33
17	การฟักลูกน้ำยุงลายบ้านเพื่อนำไปทดสอบ	35
18	สำลีชุบน้ำหวานสำหรับใช้เป็นอาหารของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน	35
19	การเลี้ยงตัวเต็มวัยยุงลายบ้านในกรงขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร	35
20	ถ้วยวางไข่ซึ่งมีไข่ของยุงลายบ้านวางอยู่รอบด้านในของถ้วย	35
21	การทดสอบหาช่วงอายุเฉลี่ยของลูกน้ำแต่ละวัยและดักแด้ยุงลายบ้าน	37
22	การทดสอบหาอายุเฉลี่ยของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน	37
23	การทดสอบหาจำนวนไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้าน 1 ตัว วาง/ครั้ง ที่เวลา 48 ชั่วโมง	37
24	การทดสอบหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านตาย 100% และค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ	40

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	การทดสอบระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดี	40
26	การใส่สารทดสอบลงไปในถ้วยวางไข่พร้อมกันจำนวน 16 ชุด ในวันแรกของการทดสอบเพื่อทดสอบผลต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เป็นเวลา 30 วัน	43
27	ลักษณะการวางชุดทดสอบแบบสุ่มในกรงทดสอบขนาด 120 x 120 x 60 เซนติเมตร	43
28	การทดสอบผลในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการ	49
29	ลักษณะของน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่สกัดได้	47
30	ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	50
31	ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ	50
32	ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมัน และสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ	50
33	ลักษณะของไข่ยุงลายบ้าน	53
34	ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 1 ซึ่งฟักออกมาจากไข่วันแรก และมีอายุ 1 วัน หลังฟักออกจากไข่	53
35	ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 2 ซึ่งมีอายุ 2 วัน หลังฟักออกจากไข่	54
36	ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ซึ่งมีอายุ 3 วัน หลังฟักออกจากไข่	54
37	ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ซึ่งมีอายุ 4 5 และ 6 วัน หลังฟักออกจากไข่	55
38	ลักษณะของดักแด้ยุงลายบ้าน	56
39	ลักษณะของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศผู้และเพศเมีย	56
40	สีของน้ำในหลายระดับความเข้มข้นหลังจากหยดสารแบบดั้งเดิมและผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานลงไป	70

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
41	ลักษณะของน้ำหลังจากโปรยผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมทั้งชนิดจมน้ำและลอยน้ำลงไป	71
42	ระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ และผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®	85
43	ภาพตัดตามยาวแสดงให้เห็นถึงเซลล์เนื้อเยื่อทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายบ้านที่ไม่ได้สัมผัสสาร	88
44	ภาพตัดตามยาวแสดงให้เห็นถึงเซลล์เนื้อเยื่อทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายบ้านที่สัมผัสน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	88
45	ภาพตัดตามยาวแสดงให้เห็นถึงเซลล์เนื้อเยื่อทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายบ้านที่สัมผัสสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	89
46	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในแต่ละช่วงอายุของสารทดสอบ	96

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ไข้เลือดออกมีการระบาดในประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแถบแปซิฟิกตะวันตก พบการระบาดครั้งแรกในประเทศฟิลิปปินส์เมื่อปี พ.ศ. 2496 มีชื่อเรียกว่า Philippines hemorrhagic fever ส่วนในประเทศไทยพบการระบาดครั้งแรกที่กรุงเทพมหานครเมื่อปี พ.ศ. 2501 และมีชื่อเรียกว่า Thai hemorrhagic fever (วัลลภ, 2548) โดยสาเหตุของโรคเกิดจากเชื้อไวรัสเดนกี่ (dengue virus) จึงมีชื่อเรียกทางสากลว่า Dengue hemorrhagic fever (DHF) (กรมควบคุมโรค, 2548 ก)

เชื้อไวรัสเดนกี่เป็น RNA virus จัดอยู่ในวงศ์ (family) Flaviviridae มี 4 ซีโรไทป์ (serotype) คือ DEN 1-4 โดยในร่างกายมนุษย์มีสารบางอย่างที่สามารถต่อต้านเชื้อทั้ง 4 ซีโรไทป์ร่วมกันได้ (antigen) จึงเป็นสาเหตุให้ในกรณีที่มีการติดเชื้อไวรัสเดนกี่สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งเป็นครั้งแรกแล้วจะมีภูมิคุ้มกันต่อสายพันธุ์นั้นไปตลอดชีวิต (permanent immunity) หลังจากนี้ถ้ามีการติดเชื้อไวรัสเดนกี่ซึ่งเป็นคนละสายพันธุ์กับเชื้อที่ติดในครั้งแรก อาจมีโอกาสติดเชื้อสายพันธุ์นั้นซ้ำได้อีก (secondary dengue infection) ซึ่งสาเหตุนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคไข้เลือดออกในมนุษย์ (กรมควบคุมโรค, 2548 ข)

เนื่องจากในอดีตไข้เลือดออกยังไม่มีวัคซีนป้องกัน จึงส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ เริ่มจากช่วงปี พ.ศ. 2506-2507 มีจำนวนผู้ป่วย 2,706 ราย ตาย 296 ราย คิดเป็นอัตราการป่วยตายร้อยละ 10.94 ในช่วงปี พ.ศ. 2508-2510 โรคได้กระจายสู่จังหวัดที่มีการคมนาคมขนส่งสะดวกจากกรุงเทพมหานคร และในปี พ.ศ. 2515 ซึ่งเป็นปีแรกที่โรคเกิดการระบาดขึ้น มีจำนวนผู้ป่วย 23,782 ราย ตาย 685 ราย คิดเป็นอัตราการป่วยตายร้อยละ 2.88 ต่อมาในปี พ.ศ. 2522 มีจำนวนผู้ป่วยสูงถึง 43,382 ราย ตาย 403 ราย คิดเป็นอัตราการป่วยตายร้อยละ 0.93 หลังจากนั้นแนวโน้มการระบาดของไข้เลือดออกได้ลดลง จนถึงปี พ.ศ. 2530 ได้มีการระบาดเกิดขึ้นอีกครั้ง และเป็นปีที่มีจำนวนผู้ป่วยสูงสุดคือ 174,285 ราย ตาย 1,007 ราย คิดเป็นอัตราการป่วยตายร้อยละ 0.58 (วนัสรา, 2544) แม้ว่าในระยะหลังจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกได้ขึ้นๆ ลงๆ สลับกันไปในแต่ละปี เช่น ในปี พ.ศ. 2542, 2543 และ 2544 ซึ่งพบผู้ป่วยไข้เลือดออกจำนวน

24,826, 18,617 และ 140,756 ราย ตามลำดับ จนกระทั่งถึงปัจจุบันในปี พ.ศ. 2550 พบผู้ป่วยไข้เลือดออกจำนวน 25,361 ราย (กรมควบคุมโรค, มมป ข) แต่ก็ถือได้ว่าตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันไข้เลือดออกได้กลายเป็นปัญหาที่สำคัญทางสาธารณสุขของประเทศไทย ดังจะเห็นได้จากมีจำนวนผู้ป่วยถึงหลักหมื่นในทุกๆ ปี จึงเป็นสาเหตุให้กรมควบคุมโรคติดต่อต้องใช้งบประมาณในการควบคุมโรคปีละมากกว่า 100 ล้านบาท และหากนับรวมกับงบประมาณขององค์การบริหารส่วนตำบลในแต่ละพื้นที่ทั้งประเทศแล้ว ต้องใช้งบประมาณในการควบคุมโรคทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาท ในขณะที่ปัจจุบันยังไม่สามารถป้องกันไข้เลือดออกด้วยการฉีดวัคซีนได้ ดังนั้นการควบคุมพาหะนำโรคจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออก (กระทรวงสาธารณสุข, 2549)

ยุงลายเป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก โดยยุงลายที่เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกที่สำคัญในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linnaeus) เป็นพาหะหลัก และยุงลายสวน (*Aedes albopictus* Skuse) เป็นพาหะรอง (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2543) ปัจจุบันมาตรการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออกเน้นการควบคุมยุงลายพาหะนำโรคเป็นหลัก ซึ่งส่วนใหญ่เน้นไปที่การควบคุมระยะลูกน้ำและดักแด้มากกว่าตัวเต็มวัย เนื่องจากการลดปริมาณลูกน้ำและดักแด้เป็นการลดปริมาณตัวเต็มวัยไปโดยอัตโนมัติ (สุรเกียรติ, 2546)

วิธีการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลายที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันคือ การใช้สารฆ่าแมลงเทมีฟอส (temephos) ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) ชื่อทางการค้าที่นิยมใช้กันมากคือ ทรายอะเบท® อะเบท® (Abate®) และ เคมฟลีท แซนดาเบต® (Chemfleet Sandabate®) อัตราการใช้ที่แนะนำคือ 1 กรัม/น้ำ 10 ลิตร สามารถควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงได้นาน 3 เดือน แต่อย่างไรก็ตามสารฆ่าแมลงเทมีฟอสมีราคาค่อนข้างแพง และยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังพบรายงานการสร้างความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมีดังกล่าวทั้งในและต่างประเทศอีกด้วย (Wirth and Georghiou, 1999; Braga *et al.,* 2004; Saelim *et al.,* 2005) ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักวิจัยในต่างประเทศได้คิดค้นการนำสารสกัดที่ได้จากพืชธรรมชาติมาใช้ควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลาย โดยสารจากพืชธรรมชาติที่นิยมนำมาทดสอบคือ สารสะเดา (*Azadirachta* spp.) ซึ่งประกอบด้วยน้ำมัน (oil) และสารสกัดหยาบ (crude extract) สำหรับในประเทศไทยมีการนำสารสกัดหยาบจากเนื้อในเมล็ดสะเดามาศึกษาเพื่อควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลายอยู่บ้าง แต่ยังถือว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ และที่มีการศึกษาได้แก่ สะเดาอินเดีย (*Azadirachta indica* A. Juss.) เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการนำเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) ซึ่งมีการปลูกกันมากในภาคใต้ของประเทศไทยตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงมาจนถึงประเทศมาเลเซียมาศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุม

ลูกน้ำและดักแด้ยุงลาย เนื่องจากในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง พบว่า นอกจากจะมีสารอะซาดิแรคติน (azadirachtin) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์หลักแล้ว ยังพบสารมาร์แรนกิน (marrangin) ที่มีการออกฤทธิ์คล้ายกับสารอะซาดิแรคติน ดังจะเห็นได้จากการทดสอบความเป็นพิษต่อด้วงปีกแข็ง Mexican bean beetle (*Epilachna varivesti*) ซึ่งพบว่า สารมาร์แรนกินมีพิษสูงกว่าสารอะซาดิแรคติน 2 เท่า (Teik, 2000) นอกจากนี้ยังพบสารอีกชนิดหนึ่งคือ 1-tigloyl-3-acetylazadirachtol หรือ azadirachtin M ซึ่งเป็นสารลิโมนอยด์ (limonoid) ชนิดใหม่อยู่ในเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างอีกด้วย (Kraus *et al*., 1997) และยังพบว่า สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่สกัดด้วยเมทานอล (methanol) สามารถฆ่าหนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) (ทิวา, 2543) และหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) (ปาริชาติ, 2543) ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาไทยซึ่งใช้วิธีการสกัดแบบเดียวกันอีกด้วย นอกจากนี้ในการศึกษาประสิทธิภาพเบื้องต้นในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงรำคาญ (*Culex* spp.) ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่สกัดด้วยนอร์มอลเฮกเซน (normal hexane; *n*-hexane) โดยหยดน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 89 ไมโครลิตร ลงในบีกเกอร์ทดสอบซึ่งมีลูกน้ำและดักแด้ยุงรำคาญอยู่ในน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร พบว่า สามารถฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงรำคาญได้ 100% ที่เวลา 48 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างดังกล่าวที่นำมาทดสอบยังไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ เนื่องจากการแพร่กระจายบนผิวน้ำยังไม่ดีเท่าที่ควร (ยุวดี, 2547)

ดังนั้นการวิจัยเพื่อพัฒนาทั้งน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ (formulation) ที่เหมาะสม และสะดวกต่อการนำไปใช้ควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลายจึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษาอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะเป็นการนำพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์แล้ว ยังมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนารูปผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในเชิงการค้าต่อไปในอนาคตเพื่อลดการสูญเสียเงินตราอันเนื่องมาจากการนำเข้าสารเคมีเทมีฟอสและสารเคมีสังเคราะห์ชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดการใช้สารเคมีซึ่งมีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมสูงได้อีกทางหนึ่ง

การตรวจเอกสาร

1. ความสำคัญและชีววิทยาของยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย

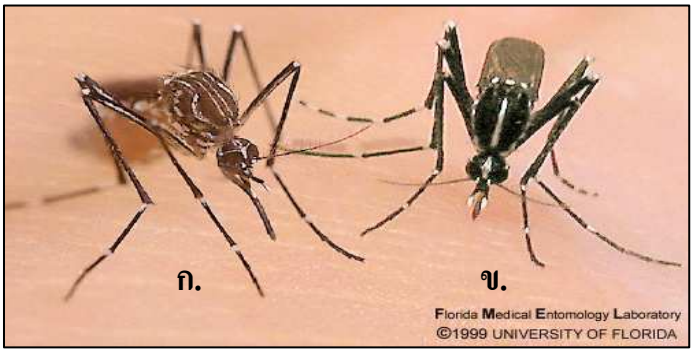
ยุงลายจัดเป็นแมลงพาหะนำโรคจำพวกหนึ่ง มีแหล่งกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา และแพร่กระจายไปยังประเทศต่างๆ ระหว่างเส้นรุ้งที่ 40 องศาเหนือและใต้ โดยติดไปกับพาหนะที่ใช้ในการคมนาคมโดยเฉพาะทางเรือ ยุงลายเป็นยุงที่ไม่ชอบแสงแดดและลมแรง ดังนั้นจึงหากินในรัศมี 50-80 เมตร จากแหล่งเพาะพันธุ์ ในฤดูฝนมียุงลายชุกชุมมาก เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นหลังจากฝนตกชุกเหมาะแก่การแพร่พันธุ์ของยุงลาย (กรมควบคุมโรค, 2548 ก) สำหรับในประเทศไทยพบยุงลายครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2450 โดยจะพบเฉพาะในเมืองใหญ่ๆ ต่อมาในปี พ.ศ. 2508 เริ่มพบยุงลายตามชนบทและภาคต่างๆ ของประเทศไทย (นิรนาม, มมป) โดยยุงลายที่พบในประเทศไทยมีทั้งสิ้น 113 ชนิด (กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2536) แต่ที่เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกมีเพียง 2 ชนิด คือ ยุงลายบ้านและยุงลายสวน โดยชนิดแรกเป็นพาหะหลักเนื่องจากมีแหล่งเพาะพันธุ์และหากินอยู่บริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยจึงมีความใกล้ชิดกับมนุษย์มากกว่ายุงลายสวนซึ่งมีแหล่งเพาะพันธุ์และหากินอยู่ในสภาพธรรมชาติภายนอกบ้านเรือน (อุษาวดี, 2544) ยุงลายทั้ง 2 ชนิด แพร่กระจายในระดับความสูงที่ต่างกัน โดยไม่พบยุงลายบ้านที่ความสูงเกิน 1,000 ฟุต จากระดับน้ำทะเล ต่างจากยุงลายสวนที่สามารถพบได้ทุกระดับความสูงแม้กระทั่งบนยอดเขาสูง 6,000 ฟุต (สมเกียรติ, 2535) แต่อย่างไรก็ตามได้มีรายงานจากบางประเทศว่าสามารถพบยุงลายบ้านที่ระดับความสูง 7,000 ฟุต แล้ว สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในบางประเทศอุณหภูมิบนภูเขาสูงขึ้นทำให้ยุงลายบ้านสามารถบินขึ้นไปแพร่พันธุ์ได้ (กรมควบคุมโรค, 2548 ก)

ลักษณะที่คล้ายกันของยุงลายบ้านและยุงลายสวนคือ ลำตัวรวมทั้งที่ขาและท้องในระยะตัวเต็มวัยมีลายสีขาวสลับดำ (สันติภาพ, 2544) ส่วนลักษณะที่แตกต่างกันแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 และ 2

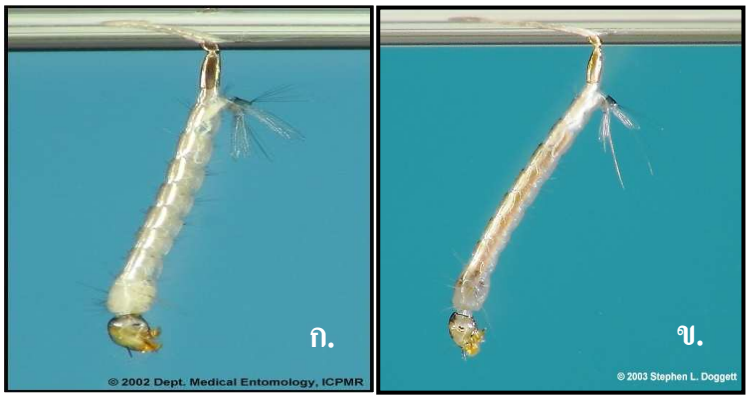
ตารางที่ 1 ลักษณะความแตกต่างของยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) และยุงลายสวน (*Ae. albopictus*)

ลักษณะโครงสร้าง	ยุงลายบ้าน	ยุงลายสวน
ลูกน้ำ		
หนามแหลมซึ่งชี้ออกมาด้านข้างของส่วนอก	มี	ไม่มี
ลักษณะของเกล็ดที่อยู่บริเวณท้องปล้องที่ 8	แยกเป็นแฉก	ไม่แยกเป็นแฉก
ตัวเต็มวัย		
สีของเกล็ดที่ปกคลุมระยางค์ปาก	สีขาว	สีดำ
ลักษณะของเกล็ดสีขาวที่เรียงตัวอยู่ด้านหลังของส่วนอก	คล้ายพิณฝรั่งหรือเคียวเกี่ยวข้าว 1 คู่	แถบเส้นตรง

ที่มา: เสียงธรรมวิมล (มมป)



ภาพที่ 1 ลักษณะความแตกต่างของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน (ก.) และยุงลายสวน (ข.)
ที่มา: Leisnham (2008)



ภาพที่ 2 ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้าน (ก.) และยุงลายสวน (ข.)
ที่มา: Anonymous (2002 c) และ Doggett (2003)

ตัวเต็มวัยยุงลายออกหากินเวลากลางวัน ช่วงเวลาที่พบมากคือ ช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 9.00-10.00 น. และช่วงบ่ายตั้งแต่เวลา 16.00-17.00 น. ในสภาวะที่ลมสงบความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.3-0.4 เมตร/วินาที ยุงลายบ้านบินได้ไกล 300-400 เมตร ส่วนยุงลายสวนบินได้ไกลถึง 600 เมตร ภายในเวลา 10 วัน (อุษาวดี, 2544) ยุงลายวางไข่ในน้ำนิ่งบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำเล็กๆ และภาชนะที่มีน้ำขัง เช่น โอ่งใส่น้ำ ถ้วยรองขาตู้ และแจกัน เป็นต้น (สันติภาพ, 2544) วงจรชีวิตของยุงลายเป็นแบบสมบูรณ์ (complete life cycle) เปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ลูกน้ำ ดักแด้ และตัวเต็มวัย (ภาพที่ 3)

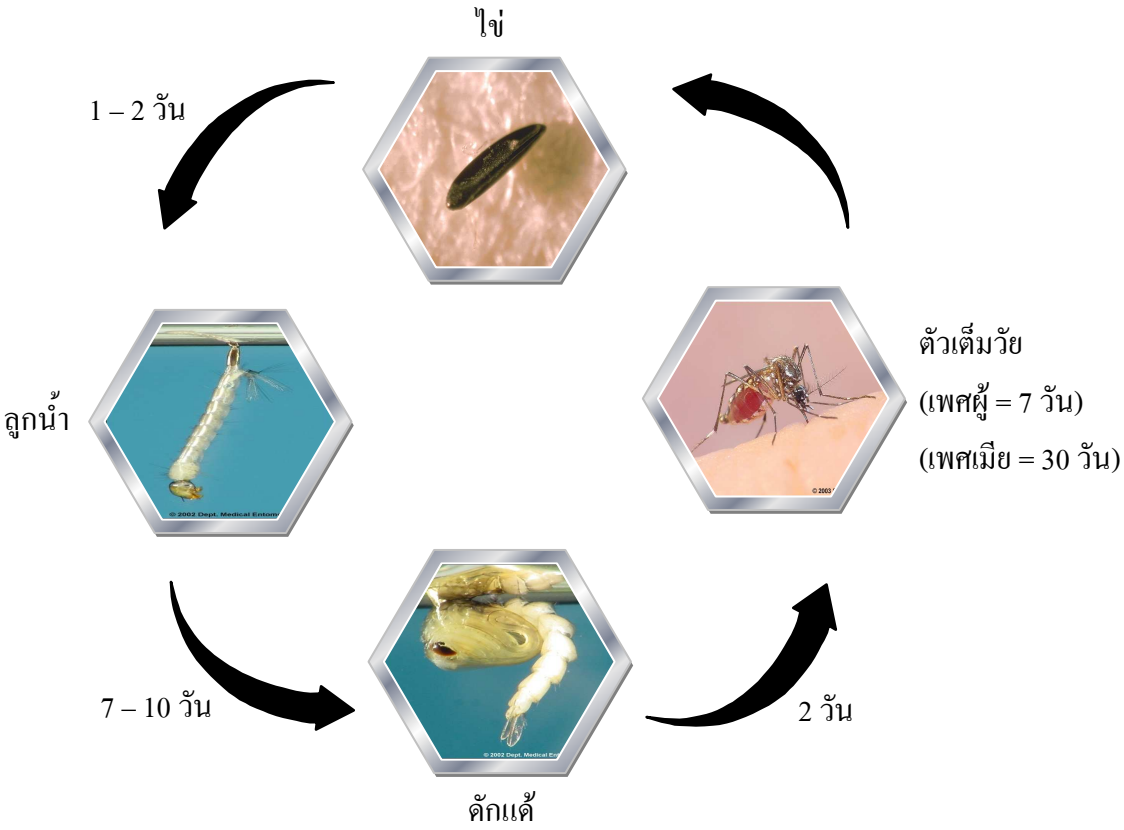
ระยะไข่ (egg stage) หลังจากยุงลายเพศเมียได้รับการผสมพันธุ์และกินเลือดเต็มที่แล้วจึงวางไข่ตามขอบด้านในของภาชนะเหนือระดับน้ำเล็กน้อย โดยวางไข่ครั้งละประมาณ 100 ฟอง ไข่ยุงลายอยู่เป็นฟองเดี่ยวๆ หรือเป็นแพติดกัน มีรูปร่างยาวรี 1 มิลลิเมตร คล้ายกระสวยหรือเมล็ดข้าวสาร ช่วงที่วางใหม่ๆ ไข่มีสีขาวต่อมาเปลี่ยนเป็นสีดำภายใน 24 ชั่วโมง ตัวอ่อนภายในไข่เจริญเติบโตได้ต้องอาศัยความชื้นสูงและอุณหภูมิ 28-35 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้ระยะเวลา 1-2 วัน ในกรณีที่ไข่แห้งในขณะที่ตัวอ่อนกำลังเจริญเติบโตอยู่ภายในทำให้ตัวอ่อนตาย ไข่ยุงลายมีความพิเศษแตกต่างจากยุงชนิดอื่นคือ ถ้าตัวอ่อนภายในไข่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วสามารถมีชีวิตอยู่ในสภาพที่ไข่แห้งได้นานหลายเดือน (เสียงธรรมวิมล, มมป)

ระยะลูกน้ำ (larval stage) ลูกน้ำยุงลายมีการพัฒนารูปร่าง (development) เป็น 4 วัย ใช้เวลา 7-10 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและอาหารที่มีอยู่ในน้ำ ลูกน้ำว่ายน้ำทำมุม 60-90 องศา กับผิวน้ำ และว่ายน้ำเป็นรูปเลขแปด (8) หรือรูปตัวเอส (S) ลูกน้ำยุงลายกินอาหารตามผิวของภาชนะทั้งบริเวณด้านข้างและก้นภาชนะ โดยมีอินทรีย์สารต่างๆ และจุลินทรีย์ในภาชนะที่อาศัยอยู่เป็น

อาหาร (เสียงธรรมวิมล, มมป) มีการหายใจโดยใช้ท่อหายใจ (siphon) ซึ่งอยู่บริเวณส่วนท้ายของท้องปล้องที่ 8 โผล่ขึ้นมาเหนือผิวน้ำเพื่อรับออกซิเจนจากภายนอกไปใช้ในการหายใจใต้น้ำ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2543)

ระยะดักแด้ (pupal stage) ดักแด้หรือตัวโม่งของยุงลายมีสีน้ำตาลดำ ส่วนหัวกับส่วนอกรวมเป็นส่วนเดียวกันมีขนาดใหญ่กว่าส่วนลำตัวซึ่งงอลงคล้ายเครื่องหมายจุลภาค ไม่มีขา มีท่อหายใจ 1 คู่ อยู่ตรงส่วนหัวลักษณะคล้ายแตร (เสียงธรรมวิมล, มมป) ดักแด้ลอยตัวนิ่งๆ อยู่บริเวณผิวน้ำและมีลักษณะการหายใจคล้ายกับในระยะลูกน้ำ ในกรณีที่ผิวน้ำถูกรบกวนดักแด้เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วมาก ดักแด้เป็นระยะสุดท้ายที่ใช้ชีวิตอยู่ในน้ำโดยไม่กินอาหาร ก่อนลอกคราบออกมาเป็นตัวเต็มวัย โดยใช้เวลาเจริญเติบโต 2 วัน (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2543)

ระยะตัวเต็มวัย (adult stage) เมื่อเข้าสู่ช่วงปลายของระยะดักแด้ เปลือกหุ้มบริเวณส่วนหัวเริ่มปริออกทำให้ตัวเต็มวัยที่อยู่ภายในค่อยๆ ดันตัวเองออกมา เมื่อตัวเต็มวัยโผล่พ้นเปลือกดักแด้ออกมาเกือบหมดเหลือเฉพาะส่วนขา ปีกเริ่มคลี่ออก และเมื่อส่วนขาหลุดออกมาหมดแล้วตัวเต็มวัยจะเกาะอยู่บนผิวน้ำหรือบริเวณใกล้เคียง 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ปีกแข็งแรงพอที่จะบินได้ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2543) ยุงลายตัวเต็มวัยเพศผู้มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย และลอกคราบออกมาก่อน 1-2 วัน ตัวเต็มวัยทั้ง 2 เพศ มีหนวดที่แตกต่างกัน โดยเพศผู้มีหนวดแบบพู่ขน (plumose) ส่วนเพศเมียมีหนวดแบบพู่ขนอ่อน (pilose) ตัวเต็มวัยเพศผู้ดูดกินน้ำหวานเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนเพศเมียนอกจากดูดกินน้ำหวานแล้ว ยังต้องดูดกินเลือดหลังจากผสมพันธุ์ (เพศเมีย 1 ตัว ผสมพันธุ์เพียงครั้งเดียวสามารถวางไข่ได้ตลอดชีวิต) เพื่อนำโปรตีนที่อยู่ในเลือดไปใช้สร้างไข่ โดยปริมาณเลือดที่เพศเมียดูดกินต่อครั้งประมาณ 0.75 มิลลิกรัม โดยทั่วไปตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุ 1 สัปดาห์ ส่วนเพศเมียมีอายุ 1 เดือน (เสียงธรรมวิมล, มมป)



ภาพที่ 3 วงจรชีวิตของยุงลาย

ที่มา: Anonymous (n.d.), Anonymous (2002 a), Anonymous (2002 b) และ Anonymous (2002 c)

การนำเชื้อไวรัสเดนกี่ของยุงลายเกิดขึ้นเมื่อยุงไปกัดผู้ป่วยที่มีเชื้อไวรัสอยู่ในกระแสเลือด หลังจากนั้นเชื้อเข้าสู่กระเพาะอาหารไปอยู่ในเซลล์ผนังกระเพาะอาหารของยุง เมื่อเชื้อเพิ่มจำนวนมากขึ้นจึงออกจากเซลล์ผนังกระเพาะอาหารเข้าสู่ต่อมน้ำลาย รวมระยะเวลาที่เชื้อเพิ่มจำนวนอยู่ในยุงลายประมาณ 8-12 วัน เชื้อคงอยู่ภายในได้ตลอดชีวิตของยุงลายและพร้อมเข้าสู่ร่างกายของคนที่ถูกยุงลายดูดเลือดต่อไป เมื่อเชื้อไวรัสเดนกี่เข้าสู่คนแล้วใช้เวลาฟักตัว 3-15 วัน จึงแสดงอาการของโรคไข้เลือดออก (Joshi and Sharma, 2001)

2. การควบคุมยุงลายบ้านพาหะนำโรคไข้เลือดออกในชุมชนอยู่อาศัย

โดยส่วนใหญ่พบผู้ป่วยไข้เลือดออกในฤดูฝนมากที่สุด เนื่องจากฤดูฝนมีความชุกชุมของยุงลายมากกว่าฤดูอื่น โดยในกรณีที่เป็นชุมชนอยู่อาศัยมีการประเมินการระบาดของไข้เลือดออกด้วยการสำรวจปริมาณลูกน้ำยุงลายบ้านในชุมชน หลังจากนั้นนำมาประเมินการระบาดของไข้เลือดออกด้วยค่าดัชนีต่อไปนี้

House index หมายถึง จำนวนบ้านที่พบลูกน้ำใน 100 หลัง

Container index หมายถึง จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำใน 100 ภาชนะ

Breteau index หมายถึง จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำในบ้าน 100 หลัง

Stegomyia index หมายถึง จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำต่อประชากร 1,000 คน

Landing rate หมายถึง จำนวนยุงที่จับได้ทั้งตัวผู้และตัวเมียต่อคนต่อชั่วโมง

Biting rate หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียที่จับได้ต่อคนต่อชั่วโมง

เมื่อสำรวจแล้วพบว่า ค่าที่สำรวจได้เกินกว่าระดับที่กำหนดแสดงว่ามีอัตราเสี่ยงสูงที่จะเกิดการระบาดของไข้เลือดขึ้นในชุมชน (Strickman and Kittayapong, 2002) จึงควรป้องกันโดยการควบคุมยุงลายบ้านพาหะนำโรคซึ่งทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

2.1 การกำจัดหรือลดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย

2.1.1 การปิดภาชนะเก็บน้ำด้วยฝาปิดขนาดพอเหมาะเพื่อช่วยป้องกันไม่ให้ยุงลายเข้าไปวางไข่ได้ เนื่องจากยุงลายมักวางไข่ในที่มืดมากกว่าที่สว่าง

2.1.2 การคว่ำภาชนะที่ไม่ใช้ประโยชน์เพื่อไม่ให้มีน้ำขังเกิดขึ้นอันเป็นสาเหตุให้ยุงลายเข้ามาวางไข่ได้

2.1.3 การทำลายเศษวัสดุที่อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย เช่น กะลา ยางรถยนต์ และถ้วยชามที่ไม่ใช้แล้ว

2.2 การกำจัดลูกน้ำยุงลาย

2.2.1 การใช้สารเคมีใส่ลงไปในแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย เช่น สารเทมีฟอสเคลือบเม็ดทราย (ทรายอะเบท) น้ำส้มสายชู และผงซักฟอก

2.2.2 การใช้วิธีทางชีววิทยา เช่น ใช้ปลา แมลงตับเต่า มวนน้ำบางชนิด และตัวอ่อนของแมลงปอกินลูกน้ำยุงลาย

2.2.3 การใช้วิธีทางกายภาพ เช่น ใช้ขันดักลูกน้ำ และใช้สวิงช้อนตักลูกน้ำ

2.3 การกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยโดยการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดยุง

2.3.1 การฉีดพ่นผลิตภัณฑ์อัดแก๊สสำหรับฉีดฆ่ายุง วิธีนี้เจ้าของบ้านสามารถดำเนินการเองได้

2.3.2 การฉีดพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องฉีดพ่นแบบละอองฝอย (ULV) วิธีนี้ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในการฉีดพ่นโดยเฉพาะ

2.3.3 การฉีดพ่นสารเคมีแบบหมอกควัน โดยสารเคมีที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ เดลต้าเมทริน (deltamethrin) วิธีนี้ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในการฉีดพ่นเช่นเดียวกัน (กรมควบคุมโรค, มมป ก)

3. การใช้น้ำมันและสารสกัดจากพืชธรรมชาติควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุง

ในปัจจุบันการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงนิยมใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตดังกล่าวข้างต้น ซึ่งการควบคุมโดยใช้สารเคมีนั้นนอกจากทำให้เกิดการตกค้างในสภาพแวดล้อมแล้ว ยังทำให้ลูกน้ำและดักแด้มีโอกาสสร้างความต้านทานขึ้นมาได้ (ศิริชัย, 2545) จึงเป็นสาเหตุให้มีความสนใจนำสารฆ่าแมลงที่สกัดจากพืชธรรมชาติ (botanical insecticides) มาควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุง เพราะนอกจากมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ของยุงได้แล้ว ยังปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงอีกด้วย และโอกาสที่ลูกน้ำและดักแด้สร้างความต้านทานต่อสารนั้นมีน้อย (สุธรรม, 2534) จึงเป็นสาเหตุให้สารที่สกัดจากพืชธรรมชาติเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ (Murugan *et al.*, 2007)

น้ำมันเป็นสารฆ่าลูกน้ำยุงที่เก่าแก่ที่สุด และสามารถฆ่าลูกน้ำยุงได้หลายชนิด เนื่องจากทำให้ลูกน้ำไม่สามารถแทงท่อหายใจทะลุผ่านน้ำมันที่เคลือบเป็นฟิล์มอยู่บนผิวน้ำได้ (สุชาติ และคณะ, 2526) นอกจากน้ำมันสามารถฆ่าลูกน้ำได้ทุกระยะรวมทั้งดักแด้แล้ว ยังสามารถยับยั้งไม่ให้ดักแด้ลอกคราบออกมาเป็นตัวเต็มวัย และลดการวางไข่ของยุงตัวเต็มวัยได้อีกด้วย (Tawatsin *et al.*, 2001) นอกจากนี้ Awad และ Shimaila (2003) ได้รายงานว่า น้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันก๊าดสามารถฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) ได้ง่ายที่สุด จึงเป็นสาเหตุให้มีการทดลองนำน้ำมันจากพืชธรรมชาติมาทดสอบฆ่าลูกน้ำยุงกันมากขึ้น ดังเห็นได้จากการศึกษาของ Silva และคณะ (2003) ซึ่งได้ทดสอบผลในการฆ่ายุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say.) ด้วยน้ำมัน (oil-resin) ที่สกัดจากพืช *Copaifera reticulata* ซึ่งใช้ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethylsulfoxide; DMSO) เป็นตัวสกัดพบว่า น้ำมันสกัดจากพืชดังกล่าวสามารถฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญได้ โดยมีค่า LC_{50} ที่เวลา 48 ชั่วโมง ต่อลูกน้ำวัยที่ 1, 2, 3, และ 4 เท่ากับ 0.4, 0.9, 39 และ 80 ppm ตามลำดับ และมีค่า

LC_{99} ที่เวลาเดียวกันต่อลูกน้ำทั้ง 4 วัย เท่ากับ 15, 15, 50 และ 180 ppm ตามลำดับ ในขณะเดียวกัน สารไพเพอร์ริทิโนนออกไซด์ (piperitenone oxide) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่อยู่ในน้ำมันที่สกัดจากต้นสเปียร์มิ้นท์ (*Mentha spicata* L. var. viridis) ก็สามารถฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles stephensi* Liston.) ได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 61,640 ppm นอกจากนี้ยังมีผลในการลดการวางไข่และฟักออกจากไข่ของยุงชนิดดังกล่าวได้ 100% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Tripathi *et al.,* 2004) และต่อมา Albuquerque และคณะ (2004) ได้พบว่า น้ำมันที่สกัดจากรากสาบเสือ *Eupatorium betonicaeforme* (D.C.) Baker สามารถใช้ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้

ส่วนการใช้สารสกัดจากพืชธรรมชาติในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงพบว่าสารสกัดจากพืชหลายชนิดสามารถควบคุมลูกน้ำยุงได้ Tawatsin และคณะ (2001) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงชนิดต่างๆ ของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) พบว่า สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) และยุงรำคาญ (*Cx. quinquefasciatus* Say.) ได้ โดยมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงก้นปล่องสูงมาก ซึ่งสังเกตได้จากค่า LC_{50} และ LC_{90} ที่มีค่าเท่ากับ 1.2 และ 5.9 ppm ตามลำดับ สำหรับการทดสอบกับลูกน้ำยุงลายบ้านพบว่า มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 53.9 และ 146.6 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันยังมีประสิทธิภาพในการลดการวางไข่ของยุงทั้ง 3 ชนิด ได้

นอกจากนี้ทั้งในและต่างประเทศยังได้มีการนำพืชธรรมชาติอีกหลายชนิดมาสกัดสารออกฤทธิ์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พืชธรรมชาติชนิดต่างๆ ที่ได้นำมาสกัดสารออกฤทธิ์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงทั้งในและต่างประเทศ

ชนิดของพืช	ส่วนของพืชที่ใช้สกัดสาร	ชนิดของยุงที่ศึกษา	ผู้ที่ทำการศึกษา
ประเทศไทย			
สาบแมว (*Eupatorium odoratum* Linn.)	ใบ	*Anopheles* spp.	ธิดารัตน์ และคณะ (มมป)
กระเพราแดง (*Ociemum sanctum* Linn.)	ใบ	*Aedes* spp.	ปิยมาส (2545)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิดของพืช	ส่วนของพืชที่ใช้สกัดสาร	ชนิดของยุงที่ศึกษา	ผู้ที่ทำการศึกษา
ประเทศไทย (ต่อ)			
หางไหล (*Derris elliptica* (Roxb.) Benth.)	รากสด	unknown	สมบูรณ์ และคณะ (2547 ก)
หางไหล (*D. elliptica* (Roxb.) Benth.)	รากแห้ง	unknown	สมบูรณ์ และคณะ (2547 ข)
ยาสูบ (*Nicotiana tabacum* Linn.)	ใบ	*Ae. aegypti*	ชนานันท์ และจักรกฤษณ์ (2550)
สารภี (*Mammea siamensis* Kost.)	ดอก	*Ae. aegypti*	สุวรรณี (2546)
ผักชีลาว (*Anethum graveolens* Linn.)	ใบ	*Ae. aegypti*	สุวรรณี (2546)
ทุเรียนเทศ (*Annona muricata* Linn.)	เมล็ด	*Ae. aegypti*	สุวรรณี (2546)
ต่างประเทศ			
น้อยหน่า (*Anona squamosa*)	ทุกส่วนของพืช	*An. stephensi*	Saxena และคณะ (1993)
อโศกอินเดีย (*Polyalthia longifolia*)	ใบ	*Cx. quinquefasciatus*	Murty และคณะ (1997)
สาบแล้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*)	ทุกส่วนของพืช	*An. stephensi*	Saxena และคณะ (1992)
ดาวเรือง (*Tagetes minuta*)	ทุกส่วนของพืช	*Ae. aegypti*	Perich และคณะ (1994)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิดของพืช	ส่วนของพืชที่ใช้สกัดสาร	ชนิดของยุงที่ศึกษา	ผู้ที่ทำการศึกษา
ต่างประเทศ (ต่อ)			
สะระแหน่ญี่ปุ่น (*Mentha piperita*)	ทุกส่วนของพืช	*Cx. quinquefasciatus*	Ansari และคณะ (1999)
กระเพรา (*Ocimum sanctum*)	ทุกส่วนของพืช	*Cx. quinquefasciatus* *Ae. aegypti* *An. stephensi*	Pathak และคณะ (2000)
ประดู่ลาย (*Dalbergia sissoo* Roxb.)	ทุกส่วนของพืช	*Cx. quinquefasciatus*	Ansari และคณะ (2000)
พืชตระกูลส้ม (*Citrus* spp.)	เปลือกของผล	*Cx. quinquefasciatus*	Ezenou และคณะ (2001)
มะแว้งนก (*Solanum nigrum* Linn.)	ใบ	*An. culicifacies* *Cx. quinquefasciatus* *Ae. aegypti*	Singh และคณะ (2002)

4. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสะเดาที่พบในประเทศไทย

สะเดาเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Meliaceae เจริญได้ดีในพื้นที่เขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 400-1,200 มิลลิเมตร โตเร็วและทนอากาศแล้งได้ดี ขึ้นได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสภาพดินที่มีความชื้นต่ำและปริมาณน้ำฝนไม่เกิน 800 มิลลิเมตร การขยายพันธุ์ใช้วิธีเพาะเมล็ด แต่ไม่สามารถเก็บเมล็ดไว้ได้นานเนื่องจากสูญเสียเปอร์เซ็นต์ความงอกได้เร็วมาก หลังจากเก็บผลสุกมาและเอาเนื้อออกหมดแล้ว ล้างเมล็ดให้สะอาดนำไปเพาะทันทีทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงมาก สะเดาเริ่มติดผลเมื่ออายุ 5 ปี และให้ผลผลิตเต็มที่เมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป โดยจำนวนของผลสะเดาอยู่ระหว่าง 10-50 กิโลกรัม/ต้น/ปี (นิรนาม, 2551 ก) สะเดาที่พบในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

สะเดาอินเดีย (*Azadirachta indica* A. Juss. var. *indica*) มีชื่อสามัญว่า Neem หรือ Quinine ต้นสูง 8-12 เมตร เปลือกสีน้ำตาล ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกเรียงสลับกัน โคนใบ

เบี้ยว ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบคล้ายฟันเลื่อย แผ่นใบเรียบสีเขียวเป็นมัน ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบใกล้กับปลายยอด ดอกมีสีขาว กลีบดอกมี 5 กลีบ ปลายกลีบมนโคนเรียว ผลมีรูปร่างกลมรี ผิวเรียบเป็นมัน ผลอ่อนมีสีเขียว ในขณะที่ผลสุกมีสีเหลือง และมีเมล็ดเป็นแบบเมล็ดเดี่ยวรูปกลมรี ปลายแหลม โดยผลสะเดาอินเดียจะสุกในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม (นิรนาม, 2551 ค) แหล่งการปลูกค่อนข้างมีน้อย โดยพื้นที่ที่มีการปลูกมากคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสองข้างทางหลวงหมายเลข 101 จากอำเภอสูงเม่นถึงอำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ (นิรนาม, 2551 ก)

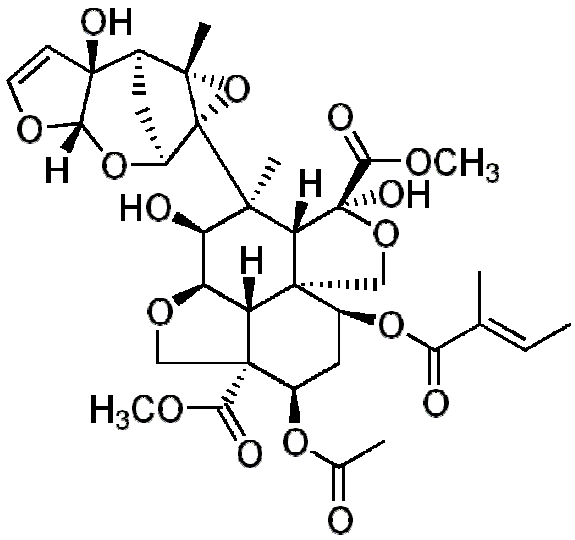
สะเดาไทย (*A. indica* A. Juss. var. *siamensis* Valeton) มีชื่อสามัญว่า Siamese neem tree, Nim, Margosa และ Quinine โดยเรียกกันว่า สะเลียม ในภาคเหนือ และ กะเดา ในภาคใต้ ต้นสูง 5-10 เมตร เปลือกของลำต้นแตกเป็นร่องลึกตามยาว ยอดอ่อนมีสีน้ำตาลแดง ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกเรียงสลับกันเป็นรูปใบหอกกว้าง 3-4 เซนติเมตร และยาว 4-8 เซนติเมตร โคนใบมน ขอบใบคล้ายฟันเลื่อย แผ่นใบเรียบสีเขียวเป็นมัน ออกดอกเป็นช่อตามปลายกิ่งในขณะที่กิ่งกำลังแตกใบอ่อน ดอกมีสีขาวนวล กลีบดอกมี 5 กลีบ โดยโคนของแต่ละกลีบติดกัน แต่ปลายแยกออกจากกัน ผลมีรูปร่างกลมรีและเรียบ ผลอ่อนมีสีเขียว ในขณะที่ผลสุกมีสีเหลืองส้ม และมีเมล็ดเป็นแบบเมล็ดเดี่ยวรูปกลมรีปลายแหลม โดยผลสะเดาไทยสุกในเดือนเมษายน-พฤษภาคม (นิรนาม, 2551 ข) สะเดาไทยพบได้ทั่วไปตามหมู่บ้านต่างๆ และเส้นทางคมนาคมระหว่างอำเภอ จึงทำให้มีจำนวนมากที่สุดในประเทศไทย สามารถหาได้ง่าย และราคาถูก (นิรนาม, 2551 ก)

สะเดาช้าง (*A. excelsa* Jack.) มีชื่อสามัญว่า ต้นเทียม เป็นพันธุ์ไม้พระราชทานประจำจังหวัดสงขลา จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ สูง 20-35 เมตร (ภาพที่ 4 ก.) เปลือกของลำต้นมีสีเทาเรียบ เมื่อมีอายุมากเปลือกแตกเป็นแผ่นและเปลี่ยนเป็นสีดำปนเทา ไม้สะเดาช้างจัดอยู่ในประเภทไม้เอนกประสงค์ เนื้อไม้มีคุณภาพดีสามารถป้องกันการเข้าทำลายของปลวกและมอดได้ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกเรียงสลับกันอยู่บริเวณปลายกิ่ง แต่ละใบมีใบย่อยยื่นออกมา 7-11 คู่ (ภาพที่ 4 ข.) เยื้องสลับกันเล็กน้อย ใบย่อยมีความกว้าง 3-4 เซนติเมตร และยาว 5-8 เซนติเมตร ลักษณะคล้ายรูปไข่ แต่บางใบเบี้ยวไม่เป็นรูปทรง โคนใบเบี้ยว ปลายใบแหลม ขอบใบคล้ายฟันเลื่อย ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบและปลายกิ่ง แต่ละช่อมีดอกย่อยขนาดเล็ก ดอกมีสีขาวอมเหลือง ดอกอ่อนสามารถรับประทานได้ กลีบดอกมี 5 กลีบ ลักษณะเป็นรูปวงรี กว้าง 0.2-0.3 เซนติเมตร ยาว 0.5-0.6 เซนติเมตร (นิรนาม, 2551 ง) พบเฉพาะทางภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป โดยส่วนใหญ่ปลูกตามบริเวณรั้วบ้าน แปลงปลูกยางพารา และปลูกเป็นสวนเพื่อธุรกิจ (นิรนาม, 2551 ก) ลักษณะของผล รีคล้ายรูปไข่ มีสีเขียวอ่อน แต่เมื่อสุกเต็มที่มีสีเหลือง ขนาด 2.4-3.2 x 1.3-1.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 4 ค.) (สุทัศน์ และไววิทย์, 2534)

ภาพที่ 4 ลักษณะของต้น (ก.) ใบ (ข.) และผล (ค.) ของสะเดาช้าง
ที่มา: วศินี (2550) และนิรนาม (2547)

5. สารออกฤทธิ์ในเนื้อในเมล็ดสะเดาและกลไกการออกฤทธิ์ต่อยุง

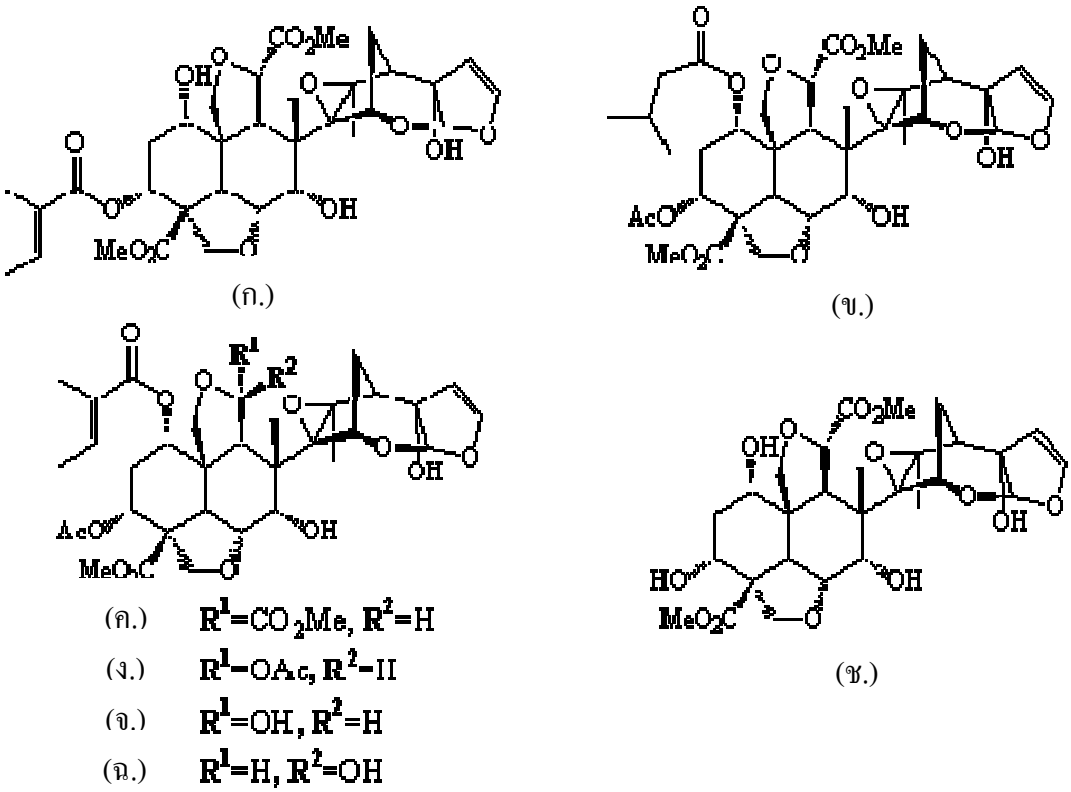
พบสารต่างๆ มากกว่า 60 ชนิด อยู่ในส่วนของใบ ผล และเมล็ดของสะเดา ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบพวกไตรเทอร์พีนอยด์ (triterpenoids) โดยเฉพาะสารกลุ่มลิโมนอยด์ (limonoids) โดยส่วนใหญ่พบในส่วนของเนื้อในเมล็ดมากที่สุด จึงทำให้มีการนำเนื้อในเมล็ดสะเดามาสกัดสารเพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชทางการเกษตรกันมาก สารออกฤทธิ์หลักที่พบในเนื้อในเมล็ดสะเดาได้แก่ สารอะซาดิแรคติน (azadirachtin) ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบสารซาแลนนิน (salannin) และนิมบิน (nimbin) รวมทั้งอนุพันธุ์ข้างเคียง โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ต่อแมลงได้หลายลักษณะคือ ขัดขวางการลอกคราบ (growth regulator) ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) ต้านการวางไข่ (antioviposition), ไล่ (repellent) และยับยั้งการสร้างไคติน (chitin inhibitor) (ชัยพัฒน์, 2539) โดยสูตรโครงสร้างของสารอะซาดิแรคตินแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 สูตรโครงสร้างของสารอะซาดิแรคติน
ที่มา: Anonymous (2007)

ปริมาณสารอะซาดิแรคตินในเนื้อในเมล็ดสะเดาแต่ละชนิดมีไม่เท่ากัน โดยเนื้อในเมล็ดสะเดาไทยมีปริมาณสารอะซาดิแรคตินมากที่สุดเท่ากับ 5.20 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักเนื้อในเมล็ด รองลงมาคือ สะเดาอินเดียและสะเดาช้าง ซึ่งมีปริมาณสารดังกล่าวเท่ากับ 5.14 และ 3.57 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักเนื้อในเมล็ด ตามลำดับ (Foerster and Moser, 2000; นิรนาม, 2550) สำหรับเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างได้มีการสกัดเพื่อแยกองค์ประกอบทางเคมีออกมาโดย สมเดช และคณะ (มมป) ปรากฏว่า พบสารในกลุ่มลิโมนอยด์ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของ azadirachtin 7 ชนิด (ภาพที่ 6) ได้แก่

- azadirachtin B (ก.)
- 1-isopentanoic acid-3-acetylazadirachtol (ข.)
- azadirachtin M (ค.)
- azadirachtin L (ง.)
- 11α-hydroxyazadirachtin H (จ.)
- 11β-hydroxyazadirachtin H (ฉ.)
- azadirachtol (ช.)



ภาพที่ 6 สูตรโครงสร้างองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
ที่มา: สมเดช และคณะ (มมป)

และเมื่อนำเนื้อในเมล็ดสะเดามาสกัดสารเพื่อนำไปใช้ควบคุมยุงทั้งทางตรงและทางอ้อมแล้วพบว่าสามารถออกฤทธิ์ต่อทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของยุงได้ 5 ลักษณะ คือ

5.1 ฤทธิ์ในการเป็นสารไล่หรือทำให้สลบ

ฤทธิ์แบบนี้สามารถไล่ยุงตัวเต็มวัยให้พ้นจากบริเวณที่ต้องการหรือทำให้สลบชั่วขณะด้วยวิธีการรมน้ำมันหรือสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดสะเดาให้อยู่ในรูปควัน โดยไม่มีผลทำให้ยุงตาย และเมื่อหมดกลิ่นของสารยุงสามารถฟื้นหรือกลับเข้ามาใหม่ได้อีก ดังนั้นในสภาพแวดล้อมจริงอาจต้องรมสารอยู่เรื่อยๆ จึงจะได้ผลดี

5.2 การลดความสามารถในการวางไข่และฟักออกจากไข่ของยุง

สารที่สกัดจากเนื้อในเมล็ดสะเดาสามารถลดการวางไข่และการฟักออกจากไข่ของยุงได้ด้วยวิธีการหยดน้ำมันหรือสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาลงในแหล่งน้ำที่ยุงมาวางไข่ โดยกลิ่นของสารมีผลทำให้ยุงมาวางไข่ในแหล่งน้ำบริเวณนั้นตามปกติ แต่ปริมาณไข่ที่วางลดน้อยลง หรือสามารถลดจำนวนยุงที่มาวางไข่ในแหล่งน้ำบริเวณนั้นได้ จึงทำให้ปริมาณไข่ลดลงเช่นเดียวกัน

ตลอดจนยังสามารถลดจำนวนลูกน้ำที่สามารถฟักออกจากไข่ได้ด้วย ทั้งนี้ในการหยดสารควรเป็นช่วงที่มีการแพร่พันธุ์ของยุงมากการควบคุมจึงได้ผลดี

5.3 ผลต่อระบบย่อยอาหาร (digestive system) ของลูกน้ำและดักแด้ยุง

วิธีนี้เมื่อหยดน้ำมันหรือสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาลงไปในแหล่งน้ำที่มีลูกน้ำและดักแด้ของยุงอยู่ สารซึมผ่านผิวหนังของลูกน้ำและดักแด้เข้าสู่ระบบย่อยอาหารทำให้เซลล์ของลำไส้ (gut) เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไป จึงเป็นสาเหตุให้ลูกน้ำและดักแด้ตายในที่สุด

5.4 ผลต่อระบบหายใจ (respiratory system) ของลูกน้ำและดักแด้ยุง

การออกฤทธิ์แบบนี้ใช้ได้เฉพาะกับน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาเท่านั้น เนื่องจากน้ำมันที่เคลือบเป็นฟิล์มอยู่ทั่วผิวน้ำทำให้ลูกน้ำและดักแด้ไม่สามารถแทงท่อหายใจขึ้นมาบนผิวน้ำเพื่อรับออกซิเจนไปหายใจใต้น้ำได้ จึงเป็นสาเหตุให้ลูกน้ำและดักแด้ตายในที่สุด

5.5 ยับยั้งการลอกคราบของลูกน้ำและดักแด้ยุง

โดยสารอะซาดิแรคตินที่อยู่ในน้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดามีผลไปขัดขวางการสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบ (ecdysone blocker) ทำให้ลูกน้ำและดักแด้เจริญเติบโตช้าหรือตายในที่สุด

จากกลไกการออกฤทธิ์ต่อลูกน้ำและดักแด้ของยุงพบว่า น้ำมันและสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดสะเดาไม่ได้ออกฤทธิ์โดยการสัมผัส แต่ออกฤทธิ์เมื่อลูกน้ำและดักแด้ได้รับสารเข้าไปแล้วจึงค่อยๆ แสดงกลไกการออกฤทธิ์ออกมา ส่วนฤทธิ์ในการสัมผัสอาจเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อใช้สารในความเข้มข้นสูงเท่านั้นซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการควบคุมให้สูงขึ้น

จากกลไกการออกฤทธิ์ที่กล่าวมาข้างต้นได้มีการนำผลิตภัณฑ์ของสารสะเดามาใช้ควบคุมยุงได้หลายลักษณะดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะการออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์สารสะเดาแบบต่างๆ ต่อยุงหลายชนิด

รูปแบบผลิตภัณฑ์	**ลักษณะการออกฤทธิ์**	**ชนิดของยุงที่ศึกษา**	**ผู้ที่ทำการศึกษา**
Neem oil	ฆ่าลูกน้ำ	*Cx. quinquefasciatus*	Ansari และคณะ (2000)
Oil water emulsion	ควบคุมการเจริญเติบโต	*An. stephensi*	Batra และคณะ (1998)
On wood scrappings	ยับยั้งการเข้าดักแด้	*Ae. aegypti*	Nagpal และคณะ (1995)
Neem oil volatiles	ยับยั้งการวางไข่	*An. culicifacies* *An. stephensi*	Dhar และคณะ (1996) Dhar และคณะ (1996)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รูปแบบผลิตภัณฑ์	ลักษณะการออกฤทธิ์	ชนิดของยุงที่ศึกษา	ผู้ที่ทำการศึกษา
Deoiled neem cake powder	ฆ่าลูกน้ำ ควบคุมการเจริญเติบโต	*Culex* spp. *Anopheles* spp.	Rao และคณะ (1992) Rao และคณะ (1992)
2% neem oil mixed with coconut/mustard oil as topical application	ขับไล่	*An. culicifacies* *An. fluviatilis* *An. annularis* *An. stephensi* *Ae. aegypti* *Cx. quinquefasciatus* *An. darlingi*	Sharma และคณะ (1993 a) Rajnikant และ Bhat (1994) Mishra และคณะ (1995) Sharma และคณะ (1995) Sharma และคณะ (1996) Sharma และคณะ (1996) Moore และคณะ (2002)
5% neem oil in a cream base-topical application	ขับไล่	*Ae. aegypti* *Anopheles* spp. *Culex* spp. *Ae. albopictus*	Dua และคณะ (1995) Nagpal และคณะ (1995) Nagpal และคณะ (1995) Singh และคณะ (1996)
5-10% neem oil-imprenated on mats (vapours)	ขับไล่	*An. culicifacies* *An. annularis* *An. stephensi* *Culex* spp.	Sharma และคณะ (1993 b) Sharma และคณะ (1993 b) Sharma และคณะ (1993 b) Sharma และคณะ (1993 b)
1% neem oil in kerosene (smoke)	ขับไล่	*An. culicifacies* *An. annularis* *Culex* spp.	Sharma และ Ansari (1994) Ansari และ Razdan (1996)

นอกจากนี้การใช้สารสะเดาควบคุมยุงจะคุ้มทุนหรือไม่นั้น ขั้นตอนการสกัดสารเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาภายในประเทศ ส่วนใหญ่เป็นการสกัดแบบขั้นตอนเดียว (single step) เริ่มจากบีบอัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดก่อน แล้วแช่ด้วยแอลกอฮอล์เพื่อดึงสารสกัดออกมา ซึ่งการสกัดแบบนี้ทำให้ได้ปริมาณของน้ำมันและสารสกัดต่อน้ำหนักเนื้อในเมล็ดน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีการสกัดในต่างประเทศที่ใช้วิธีการสกัดแบบแช่ยุ่ย (maceration) ซึ่งเป็นการสกัดโดยการนำเนื้อในเมล็ดไปแช่ในสารละลายอินทรีย์พวกไม่มีขั้ว (nonpolar solvents) เพื่อสกัดน้ำมันออกมาก่อน หลังจากนั้นจึงนำกากที่เหลือไปแช่ด้วยสารละลายอินทรีย์พวกมีขั้ว (polar solvents) เพื่อสกัดสารออกฤทธิ์ออกมา (อัญชลี, 2539) โดยใช้ความร้อนต่ำในการระเหยตัวทำละลายเพื่อป้องกันการสลายตัวของสารอะซาดิแรคตินได้ (Pitiyont *et al*., 1996) นอกจากนี้ความคงทนต่อสภาพแวดล้อมของน้ำมันและสารสกัดสะเดายังเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่ง เนื่องจากสารอะซาดิแรคตินเป็นสารโมเลกุลใหญ่และไม่เสถียรในสภาพธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อความชื้นและอุณหภูมิสูง จึงเป็นข้อจำกัดในอุตสาหกรรมการผลิตสารสะเดาค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงมีการใช้เทคโนโลยีปรุงแต่งสารโดยใส่สารเพิ่มประสิทธิภาพ (synergist) หรือสารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ (antioxidant) ลงไปในสารสะเดาเพื่อให้มีความคงทนต่อการใช้งานในสภาพธรรมชาติได้มากขึ้น (อัญชลี, 2538)

6. การใช้น้ำมันและสารสกัดสะเดาควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุง

จากการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารสะเดาในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงพบว่า สามารถควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงได้หลายชนิด โดย Su และ Mulla (1999) ได้ทดสอบประสิทธิภาพในการลดการวางไข่ของยุงรำคาญ *Cx. tarsalis* Coquillett. และ *Cx. quinquefasciatus* Say. ของผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดาอินเดีย 2 รูปแบบ คือ แบบผงเปียกน้ำ (wettable powder; WP) Azad® WP 10 และแบบน้ำมันเข้มข้น (emulsifiable concentrate; EC) Azad® EC 4.5 พบว่า ผลิตภัณฑ์ Azad® EC 4.5 สามารถลดการวางไข่ของยุงรำคาญ *Cx. tarsalis* ได้เพียงชนิดเดียว ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ Azad® WP 10 สามารถลดการวางไข่ของยุงทั้ง 2 ชนิด ได้ โดยใช้ความเข้มข้นต่ำสุดเพียง 5 ppm ในยุงรำคาญ *Cx. tarsalis* และ 10 ppm ในยุงรำคาญ *Cx quinquefasciatus* นอกจากนี้ Awad และ Shimaila (2003) ยังได้รายงานว่า น้ำมันสะเดาอินเดียสามารถลดการวางไข่ของยุงก้นปล่องได้นานถึง 4 วัน

สำหรับลูกน้ำยุงลาย (*Aedes* spp.) มีรายงานว่าอ่อนแอต่อสารสะเดาเช่นกัน โดย Wandscheer และคณะ (2004) ได้ศึกษาผลของสารสกัดสะเดาอินเดียซึ่งสกัดด้วยเอทานอลต่อลูกน้ำ

ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการปรากฏว่า ที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส สารสกัดสะเดาอินเดีย มีค่า LC_{50} เท่ากับ 440 และ 630 ppm ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน Raymond และคณะ (2007) นำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดีย 3 แบบ คือ 1% Suneem®, 1% Formulated neem oil® และ Neem powder® มาทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายบ้านสูงมาก ดังจะสังเกตได้จากค่า LC_{50} ของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ 1% Suneem® และ 1% Formulated neem oil® มีค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 2 และ 8 ppm ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์ Neem powder® มีค่า LC_{50} ที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 3 ppm นอกจากนี้มีรายงานว่าในประเทศที่กำลังพัฒนาหลายประเทศเริ่มมีการนำสารสะเดามาใส่ในบ่อหรือสระน้ำเพื่อควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงบ้างแล้ว (Prakash and Rao, 1996)

สำหรับในประเทศไทยยังมีรายงานการศึกษาประสิทธิภาพของสารสะเดาในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงไม่มากนัก โดยมานิตย์ (2543) ได้ทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญ (*Cx. quinquefasciatus*) ของน้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียซึ่งมีปริมาณสารอะซาดิแรคติน 0.5% ด้วยวิธี dip bioassay ในห้องปฏิบัติการพบว่า น้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่ความเข้มข้น 0.2% และ 0.02% ตามลำดับ สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังสามารถชะลอการพัฒนาเป็นดักแด้และตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญที่รอดตายในสารทดสอบความเข้มข้นต่ำได้อีกด้วย จึงนำสารดังกล่าวมาทดสอบในสภาพแวดล้อมจริงโดยใช้ความเข้มข้นที่ระดับ 1, 2 และ 4 เท่า ของความเข้มข้นที่สามารถฆ่าลูกน้ำทั้ง 2 ชนิด ได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ผลปรากฏว่าสามารถลดจำนวนลูกน้ำยุงทั้ง 2 ชนิด ในสภาพแวดล้อมจริงได้

7. ผลิตภัณฑ์ (Products) ของสารสะเดา

สารสะเดาที่นำมาผลิตในเชิงการค้าส่วนใหญ่เป็นสารสะเดาอินเดียเพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูทางการเกษตรเป็นหลัก เช่น Plasma neem oil® ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบหนึ่งที่ผลิตขึ้นในประเทศอินเดียโดยใช้กระบวนการสกัดสารภายใต้อุณหภูมิต่ำเพื่อทำให้สารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ อะซาดิแรคติน นิมบิน และซาแลนนิน ไม่ระเหยไปในระหว่างกระบวนการสกัด หลังจากนั้นจึงผสมสารอีมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) 0.5% ลงไปในน้ำมันที่สกัดได้กลายเป็นสารอีมัลชั่น (emulsion) ในรูปของเหลวพร้อมใช้งาน นำไปผสมน้ำฉีดพ่นบนพืชหรือราดลงดินบริเวณโคนต้นเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ศูนย์วิจัยและพัฒนาแห่งชาติประเทศอินเดีย

(National Research Development Cooperation; NRDC) ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐได้พัฒนาน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียให้เป็นผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งาน โดยนำมาผสมกับตัวทำละลายอินทรีย์ (สารผสมระหว่าง aliphatic และ aromatic hydrocabons) นำมาควบคุมแมลงศัตรูในพืชหลายชนิด เช่น พริก กระเจี๊ยบ มะเขือเทศ ฝ้าย และข้าวฟ่าง เป็นต้น (National Research Development Corporation, 2003) ในส่วนของภาคเอกชนมีบริษัท Rym Exports ของประเทศอินเดียซึ่งเป็นบริษัทรายใหญ่ที่ผลิตสารสะเดาออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ออกจำหน่ายในหลายรูปแบบ เช่น Neem Oil with Azadirachtin, Azadirachtin Formulation, Azadirachtin Technical, Neem Pesticide, Neem Pellet, Neem Seed Extracts, Neem Nitrogen Saver, Leaf Powder, Neem Leaf Extracts for Organic และ Natural Farming เป็นต้น (Anonymous, 2005)

สำหรับในประเทศไทยมีการผลิตสารสกัดสะเดาไทยและสะเดาอินเดียให้เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของเหลวพร้อมใช้งานในชื่อการค้าต่างๆ เช่น นีมบอนด์ เอ® แอดแวนเตส® และสะเดาไทย 111® เพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชทางการเกษตรเป็นหลักเหมือนในต่างประเทศ แต่ยังไม่มีการผลิตสารสะเดาในเชิงการค้าออกจำหน่ายเพื่อใช้ควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุง ทั้งที่มีงานศึกษาหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่าสารสะเดาสามารถควบคุมลูกน้ำยุงหลายชนิดได้ดี ประกอบกับการศึกษาประสิทธิภาพของสารที่สกัดได้จากสะเดาช้างในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ของยุงยังมีอยู่จำกัด จึงเป็นสาเหตุให้การศึกษาครั้งนี้ได้นำน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างซึ่งพบทั่วไปในเขตภาคใต้ของประเทศไทยมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านซึ่งเป็นพาหะหลักนำโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย โดยหวังว่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดการระบาดของไข้เลือดออกโดยไม่ต้องใช้สารเคมีสังเคราะห์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เพื่อควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้าน
2. ศึกษาระยะเวลาการเจริญเติบโตและชีววิทยาของยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการ
3. ศึกษาการออกฤทธิ์ฆ่าและผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆในห้องปฏิบัติการ
4. ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อเซลล์เนื้อเยื่อของลูกบ้านยุงลายบ้าน

5. ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการ
6. การนำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการมาทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การเตรียมน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

ในการเตรียมน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างมีขั้นตอนสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเพื่อนำไปสกัดสาร และการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง โดยมีวิธีการดังนี้

1.1 การเตรียมเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเพื่อนำไปสกัดสาร

นำผลสุกของสะเดาช้างมาแยกเอาเนื้อผลออกให้เหลือเฉพาะเมล็ด นำไปตากแดด 2-3 วัน (ภาพที่ 7) เพื่อลดความชื้นและทำให้เมล็ดแห้งง่ายต่อการกะเทาะเปลือกออก เมื่อกะเทาะเปลือกออกแล้ว นำเนื้อในเมล็ด (seed kernel) (ภาพที่ 8) ทั้งหมดไปชั่งน้ำหนักก่อนนำไปปั่นหยาบด้วยเครื่องปั่นอาหาร และชั่งน้ำหนักอีกครั้งหลังจากผ่านการปั่นหยาบเรียบร้อยแล้ว

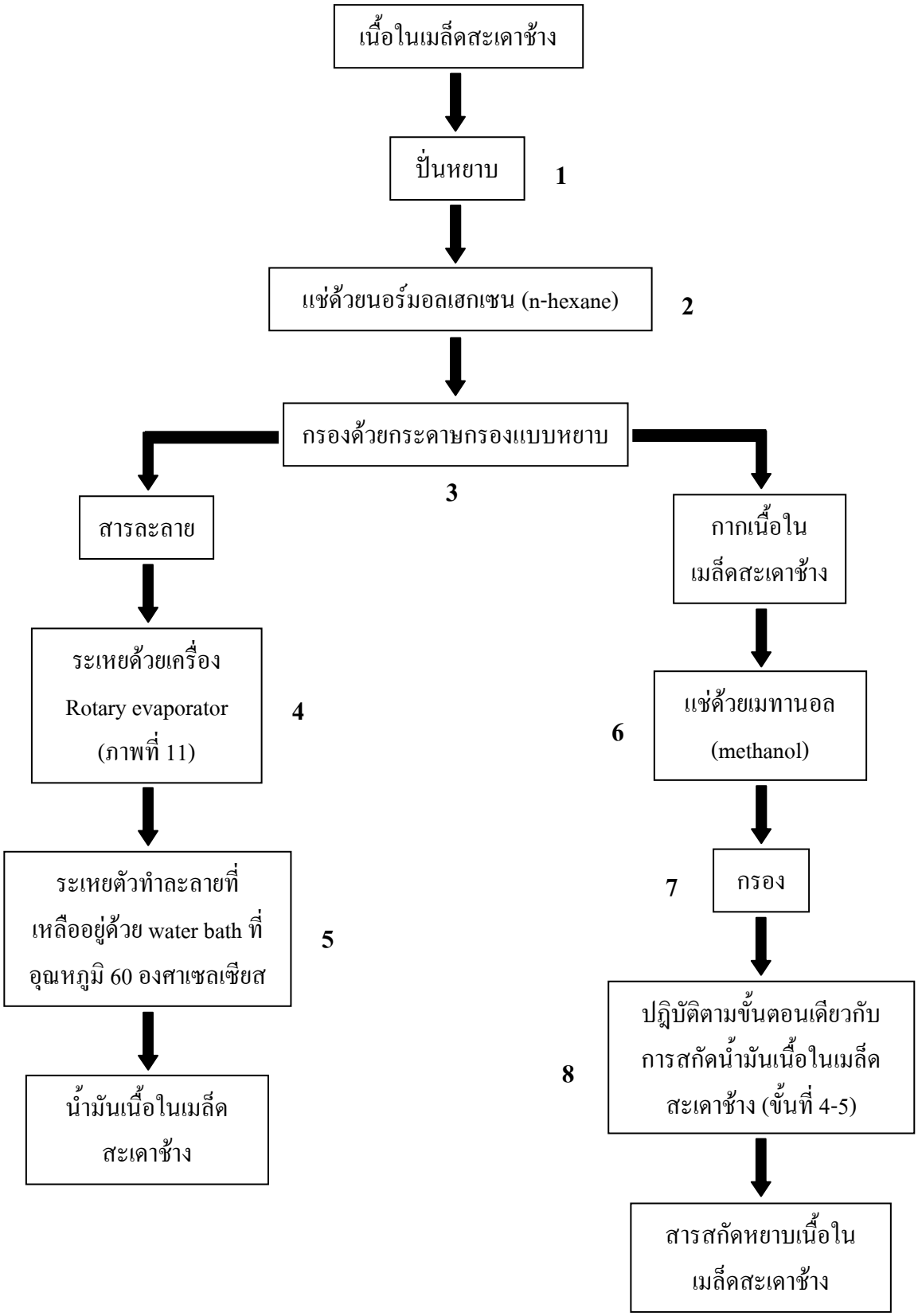
ภาพที่ 7 การผึ่งแดดของเมล็ดสะเดาช้าง

ภาพที่ 8 ลักษณะของเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

1.2 การสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

ขั้นตอนการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแสดงในภาพที่ 9 โดยนำเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ปั่นหยาบแล้วไปใส่ในขวดแก้วขนาด 20 ลิตร เติมตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนลงไปจนท่วมตัวอย่าง ปิดปากขวดให้สนิทด้วยจุกยางที่หุ้มกระดาษตะกั่ว (foil) (ภาพที่ 10) ทิ้งไว้ 7 วัน จากนั้นรินสารละลายที่ได้ออกมา นำไปกรองด้วยกระดาษกรองแบบหยาบ และนำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน (rotary evaporator) (ภาพที่ 11) ซึ่งอาศัยหลักการกลั่นด้วยวิธีการแยกตัวทำละลายออกมาโดยใช้แรงดันในสภาพสูญญากาศเพื่อช่วยให้การแยกของสารเกิดได้เร็วขึ้น ตัวทำละลายจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ หลังจากนั้นให้ความเย็นเพื่อทำให้ไอรวมตัวกันอยู่ในสถานะของเหลวอีกครั้ง (การควบแน่น) ส่วนสารที่สกัดมาได้นำไปใส่ในจานระเหยขนาดเล็ก (evaporator dish) แล้วนำไประเหยที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อีกครั้งเพื่อแยกตัวทำละลายที่อาจเหลืออยู่ออกให้หมด เมื่อระเหยตัวทำละลายออกหมดแล้ว สารที่ได้จะเป็นน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง ส่วนตัวทำละลายที่แยกออกมาได้นำกลับไปแช่กากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างอีกครั้งเพื่อสกัดน้ำมันที่ยังเหลืออยู่ออกมาอีก ทำซ้ำกันแบบนี้จนกว่าจะไม่สามารถสกัดน้ำมันออกมาจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างได้อีก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้สกัดน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างทั้งหมดเป็นจำนวน 7 รอบ

เมื่อสกัดน้ำมันออกหมดแล้วนำกากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่เหลือมาแช่ด้วยเมธานอล (methanol) ต่อ โดยกระบวนการสกัดปฏิบัติตามขั้นตอนเดียวกับการสกัดน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างทุกอย่าง แต่สารที่สกัดได้จะเป็นสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง และทำการสกัดทั้งหมดเป็นจำนวน 7 รอบ เท่ากับการสกัดน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเช่นกัน



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสกัดน้ำมันและสารสกัดหยาบจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

ภาพที่ 10 การแช่เนื้อในเมล็ดสะเดาช้างด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนในขวดแก้วขนาด 20 ลิตร

ภาพที่ 11 การสกัดสารโดยระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง Rotary evaporator

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการทดสอบ

ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมแบ่งเป็น 4 ประเภทหลัก คือ

2.1 สารแบบดั้งเดิม

เป็นน้ำมันและสารสกัดหยาบที่ผ่านกระบวนการสกัดในหัวข้อ 1.2 แล้ว นำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการทันทีโดยไม่ใส่สารผสมชนิดใดลงไปเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบว่าหลังจากพัฒนาทั้งน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างให้เป็นผลิตภัณฑ์แล้วสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำดักแด้ยุงลายบ้านได้หรือไม่ ดังนั้นสารที่นำมาทดสอบประกอบด้วย

2.1.1 น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

2.1.2 สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

2.2 ผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งาน

2.2.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

เนื่องจากการกระจายตัวของน้ำมันในน้ำยังไม่ดีเท่าที่ควร จึงเตรียมน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบดั้งเดิมให้อยู่ในรูปของเหลวเข้มข้นที่กระจายตัวในน้ำได้ดีโดยผสมสารอีมัลซิฟายเออร์ลงไป สารอีมัลซิฟายเออร์ที่นำมาใช้ต้องมีค่าความสามารถในการละลายในน้ำและน้ำมัน (hydrophilic lipophilic balance; HLB) ที่ใกล้เคียงกับน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องนำน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างมาหาค่า HLB ก่อน (ภาคผนวกหน้า 182) หลังจากนั้นจึงนำไปพิจารณาเลือกใช้สารอีมัลซิฟายเออร์ที่มีค่า HLB เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

สารอีมัลซิฟายเออร์ที่นิยมนำมาใช้ทำสูตรผสมต่างๆ ในทางเภสัชกรรมเป็นยี่ห้อที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด เช่น Tween® และ Span® เป็นต้น ดังนั้นจึงเลือกใช้ Tween® 80 (polysorbate 80) (ภาพที่ 12 ก.) ที่มีค่า HLB เท่ากับ 15 ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเป็นสารอีมัลซิฟายเออร์ นอกจากนี้การใช้สารอีมัลซิฟายเออร์ที่มีค่า HLB ต่ำและสูงร่วมกันจะทำให้ได้อีมัลชั่นที่คงตัวกว่าการใช้สารอีมัลซิฟายเออร์เพียงชนิดเดียว (Balsam and Sagarin, 1991) จึงผสมสารอีมัลซิฟายเออร์อีกชนิดคือ Span® 80 (sorbitan monooleate) (ภาพที่ 12 ข.) ซึ่งมีค่า HLB เท่ากับ 4.3 เข้าไปในสูตรผสมด้วย โดยความเข้มข้นของสารอีมัลซิฟายเออร์ที่ใช้คำนวณได้จากสูตรการหาค่า Required HLB (ค่า HLB ที่ต้องการ) (ภาคผนวกหน้า 184) ซึ่งจากการคำนวณแล้วปรากฏว่า ความเข้มข้นของ Tween® 80 และ Span® 80 ที่ต้องใช้ในสูตรผสมเท่ากับ 8.4% และ 1.6% ตามลำดับ

นอกจากการใส่สารอีมัลซิฟายเออร์ลงไปเพื่อช่วยให้น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างกระจายตัวได้ดีและไม่เกิดการแยกชั้นกับน้ำแล้ว ยังผสมสารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ (antioxidant) เพิ่มเข้าไปเพื่อช่วยให้สารออกฤทธิ์สามารถคงตัวอยู่ในน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างได้นาน ไม่ทำให้ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง สารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ที่นำมาใช้ได้แก่ butylated hydroxytoluene (BHT) (ภาพที่ 12 ค.) เนื่องจากเป็นสารที่นิยมใช้ผสมลงไปในน้ำมัน และให้ผลในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ได้ดีกว่าสารชนิดอื่น (พิมพร, 2534) โดยใช้ในปริมาณความเข้มข้น 0.01% ของปริมาณสูตรผสมทั้งหมด ดังนั้นสูตรผสมของผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้ประกอบด้วย

น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	89.99%
สารอีมัลซิฟายเออร์	10% (Tween® 80 = 8.4% และ Span® 80 = 1.6%)
สารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ (BHT)	0.01%

2.2.2 ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

นำสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างมาเตรียมให้อยู่ในรูปของเหลวเข้มข้น โดยผสมสารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ (BHT) เข้าไปเพียงชนิดเดียว เนื่องจากสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างสามารถกระจายตัวในน้ำได้ดีอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องผสมสารอีมัลซิฟายเออร์ลงไปอีก ดังนั้นสูตรผสมของผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้ประกอบด้วย

สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	99.99%
สารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ (BHT)	0.01%

2.3 ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

ผสมน้ำมันหรือสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเข้ากับเบนโทไนท์ (bentonite) (ภาพที่ 13 ก.), เซลลูโลส (cellulose) (ภาพที่ 13 ข.) และแลคโตส (lactose) (ภาพที่ 13 ค.)โดยที่เบนโทไนท์มีคุณสมบัติทำให้สารอัดกันแน่นมีน้ำหนักสามารถจมน้ำได้ เซลลูโลสและแลคโตสช่วยรักษาความคงตัวของสาร จากนั้นเติมน้ำเข้าไปเพื่อช่วยให้ส่วนผสมทั้งหมดจับตัวกันแน่นมากขึ้น ผสมให้เข้ากันแล้วนำเข้าเครื่อง extruder (ภาพที่ 15) เพื่ออัดส่วนผสมทั้งหมดให้แน่นและรีดออกมาเป็นเส้น หลังจากนั้นทำให้เป็นเม็ดกลมด้วยเครื่อง spheronizer (ภาพที่ 16) แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะได้ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ ซึ่งประกอบด้วย

2.3.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

2.3.2 ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

ดังนั้นสูตรผสมของผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้ประกอบด้วย

น้ำมันหรือสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	3%
เบนโทไนท์	29%
เซลลูโลส	29%
แลคโตส	14%
น้ำ	25%

2.4 ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

ผสมน้ำมันหรือสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเข้ากับ Hydrogenated vegetable oil (HVO) (ภาพที่ 14 ข.) และกากมะพร้าวแห้งที่ได้กำจัดน้ำมันออกหมดแล้ว (ภาพที่ 14 ก.) โดยที่ HVO มีคุณสมบัติทำให้สารอัดกันแน่นและมีน้ำหนักไม่มากจนเกินไป ส่วนกากมะพร้าวแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์เบาสามารถลอยน้ำได้ นอกจากนี้ในกากมะพร้าวยังมีเซลลูโลสซึ่งมีคุณสมบัติในการรักษาความคงตัวของสารอยู่ด้วย จากนั้นผสมให้เข้ากันและนำเข้าเครื่อง extruder และ spheronizer ตามลำดับเหมือนผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะได้ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำซึ่งประกอบด้วย

2.4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

2.4.2 ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

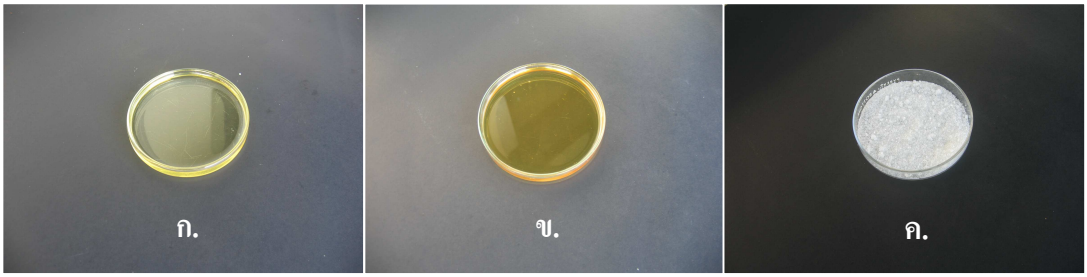
ดังนั้นสูตรผสมของผลิตภัณฑ์แบบนี้ประกอบด้วย

น้ำมันหรือสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	4%
HVO	48%
กากมะพร้าวแห้ง	48%

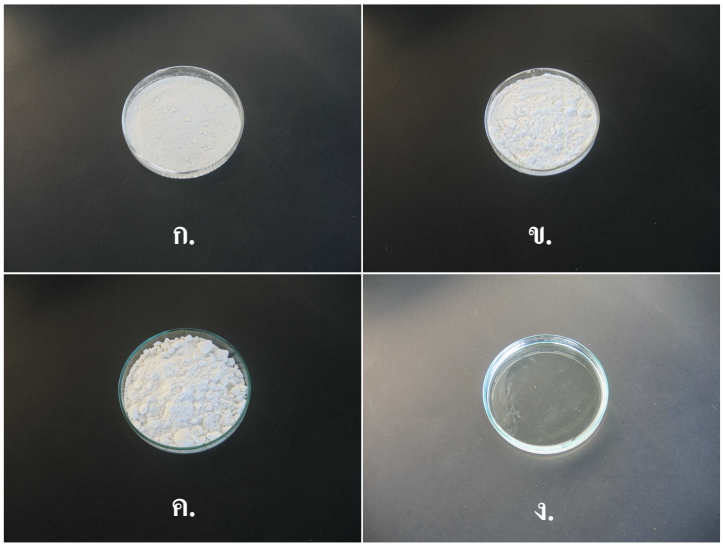
โดยสรุปผลิตภัณฑ์ที่ต้องเตรียมไว้สำหรับการทดสอบมี 8 รูปแบบ ประกอบด้วย

1.) น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
2.) สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
3.) ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
4.) ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
5.) ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ
6.) ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ
7.) ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ
8.) ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้สาเหตุที่เตรียมผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างออกเป็นหลายรูปแบบ เนื่องจากต้องการทดสอบหารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านเพื่อประสิทธิภาพในการควบคุมที่ดีและสามารถลดต้นทุนในการควบคุมของผู้ใช้ได้ด้วย ซึ่งข้อมูลส่วนนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตสารสะเดาในเชิงธุรกิจได้ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมสาธารณสุขพื้นฐานที่ดีของผู้ใช้อีกทางหนึ่ง เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ผลิตภัณฑ์สารเคมีส่งผลกระทบด้านสุขภาพต่อผู้ใช้มาก และยังเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณของประเทศชาติในการนำเข้าจากต่างประเทศอีกด้วย



ภาพที่ 12 ส่วนผสมสำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานประกอบด้วย Tween® 80 (ก.), Span® 80 (ข.) และ BHT (ค.)



ภาพที่ 13 ส่วนผสมสำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำประกอบด้วย เบนโทไนท์ (ก.) เซลลูโลส (ข.) แลคโตส (ค.) และน้ำ (ง.)

ภาพที่ 14 ส่วนผสมสำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำประกอบด้วย กากมะพร้าวแห้ง (ก.) และ HVO (ข.)

ภาพที่ 15 เครื่อง extruder สำหรับทำให้ส่วนผสมอัดกันแน่นและรีดออกมาเป็นเส้น

ภาพที่ 16 เครื่อง spheronizer สำหรับทำให้เป็นเม็ดกลม

3. การเลี้ยงยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการ

3.1 วิธีการเลี้ยงเพิ่มจำนวนยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการ

เลี้ยงเพิ่มปริมาณยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยเก็บลูกน้ำมาจากชุมชนบ่อนวัว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นชุมชนที่มีจำนวนลูกน้ำยุงลายมากจากการสำรวจของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 12.2 อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งขั้นตอนการเลี้ยงเพิ่มจำนวนมีดังนี้

3.1.1 นำลูกน้ำยุงลายบ้านที่เก็บมาได้ใส่กระบะเลี้ยงและใส่น้ำไว้ปริมาณครึ่งหนึ่งของกระบะ (ภาพที่ 17) ให้อาหารเลี้ยงไก่เป็นอาหารสำหรับลูกน้ำ และเปลี่ยนน้ำในกระบะทุกๆ 2 วัน เพื่อทำให้ลูกน้ำโตเร็วขึ้น จนกระทั่งลูกน้ำกลายเป็นดักแด้จึงดูดใส่ในกรงเลี้ยงยุงขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 19)

3.1.2 หลังจากดักแด้ออกมาเป็นตัวเต็มวัยแล้ว นำสำลีชุบน้ำหวานไปวางในกรงสำหรับเป็นอาหารของตัวเต็มวัย (ภาพที่ 18) และเปลี่ยนน้ำหวานทุกๆ 2 วัน ยุงลายบ้านเริ่มผสมพันธุ์กันเมื่อออกมาจากดักแด้ได้ 7 วัน หลังจากปล่อยให้ผสมพันธุ์กัน 2 วัน จึงให้เลือดของหนูตะเภาเป็นอาหารสำหรับตัวเต็มวัยเพศเมียเพื่อนำโปรตีนที่อยู่ในเลือดไปสร้างไข่

3.1.3 นำถ้วยอาหารแบบพลาสติกมาใช้เป็นภาชนะสำหรับให้ยุงลายบ้านวางไข่ โดยนำกระดาษที่มีสีคล้ายภาชนะเครื่องปั้นดินเผามาชุบน้ำและพันรอบด้านในถ้วย ใส่น้ำให้อยู่ในระดับครึ่งหนึ่งของกระดาษ (ยุงลายบ้านมักวางไข่ในภาชนะดินเผาที่มีน้ำขัง) นำไปวางในกรงเลี้ยงยุงสำหรับให้ตัวเต็มวัยมาวางไข่ ปล่อยทิ้งไว้ 2 วัน จึงนำถ้วยออกมา จะพบไข่ที่ยุงลายบ้านวางเต็มขอบด้านบนของกระดาษเหนือระดับน้ำเล็กน้อย (ภาพที่ 20)

3.1.4. นำกระดาษที่ยุงลายบ้านวางไข่แล้วมาผึ่งให้แห้ง ลงบันทึก วัน เดือน ปี ที่เก็บไข่ไว้บนกระดาษ นำมารวบรวมไว้ในกล่องที่แห้งสนิท ไม่มีความชื้น และปิดฝาอย่างมิดชิด ไข่ที่ได้เป็นไข่รุ่นที่ 1 ซึ่งจะนำไปใช้ในการทดสอบทุกหัวข้อ เนื่องจากลูกน้ำ ดักแด้ และตัวเต็มวัยที่ฟักออกมาจากไข่รุ่นที่ 1 มีสัญฐานวิทยา สรีรวิทยา และพฤติกรรมใกล้เคียงกับรุ่นพ่อและแม่ที่เก็บมาจากสภาพแวดล้อมจริงมากที่สุด เมื่อถึงเวลาทดสอบ นำไข่ไปฟักในกระบะเลี้ยงลูกน้ำ โดย 1 กระบะ จะฟักลูกน้ำประมาณ 200 ตัว เพื่อทำให้ลูกน้ำมีขนาดใหญ่และโตเร็วขึ้น

ภาพที่ 17 การฟักลูกน้ำยุงลายบ้านเพื่อนำไปทดสอบ

ภาพที่ 18 สำลีชุบน้ำหวานสำหรับใช้เป็นอาหารของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน

ภาพที่ 19 การเลี้ยงตัวเต็มวัยยุงลายบ้านในกรงขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร

ภาพที่ 20 ถ้วยวางไข่ซึ่งมีไข่ของยุงลายบ้านวางอยู่รอบด้านในของถ้วย

3.2 การทดสอบหาช่วงอายุเฉลี่ยของยุงลายบ้านทุกระยะ

การทดสอบหาช่วงอายุเฉลี่ยของยุงลายบ้านแบ่งเป็น 2 การทดสอบย่อย ได้แก่

3.2.1 การทดสอบหาช่วงอายุเฉลี่ยของลูกน้ำแต่ละวัยและดักแด้ยุงลายบ้าน

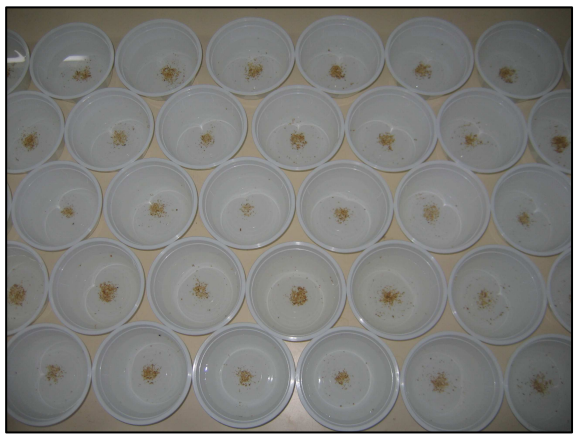
นำลูกน้ำที่ฟักออกจากไข่ตั้งแต่วัยที่ 1 มาเลี้ยงในถ้วยอาหารพลาสติกถ้วยละ 1 ตัว จำนวน 50 ถ้วย (ภาพที่ 21) และให้อาหารเลี้ยงไก่สำหรับเป็นอาหารในการเจริญเติบโตของลูกน้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของลูกน้ำทุกวันจนกระทั่งมีตัวเต็มวัยออกมาจากดักแด้ในทุกถ้วยทดสอบ บันทึกช่วงอายุของลูกน้ำแต่ละวัยตั้งแต่วัยที่ 1-4 รวมถึงดักแด้ในแต่ละถ้วยทดสอบ นำผลที่ได้ไปหาช่วงอายุเฉลี่ยของลูกน้ำแต่ละวัยและดักแด้ยุงลายบ้าน

3.2.2 การทดสอบหาช่วงอายุเฉลี่ยของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน

ฟักลูกน้ำและเลี้ยงในกระบะจนกระทั่งวันแรกของการเป็นตัวเต็มวัย จึงดูดไปใส่ในกรงเลี้ยงยุงขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร กรงละ 1 ตัว จำนวน 40 กรง (ภาพที่ 22) โดยแบ่งเป็นเพศผู้ 20 กรง และเพศเมีย 20 กรง ใช้สำลีชุบน้ำหวานสำหรับเป็นอาหารของตัวเต็มวัย และเปลี่ยนน้ำหวานทุกๆ 2 วัน บันทึกอายุของตัวเต็มวัยทั้ง 2 เพศ จนกระทั่งตัวเต็มวัยตายหมดในทุกกรงทดสอบ นำผลที่ได้ไปหาช่วงอายุเฉลี่ยของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านทั้งเพศผู้และเพศเมีย

3.3 การทดสอบหาจำนวนไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้าน 1 ตัว วาง/ครั้ง

นำยุงลายบ้านเพศเมียที่ดูดเลือดเต็มที่แล้วและพร้อมจะวางไข่ไปใส่ในกรงทดสอบ กรงละ 1 ตัว จำนวน 20 กรง (ภาพที่ 23) นำถ้วยซึ่งพันกระดาษวางไข่รอบด้านในของถ้วยและใส่น้ำให้มีระดับครึ่งหนึ่งของกระดาษไปวางในกรงทดสอบทุกกรง ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง จึงนำถ้วยวางไข่ออกมานับจำนวนไข่ที่ติดอยู่บนกระดาษวางไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) นำผลที่ได้ไปหาจำนวนไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้าน 1 ตัว วาง/ครั้ง



ภาพที่ 21 การทดสอบหาช่วงอายุเฉลี่ยของลูกน้ำแต่ละวัยและดักแด้ยุงลายบ้าน

ภาพที่ 22 การทดสอบหาอายุเฉลี่ยของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน

ภาพที่ 23 การทดสอบหาจำนวนไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้าน 1 ตัว วาง/ครั้ง ที่เวลา 48 ชั่วโมง

4. การศึกษาการออกฤทธิ์ฆ่าและผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

4.1 การทดสอบหาความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านตาย 100% และค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ

ทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ด้วยวิธี dip bioassay (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2546) โดยแบ่งความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเป็น 7 ความเข้มข้น คือ 200, 400, 600, 800, 1,000, 2,000 และ 3,000 ppm ส่วนผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบ่งเป็น 9 ความเข้มข้น คือ 200, 400, 600, 800, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 5,000 ppm เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) โดยที่สารแบบดั้งเดิมมีชุดควบคุมเพียงชุดเดียวคือ น้ำเปล่าซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้น้ำประปาในทุกหัวข้อการทดสอบ ส่วนผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งาน, แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ และแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำมีชุดควบคุม 2 ชุด คือ

1) น้ำเปล่า (ชุดควบคุม 1)

2) สารไม่ออกฤทธิ์ในสูตรผสมแต่ละแบบซึ่งไม่มีน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างผสมอยู่ (ชุดควบคุม 2)

ทั้งนี้เพื่อเป็นการทดสอบว่า ส่วนของสารไม่ออกฤทธิ์ (inert ingredient) ที่ใช้ผสมในผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบมีผลต่อการตายของลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านหรือไม่ หลังจากนั้นจึงเตรียมผลิตภัณฑ์สำหรับทดสอบตามความเข้มข้นที่กำหนดข้างต้นใส่ลงในถ้วยทดสอบที่มีลูกน้ำวัย 4 หรือดักแด้จำนวน 20 ตัว อยู่ในน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร และให้อาหารเลี้ยงไก่สำหรับเป็นอาหารของลูกน้ำ ส่วนดักแด้ไม่ต้องให้อาหาร เนื่องจากดักแด้เป็นระยะที่ไม่กินอาหาร ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ละ 5 ซ้ำ (ถ้วย) บันทึกจำนวนลูกน้ำและดักแด้ที่ตายหลังการทดสอบที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง นำผลที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละความเข้มข้นเพื่อหาค่าความเข้มข้นของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านตาย 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง และคำนวณค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท (probit analysis) โดยมีเงื่อนไขว่า เปอร์เซ็นต์การตายของลูกน้ำและดักแด้ในชุดควบคุม (น้ำเปล่า) จะต้องน้อยกว่า 5% จึงจะใช้อัตราการตายจริงในการคำนวณค่า LC_{50} และถ้าเปอร์เซ็นต์การตายของชุดควบคุมอยู่ในช่วง 5-10% จะปรับอัตราการตายด้วย Abbott's formula (Finney, 1971) ก่อนแล้วจึงนำมาคำนวณค่า LC_{50} แต่ถ้าเปอร์เซ็นต์การตายของชุดควบคุมมากกว่า 10% จะยกเลิกผลแล้วทำการทดสอบใหม่ (อุยาวดี, 2544) โดยในการศึกษา

ครั้งนี้จะทดสอบกับลูกน้ำก่อนแล้วจึงนำผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าลูกน้ำได้ดีไปทดสอบกับดักแด้ เนื่องจากในสภาพแวดล้อมจริงเน้นการควบคุมในระยะลูกน้ำซึ่งพบมากกว่าดักแด้เป็นหลัก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากยุงลายบ้านใช้ชีวิตในระยะลูกน้ำ 7-10 วัน ซึ่งนานกว่าระยะดักแด้ที่มีช่วงอายุเพียง 1-2 วัน จึงทำให้ไม่ค่อยพบดักแด้ในสภาพแวดล้อมจริงหรือถ้าพบก็มีจำนวนน้อยมาก โดยการทดสอบความเป็นพิษในห้องปฏิบัติการแสดงในภาพที่ 24

4.2 การทดสอบผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ

ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการอยู่รอดของลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้าน โดยบันทึกผลการศึกษาในหัวข้อ 4.1 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชุด คือ

1) ในการทดสอบหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตาย 100% และค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ให้บันทึกจำนวนลูกน้ำที่รอดชีวิตซึ่งสามารถพัฒนาเป็นดักแด้และตัวเต็มวัยได้ที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

2) ในการทดสอบหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้ดักแด้ยุงลายบ้านตาย 100% และค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ให้บันทึกจำนวนดักแด้ที่รอดชีวิตซึ่งสามารถออกมาเป็นตัวเต็มวัยได้ที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

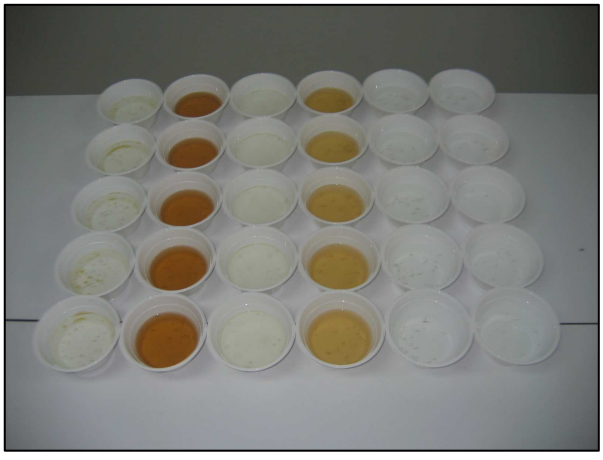
หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนเป็นดักแด้และตัวเต็มวัยของลูกน้ำ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้าน

4.3 การทดสอบระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าลูกน้ำได้ดีจากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 มาทดสอบหาระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ของบริษัท ที.เจ.ซี.เคมี จำกัด และชุดควบคุม (น้ำเปล่า) โดยใส่ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ระดับความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตาย 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง และอะเบท® ใส่ที่อัตราแนะนำคือ 1 กรัม/น้ำ 10 ลิตร (100 ppm) ลงไปในถ้วยทดสอบที่มีลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 จำนวน 20 ตัว อยู่ในน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ (ภาพที่ 25) โดยทุกๆ 24 ชั่วโมง จะบันทึกจำนวนลูกน้ำที่ตายในถ้วยทดสอบแต่ละใบและช้อนลูกน้ำชุดเก่าออกให้หมดแล้วใส่ลูกน้ำชุดใหม่จำนวนเท่าเดิมลงไปจนกระทั่งทรีตเมนต์ใดมีเปอร์เซ็นต์การตายของลูกน้ำน้อยกว่า 20% จะ

หยุดบันทึกผลในทรีตเมนต์นั้นทันที และถือว่าทรีตเมนต์นั้นมีระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านเท่ากับจำนวนวันที่บันทึกผลตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่หยุดบันทึกผล (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2546) นำผลที่ได้ในทุกทรีตเมนต์มาเปรียบเทียบระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้าน โดยมีเงื่อนไขเหมือนเดิมว่า หากชุดควบคุม (น้ำเปล่า) มีเปอร์เซ็นต์การตายของลูกน้ำที่เวลา 48 ชั่วโมง มากกว่า 10% จะยกเลิกผลและทำการทดสอบใหม่

ภาพที่ 24 การทดสอบหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านตาย 100% และค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ



ภาพที่ 25 การทดสอบระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในการทดสอบหัวข้อ 4.1

5. การศึกษาผลของน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อเซลล์เนื้อเยื่อของลูกน้ำยุงลายบ้าน

ศึกษาโดยนำลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ที่เพิ่งตายในน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างไปเตรียมสไลด์เนื้อเยื่อด้วยวิธีทางไมโครเทคนิค (microtechnic) ซึ่งอ้างอิงมาจากวิธีของปิยากร บุญยัง (2550) และนำสไลด์เนื้อเยื่อที่ได้ไปดูความแตกต่างในระดับเซลล์ เปรียบเทียบกับลูกน้ำที่ไม่ได้รับสารภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบคอมปาวด์ (compound microscope) โดยวิธีการเตรียมสไลด์เนื้อเยื่อมีดังนี้

5.1 การดองตัวอย่าง (fixation) ดองตัวอย่างลูกน้ำที่จะนำไปทำสไลด์ด้วย 10% ฟอร์มาลีน (10% formalin) เพื่อรักษาเนื้อเยื่อให้อยู่ในสภาพเดิมและถาวร

5.2 การเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อ (tissue processing) เตรียมตัวอย่างลูกน้ำให้พร้อมสำหรับการนำไปตัดให้บาง โดยนำสารเคมีที่ช่วยเสริมความแข็งของเนื้อเยื่อเข้าไปแทนที่ของเหลวภายในเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

5.2.1 การเอาน้ำออก (dehydration) โดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) เป็นสารเคมีที่เข้าไปแทนที่น้ำในเซลล์เนื้อเยื่อ เนื่องจากมีประสิทธิภาพสามารถดูดน้ำออกจากเนื้อเยื่อได้ดีโดยไม่ทำให้ตัวอย่างลูกน้ำแข็งจนเปราะ

5.2.2 การทำให้ใส (clearing) ทำตัวอย่างลูกน้ำให้ใสด้วยไซลีน (xylene) เพื่อทำให้ตัวอย่างพร้อมที่จะฝังลงบล็อก เนื่องจากไซลีนมีคุณสมบัติสามารถเข้าไปแทนที่เอทิลแอลกอฮอล์ในเซลล์เนื้อเยื่อได้ดี

5.2.3 การฝังตัวอย่างลูกน้ำลงบล็อก (embedding and blocking) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการเตรียมตัวอย่างลูกน้ำ โดยฝังตัวอย่างลูกน้ำลงในพาราพลาส (paraplast) เพื่อเสริมให้เนื้อเยื่อมีความแข็งมากขึ้น แต่เนื่องจากพาราพลาสมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง จึงต้องเปลี่ยนสถานะให้เป็นของเหลวในตู้อบที่อุณหภูมิ 52-56 องศาเซลเซียส ก่อนจึงจะสามารถแทรกผ่านเข้าไปในเซลล์เนื้อเยื่อได้ เมื่อฝังตัวอย่างลูกน้ำลงในพาราพลาสเหลวเรียบร้อยแล้ว ทำให้พาราพลาสเย็นตัวลงเพื่อให้เกิดการแข็งตัวอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้ตัวอย่างลูกน้ำแข็งตามไปด้วย โดยตัวอย่างที่เตรียมได้ในขั้นตอนนี้เรียกว่า พาราฟินบล็อก (paraffin block) หรือบล็อกตัวอย่าง (specimen block) พร้อมที่จะนำมาตัดให้บางในขั้นตอนต่อไป

5.3 การตัดให้บางด้วยเครื่องไมโครโตม (sectioning by microtome) ก่อนตัดให้บางทำการเตรียมหน้าบล็อกตัวอย่างลูกน้ำให้พร้อมก่อน โดยตัดเอาพาราฟินที่อยู่รอบๆ บล็อกออกให้หมด (trimming) หลังจากนั้นจึงนำมาตัดให้บางประมาณ 5-7 ไมโครเมตร ด้วยเครื่องไมโครโตม

5.4 การย้อมสี (staining) หลังจากตัดตัวอย่างลูกน้ำให้บางและวางบนสไลด์แล้ว นำมาย้อมสีด้วย Hematoxylin & Eosin (H&E) ซึ่งเป็นวิธีการย้อมแบบธรรมดา (routine stain) ที่นิยมใช้กันมากในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาเซลล์เนื้อเยื่อในขั้นต้น หลังจากย้อมสีเรียบร้อยแล้วจึงนำตัวอย่างสไลด์เนื้อเยื่อลูกน้ำไปดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบคอมปาวด์เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ลูกน้ำที่ได้รับน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเปรียบเทียบกับลูกน้ำที่ไม่ได้รับสาร

6. การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการวางไข่ของยุงลายบ้าน

นำผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าลูกน้ำได้ดีจากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 มาทดสอบผลต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® และชุดควบคุม (น้ำเปล่า) โดยวางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ โดยใส่ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ระดับความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตาย 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ลงไปในถ้วยวางไข่ที่มีน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร และพันกระดาษวางไข่รอบด้านในของถ้วย ส่วนอะเบท® ใส่ที่อัตราแนะนำ 1 กรัม/น้ำ 10 ลิตร (100 ppm) หลังจากนั้นนำถ้วยวางไข่ไปวางสุ่มในกรงทดสอบขนาด 120 x 120 x 60 เซนติเมตร ให้ระยะห่างระหว่างถ้วยวางไข่แต่ละใบเท่ากัน (ภาพที่ 27) และใส่ยุงลายบ้านเพศเมียอายุ 5-7 วัน ที่ดูดเลือดเต็มที่แล้วและพร้อมจะวางไข่จำนวน 30 ตัว เข้าไปในกรงทดสอบ เมื่อครบ 48 ชั่วโมง นำถ้วยวางไข่และยุงลายบ้านชุดเก่าออกจากกรงทดสอบ แล้วเปลี่ยนถ้วยวางไข่และยุงลายชุดใหม่เข้าไปแทนที่ นำถ้วยวางไข่ที่เปลี่ยนออกมาไปนับจำนวนไข่ที่ติดอยู่บนกระดาษวางไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (ยุงลายบ้านจะวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ หรือเป็นแพติดอยู่บนกระดาษวางไข่) ปฏิบัติเช่นนี้ทุกๆ 48 ชั่วโมง เป็นเวลา 30 วัน ดังนั้นในวันแรกของการทดสอบจึงต้องใส่สารทดสอบลงไปในถ้วยวางไข่พร้อมกันจำนวน 16 ชุด (ภาพที่ 26) นำจำนวนไข่ที่นับได้ในแต่ละช่วงอายุของสารทดสอบไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อดูผลต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านในแต่ละช่วงอายุของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® และชุดควบคุม

ภาพที่ 26 การใส่สารทดสอบลงไปในถ้วยวางไข่พร้อมกันจำนวน 16 ชุด ในวันแรกของการทดสอบเพื่อทดสอบผลต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เป็นเวลา 30 วัน

ภาพที่ 27 ลักษณะการวางชุดทดสอบแบบสุ่มในกรงทดสอบขนาด 120 x 120 x 60 เซนติเมตร

7. การนำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการมาทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง

นำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการไปทดสอบในสภาพแวดล้อมจริงเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® และชุดควบคุม (น้ำเปล่า) เพื่อทดสอบในเบื้องต้นว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงได้หรือไม่ เนื่องจากในสภาพแวดล้อมจริงมีปัจจัยต่างๆ มากมายที่ทำให้สารออกฤทธิ์เสื่อมสภาพเร็วกว่าในห้องปฏิบัติการ เช่น แสง อุณหภูมิ และความชื้น เป็นต้น โดยใช้แปลงปฏิบัติการทางเกษตรของภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นสถานที่ทดสอบ และวางแผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ทรีตเมนต์ประกอบด้วย

1) ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการที่ระดับความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตาย 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง

2) ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการที่ระดับความเข้มข้น 2 เท่า ของความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตาย 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง

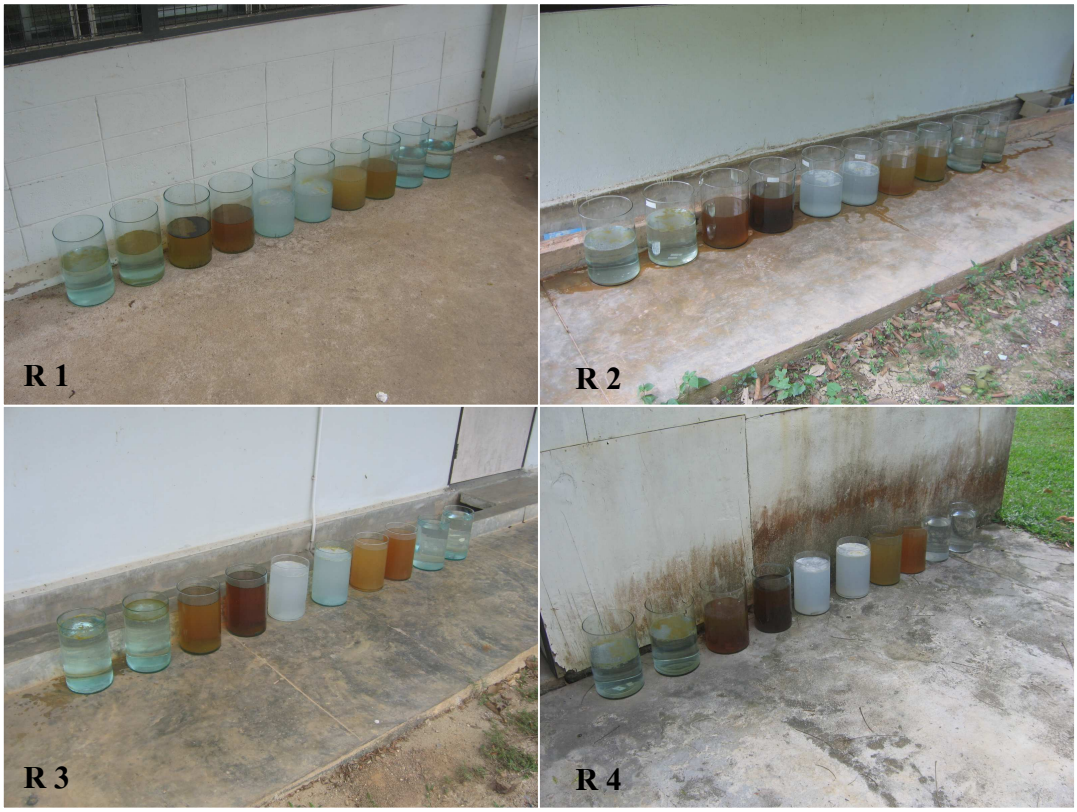
3) ผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ที่อัตราแนะนำ 1 กรัม/น้ำ 10 ลิตร

4) ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

ทำการทดสอบ 4 ซ้ำ (บล็อก) โดยที่

- ซ้ำที่ 1 ทดสอบที่ด้านหน้าของเรือนพิษวิทยา (ภาพที่ 28, R1)
- ซ้ำที่ 2 ทดสอบที่ด้านข้างของเรือนปฏิบัติการทางกีฏวิทยา (ภาพที่ 28, R2)
- ซ้ำที่ 3 ทดสอบที่ด้านหน้าของเรือนปฏิบัติการทางกีฏวิทยา (ภาพที่ 28, R3)
- ซ้ำที่ 4 ทดสอบที่ด้านหลังของเรือนเพาะเห็ด (ภาพที่ 28, R4)

หลังจากนั้นใส่สารทดสอบตามความเข้มข้นที่กำหนดลงในขวดโหลขนาด 10 ลิตร ที่มีลูกน้ำวัยที่ 4 จำนวน 50 ตัว อยู่ในน้ำปริมาตร 8 ลิตร และให้อาหารเลี้ยงไก่สำหรับเป็นอาหารของลูกน้ำ บันทึกจำนวนลูกน้ำที่ตายที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง นำผลที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การตายที่เวลาต่างๆ



ภาพที่ 28 การทดสอบผลในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการ

R 1 คือ การทดสอบที่ด้านหน้าของเรือนพิษวิทยา

R 2 คือ การทดสอบที่ด้านข้างของเรือนปฏิบัติการทางกีฏวิทยา

R 3 คือ การทดสอบที่ด้านหน้าของเรือนปฏิบัติการทางกีฏวิทยา

R 4 คือ การทดสอบที่ด้านหลังของเรือนเพาะเห็ด

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

1. การเตรียมน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

หลังจากนำเมล็ดสะเดาช้าง 60 กิโลกรัม มากะเทาะเปลือกออกปรากฏว่า ได้เนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 15.1 กิโลกรัม คิดเป็น 25.2% ของน้ำหนักเมล็ดสะเดาช้างทั้งหมด และเมื่อนำไปปั่นหยาบด้วยเครื่องปั่นอาหารมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างกระบวนการ 0.1 กิโลกรัม ทำให้น้ำหนักเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างลดลงเหลือ 15 กิโลกรัม คิดเป็น 25% ของน้ำหนักเมล็ดสะเดาช้างทั้งหมด (ตารางที่ 4) จากนั้นเมื่อนำเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างไปแช่นอร์มอล เฮกเซน และระเหยสารละลายที่ได้ด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบสูญญากาศจนตัวทำละลายระเหยหมดแล้ว ผลผลิตที่ได้เป็นน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (ภาพที่ 29 ก) 8,010 กรัม คิดเป็น 53.4% ของน้ำหนักเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 15 กิโลกรัม และเมื่อนำกากที่เหลือจากการแช่นอร์มอล เฮกเซนไปแช่เมทานอลต่อแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนเดียวกันปรากฏว่า ได้ผลผลิตเป็นสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (ภาพที่ 29 ข) 2,895 กรัม คิดเป็น 19.3% ของน้ำหนักเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 15 กิโลกรัม (ตารางที่ 5)

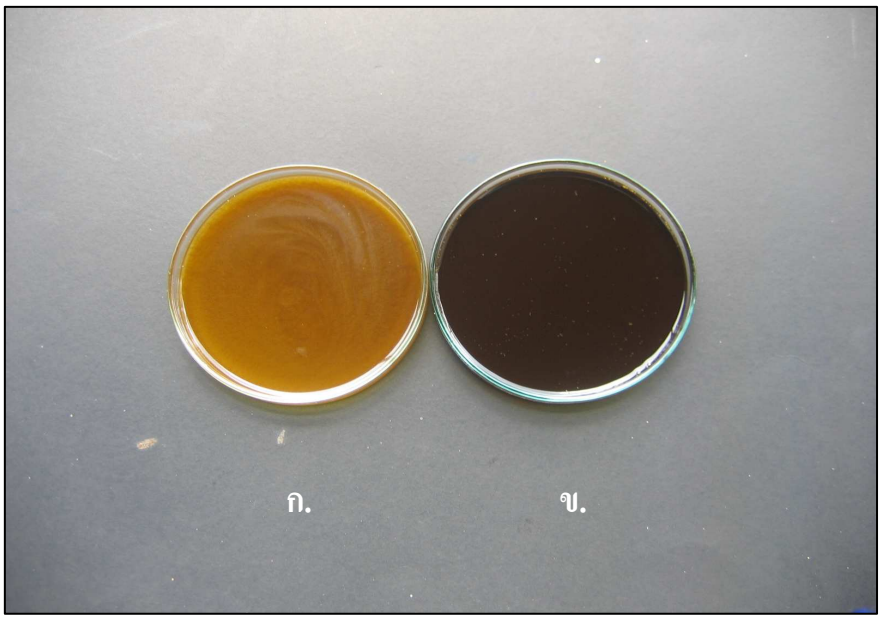
จากปริมาณน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 53.4% ที่สกัดได้ในการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่า มากกว่าปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากสะเดาไทยและสะเดาอินเดียตามรายงานของ Schmutterer and Ermel (n.d.) ซึ่งกล่าวว่า เนื้อในเมล็ดสะเดาไทยและสะเดาอินเดียสามารถสกัดน้ำมันได้ 34% และ 40.6% ตามลำดับ นอกจากนี้สัดส่วนของน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่สกัดได้ในการศึกษาครั้งนี้ยังใกล้เคียงกับการศึกษาของวิภาวดี (2548) ที่สามารถสกัดน้ำมันและสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างได้ 40.9% และ 15.5% ของน้ำหนักเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 10 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4 น้ำหนักเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างหลังกะเทาะเปลือกและปั่นหยาบ

กระบวนการ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)		น้ำหนัก (%)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กะเทาะเปลือก	60	15.1	100	25.2
ปั่นหยาบ	15.1	15	25.2	25

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำมันและสารสกัดหยาบที่สกัดได้จากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 15 กิโลกรัม

ส่วนที่สกัดได้	ตัวทำละลาย	ปริมาณที่สกัดได้	
		น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก (%)
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	n-hexane	8,010	53.4
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	methanol	2,895	19.3



ภาพที่ 29 ลักษณะของน้ำมัน (ก.) และสารสกัดหยาบ (ข.) เนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่สกัดได้

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการทดสอบ

2.1 สารแบบดั้งเดิม

เป็นน้ำมันและสารสกัดหยาบที่ผ่านกระบวนการสกัดแล้วนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการทันทีโดยไม่ใส่สารผสมชนิดใดลงไปประกอบด้วย

2.1.1 น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

ลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองปนน้ำตาล มีความหนืด เมื่อหยดลงในน้ำจะเห็นเป็นแผ่นฟิล์มกระจายเป็นจุดๆ อยู่บนผิวน้ำ

2.1.2 สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

ลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำ มีความหนืดน้อยกว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง เมื่อหยดลงในน้ำสารสกัดจะกระจายไปทั่วจนทำให้สีของน้ำคล้ายกับสีของสารสกัด

2.2 ผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งาน

2.2.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

ผลิตภัณฑ์แบบนี้เป็นน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่อยู่ในรูปของเหลวเข้มข้นซึ่งผสมสารอีมัลซิฟายเออร์ (Tween® 80 และ Span® 80) และสารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ (BHT) ลงไป ลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองปนน้ำตาลคล้ายน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบดั้งเดิม (ภาพที่ 30 ก) แต่มีความหนืดน้อยกว่าและสามารถแพร่กระจายได้ดีกว่าเมื่อหยดลงในน้ำ

2.2.2 ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

ผลิตภัณฑ์แบบนี้เป็นสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่อยู่ในรูปของเหลวเข้มข้นซึ่งผสมสารป้องกันการเสื่อมฤทธิ์ (BHT) เพียงชนิดเดียวลงไป ลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวสีน้ำตาลดำคล้ายสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบดั้งเดิม (ภาพที่ 30 ข) และมีความสามารถแพร่กระจายในน้ำได้ดีใกล้เคียงกัน

2.3 ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

ผลิตภัณฑ์แบบนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของแข็งเม็ดกลมมีน้ำหนักสามารถจมน้ำได้เพื่อวัตถุประสงค์ต้องการให้สารออกฤทธิ์กระจายตัวจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ประกอบด้วย

2.3.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

ลักษณะเป็นของแข็งเม็ดกลมสีเทา (ภาพที่ 31 ก) เมื่อโปรยลงในน้ำผลิตภัณฑ์จะจมอยู่ใต้ก้นภาชนะและค่อยๆ ปล่อยสารออกฤทธิ์ออกมาจากด้านล่างสู่ด้านบนของภาชนะ

2.3.2 ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

ลักษณะเป็นของแข็งเม็ดกลมสีเทาเข้มกว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำเล็กน้อย (ภาพที่ 31 ข) แต่มีลักษณะการปล่อยสารออกฤทธิ์เหมือนกันเมื่อโปรยลงในน้ำ

2.4 ผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

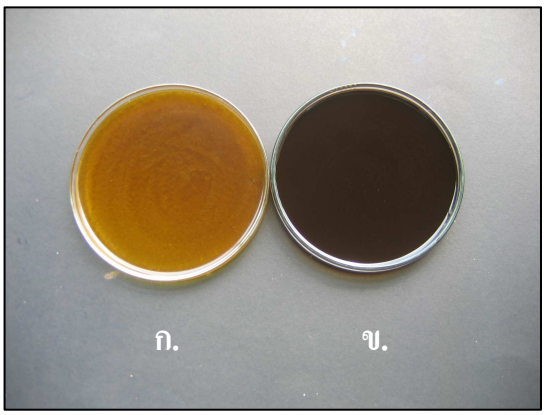
ผลิตภัณฑ์แบบนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของแข็งเม็ดกลมมีน้ำหนักเบาสามารถลอยน้ำได้เพื่อวัตถุประสงค์ต้องการให้สารออกฤทธิ์กระจายตัวจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง ประกอบด้วย

2.4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

ลักษณะเป็นของแข็งเม็ดกลมสีน้ำตาลอ่อน (ภาพที่ 32 ก) เมื่อโปรยลงในน้ำ ผลิตภัณฑ์จะลอยอยู่บนผิวน้ำและค่อยๆ ปล่อยสารออกฤทธิ์ออกมาจากด้านบนลงสู่ด้านล่างของภาชนะ

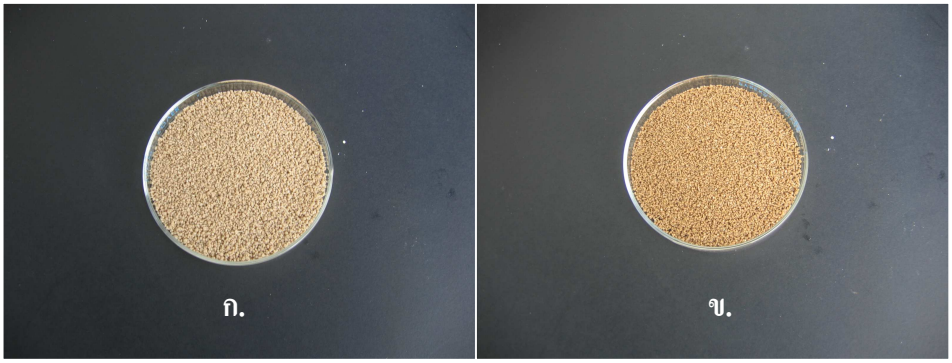
2.4.2 ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

ลักษณะเป็นของแข็งเม็ดกลมสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 32 ข) เมื่อโปรยลงในน้ำ ผลิตภัณฑ์ลอยอยู่บนผิวน้ำและค่อยๆ ปล่อยสารออกฤทธิ์ออกมาจากด้านบนสู่ลงด้านล่างของภาชนะ



ภาพที่ 30 ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมัน (ก.) และสารสกัดหยาบ (ข.) เนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

ภาพที่ 31 ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมัน (ก.) และสารสกัดหยาบ (ข.) เนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ



ภาพที่ 32 ลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมัน (ก.) และสารสกัดหยาบ (ข.) เนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

3. ชีววิทยาของยุงลายบ้านที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

จากการเลี้ยงและศึกษาชีววิทยาของยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์พบว่า ยุงลายบ้านมีวงจรชีวิตแบบสมบูรณ์ (complete life cycle) เปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็น 4 ระยะ ดังแสดงในตารางที่ 6 ดังนี้

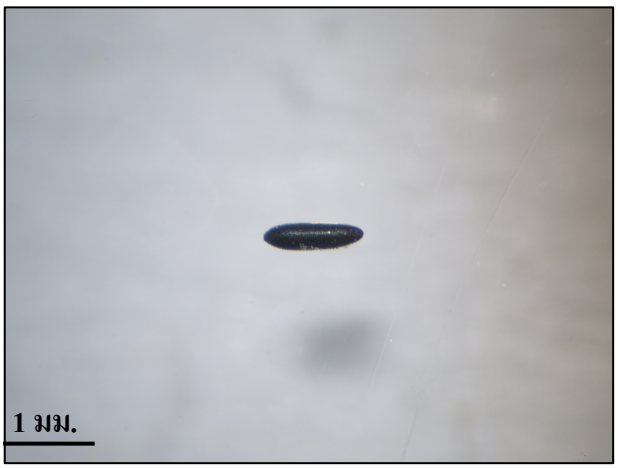
ตารางที่ 6 ชีววิทยาของยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

ระยะ	ช่วงอายุเฉลี่ย (วัน) ± SD	อายุหลังฟักออกจากไข่ (วัน)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ลักษณะโดยรวม
ไข่			1	รูปร่างยาวรีคล้ายเม็ดข้าวสาร (ภาพที่ 33) จำนวนเฉลี่ยที่วางต่อครั้งเท่ากับ 70 ± 4.6 ฟอง/ตัว
ลูกน้ำ				
วัย 1	2 ± 0.0	วันแรกที่ฟักออกจากไข่ 1	1.3 2.2	ลำตัวสีขาวใส (ภาพที่ 34 ก) เริ่มสังเกตเห็นส่วนหัว (ภาพที่ 34 ข)
วัย 2	1.04 ± 0.03	2	4.2	ส่วนหัวมีขนาดใหญ่ขึ้น และเริ่มสังเกตเห็นท่อหายใจ (ภาพที่ 35)
วัย 3	1.02 ± 0.02	3	4.5	สังเกตเห็นส่วนหัวและท่อหายใจมีสีดำชัดเจน และเริ่มมองเห็นเส้นขนที่อยู่บริเวณข้างๆ ลำตัว (ภาพที่ 36)

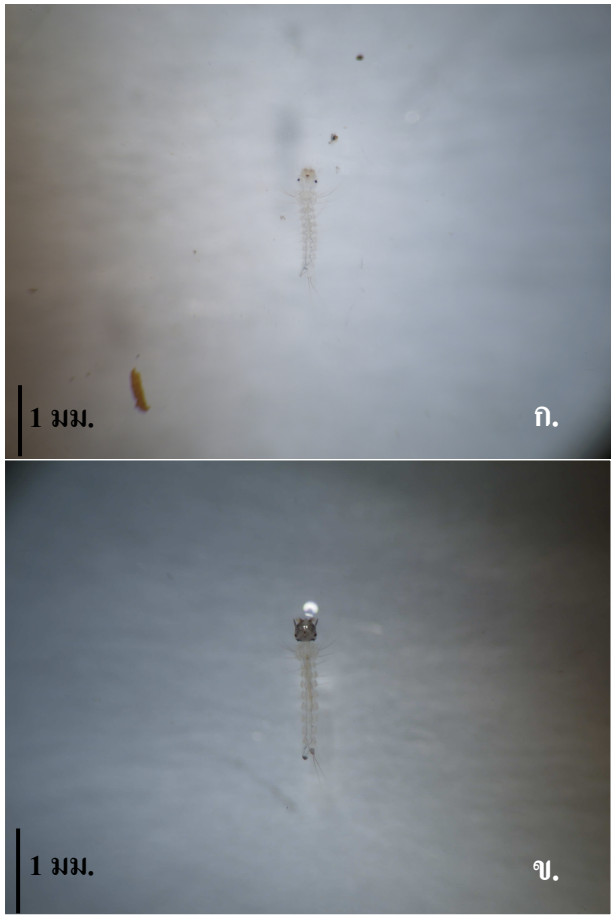
ตารางที่ 6 (ต่อ)

ระยะ	ช่วงอายุเฉลี่ย (วัน) ± SD	อายุหลังฟักออกจากไข่ (วัน)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ลักษณะโดยรวม
ลูกน้ำ (ต่อ)				
วัย 4	2.7 ± 0.1	4	6.2	มองเห็นส่วนประกอบต่างๆ อย่างชัดเจน (ภาพที่ 37 ก)
		5	6.5	(ภาพที่ 37 ข)
		6	7	(ภาพที่ 37 ค)
ดักแด้	2.2 ± 0.1	7	5	มีสีน้ำตาลดำ ส่วนหัวกับอก รวมเป็นส่วนเดียวกัน ลำตัวงอลงคล้ายเครื่องหมายจุลภาค ไม่มีขา มีท่อหายใจ 1 คู่ อยู่ตรงส่วนหัวลักษณะคล้ายแตร (ภาพที่ 38)
		8	5	
ตัวเต็มวัย				
เพศผู้	15.1 ± 1.1		6	มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย หนวดเป็นแบบพู่ขน (plumose) (ภาพที่ 40 ก)
เพศเมีย	18.3 ± 0.8		6.5	หนวดเป็นแบบพู่ขนอ่อน (pilose) (ภาพที่ 40 ข)

ทั้งนี้ข้อมูลการศึกษาชีววิทยาของยุงลายบ้านในครั้งนี้ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2543) ซึ่งรายงานว่า ยุงลายบ้านวางไข่ครั้งละประมาณ 100 ฟอง ลักษณะของไข่มีรูปร่างคล้ายกระสวยยาว 1 มิลลิเมตร ลูกน้ำมีการลอกคราบ 4 ครั้ง ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโต 7-10 วัน ก่อนเข้าสู่ระยะดักแด้ซึ่งมีช่วงอายุประมาณ 2 วัน เพื่อให้ตัวอ่อนที่อยู่ภายในเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนลอกคราบออกมาเป็นตัวเต็มวัย โดยตัวเต็มวัยเพศผู้มีช่วงอายุสั้นกว่าเพศเมีย

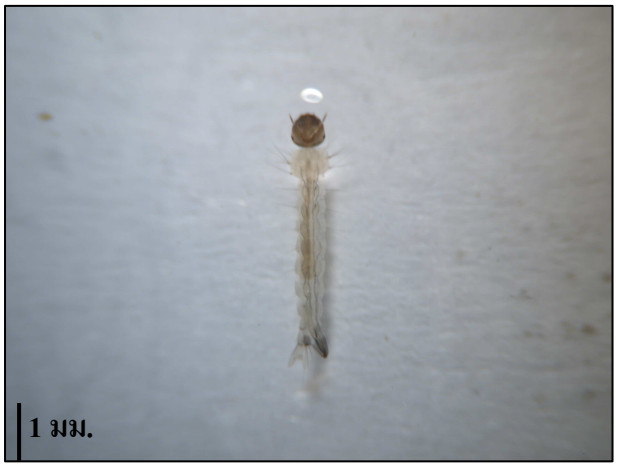


ภาพที่ 33 ลักษณะของไข่ยุงลายบ้าน

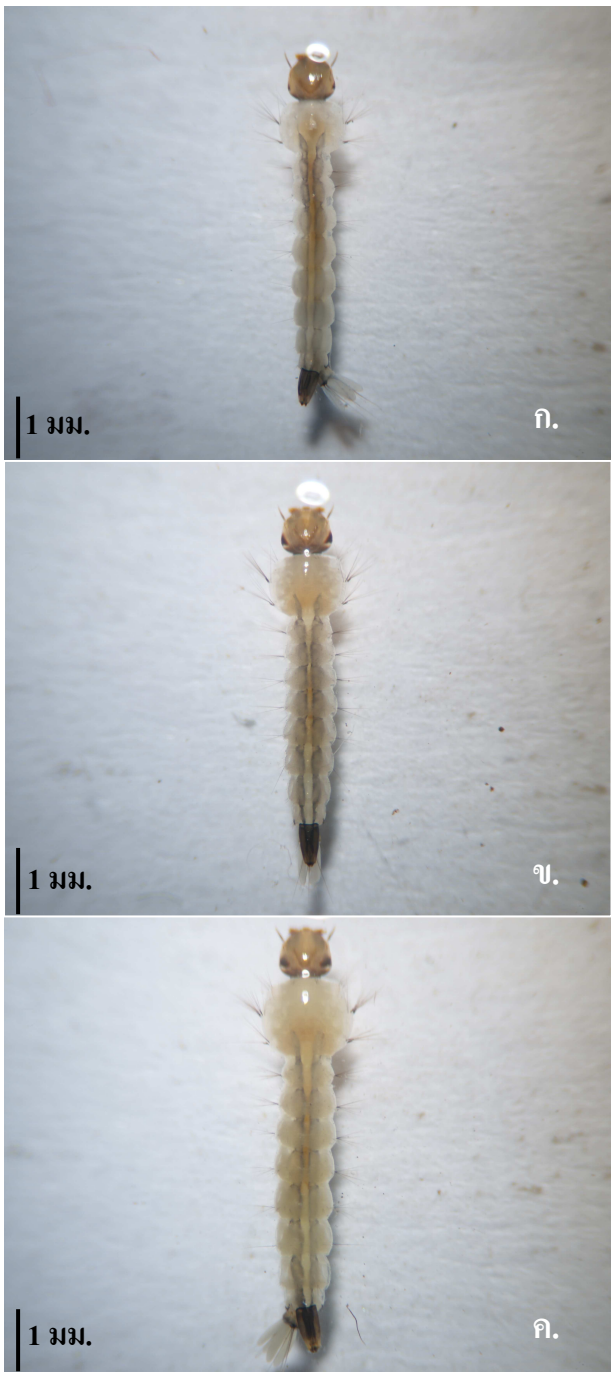


ภาพที่ 34 ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 1 ซึ่งฟักออกมาจากไข่วันแรก (ก.) และมีอายุ 1 วัน หลังฟักออกจากไข่ (ข.)

ภาพที่ 35 ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 2 ซึ่งมีอายุ 2 วัน หลังฟักออกจากไข่

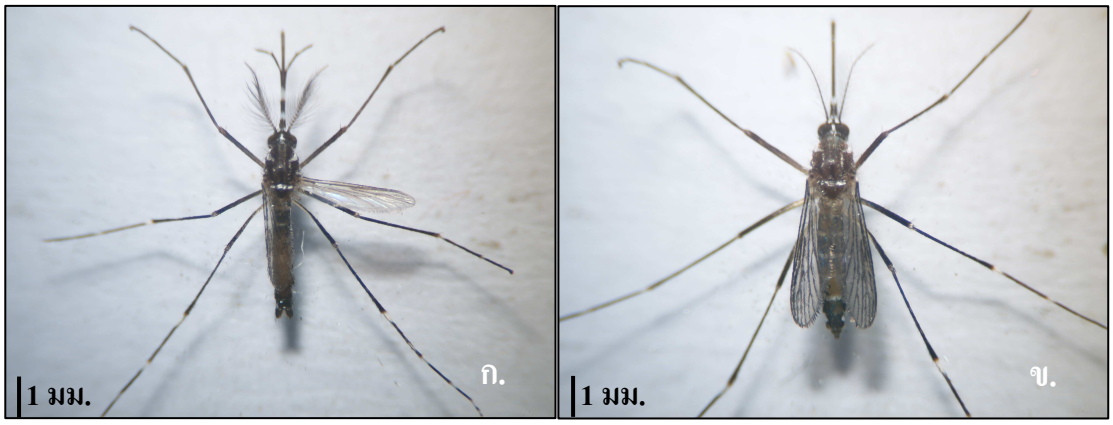


ภาพที่ 36 ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ซึ่งมีอายุ 3 วัน หลังฟักออกจากไข่



ภาพที่ 37 ลักษณะของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ซึ่งมีอายุ 4 วัน (ก.) 5 วัน (ข.) และ 6 วัน (ค.) หลังฟักออกจากไข่

ภาพที่ 38 ลักษณะของดักแด้ยุงลายบ้าน



ภาพที่ 39 ลักษณะของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศผู้ (ก.) และเพศเมีย (ข.)

4. การศึกษาการออกฤทธิ์ฆ่าและผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

4.1 การทดสอบหาความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านตาย 100% และค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ

4.1.1 การทดสอบกับลูกน้ำยุงลายบ้าน

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างทั้ง 8 แบบ ปรากฏว่า มีผลิตภัณฑ์ 6 แบบ ที่สามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 7) ประกอบด้วย

- น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ
- สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

โดยใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 2,000, 800, 1,000, 4,000, 2,000 และ 2,000 ppm ขึ้นไป ตามลำดับ และยังมีความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ 4 ใน 6 แบบ ดังกล่าวที่สามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% เมื่อเวลาผ่านไปมากกว่า 24 ชั่วโมง แต่ใช้ความเข้มข้นต่ำกว่าเดิม ประกอบด้วย

- น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 800 ppm
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 600 ppm
- สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 2,000 ppm
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 800 ppm

โดยใช้เวลา 72, 72, 96 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีบางความเข้มข้นที่ถึงแม้จะไม่สามารถฆ่าลูกน้ำให้ตายทั้งหมดภายในระยะเวลาที่ทดสอบได้แต่อัตราการตายของลูกน้ำก็มากกว่า 90% เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย

- ที่ความเข้มข้น 600 ppm ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ที่ความเข้มข้น 400 ppm ของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

- ที่ความเข้มข้น 400, 600, 800 และ 1,000 ppm ของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ที่ความเข้มข้น 400 และ 600 ppm ของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำพบว่า ไม่มีความเข้มข้นใดที่สามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% ภายในระยะเวลาที่ทดสอบ ทั้งนี้ในการทดสอบดังกล่าวอัตราการตายเฉลี่ยของลูกน้ำเมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง ในชุดควบคุม 1 (น้ำเปล่า) ของผลิตภัณฑ์ทุกรูปแบบเท่ากับ 2.4% ส่วนในชุดควบคุม 2 (สารไม่ออกฤทธิ์) มีค่าดังกล่าวมากที่สุดในผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำซึ่งเท่ากับ 6% แสดงว่า น้ำที่ใช้ทดสอบและส่วนผสมที่ใส่ลงไปในผลิตภัณฑ์แต่ละแบบมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในระดับที่ยอมรับได้คือไม่เกิน 10% (อุยาวดี 2544) (ตารางที่ 7)

นอกจากนี้เมื่อนำอัตราการตายจริงของลูกน้ำในผลิตภัณฑ์แต่ละแบบไปวิเคราะห์ค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า มีผลิตภัณฑ์ 4 แบบ ที่สามารถวิเคราะห์ค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ได้ประกอบด้วย

- น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
- สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมทั้งชนิดจมน้ำและลอยน้ำไม่สามารถวิเคราะห์ค่า LC_{50} ได้ เนื่องจากมีอัตราการตายจริงของลูกน้ำที่เวลา 24 ชั่วโมง ไม่เป็นไปตามกฎ dose response curve (จะสามารถวิเคราะห์ค่า LC_{50} ได้ อัตราการตายต้องเป็นไปตามกฎ dose respon curve คือ อัตราการตายจะต้องเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านดีที่สุดที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 245.7 ppm รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง และสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 283.5, 403.6, และ 518.7 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านดีที่สุด เนื่องจากสารอีมัลซิฟายเออร์ที่ใส่ลงไปมีคุณสมบัติทำให้สารออกฤทธิ์กระจายตัวได้ดีในน้ำทำให้ลูกน้ำสัมผัสสารได้เต็มที่ รองลงมาคือ สารแบบ

ดั้งเดิมซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งาน ส่วนผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมทั้งชนิดจมน้ำและลอยน้ำมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ ที่กล่าวมาข้างต้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำได้ต่ำมาก โดยสาเหตุหลักอาจมาจากการที่ผสมเบนโทไนท์และน้ำเข้าไปในสูตรผสมมากเกินไปทำให้เมื่อผลิตภัณฑ์แห้งจึงแข็งตัวมาก และเมื่อนำไปโปรยลงในน้ำทำให้ไม่สามารถปล่อยสารออกฤทธิ์ออกมาได้มากเท่าที่ควร นอกจากนี้ยังทำให้น้ำสกปรกและมีกลิ่นเหม็นหมักซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงอีกด้วย (ภาพที่ 41) ดังนั้นจึงเลือกเฉพาะสารแบบดั้งเดิมและผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานไปทดสอบกับดักแด้ยุงลายบ้านต่อไป

มีรายงานการใช้สารสะเดาควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้าน โดย World Health Organization (1981) ซึ่งได้ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์สารสะเดาอินเดียรูปแบบต่างๆ ได้แก่ Neemazal®, ANSKE®, AZT-VR-K-E® และ MTB® ต่อลูกน้ำยุงลายบ้านพบว่า ผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบสามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 8.4, 78.2, 18.1 และ 5.9 ppm ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน Naqvi และคณะ (1991) ได้ทดสอบผลของสารสกัดสะเดา (NFD) ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านปรากฏว่า สารสกัดดังกล่าวมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.58 ppm ซึ่งหลังจากนั้น Naqvi และคณะ (1994) ยังได้ศึกษาเรื่องนี้ต่ออย่างละเอียด โดยแยกสารประกอบที่อยู่ในสารสกัดสะเดาได้แก่ RBu-9, RB-b และ Margosan-O™ มาทดสอบความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ซึ่งพบว่า สารประกอบดังกล่าวมีค่า LC_{50} เท่ากับ 380, 490 และ 340 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ Raymond และคณะ (2007) ได้นำสารสกัดสะเดาอินเดียแบบดั้งเดิมมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบ คือ 1% Suneem, 1% Formulated neem oil และ Neem powder และนำไปทดสอบผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านปรากฏว่า ส่วนผสมที่ใส่เข้าไปในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านของสารสกัดสะเดาอินเดียได้ โดยสังเกตได้จากค่า LC_{50} ที่ลดลงต่ำมาก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2, 8 และ 3 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาโดย Wandscheer และคณะ (2004) ถึงผลของสารสกัดจากพืช *Melia azedarach* ซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกับสะเดาต่อลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียซึ่งใช้เอทานอลเป็นตัวสกัดปรากฏว่า สารสกัดจากพืช *M. azedarach* มีค่า LC_{50} ที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.166% และ 0.152% ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวในสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียเท่ากับ 0.044% และ 0.063% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียมีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านดีกว่าสารสกัดจากพืช *M. azedarach* ที่อุณหภูมิทั้ง 2 ช่วง

สำหรับในประเทศไทยมานิตย์ (2543) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียต่อลูกน้ำยุงลายบ้านซึ่งพบว่า น้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่ความเข้มข้น 0.2% และ 0.02% สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อความเข้มข้นของสารทดสอบยิ่งต่ำลงระยะเวลาในการฆ่าลูกน้ำยิ่งนานขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่ความเข้มข้น 0.1% สามารถฆ่าลูกน้ำได้เพียง 22% ที่เวลา 24 ชั่วโมง และเพิ่มเป็น 68% ที่เวลา 48 ชั่วโมง ในขณะที่สารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่ความเข้มข้น 0.01% สามารถฆ่าลูกน้ำได้ 44% ที่เวลา 24 ชั่วโมง และเพิ่มเป็น 83% ที่เวลา 48 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ในที่ความเข้มข้นต่ำสามารถฆ่าลูกน้ำได้มากขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น

จากรายงานการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากเมล็ดสะเดาสามารถใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างสามารถใช้ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ และเมื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่เหมาะสมทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าได้ดียิ่งขึ้น โดยสังเกตได้จากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาได้ในความเข้มข้นที่น้อยกว่าสารแบบดั้งเดิมแต่อัตราการตายของลูกน้ำเท่ากันเป็นสาเหตุให้สามารถลดต้นทุนในการควบคุมลงได้ ทั้งนี้สาเหตุที่ในรายงานการศึกษาบางเรื่องมีค่า LC_{50} ที่แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากอาจมีความแตกต่างกันของปัจจัยที่กำหนดการทดสอบ เช่น การวางแผนการทดลอง วิธีการทดสอบ การแบ่งทรีตเมนต์ สภาพแวดล้อมที่ใช้ทำการทดสอบ รูปแบบของสารสะเดาที่ใช้ทดสอบ โครงสร้างสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านที่ใช้ทดสอบ และชนิดของสะเดาที่ใช้ทดสอบ เป็นต้น

ตารางที่ 7 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)				
		24 ชั่วโมง	**48 ชั่วโมง**	**72 ชั่วโมง**	**96 ชั่วโมง**	**120 ชั่วโมง**
น้ำมันเนื้อใน	200	32	42	51	63	72
เมล็ดสะเดาช้าง	400	43	60	74	79	83
	600	62	82	86	89	91
	800	69	97	100	100	100
	1,000	84	97	100	100	100
	2,000	100	100	100	100	100
	3,000	100	100	100	100	100
	ชุดควบคุม 1	0	0	1	1	1
ผลิตภัณฑ์น้ำ	200	38	50	51	52	54
มันเนื้อในเมล็ด	400	76	89	91	91	92
สะเดาช้างแบบ	600	96	99	100	100	100
ของเหลวพร้อม	800	100	100	100	100	100
ใช้งาน	1,000	100	100	100	100	100
	2,000	100	100	100	100	100
	3,000	100	100	100	100	100
	ชุดควบคุม 1	0	0	1	1	2
	ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
ผลิตภัณฑ์น้ำ	200	0	0	1	1	1
มันเนื้อในเมล็ด	400	0	0	0	2	3
สะเดาช้างแบบ	600	0	0	3	6	8
เม็ดกลมชนิด	800	2	2	3	9	9
จมน้ำ	1,000	1	1	3	4	4
	2,000	0	0	2	5	7
	3,000	2	2	3	6	8
	ชุดควบคุม 1	0	0	2	2	2
	ชุดควบคุม 2	0	0	0	1	1
ผลิตภัณฑ์น้ำ	200	2	2	2	3	5
มันเนื้อในเมล็ด	400	1	4	5	5	5
สะเดาช้างแบบ	600	19	20	20	23	30
เม็ดกลมชนิด	800	33	38	40	41	41
ลอยน้ำ	1,000	100	100	100	100	100
	2,000	100	100	100	100	100
	3,000	100	100	100	100	100
	ชุดควบคุม 1	0	0	1	1	1
	ชุดควบคุม 2	0	0	6	6	6

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)				
		24 ชั่วโมง	**48 ชั่วโมง**	**72 ชั่วโมง**	**96 ชั่วโมง**	**120 ชั่วโมง**
สารสกัดหยาบ	200	22	32	62	83	85
เนื้อในเมล็ด	400	46	67	86	93	94
สะเดาช้าง	600	51	68	83	91	96
	800	57	78	84	93	96
	1,000	75	83	94	98	99
	2,000	84	92	95	100	100
	3,000	97	98	99	100	100
	4,000	100	100	100	100	100
	5,000	100	100	100	100	100
	ชุดควบคุม 1	0	0	0	1	1
ผลิตภัณฑ์สาร	200	45	54	59	64	68
สกัดหยาบเนื้อ	400	54	75	81	87	95
ในเมล็ดสะเดา	600	74	91	91	98	99
ช้างแบบของ	800	89	100	100	100	100
เหลวพร้อมใช้	1,000	95	100	100	100	100
งาน	2,000	100	100	100	100	100
	3,000	100	100	100	100	100
	4,000	100	100	100	100	100
	5,000	100	100	100	100	100
	ชุดควบคุม 1	1	1	5	5	7
	ชุดควบคุม 2	0	0	3	4	4

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)				
		24 ชั่วโมง	**48 ชั่วโมง**	**72 ชั่วโมง**	**96 ชั่วโมง**	**120 ชั่วโมง**
ผลิตภัณฑ์สาร	200	0	8	27	41	64
สกัดหยาบเนื้อ	400	0	21	49	65	72
ในเมล็ดสะเดา	600	0	17	63	82	88
ช้างแบบเม็ด	800	0	11	45	74	87
กลมชนิดจมน้ำ	1,000	0	30	68	85	94
	2,000	2	34	63	80	90
	3,000	0	20	60	76	86
	4,000	1	22	51	80	89
	5,000	1	26	48	78	94
	ชุดควบคุม 1	0	0	1	3	3
	ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	5
ผลิตภัณฑ์สาร	200	0	0	2	2	2
สกัดหยาบเนื้อ	400	9	12	15	21	34
ในเมล็ดสะเดา	600	6	24	33	44	48
ช้างแบบเม็ด	800	4	25	37	55	61
กลมชนิดลอย	1,000	11	24	46	55	60
น้ำ	2,000	100	100	100	100	100
	3,000	100	100	100	100	100
	4,000	100	100	100	100	100
	5,000	100	100	100	100	100
	ชุดควบคุม 1	0	1	2	2	2
	ชุดควบคุม 2	0	3	6	6	6

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 8 ค่า LC_{50} ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	LC_{50}		
	mg./l. (ppm)	Fiducial limit	
		Lower	Upper
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	403.6	285.7	563.7
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	245.7	218.3	270.8
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	518.7	411.2	647.7
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	283.5	186.1	423.0

4.1.2 การทดสอบกับดักแด้ยุงลายบ้าน

จากการนำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมดักแด้ยุงลายบ้านปรากฏว่า มีผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานเพียงชนิดเดียวที่สามารถฆ่าดักแด้ได้ 100% ภายในระยะเวลาที่ทดสอบ โดยความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวตั้งแต่ 2,000 ppm ขึ้นไป สามารถฆ่าดักแด้ได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 800 และ 1,000 ppm สามารถฆ่าดักแด้ได้ 100% ที่เวลา 48 ชั่วโมง ส่วนความเข้มข้น 400 และ 600 ppm ถึงแม้จะไม่สามารถทำให้ดักแด้ตายทั้งหมดภายในระยะเวลาที่ทดสอบได้ แต่ก็สามารถฆ่าดักแด้ได้ถึง 95% และ 99% ตามลำดับ เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง ทั้งนี้ในการทดสอบดังกล่าวอัตราการตายเฉลี่ยของดักแด้เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง ในชุดควบคุม 1 (น้ำเปล่า) ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ เท่ากับ 1.5% แสดงว่า น้ำที่ใช้ทดสอบไม่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้าน ในขณะที่ค่าดังกล่าวในชุดควบคุม 2 (สารไม่ออกฤทธิ์) ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานเท่ากับ 21% และ 28% ตามลำดับ แสดงว่าส่วนผสมที่ใส่ลงไปในผลิตภัณฑ์นอกจากมีส่วนช่วยให้สารออกฤทธิ์กระจายตัวได้ดีในน้ำแล้ว ยังมีผลต่อการตายของดักแด้อีกด้วย (ตารางที่ 9)

นอกจากนี้เมื่อนำอัตราการตายจริงของดักแด้ในผลิตภัณฑ์แต่ละแบบไปวิเคราะห์ค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมีประสิทธิภาพในการฆ่าดักแด้ยุงลายบ้านดีที่สุดที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 143.8 ppm

รองลงมาคือ สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง และผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 730.4, 2,691.4 และ 3,814.2 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า เนื่องจากช่วงเวลา 2 วัน ที่อยู่ในระยะดักแด้ไม่เพียงพอต่อการทำให้สารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ ซึมผ่านผนังลำตัวที่หนาเข้าสู่ร่างกายของดักแด้ทุกตัวได้ จึงทำให้ดักแด้ที่รอดชีวิตจากการทดสอบสามารถเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยได้ทั้งหมด แต่ในกรณีของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่สามารถฆ่าดักแด้ได้ทั้งหมดที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 800 ppm ขึ้นไป เนื่องจากสารอีมัลซิฟายเออร์ที่ผสมลงไปในผลิตภัณฑ์มีผลทำให้น้ำมันกระจายตัวได้ดีทั้งในน้ำและบนผิวน้ำเป็นสาเหตุให้ดักแด้ซึ่งอยู่ในถ้วยทดสอบที่มีผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้อยู่ถูกกลไกการออกฤทธิ์ 2 แบบ คือ นอกจากสารออกฤทธิ์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ซึมเข้าสู่ร่างกายแล้ว ฟิล์มน้ำมันที่เคลือบกระจายอยู่บนผิวน้ำยังอาจไปมีผลต่อการแทงท่อหายใจของดักแด้ขึ้นมารับออกซิเจนที่อยู่ด้านบนลงไปหายใจใต้น้ำได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานจึงมีประสิทธิภาพในการฆ่าดักแด้ยุงลายบ้านมากที่สุด

การนำสารสะเดามาควบคุมดักแด้ของยุงเป็นงานวิจัยที่ยังไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากการวิจัยส่วนใหญ่ได้เน้นไปที่การควบคุมในระยะลูกน้ำมากกว่า โดย Al-Sharook และคณะ (1991) ได้นำสารสกัดจากพืช *Melia volkensii* ซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกับสะเดามาทดสอบความเป็นพิษต่อลูกน้ำและดักแด้ยุงรำคาญ *Cx. pipiens* และพบว่า สารสกัดดังกล่าวมีความเป็นพิษต่อทั้งลูกน้ำและดักแด้ของยุงรำคาญเท่ากัน โดยสังเกตได้จากค่า LC_{50} ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 ppm เท่ากัน ในขณะที่การศึกษาของ Vatandoost และ Vaziri (2004) ซึ่งได้ทดสอบฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์สารสะเดา (Neemarin®) ต่อยุงก้นปล่อง *An. stephensi* ทุกระยะพบว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีผลต่อการตายของดักแด้มากกว่าระยะอื่นๆ โดยค่า LC_{50} และ LC_{90} ต่อดักแด้ที่ได้เท่ากับ 0.35 และ 1.81 ppm ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน Umar และคณะ (2006) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียแบบผงที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการฆ่าดักแด้ยุงลายบ้าน โดยในแต่ละถ้วยทดสอบใช้ดักแด้จำนวน 20 ตัว และทำการทดสอบ 5 ซ้ำ ปรากฏว่า สารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียแบบผงที่สกัดด้วยเอทิล อะซิเตต อะซิโตน เบนซิน นอร์มอล เฮกเซน และโพรพานอล มีค่า LC_{50} ต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 600, 2,900, 8,200, 31,300 และ 76,300 ppm ตามลำดับ จะเห็นว่าจากรายงานการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นได้สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างสามารถฆ่าดักแด้ยุงลายบ้านได้ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่สามารถฆ่าดักแด้ได้

100% และเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียแบบผงที่สกัดได้จากตัวทำละลายชนิดต่างๆ ในการศึกษาของ Umar และคณะ (2006) ซึ่งใช้วิธีการทดสอบแบบเดียวกันปรากฏว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานซึ่งได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีผลต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านมากกว่าสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียแบบผงที่สกัดได้จากตัวทำละลายทุกชนิด ดังจะสังเกตได้จากค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าต่ำกว่า ทั้งนี้สาเหตุที่ค่า LC_{50} ในรายงานการศึกษาบางเรื่องมีแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากปัจจัยที่กำหนดการทดสอบอาจมีความแตกต่างกัน เช่น การวางแผนการทดลอง วิธีการทดสอบ การแบ่งทรีตเมนต์ สภาพแวดล้อมที่ใช้ทำการทดสอบ รูปแบบของสารสะเดาที่ใช้ทดสอบ โครงสร้างสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านที่ใช้ทดสอบ และชนิดของสะเดาที่ใช้ทดสอบ เป็นต้น

ตารางที่ 9 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ดักแด้ที่ตาย (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
น้ำมันเนื้อใน	200	3	7	7	7	7
เมล็ดสะเดาช้าง	400	6	11	11	11	11
	600	7	11	11	11	11
	800	9	18	18	18	18
	1,000	12	22	22	22	22
	2,000	31	47	47	47	47
	3,000	47	67	67	67	67
	4,000	76	93	93	93	93
	5,000	77	97	97	97	97
	ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ตักแต้ที่ตาย (%)				
		24 ชั่วโมง	**48 ชั่วโมง**	**72 ชั่วโมง**	**96 ชั่วโมง**	**120 ชั่วโมง**
ผลิตภัณฑ์น้ำ	200	66	84	84	84	84
มันเนื้อในเมล็ด	400	91	95	95	95	95
สะเดาช้างแบบ	600	95	99	99	99	99
ของเหลวพร้อม	800	99	100	100	100	100
ใช้งาน	1,000	99	100	100	100	100
	2,000	100	100	100	100	100
	3,000	100	100	100	100	100
	4,000	100	100	100	100	100
	5,000	100	100	100	100	100
	ชุดควบคุม 1	1	1	1	1	1
	ชุดควบคุม 2	10	21	21	21	21
สารสกัดหยาบ	200	6	11	11	11	11
เนื้อในเมล็ด	400	27	30	30	30	30
สะเดาช้าง	600	39	46	46	46	46
	800	53	61	61	61	61
	1,000	71	77	77	77	77
	2,000	83	84	84	84	84
	3,000	93	97	97	97	97
	4,000	98	99	99	99	99
	5,000	99	99	99	99	99
	ชุดควบคุม 1	0	3	3	3	3

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

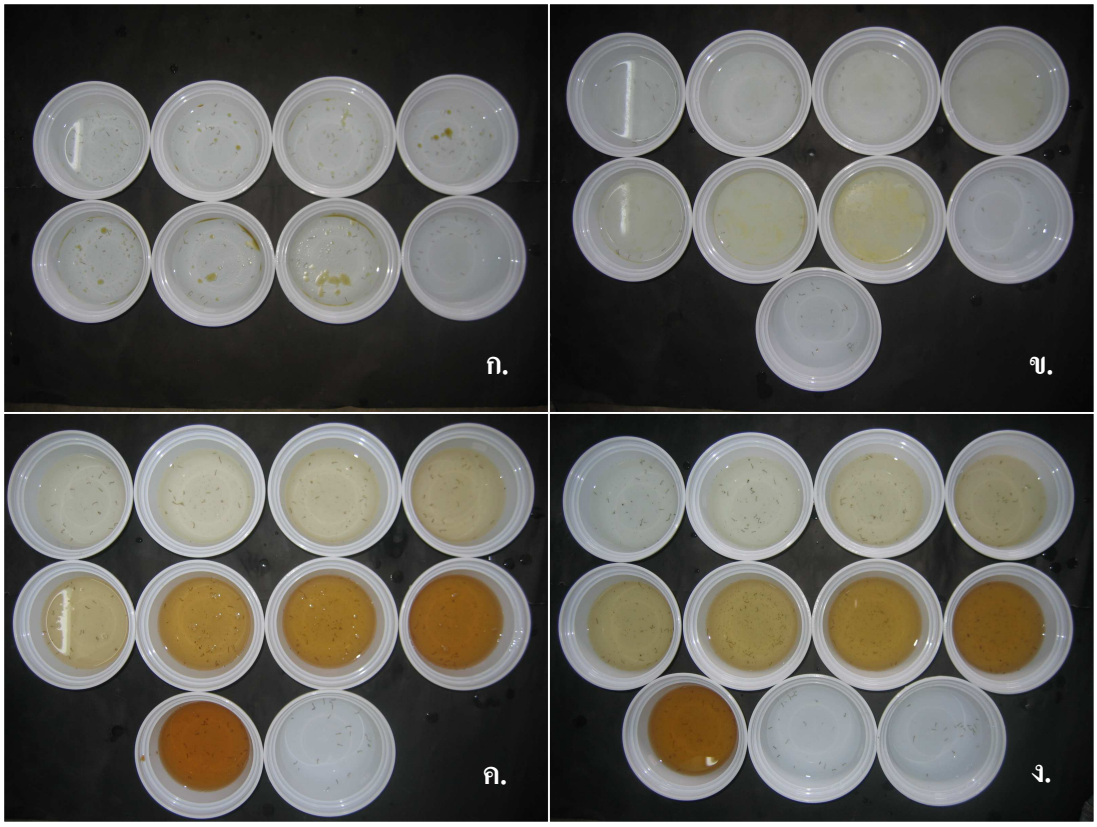
ตารางที่ 9 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ตักแด้ที่ตาย (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
ผลิตภัณฑ์สาร	200	3	32	32	32	32
สกัดหยาบเนื้อ	400	5	43	43	43	43
ในเมล็ดสะเดา	600	9	50	50	50	50
ช้างแบบของ	800	12	57	57	57	57
เหลวพร้อมใช้	1,000	21	64	64	64	64
งาน	2,000	29	73	73	73	73
	3,000	38	75	75	75	75
	4,000	55	78	78	78	78
	5,000	61	87	87	87	87
	ชุดควบคุม 1	1	2	2	2	2
	ชุดควบคุม 2	20	28	28	28	28

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

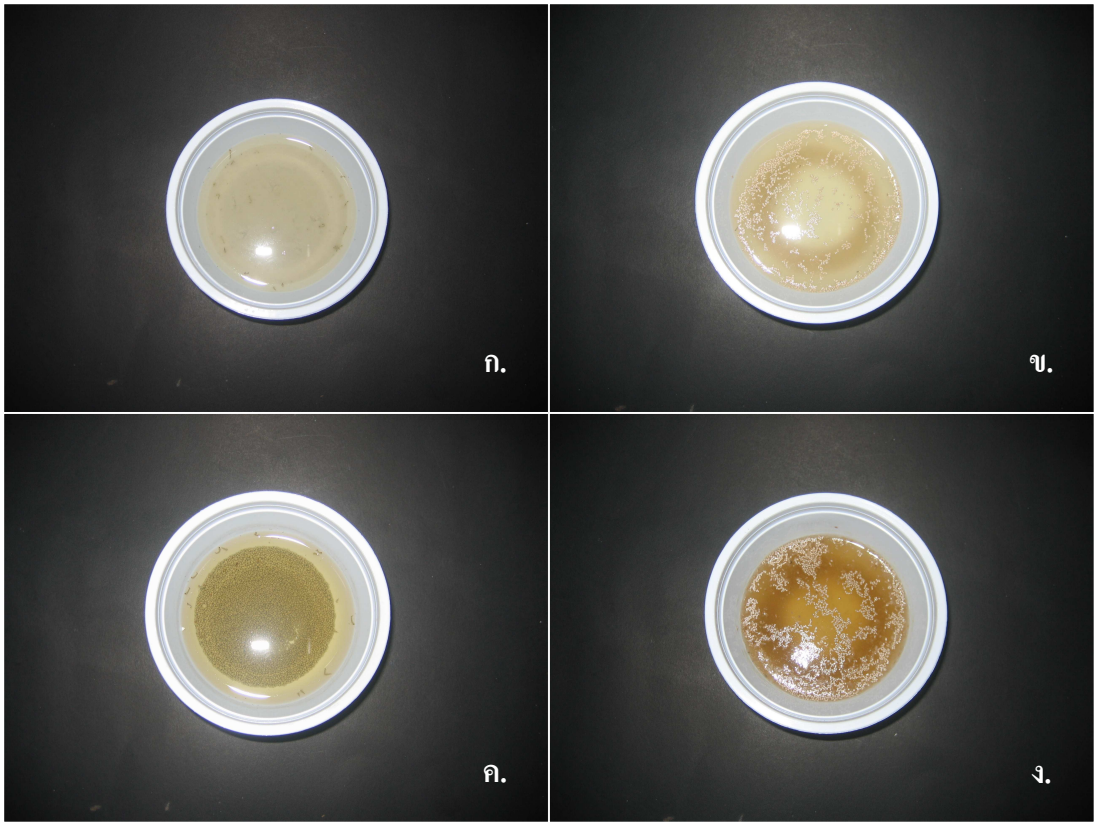
ตารางที่ 10 ค่า LC_{50} ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	LC_{50}		
	mg./l. (ppm)	Fiducial limit	
		Lower	Upper
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	2,691.4	2,069.7	3,515.7
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	143.8	103.4	178.3
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	730.4	662.5	801.6
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	3,814.2	3,252.9	4,640.8



ภาพที่ 40 สีของน้ำในหลายระดับความเข้มข้นหลังจากหยดผลิตภัณฑ์ 4 แบบ ที่สามารถควบคุมทั้งลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านได้ลงไปประกอบด้วย

- น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (ก.)
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน (ข.)
- สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง (ค.)
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน (ง.)



ภาพที่ 41 ลักษณะของน้ำหลังจากโปรยผลิตภัณฑ์แบบเม็ดกลมลงไปซึ่งทำให้น้ำสกปรกและมีกลิ่นเหม็นหมักซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงประกอบด้วย
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ (ก.)
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ (ข.)
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ (ค.)
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ (ง.)

4.2 การทดสอบผลต่อการอยู่รอดของลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ

เนื่องจากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 มีผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเพียง 4 แบบ ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านได้ดีและมีแนวโน้มว่าจะสามารถนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงได้ประกอบด้วย

- น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
- สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

ดังนั้นการทดสอบในหัวข้อนี้จึงรายงานเฉพาะผลของผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้นเท่านั้น โดยลูกน้ำที่รอดตายในน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 200, 400 และ 600 ppm สามารถพัฒนาเป็นดักแด้ได้ 2%, 1% และ 0% และพัฒนาต่อไปเป็นตัวเต็มวัยได้ 2%, 1% และ 0% ของจำนวนลูกน้ำทั้งหมด ตามลำดับ เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง

ลูกน้ำที่รอดตายในผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 200 และ 400 ppm สามารถพัฒนาเป็นดักแด้ได้ 50% และ 12% และพัฒนาต่อไปเป็นตัวเต็มวัยได้ 42% และ 6% ของจำนวนลูกน้ำทั้งหมด ตามลำดับ เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง

ลูกน้ำที่รอดตายในสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 200, 400, 600, 800 และ 1,000 ppm สามารถพัฒนาเป็นดักแด้ได้ 13%, 6%, 1%, 1% และ 0% และพัฒนาต่อไปเป็นตัวเต็มวัยได้ 3%, 1%, 0%, 0% และ 0% ของจำนวนลูกน้ำทั้งหมด ตามลำดับ เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง

ลูกน้ำที่รอดตายในผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 200, 400 และ 600 ppm สามารถพัฒนาเป็นดักแด้ได้ 36%, 11% และ 2% และพัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัยต่อได้ 22%, 4% และ 0% ของจำนวนลูกน้ำทั้งหมด ตามลำดับ เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง (ตารางที่ 11 และ 12)

จากผลการทดลองพบว่า สาเหตุที่ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ สามารถชะลอการพัฒนาเป็นดักแด้และตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านได้ เนื่องจากสารอะซาดิแรคตินที่ประกอบอยู่ในสารสะเดามีผลไปขัดขวางการทำงานของฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบ (ecdysone blocker) (ชัยพัฒน์, 2539) และยังทำให้การทำงานของหนังกำพร้า (cuticle) ลูกน้ำผิดปกติอีกด้วย (Raymond *et al*., 2007)

ส่วนการทดสอบกับดักแด้ยุงลายบ้านปรากฏว่า ดักแด้ที่รอดตายในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ทั้งหมดที่เวลา 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 13) ทั้งนี้เมื่อดูจากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 จะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบมีผลต่อการตายของดักแด้น้อยกว่าลูกน้ำ โดยไม่สามารถฆ่าดักแด้ได้ทันภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง จึงทำให้ดักแด้ที่รอดชีวิตสามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ทั้งหมดเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพในการชะลอการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลดลงตามไปด้วย

จากผลการทดสอบข้างต้นได้สอดคล้องกับรายงานศึกษาหลายเรื่อง โดย Supavarn และคณะ (1974) รายงานว่า มีสารสกัดจากพืชสมุนไพร 11 ชนิด สามารถชะลอการออกเป็นตัวเต็มวัยของยุงได้ ในขณะที่ Zebitz (1984) ได้รายงานเพิ่มเติมว่า สารออกฤทธิ์ที่อยู่ในสารสกัดจากพืชธรรมชาติมีผลไปรบกวนการทำงานของฮอร์โมนที่ใช้ในการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงทำให้ตัวเต็มวัยที่ออกมามีรูปร่างผิดปกติไปจากเดิม ในทำนองเดียวกัน Naqvi และคณะ (1991) ซึ่งได้ศึกษาผลของสารสกัดสะเดา (NFD) ต่อการพัฒนารูปร่างของลูกน้ำยุงลายบ้านพบว่า สารสกัดสะเดา (NFD) มีผลทำให้การพัฒนารูปร่างของลูกน้ำสู่ระยะดักแด้ช้าผิดปกติ ซึ่งหลังจากนั้น Naqvi และคณะ (1994) ยังได้ศึกษาเรื่องนี้ต่ออย่างละเอียด โดยทดสอบผลของสารประกอบที่อยู่ในสารสกัดสะเดาคือ RBu-9, RB-b และ Margosan-O^{TM} ต่อการพัฒนารูปร่างของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ปรากฏว่า ตัวเต็มวัยที่ออกมาจากลูกน้ำซึ่งรอดตายในสารประกอบดังกล่าวมีขาที่ยาวยับย่น พันกันผิดปกติ และยังมีลำตัวเล็กลงอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Mitchell และคณะ (1996) ซึ่งได้ทดสอบผลของสารอะซาดิแรคติน ซาลานิน นิมบิน และ 6-desacetynimbin ที่สังเคราะห์ได้จากเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียต่อการพัฒนารูปร่างของยุงลายบ้านวัยที่ 3 ปรากฏว่า สารทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 20-1,000 ppm สามารถชะลอการลอกคราบของลูกน้ำวัยที่ 3 ได้ 50% นอกจากนี้ Nagpal และคณะ (2001) ได้ใช้สารสกัดจากเปลือกสะเดาอินเดียควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านและพบว่าสามารถชะลอการเข้าดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านได้

นอกจากยุงลายบ้านแล้วสารสะเดายังสามารถชะลอการพัฒนารูปร่างของยุงชนิดอื่นได้อีก โดย Jin และคณะ (1994) ได้ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดีย (AZAL-S®) ที่ความเข้มข้น 0.3 และ 0.5 ppm ต่อลูกน้ำยุงรำคาญ *Cx. quinquefasciatus* ปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถชะลอการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงรำคาญได้ทั้ง 2 ความเข้มข้น นอกจากนี้ Batra และคณะ (1998) ยังได้ทดสอบผลของน้ำมันสะเดาอินเดียในรูปอีมัลชั่นต่อการพัฒนารูปร่างของลูกน้ำยุงก้นปล่อง *An. stephensi* ปรากฏว่า สารดังกล่าวสามารถชะลอการพัฒนารูปร่างของยุงก้นปล่องได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Vatandoost และ Vaziri (2004) ที่กล่าวว่า

การชะลอการออกเป็นตัวเต็มวัยเป็นกลไกการออกฤทธิ์หลักของผลิตภัณฑ์สารสะเดา Neemarin® ที่มีต่อลูกน้ำยุงก้นปล่อง *An. stephensi*

ตารางที่ 11 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
น้ำมันเนื้อใน	200	0	1	2	2	2
เมล็ดสะเดาช้าง	400	1	1	1	1	1
	600	0	0	0	0	0
	800	1	1	1	1	1
	1,000	0	0	0	0	0
	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	16	26	39	56	66
ผลิตภัณฑ์น้ำ	200	17	29	46	48	50
มันเนื้อในเมล็ด	400	5	6	10	11	12
สะเดาช้างแบบ	600	0	0	0	0	0
ของเหลวพร้อม	800	0	0	0	0	0
ใช้งาน	1,000	0	0	0	0	0
	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	3	8	41	73	82
	ชุดควบคุม 2	4	21	50	75	87

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (%)				
		24 ชั่วโมง	**48 ชั่วโมง**	**72 ชั่วโมง**	**96 ชั่วโมง**	**120 ชั่วโมง**
สารสกัดหยาบ	200	3	12	13	13	13
เนื้อในเมล็ด	400	2	4	5	6	6
สะเดาช้าง	600	1	1	1	1	1
	800	1	1	1	1	1
	1,000	0	0	0	0	0
	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	4,000	0	0	0	0	0
	5,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	15	25	35	62	72
ผลิตภัณฑ์สาร	200	13	26	31	36	36
สกัดหยาบเนื้อ	400	8	8	10	11	11
ในเมล็ดสะเดา	600	2	2	2	2	2
ช้างแบบของ	800	1	1	1	1	1
เหลวพร้อมใช้	1,000	0	1	1	1	1
งาน	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	4,000	0	0	0	0	0
	5,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	4	12	35	68	95
	ชุดควบคุม 2	6	23	59	87	93

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 12 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
น้ำมันเนื้อใน	200	0	0	1	2	2
เมล็ดสะเดาช้าง	400	0	1	1	1	1
	600	0	0	0	0	0
	800	0	0	0	0	0
	1,000	0	0	0	0	0
	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	0	5	20	34	51
ผลิตภัณฑ์น้ำ	200	0	3	13	21	42
มันเนื้อในเมล็ด	400	0	0	1	1	6
สะเดาช้างแบบ	600	0	0	0	0	0
ของเหลวพร้อม	800	0	0	0	0	0
ใช้งาน	1,000	0	0	0	0	0
	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	0	0	9	21	37
	ชุดควบคุม 2	0	0	7	20	41

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า
ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
สารสกัดหยาบ	200	0	0	2	3	3
เนื้อในเมล็ด	400	0	0	1	1	1
สะเดาช้าง	600	0	0	0	0	0
	800	0	0	0	0	0
	1,000	0	0	0	0	0
	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	4,000	0	0	0	0	0
	5,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	1	6	19	39	52
ผลิตภัณฑ์สาร	200	0	0	10	21	22
สกัดหยาบเนื้อ	400	0	0	1	2	4
ในเมล็ดสะเดา	600	0	0	0	0	0
ช้างแบบของ	800	0	0	0	0	0
เหลวพร้อมใช้	1,000	0	0	0	0	0
งาน	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	4,000	0	0	0	0	0
	5,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	0	0	12	20	47
	ชุดควบคุม 2	0	0	6	25	39

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 13 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ดักแด้ที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
น้ำมันเนื้อใน	200	9	93	93	93	93
เมล็ดสะเดาช้าง	400	7	89	89	89	89
	600	8	89	89	89	89
	800	7	82	82	82	82
	1,000	10	78	78	78	78
	2,000	7	53	53	53	53
	3,000	4	33	33	33	33
	4,000	0	7	7	7	7
	5,000	0	3	3	3	3
	ชุดควบคุม 1	12	100	100	100	100
ผลิตภัณฑ์น้ำ	200	4	16	16	16	16
มันเนื้อในเมล็ด	400	4	5	5	5	5
สะเดาช้างแบบ	600	1	1	1	1	1
ของเหลวพร้อม	800	1	0	0	0	0
ใช้งาน	1,000	0	0	0	0	0
	2,000	0	0	0	0	0
	3,000	0	0	0	0	0
	4,000	0	0	0	0	0
	5,000	0	0	0	0	0
	ชุดควบคุม 1	21	79	79	79	79
	ชุดควบคุม 2	23	99	99	99	99

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซ็นต์ดักแด้ที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (%)				
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	120 ชั่วโมง
สารสกัดหยาบ	200	32	89	89	89	89
เนื้อในเมล็ด	400	21	70	70	70	70
สะเดาช้าง	600	15	54	54	54	54
	800	9	39	39	39	39
	1,000	7	23	23	23	23
	2,000	2	16	16	16	16
	3,000	1	3	3	3	3
	4,000	1	1	1	1	1
	5,000	1	1	1	1	1
	ชุดควบคุม 1	24	97	97	97	97
ผลิตภัณฑ์สาร	200	19	68	68	68	68
สกัดหยาบเนื้อ	400	14	57	57	57	57
ในเมล็ดสะเดา	600	12	50	50	50	50
ช้างแบบของ	800	10	43	43	43	43
เหลวพร้อมใช้	1,000	8	36	36	36	36
งาน	2,000	7	27	27	27	27
	3,000	5	25	25	25	25
	4,000	3	22	22	22	22
	5,000	2	13	13	13	13
	ชุดควบคุม 1	7	72	72	72	72
	ชุดควบคุม 2	8	98	98	98	98

หมายเหตุ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

4.3 การทดสอบระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ

การนำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำได้ดีจากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 มาทดสอบหาระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงบ้านปรากฏว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง และผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% เป็นเวลา 3, 4, 3 และ 3 วัน ตามลำดับ แต่เมื่อเวลานานขึ้นอัตราการตายของลูกน้ำได้ลดลงจนกระทั่งเหลือเพียงครึ่งหนึ่งเมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุ 7, 7, 6 และ 5 วัน ตามลำดับ และลดลงต่ำกว่า 20% เมื่อมีอายุ 11, 10, 7 และ 6 วัน ตามลำดับ จากผลการทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำได้นานกว่าสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง แต่ทั้งนี้ระยะเวลาการออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ ดังกล่าวยังน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ที่ถึงแม้ระยะเวลาจะผ่านไป 30 วัน แต่ประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยังใกล้เคียง 100% (ตารางที่ 14)

ระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงของสารสะเดาที่ศึกษาได้อาจแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น วิธีการทดสอบ สภาพแวดล้อมที่ใช้ทดสอบ ชนิดของลูกน้ำที่ใช้ทดสอบ และชนิดของสะเดาที่นำมาสกัดสาร เป็นต้น โดย Monzon และคณะ (1994) รายงานว่าสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำได้ดีที่เวลา 48 ชั่วโมง หลังการทดสอบ ซึ่งแตกต่างกับรายงานของ Scott และ Kaushik (2000) ที่กล่าวว่า เมื่อหยดสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียลงไปในแหล่งน้ำธรรมชาติสามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง แต่หลังจากนั้นอัตราการตายของลูกน้ำลดลงเหลือ 50% ที่เวลา 36-48 ชั่วโมง ในทางตรงกันข้ามเมื่อดูจากรายงานของ Umar และคณะ (2006) กลับพบว่า สารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายบ้านมากและสามารถฆ่าลูกน้ำได้หลายวันโดยไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jotwani และ Srivatara (1984) และ Singh (1984) ที่พบว่า สารสกัดใบสะเดาแห้งที่ความเข้มข้น 0.05% สามารถฆ่าลูกน้ำยุงได้ดีเป็นเวลา 9 วัน และน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่หยดลงในน้ำได้ 12 วัน สามารถฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญ *Culex* spp. ได้ถึง 85% นอกจากนี้ Scott และ Kaushik (1998) ยังได้รายงานว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่หยดลงในน้ำได้ 18 วัน ยังคงสามารถฆ่าลูกน้ำยุงวัยที่ 1 ได้ 100% ซึ่งจากระยะเวลาการออกฤทธิ์ของสารสะเดาในรายงานการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมาค่อนข้างสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างทั้ง 4 แบบ สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีเป็นเวลา 5-10 วัน

ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างทั้ง 4 แบบ จะไม่สามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้นานเท่ากับสารเคมีเทมีฟอส แต่ในช่วงเวลาที่สารออกฤทธิ์ยังทำงานอยู่ก็ให้ผลที่ดีในการฆ่าลูกน้ำ และยังมีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมมากกว่าสารเคมีเทมีฟอสอีกด้วย ดังนั้นการปรับวิธีใช้ให้เหมาะสมกับระยะเวลาการออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์แต่ละแบบจึงน่าจะมีผลให้การควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 14 ผลการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านเป็นระยะเวลา 30 วัน ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)									
	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน	6 วัน	7 วัน	8 วัน	9 วัน	10 วัน
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	100	100	100	89	85	75	56	36	26	21
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	100	100	100	100	98	86	56	54	22	9
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	100	100	100	95	76	53	5	-	-	-
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	100	100	100	79	54	4	-	-	-	-
อะเบท®	100	100	100	99	95	97	98	100	94	100
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ - : หยุดการบันทึกผล

ตารางที่ 14 (ต่อ)

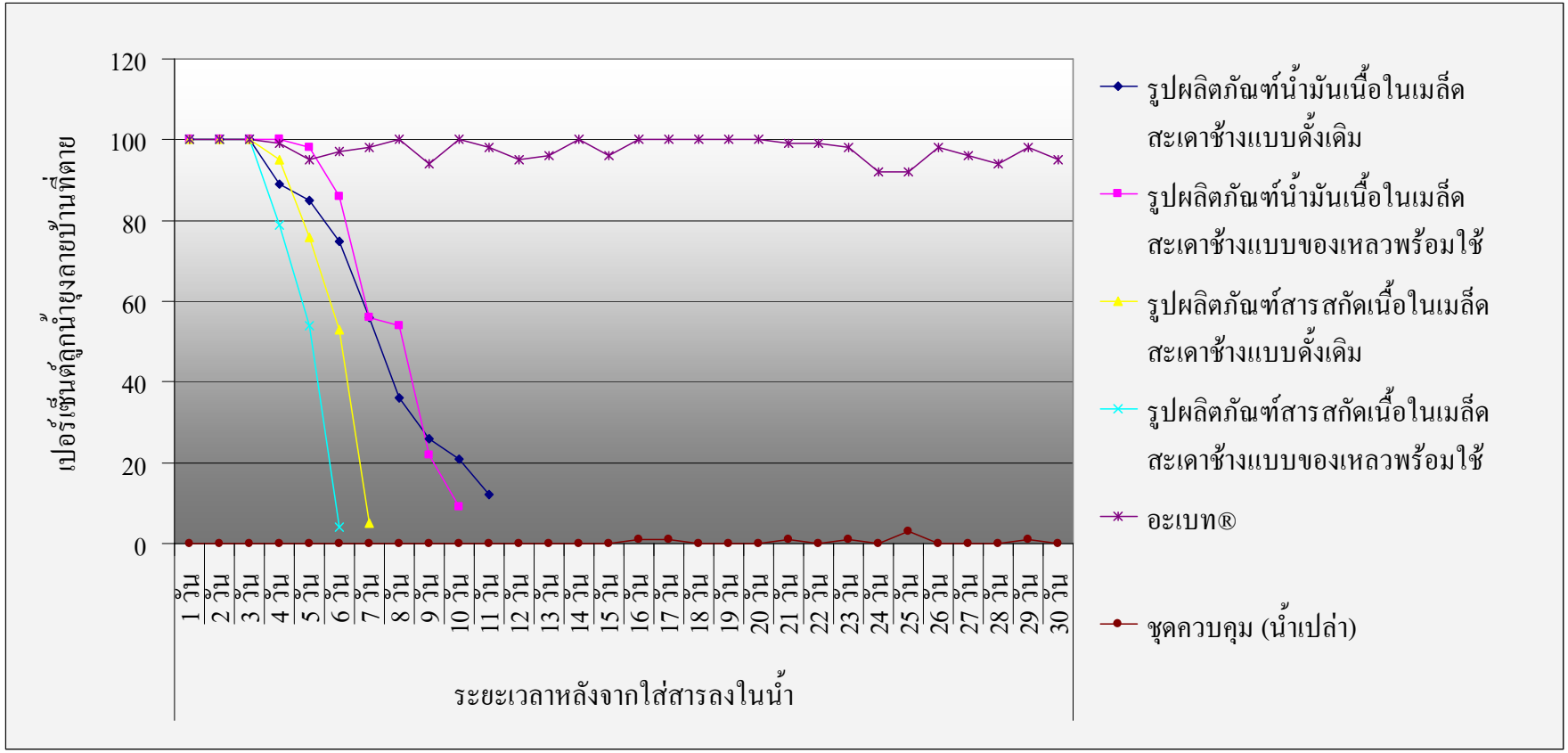
ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)									
	11 วัน	**12 วัน**	**13 วัน**	**14 วัน**	**15 วัน**	**16 วัน**	**17 วัน**	**18 วัน**	**19 วัน**	**20 วัน**
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อะเบท®	98	95	96	100	96	100	100	100	100	100
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

หมายเหตุ - : หยุดการบันทึกผล

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)									
	21 วัน	**22 วัน**	**23 วัน**	**24 วัน**	**25 วัน**	**26 วัน**	**27 วัน**	**28 วัน**	**29 วัน**	**30 วัน**
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อะเบท®	99	99	98	92	92	98	96	94	98	95
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	1	0	1	0	3	0	0	0	1	0

หมายเหตุ - : หยุดการบันทึกผล



ภาพที่ 42 กราฟเส้นแสดงระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ และผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®

5. การศึกษาผลของน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อเซลล์เนื้อเยื่อของลูกน้ำยุงลายบ้าน

การนำลูกน้ำยุงลายบ้านที่สัมผัสน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง รวมถึงลูกน้ำที่ไม่ได้สัมผัสสารมาทำสไลด์ด้วยวิธีทางไมโครเทคนิคและนำสไลด์ที่ได้ไปดูผลกระทบต่อโครงสร้างและสรีรวิทยา (morphological and physiological) ภายในภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบคอมปาวด์ปรากฏว่า ลูกน้ำที่ไม่ได้สัมผัสสารมีส่วนประกอบทางโครงสร้างและสรีรวิทยาภายในที่สมบูรณ์ โดยสังเกตเห็นส่วนที่เป็นไขมัน (adipose fabric) กล้ามเนื้อ (muscle) เซลล์ผนังลำไส้ (epithelial cells of the gut) นิวเคลียส (nucleus) และช่องทางเดินอาหาร (alimentary canal) อยู่ในสภาพปกติ โดยเซลล์ผนังลำไส้มีลักษณะเป็นรูปแท่ง (bar) และมีการเรียงตัวตามแนวนอนอย่างเป็นระเบียบ (ภาพที่ 43) ซึ่งแตกต่างจากลูกน้ำที่สัมผัสสารซึ่งเกิดความเสียหายขึ้นบริเวณลำไส้อย่างชัดเจน

โดยลูกน้ำที่สัมผัสกับน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างมีลำไส้แคบลง การจัดเรียงตัวของเซลล์ผนังลำไส้เริ่มไม่เป็นระเบียบ เนื่องจากมีเซลล์บางเซลล์ขยายตัวผิดปกติจนทำให้รูปร่างเปลี่ยนจากรูปแท่งเป็นรูปลูกบาศก์ (cube) และแตกออกจากกันในที่สุด เป็นสาเหตุให้มีส่วนของไซโตพลาสมิค (cytoplasmic) หลุดเข้ามาในช่องทางเดินอาหารเล็กน้อย (ภาพที่ 44) สาเหตุที่โครงสร้างและสรีรวิทยาภายในของลูกน้ำที่สัมผัสน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเกิดความเสียหายไม่มากนัก เนื่องจากลูกน้ำอาจไม่ได้ตายด้วยผลกระทบของสารออกฤทธิ์ในน้ำมันเพียงอย่างเดียว แต่อาจตายด้วยสาเหตุการขาดอากาศหายใจเนื่องจากไม่สามารถแทงท่อหายใจผ่านฟิล์มน้ำมันที่เคลือบอยู่บนผิวน้ำเพื่อไปรับออกซิเจนที่อยู่ด้านบนลงไปหายใจใต้น้ำด้วย

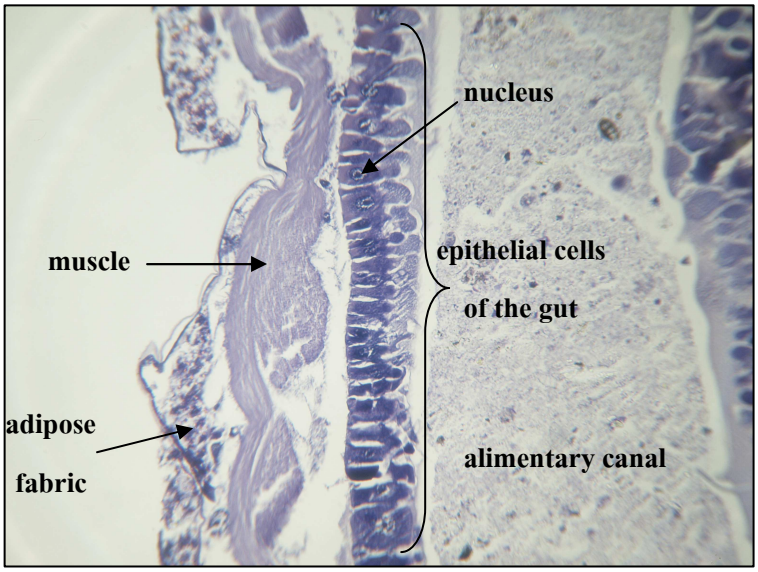
ส่วนลูกน้ำที่สัมผัสกับสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างมีลำไส้แคบลงเช่นกัน แต่การจัดเรียงตัวของเซลล์ผนังลำไส้ไม่เป็นระเบียบอย่างมาก เนื่องจากทุกเซลล์ของเซลล์ผนังลำไส้มีการขยายตัวผิดปกติจนแตกออกจากกันในที่สุด เป็นสาเหตุให้มีส่วนของไซโตพลาสมิคหลุดเข้ามาในช่องทางเดินอาหารจำนวนมาก (ภาพที่ 45) ซึ่งจากผลการออกฤทธิ์ของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างจะเห็นว่า สาเหตุที่โครงสร้างและสรีรวิทยาภายในของลูกน้ำที่สัมผัสสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเกิดความเสียหายมากกว่าลูกน้ำที่สัมผัสน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง เนื่องจากสารสกัดหยาบไม่ได้มีอนุภาคเป็นน้ำมัน ดังนั้นเมื่อหยดลงในน้ำจะไม่เกิดฟิล์มที่บริเวณผิวน้ำ จึงทำให้ลูกน้ำได้รับผลกระทบจากสารออกฤทธิ์ที่ซึมเข้าสู่ร่างกายเพียงอย่างเดียว

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ได้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งส่วนใหญ่พบว่า สารจากพืชธรรมชาติมีกลไกการออกฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงเป็นหลัก

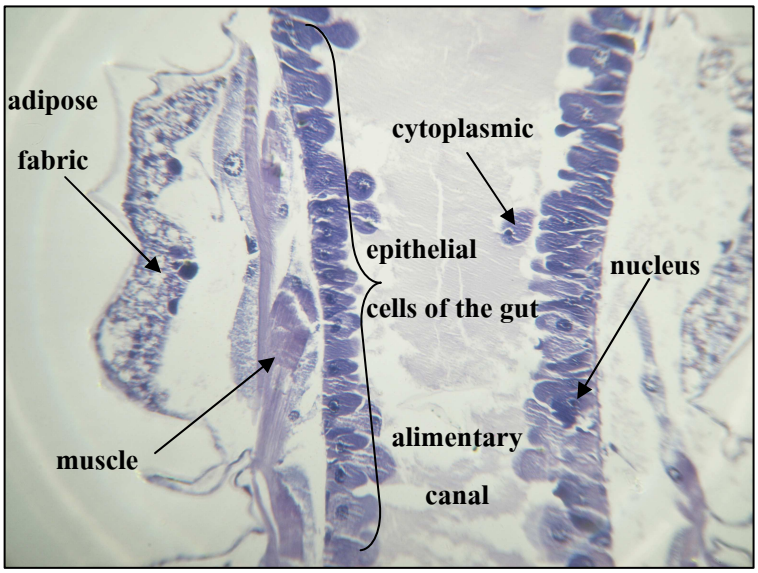
โดย Kallen และคณะ (1965) และ Karch และ Coz (1983) ซึ่งได้ศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของจุลินทรีย์ *Bacillus sphaericus* ต่อลูกน้ำยุงรำคาญ *Cx. pipiens* และ *Cx. tarsalis* พบว่า จุลินทรีย์ชนิดนี้ไปรบกวนการไหลของของเหลว (alimentary flow) ภายในช่องทางเดินอาหาร (alimentary canal) และยังไปรบกวนการทำงานของไลโซโซม (lysosome) ในเซลล์ผนังลำไส้ส่วนปลาย (epithelial cells of posterior part of the gut) เป็นสาเหตุให้เซลล์เกิดการขยายตัวผิดปกติจนแตกออกจากกันทำให้เกิดช่องว่างภายในเซลล์ขึ้น

Koua และคณะ (1998) รายงานว่า สารสกัดจากพืช *Persea americana* ทำให้ลำไส้ส่วนกลาง (midgut) ของลูกน้ำยุงก้นปล่อง *An. gambiae* เกิดความเสียหาย โดยเซลล์ผนังลำไส้ (epithelial cells of the midgut) เกิดการขยายตัวผิดปกติจนแตกออกจากกัน เป็นสาเหตุให้มีส่วนของไซโตพลาสมิคหลุดเข้ามาในช่องทางเดินอาหาร

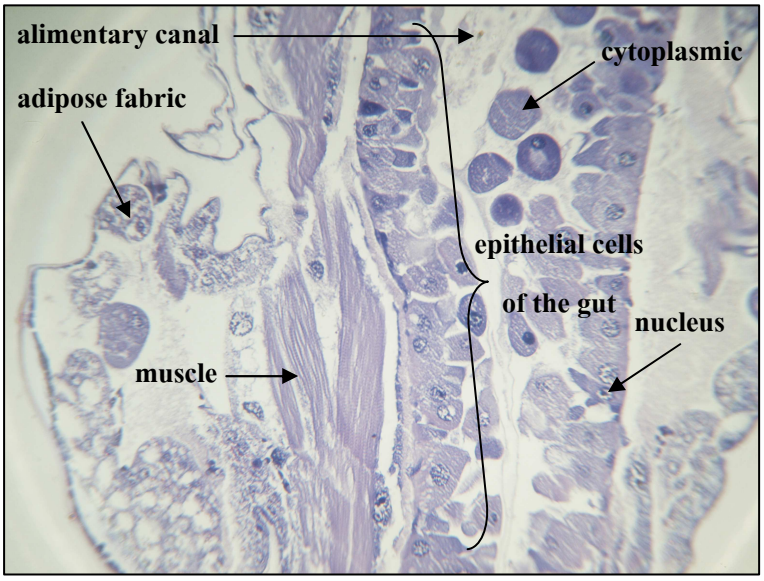
ในการศึกษาของ Raymond และคณะ (2007) พบว่า เมื่อสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียเข้าสู่ร่างกายของลูกน้ำยุงลายบ้านจะทำให้เกิดความเสียหายต่อกระพุ้งลำไส้ (gastric caecum) เป็นลำดับแรก หลังจากนั้นสารออกฤทธิ์ไปรบกวนการไหลของของเหลวภายในช่องทางเดินอาหารของลำไส้ส่วนกลางและทำให้เซลล์ผนังลำไส้ขยายตัวผิดปกติจนแตกออกจากกัน



ภาพที่ 43 ภาพตัดตามยาวแสดงให้เห็นถึงส่วนที่เป็นไขมัน (adipose fabric) กล้ามเนื้อ (muscle) เซลล์ผนังลำไส้ (epithelial cells of the gut) นิวเคลียส (nucleus) และช่องทางเดินอาหาร (alimentary canal) ของลูกน้ำยุงลายบ้านที่ไม่ได้สัมผัสสารซึ่งอยู่ในสภาพปกติ



ภาพที่ 44 ภาพตัดตามยาวแสดงให้เห็นถึงลักษณะโครงสร้างและสรีรวิทยาภายในของลูกน้ำยุงลายบ้านที่ได้รับน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเข้าสู่ร่างกาย โดยมีขนาดของลำไส้ที่แคบลง เซลล์ผนังลำไส้ (epithelial cells of the gut) บางเซลล์เกิดการขยายตัวผิดปกติจนแตกออกจากกัน เป็นสาเหตุให้มีส่วนของไซโตพลาสมิค (cytoplasmic) หลุดเข้ามาในช่องทางเดินอาหาร (alimentary canal) เล็กน้อย



ภาพที่ 45 ภาพตัดตามยาวแสดงให้เห็นถึงลักษณะโครงสร้างและสรีรวิทยาภายในของลูกน้ำยุงลายบ้านที่ได้รับสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเข้าสู่ร่างกาย โดยมีขนาดของลำไส้ที่แคบลงมาก เซลล์ผนังลำไส้ (epithelial cells of the gut) ทุกเซลล์เกิดการขยายตัวผิดปกติจนแตกออกจากกัน เป็นสาเหตุให้มีส่วนของไซโตพลาสมิค (cytoplasmic) หลุดเข้ามาในช่องทางเดินอาหาร (alimentary canal) มาก

6. การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ ต่อการวางไข่ของยุงลายบ้าน

การทดสอบผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ฆ่าลูกน้ำได้ดีจากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 ต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านเป็นระยะเวลา 30 วัน ปรากฏว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยตลอดระยะเวลา 30 วัน ค่อนข้างคงที่ โดยมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่อยู่ในช่วง 0.02 ± 0.04 - 1.7 ± 2.1% และ 0.1 ± 0.1 - 1.3 ± 2.2% ตามลำดับ ตลอดระยะเวลา 30 วัน ซึ่งแตกต่างกับสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยสูงกว่าและไม่คงที่ตลอดระยะเวลา 30 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่อยู่ในช่วง 0.6 ± 0.9 - 9.1 ± 11.8% และ 0.3 ± 0.6 - 10.5 ± 12% ตามลำดับ ตลอดระยะเวลา 30 วัน (ตารางที่ 15) และเมื่อนำเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในทุกช่วงอายุของสารตลอดระยะเวลา 30 วัน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยของ

เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางตลอดระยะเวลา 30 วัน ในน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมีค่าเท่ากับ 2.5±2.3% และ 2.6±2.0% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) กับผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบดั้งเดิมและแบบของเหลวพร้อมใช้งาน ผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® และชุดควบคุม (น้ำเปล่า) ที่มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 21.2 ± 15.9%, 23.5 ± 16.0%, 31.3 ± 21.2% และ 18.9 ± 7.8% ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

จากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ตลอดระยะเวลา 30 วัน น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถลดการวางไข่ของยุงลายบ้านได้ดี ส่วนสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถลดการวางไข่ของยุงลายบ้านได้ดีเฉพาะช่วง 10 และ 6 วันแรกของการทดสอบ ตามลำดับเท่านั้น แต่หลังจากช่วงเวลาดังกล่าวเปอร์เซ็นต์การวางไข่ได้เพิ่มสูงขึ้นจนทำให้ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 30 วัน มากกว่าชุดควบคุมเสียอีก (ภาพที่ 46) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างสามารถป้องกันยุงลายบ้านไม่ให้เข้ามาวางไข่ได้เฉพาะทางกลิ่นอย่างเดียว และเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นกลิ่นของสารสกัดหยาบก็ยิ่งจางลงทำให้ยุงลายบ้านสามารถกลับมาวางไข่ในถ้วยทดสอบได้อีก ในขณะที่น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างนอกจากจะมีกลิ่นที่สามารถป้องกันยุงลายบ้านไม่ให้เข้ามาวางไข่ได้แล้ว ลักษณะทางกายภาพของน้ำที่หยดน้ำมันลงไปก็เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ยุงลายบ้านไม่เข้ามาวางไข่ เนื่องจากลักษณะของน้ำมันที่เคลือบอยู่บนผิวน้ำอาจทำให้น้ำที่อยู่ในถ้วยทดสอบมีลักษณะไม่เหมือนน้ำฝนหรือน้ำประปาที่ยุงสามารถเข้าไปวางไข่ได้ นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งคือ เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 30 วัน ของเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® กลับพบว่า มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารทดสอบอื่นซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก จึงทำให้น่าศึกษาต่อไปอย่างยิ่งถึงเหตุผลที่ทำให้ผลการทดสอบออกมาเป็นเช่นนี้

มีรายงานการศึกษาหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นว่า นอกจากสารสะเดาจะใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงได้แล้ว ยังสามารถลดการวางไข่ของตัวเต็มวัยไปในตัวได้ด้วย โดย Schmutterer (1995) รายงานว่า นอกจากสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของต้นสะเดาอินเดียสามารถไล่ตัวเต็มวัย ฆ่าตัวอ่อน และยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงได้แล้ว ยังสามารถลดการวางไข่ของตัวเต็มวัยได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kaur และคณะ (n. d.) และ Sengottayan และคณะ (2006) ที่กล่าวว่า สารสกัดสะเดาที่ความเข้มข้น 0.016% และสารสกัดจากพืช *M. azedarach* สามารถลดการวางไข่ของยุงลายบ้านและยุงก้นปล่อง *An. stephensi* ได้ ตามลำดับ นอกจากนี้ Su และ Mulla (1999) ซึ่งได้ศึกษาผลของสารอะซาดิแรคตินรูปแบบต่างๆ ต่อการวางไข่ของยุงรำคาญ *Cx. tarsalis* และ

Cx. quinquefasciatus พบว่า สารอะซาดิแรคตินรูปแบบดั้งเดิมที่ความเข้มข้น 5 ppm สามารถลดการวางไข่ของยุงรำคาญ *Cx. tarsalis* และ *Cx. quinquefasciatus* ได้ 1 และ 4 วัน ตามลำดับ ส่วนสารอะซาดิแรคตินในรูปแบบผงเปียกน้ำ Azad™ WP 10 (WP) และแบบของเหลวพร้อมใช้งาน Azad™ EC 4.5 ก็สามารลดการวางไข่ของยุงทั้ง 2 ชนิด ได้เช่นกัน

ดังนั้นในการใช้น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานควบคุมการแพร่พันธุ์ของยุงลายบ้าน สามารถนำมาใช้ทั้งในด้านการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ควบคู่ไปกับการลดการวางไข่ของตัวเต็มวัยได้ด้วย ส่วนสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานเหมาะสำหรับใช้ควบคุมลูกน้ำและดักแด้อย่างเดียว เนื่องจากถึงแม้จะมีประสิทธิภาพในการลดการวางไข่จากตัวเต็มวัยได้ดีในช่วงวันแรกๆ แต่ในระยะยาวมีประสิทธิภาพลดลงจนด้อยกว่าน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมาก

ตารางที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบแต่ละชนิด[1/] (%) (Mean ± SD)				
	ใส่สารวันแรก	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	0.9bc[2/] ± 1.0	0.7bc ± 0.9	0.4b ± 0.4	0.02a ± 0.04	0.04b ± 0.1
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	0.8bc ± 0.7	0.7c ± 0.7	1.1b ± 1.6	1.1a ± 1.6	0.3b ± 0.4
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	1.0bc ± 1.5	0.6bc ± 1.2	1.4b ± 1.8	7.1a ± 9.8	0.6b ± 0.9
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	0.4c ± 0.5	0.3c ± 0.6	1.7b ± 1.1	0.8a ± 1.3	2.2b ± 3.4
อะเบท®	12.7a ± 9.1	13a ± 10.3	11.2a ± 5.2	5.2a ± 6.8	13.5a ± 12.1
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	4.4b ± 3.2	4.8ab ± 3.5	4.2b ± 4.6	5.7a ± 3.6	3.2b ± 2.7
F-test	**	**	**	ns	**
CV (%)	56.82	62.10	52.39	101.56	78.97

หมายเหตุ [1/] เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบแต่ละชนิดซึ่งได้จากการหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในถ้วยทดสอบ 5 ใบ (5 ซ้ำ)

[2/] ตัวเลขในสดมภ์ที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการแปลงข้อมูล (Transformation) โดยวิธีการหารากที่ 2 ด้วยวิธี DMRT

**: มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 1% ns: ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบแต่ละชนิด[1/] (%) (Mean ± SD)				
	10 วัน	**12 วัน**	**14 วัน**	**16 วัน**	**18 วัน**
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	0.9a[2/] ± 1.5	0.1b ± 0.1	0.6b ± 0.9	0.6a ± 0.6	0.1b ± 0.1
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	0.8a ± 1.5	0.4a ± 0.5	0.2a ± 0.3	0.3a ± 0.4	0.1a ± 0.1
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	0.7a ± 1.4	6.6b ± 6.5	8.9b ± 7.7	1.9a ± 2.1	9.1b ± 11.8
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	3a ± 4.4	2.9ab ± 3.6	5ab ± 4.3	10.5a ± 12	6.3a ± 6.5
อะเบท®	7.5a ± 12.5	6.6a ± 6.5	2ab ± 1.7	5.3a ± 7.5	2.2ab ± 1.8
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	7.1a ± 7.3	3.4ab ± 4.7	3.4ab ± 2.2	1.4a ± 1.7	2.2ab ± 2.9
F-test	ns	*	**	ns	*
CV (%)	121.29	87.54	70.18	92.64	91.21

หมายเหตุ [1/] เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบแต่ละชนิดซึ่งได้จากการหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในถ้วยทดสอบ 5 ใบ (5 ซ้ำ)

[2/] ตัวเลขในสดมภ์ที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการแปลงข้อมูล (Transformation) โดยวิธีการหารากที่ 2 ด้วยวิธี DMRT

**: มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 1% *: มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 5% ns: ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบแต่ละชนิด[1/] (%) (Mean ± SD)					
	20 วัน	22 วัน	24 วัน	26 วัน	28 วัน	30 วัน
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	0.04a[2/] ± 0.1	0.9ab ± 1.1	0.5a ± 1.1	1.7a ± 2.1	0.2b ± 0.3	0.2a ± 0.2
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	0.1a ± 0.2	0.4ab ± 0.2	0.1a ± 0.1	0.3a ± 0.3	1.3ab ± 2.2	0.3a ± 0.3
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	6.7a ± 9.6	5.9b ± 5.5	1.5a ± 1.4	7.6a ± 12	3.3b ± 3	5.1a ± 5.1
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	6.7a± 12.9	5.9ab ± 5.6	7.5a ± 12.5	5a ± 6.4	9.0a ± 7	8a ± 8.3
อะเบท®	1.3a ± 2.1	6a ± 3.2	6.1a ± 8.4	1.5a ± 2.9	3.7ab ± 4.5	2.6a ± 2.4
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	5a ± 5.9	0.9ab ± 0.4	4.3a ± 4.8	4a ± 6.5	2.6ab ± 3.1	3.9a ± 4.2
F-test	ns	**	ns	ns	*	ns
CV (%)	109.77	59.04	105.59	119.70	79.18	87.02

หมายเหตุ [1/] เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบแต่ละชนิดซึ่งได้จากการหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในถ้วยทดสอบ 5 ใบ (5 ซ้ำ)

[2/] ตัวเลขในสดมภ์ที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการแปลงข้อมูล (Transformation) โดยวิธีการหารากที่ 2 ด้วยวิธี DMRT

**: มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 1% *: มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 5% ns: ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

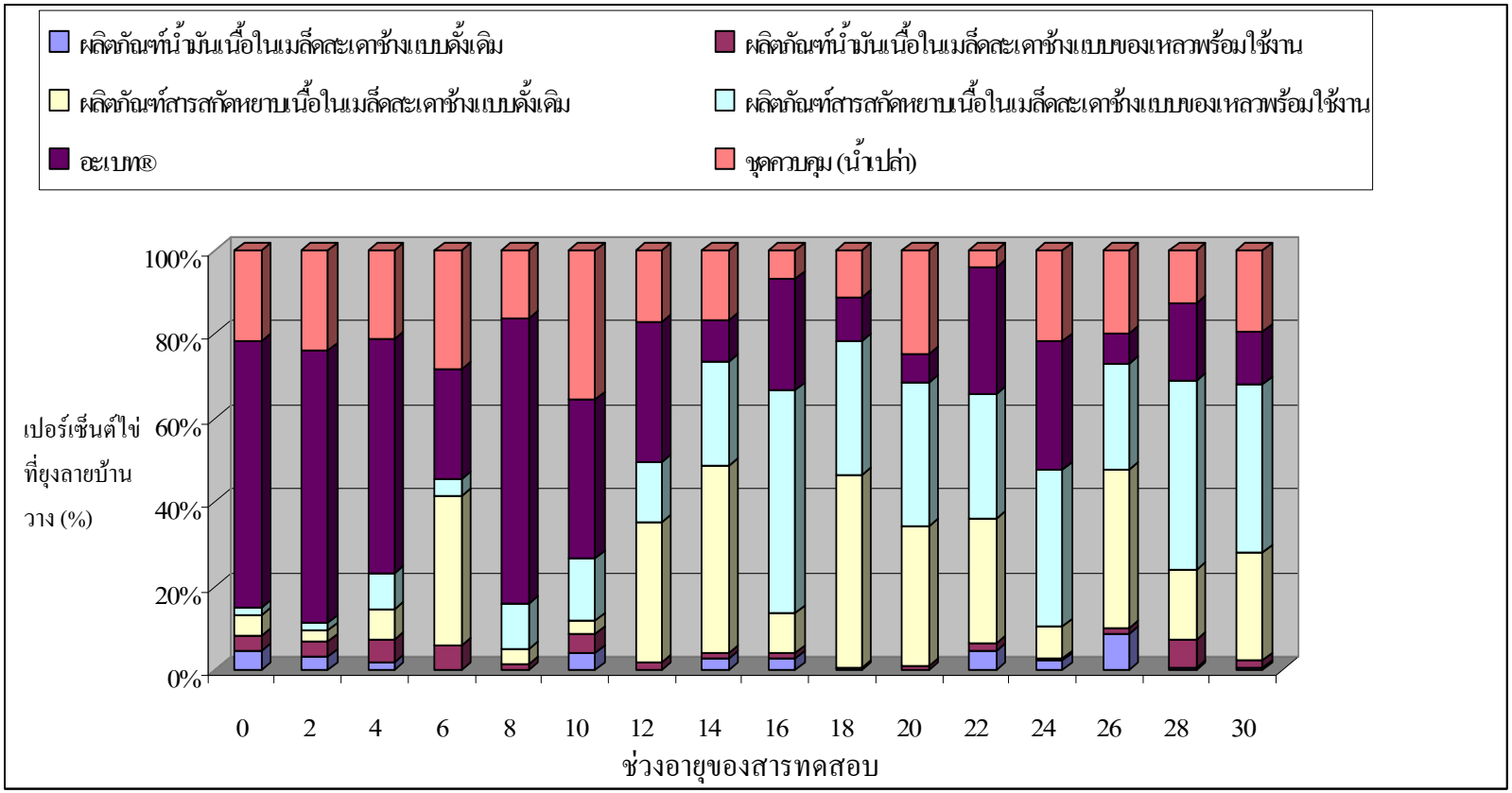
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 30 วัน ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด

ชุดทดสอบ	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางตลอดระยะเวลา 30 วัน[1/] (%) (Mean ± SD)
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	2.5c[2/] ±2.3
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	2.6c ±2.0
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง	21.2ab ±15.9
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน	23.5ab ±16.0
อะเบท®	31.3a ±21.2
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	18.9b ±7.8
F-test	**
CV (%)	86.10

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบแต่ละชนิดตลอดระยะเวลา 30 วัน ซึ่งได้จากการนำเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในทุกช่วงอายุของสารทดสอบตลอดระยะเวลา 30 วัน มาหาค่าเฉลี่ย

[2/] ตัวเลขในสดมภ์ที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.01$) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

**: มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 1%



ภาพที่ 46 แผนภูมิแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในแต่ละช่วงอายุของสารทดสอบ

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในแต่ละช่วงอายุของสารทดสอบได้จากการนำเปอร์เซ็นต์ไข่ใน 5 ซ้ำ มาบวกกัน

7. การนำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการมาทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง

การนำผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีในห้องปฏิบัติการมาทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง มีจุดประสงค์เพื่อต้องการนำผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการมายืนยันในเบื้องต้นว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงได้หรือไม่ เนื่องจากในสภาพดังกล่าวยุงลายบ้านมักวางไข่ในภาชนะที่มีน้ำขังซึ่งอยู่บริเวณรอบๆ บ้าน อาจทำให้มีปัจจัยหลายอย่าง เช่น แสง อุณหภูมิ และความชื้น ส่งผลให้สารออกฤทธิ์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์เสื่อมลง ซึ่งจากผลการทดสอบปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่คัดเลือกมาจากห้องปฏิบัติการทั้ง 4 แบบ ประกอบด้วยน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง และผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% ในทุกความเข้มข้นที่ทำการทดสอบที่เวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ต้องใช้เวลาถึง 72 ชั่วโมง จึงจะสามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% โดยที่อัตราการตายของลูกน้ำในชุดควบคุม (น้ำเปล่า) เท่ากับ 1.5% เมื่อครบระยะเวลาการทดสอบที่ 120 ชั่วโมง แสดงว่าน้ำที่ใช้ทดสอบไม่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้าน (ตารางที่ 17)

ดังนั้นจากผลการทดสอบสามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่คัดเลือกมาจากห้องปฏิบัติการสามารถนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงได้ แต่ทั้งนี้ควรมีการศึกษาในขั้นตอนนี้อย่างละเอียดต่อไปก่อนที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ออกจำหน่ายในอนาคตต่อไป

ตั้งแต่ในอดีตสารสะเดามักถูกพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับควบคุมแมลงศัตรูทางการเกษตรเสียเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่เคยมีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับควบคุมลูกน้ำยุง ทั้งที่เคยมีรายงานมาแล้วว่าสารสะเดาสามารถใช้ควบคุมลูกน้ำยุงในสภาพแวดล้อมจริงได้ดี เช่น ในประเทศแคนาดาได้มีการทดสอบใช้สารสะเดาควบคุมลูกน้ำยุงก้นปล่อง *Anopheles* spp. และยุงลาย *Aedes* spp. ในสภาพธรรมชาติปรากฏว่า ให้ผลในการควบคุมที่ดีส่งผลให้มีการนำสารสะเดามาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงตามหมู่บ้านและเมืองต่างๆ ในประเทศแคนาดามากขึ้น (Anonymous, 1992) นอกจากนี้ในหมู่บ้าน Banizoumbou เมือง Sahel ประเทศไนจีเรียได้มีการนำต้นสะเดาที่ปลูกในหมู่บ้านมาสกัดสารออกฤทธิ์และพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบผงเพื่อใช้ควบคุมลูกน้ำยุงก้นปล่อง *Anopheles* spp. ซึ่งปรากฏว่า สารสะเดาในรูปแบบผงดังกล่าวสามารถฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่องได้ดี

(Gianotti *et al*., 2008) สำหรับในประเทศไทยมานิตย์ (2543) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันและสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียในสภาพธรรมชาติและพบว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่ความเข้มข้น 0.2%, 0.4% และ 0.8% และสารสกัดเนื้อในเมล็ดสะเดาอินเดียที่ความเข้มข้น 0.02%, 0.04% และ 0.08% สามารถลดจำนวนลูกน้ำยุงลายบ้านและลูกน้ำยุงรำคาญ *Cx. quinquefascitus* ในสภาพธรรมชาติได้

ตารางที่ 17 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่คัดเลือกมาจากห้องปฏิบัติการ และผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพแวดล้อมจริงที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ลูกน้ำที่ตาย (%)				
	24 ชั่วโมง	**48 ชั่วโมง**	**72 ชั่วโมง**	**96 ชั่วโมง**	**120 ชั่วโมง**
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 2,000 ppm	100	100	100	100	100
น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 4,000 ppm	100	100	100	100	100
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 800 ppm	100	100	100	100	100
ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 1,600 ppm	100	100	100	100	100
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 4,000 ppm	100	100	100	100	100
สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 8,000 ppm	100	100	100	100	100
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 2,000 ppm	100	100	100	100	100
ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 4,000 ppm	100	100	100	100	100
อะเบท®	98.5	98.5	100	100	100
ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5

บทที่ 4

สรุปและเสนอแนะ

การพัฒนาน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างให้เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ควบคุมลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี 8 แบบ ประกอบด้วย

1.) น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

2.) สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

3.) ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

4.) ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5.) ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

6.) ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำ

7.) ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

8.) ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำ

ซึ่งในผลิตภัณฑ์ทั้ง 8 แบบ นี้มีเพียง 4 แบบ ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำและดักแด้ยุงลายบ้านได้ดีและมีแนวโน้มว่าจะสามารถนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงได้ประกอบด้วย

- น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง
- ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
- ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

โดยในการทดสอบกับลูกน้ำและนำค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง มาเปรียบเทียบกันปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านดีที่สุด รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง และสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ลูกน้ำที่รอดชีวิตในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ ดังกล่าวมีการพัฒนารูปร่างเข้าสู่ระยะดักแด้และตัวเต็มวัยได้ช้ากว่าปกติ ในขณะที่การทดสอบกับดักแด้ก็ให้ผลในทำนองเดียวกันคือ ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมีประสิทธิภาพในการฆ่าดักแด้ยุงลายบ้านดีที่สุดเช่นกัน รองลงมาคือ สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง น้ำมันเนื้อในเมล็ด

สะเดาช้าง และผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ทุกรูปแบบมีเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าดักแด้เพียง 48 ชั่วโมง เท่านั้น เนื่องจากหลังจากช่วงเวลาดังกล่าวดักแด้ที่รอดชีวิตสามารถเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยได้ทั้งหมด

นอกจากนี้ในการนำสารแบบดั้งเดิมและแบบของเหลวพร้อมใช้งาน ซึ่งฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีมาทดสอบระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำ ผลต่อการวางไข่ของยุงลายบ้าน และประสิทธิภาพการฆ่าลูกน้ำในสภาพแวดล้อมจริงปรากฏว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำได้นานกว่าสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลาการออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 แบบดังกล่าวยังน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ซึ่งสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำได้นานที่สุด ในทำนองเดียวกันผลต่อการวางไข่ของยุงลายบ้านก็ให้ผลสอดคล้องกับการทดสอบเรื่องระยะเวลาการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำ โดยพบว่า น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานมีประสิทธิภาพในการลดการวางไข่ของยุงลายบ้านได้นานกว่าสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างและผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งเมื่อพบว่า ผลิตภัณฑ์อะเบท® สามารถดึงดูดยุงลายบ้านให้เข้ามาวางไข่ได้มากที่สุดทั้งที่เป็นสารฆ่าลูกน้ำยุงซึ่งน่าจะออกฤทธิ์ไล่มากกว่าดึงดูดยุง จึงน่าศึกษาอย่างละเอียดต่อไปอย่างยิ่งถึงเหตุผลที่ทำให้ผลการทดสอบออกมาเป็นเช่นนี้ ส่วนการทดสอบในสภาพแวดล้อมจริงปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่คัดเลือกมาจากห้องปฏิบัติการสามารถฆ่าลูกน้ำได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในทุกความเข้มข้นที่ทำการทดสอบ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท® ต้องใช้เวลา 72 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงผลของน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบดั้งเดิมที่มีต่อเซลล์เนื้อเยื่อทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายบ้าน ซึ่งพบว่าสารดังกล่าวทำให้เซลล์ผนังลำไส้เสียหายโดยการเปลี่ยนรูปร่างและแตกออกจากกันเป็นสาเหตุทำให้ลูกน้ำตาย

จากผลการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาน้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างให้เป็นผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมยุงลายบ้านได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่น จึงน่าจะนำผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้ไปพัฒนาในเชิงการค้าต่อไป แต่เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการเป็นหลัก จึงควรมีการศึกษาในสภาพแวดล้อมจริงอย่างละเอียดต่อไป เพื่อประโยชน์แก่ผู้ใช้และความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรค. 2548 ก. แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.thaivbd.org/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=42. (ค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2551).

กรมควบคุมโรค. 2548 ข. ไข้เลือดออก. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.thaivbd.org/cms/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=22&Itemid=40. (ค้นเมื่อ 4 กันยายน 2551).

กรมควบคุมโรค. มมป ก. การควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงลาย. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://dpc1.ddc.moph.go.th/insect/menu/10.php. (ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2551).

กรมควบคุมโรค. มมป ข. ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://dhf.ddc.moph.go.th. (ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2551).

กรมควบคุมโรคติดต่อ. 2536. ไข้เลือดออก. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. หน้า 2-25.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2543. ไข้เลือดออกและการควบคุมพาหะนำโรค. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/nih/web/health//20.html. (ค้นเมื่อ 15 เมษายน 2549).

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2546. การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์. ใน สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. ฝ่ายชีววิทยาและนิเวศวิทยา กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. หน้า 12-16.

กระทรวงสาธารณสุข. 2549. เตือนไข้เลือดออกระบาดหนัก. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.thairath.co.th/news.php?section=education&content=3770. (ค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2549).

ชนานันท์ แพงไทย และ จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์. 2550. การคัดเลือกและผลิตสารสกัดจากพืชในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1 วันที่ 31 สิงหาคม 2550. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ. 6 หน้า.

ชัยพัฒน์ จิระธรรมจารี. 2539. ทำอย่างไรจึงจะใช้สารสกัดจากสะเดาให้ได้ผล. วารสารกีฏและสัตววิทยา 1: 55-60.

ทิวา บุตรผา. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) เพื่อควบคุมหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 145 หน้า.

ธิดารัตน์ เปลี่ยนพานิช ชาตรี ชัยอดิศักดิ์โสภา และนัทธี สุรีย์. มมป. ปราบยุงด้วยสารจากใบสาบแมว. หนังสือ Update ปีที่ 12 ฉบับที่ 137 มกราคม-กุมภาพันธ์ 2541.

นิรนาม. 2547. ต้นสะเดา (ต้นนิมพะ). (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://cid-1eff6108b96ab5bb.spaces.live.com/blog/cns!1EFF6108B96AB5BB!528.entry. (ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2551).

นิรนาม. 2550. สะเดา. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://prachinburi.doae.go.th/moung/tip1.htm. (ค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2551).

นิรนาม. 2551 ก. การใช้สารสกัดจากสะเดาเพื่อฆ่าแมลงศัตรูพืช. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/Sadao2/Main-Sadao.htm. (ค้นเมื่อ 4 กันยายน 2551).

นิรนาม. 2551 ข. สมุนไพร: กลุ่มยาแก้ไข้ ลดความร้อน สะเดา (สะเดาไทย). (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.blog.eduzones.com/ponel/3026. (ค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2551).

นิรนาม. 2551 ค. สมุนไพร: กลุ่มยาแก้ไข้ ลดความร้อน สะเดาอินเดีย. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.blog.eduzones.com/ponel/3028. (ค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2551).

นิรนาม. 2551 ง. สะเดาเทียม. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1. (ค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2551).

นิรนาม. มมป. ยุงลายแมลงร้ายดึกดำบรรพ์. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://kanchanapisek.or.th/kp4/book145/mosq.html. (ค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2551).

ปาริชาติ ปาลินทร. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* Fabricius). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 135 หน้า.

ปิยมาส ศิลปคง. 2545. การศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลงของมหาหิงคุ์ต่อยุงลาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ปิยากร บุญยัง. 2550. การเตรียมสไลด์เนื้อเยื่อ. ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 144 หน้า.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2534. องค์ประกอบของอีมัลชั่นทางเครื่องสำอาง. ใน อีมัลชั่นทางเครื่องสำอาง. ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 80-122.

มานิตย์ นาคสุวรรณ. 2543. ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาและน้ำมันสะเดาต่อลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญ. วารสารกีฏและสัตววิทยา 22: 138-150.

ยุวดี ช้างแก้ว. 2547. ประสิทธิภาพของน้ำมันชนิดต่างๆ ในการกำจัดลูกน้ำและดักแด้ของยุงรำคาญ. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 19 หน้า.

วนัสรา เชาวน์นิยม. 2544. อสม. กับการป้องกันไข้เลือดออก. วารสารสาธารณสุขมูลฐาน ภาคกลาง 16: 4-8.

วศินี หุ่นโพธิ์. 2550. ที่ดินนครสวรรค์ขายสวนป่าสะเดาช้าง. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.teedinn.com/webboard_detail.asp?wb_id=7716. (ค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2551).

วัลลภ แก้วเกษ. 2548. โรคไข้เลือดออก. วารสารศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 13: 26-31.

วิภาวดี ชำนาญ. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) เพื่อไล่ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 79 หน้า.

ศิริชัย รินทะราช. 2545. ฤทธิ์ของสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชันที่มีผลต่อลูกน้ำยุงลาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมเกียรติ บุญญะบัญชา. 2535. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของยุงลายในประเทศไทย. เอกสารประกอบการบรรยาย. กองกีฏวิทยาทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

สมเดช กนกเมธากุล ขวัญใจ กนกเมธากุล และถิรดา ประจวบสุข. มมป. องค์ประกอบทางเคมีจากเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง. (ออนไลด์). สืบค้นจาก: http://www.scisoc.or.th/stt/28/web/content/C_03/C23.htm. (ค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2551).

สมบูรณ์ แสงมณีเดช ขวัญเกศ กนิษฐานนท์ ตรองรัก บุญเติม ทศพล จุฬาลักษณานุกูล ทินกร แสงงาม ทิพย์วรรณ สอนง่ายดี และธนิดา วังคำ. 2547 ก. ประสิทธิภาพของรากหางไหลสดและน้ำสกัดในการควบคุมลูกน้ำยุง. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 1: 87-93.

สมบูรณ์ แสงมณีเดช ขวัญเกศ กนิษฐานนท์ วัฒน์วิทย์ นาคต้อย วารุธ สกุลตาล ศักดา กาบคำ สมจิตร บุษดี และสายัญ อันภูวงศ์. 2547 ข. การใช้สารสกัดจากรากหางไหลแห้งในการควบคุมลูกน้ำยุง (Use of Dried Derris Root Extract in Control of Mosquito Larvae). วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 1: 10-15.

สันติภาพ ไชยวงศ์เกียรติ. 2544. ไข้เลือดออก. วารสารใกล้หมอ 25: 62-63.

สุชาติ อุปถัมภ์ สมศักดิ์ พันธุวัฒนา วนิดา นาควัชระ เนาวรัตน์ ศุขพันธุ์ ปัทมาภรณ์ กิตยารักษ์ และชูศักดิ์ ประสิทธิสุข. 2526. กีฏวิทยาทางการแพทย์ (Medical Entomology). กองมาลาเรีย กรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ. 578 หน้า.

สุทัศน์ จูงพงษ์ และไววิทย์ บูรณธรรม. 2534. เทียม (สะเดาช้าง: *Azadirachta excels*a Jack.). ศูนย์เพาะชำกล้าไม้สงขลา เขตที่ 14. สงขลา. 63 หน้า.

สุธรรม อารีกุล. 2534. พืชฆ่าแมลงของไทย. วารสารราชบัณฑิตสถาน 4: 45-67.

สุรเกียรติ อาชานานุภาพ. 2546. ไข้เลือดออก. วารสารหมอชาวบ้าน 25: 25-28.

สุวรรณี พรหมศิริ. 2546. การคัดเลือกสมุนไพรเพื่อเป็นยาฆ่าลูกน้ำและศึกษาผลกระทบต่อวงจรชีวิต รูปร่าง ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และตำแหน่งที่ทำให้ยุงลายชนิด *Aedes aegypti* ตาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล. นครปฐม. 194 หน้า

เสียงธรรมวิมล โรจน์ฤทัย. มมป. ชีววิทยาของยุงลาย. เอกสารวิชาการโรคติดต่อนำโดยแมลงเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต. กลุ่มโรคติดต่อนำโดยแมลง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1. กรุงเทพฯ. 3 หน้า.

อัญชลี สงวนพงษ์. 2538. ผลิตภัณฑ์จากสะเดา: เรายืนอยู่ตรงไหน? แล้วกำลังจะไปทางใด?. วารสารเกษตรก้าวหน้า 10: 17-29.

อัญชลี สงวนพงษ์. 2539. การผลิตสารสะเดาเพื่อการค้า (ตอน 2). วารสารกีฏและสัตววิทยา 4: 254-256.

อุษาวดี ถาวระ. 2544. ยุงลายพาหะโรคไข้เลือดออก. <u>ใน</u> ชีววิทยานิเวศวิทยาและการควบคุมยุงในประเทศไทย. นนทบุรี: สำนักพิมพ์บริษัทดีไซร์จำกัด. หน้า 1-41.

Albuquerque, M. R. J. R., Silveira, E. R., Uchao, D. E. de A., Lemos, T. L. G., Souza, E. B., Santiago, G. M. P. and Pessoa, O. D. L. 2004. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oils from *Eupatorium betonicaeforme* (D. C.) Baker (Asteraceae). Journal of agricultural and food chemistry 52: 708-711.

Al-Sharook, Z., Balan, K., Jian, Y. and Rembold, H. 1991. Insect growth-inhibitors from two tropical (Meliaceae). Journal Application Entomology 5: 425-430.

Anonymous. 1989 a. Acid value. (Online). Available from: http://www.iic.co.th/products/acid.htm. (accessed on 4 October 2008).

Anonymous. 1989 b. Saponification value. (Online). Available from: http://www.iic.co.th/products/sapon.htm. (accessed on 4 October 2008).

Anonymous. 1992. Neem: A Tree for Solving Global Problems. (Online). Available from: http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=1924&page=39. (accessed on 4 July 2008).

Anonymous. 2002 a. Mosquito photos. (Online). Available from: http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au:80/areas/arbovirus/mosquit/photos/aedes_aegypti_pupa.jpg. (accessed on 4 October 2008).

Anonymous. 2002 b. Mosquito photos. (Online). Available from: http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/aedes_aegypti_adult.jpg. (accessed on 4 October 2008).

Anonymous. 2002 c. Mosquito photos. (Online). Available from: http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/aedes_aegypti_larvae2.jpg. (accessed on 4 October 2008).

Anonymous. 2005. Neem oil with azadirachtin. (Online). Available from: http://maxpagescom/neemuses. (accessed on 2 June 2006).

Anonymous. 2007. Image:Azadirachtin.png. (Online). Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Azadirachtin.png. (accessed on 7 July 2008).

Anonymous. n.d. Egg of the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti* (Linnaeus). Center for disease control public health image library. (Online). Available from: http://creatures.ifas.ufl.edu/aquatic/aedes_aegypti11.htm. (accessed on 4 October 2006).

Ansari, M. A. and Razdan, R. K. 1996. Operational feasibility of malaria control by burning neem oil in kerosene lamp in Beel Akbarpur village, district Ghaziabad. Indian Journal Malariology 33: 81-87.

Ansari, M. A., Razdan, R. K., Tandon, M. and Vasudevan, P. 2000. Larvicidal and repellent actions of *Dalbergia sisoo* Roxb. (F. Leguminosae) oil against mosquitoes. Bioresource Technology 73: 207-211.

Ansari, M. A., Vasudevan, P., Tandon, M. and Razdan, R. K. 1999. Larvicidal and mosquito repellent action of peppermint (*Mentha piperita*) oil. Bioresource Technology 71: 267.

Awad, O. M. and Shimaila, A. 2003. Operational use of neem oil as alternative anopheline larvicide. Part A: laboratory and field efficacy. Eastern Mediterranean Healt Journal 9: 637-645.

Balsam, M. S. and Sagarin, E. 1974. Cosmetic, Science and Technology. Wiley-Interscience 3: 604-605.

Batra, C. P., Mittal, P. K., Adak, T. and Sharma, V. P. 1998. Efficacy of neem-water emulsion against mosquito immatures. Indian Journal Malariology 35: 15-21.

Braga, I. A., Lima, J. B. P., Soares, S. S. and Valla, D. 2004. *Aedes aegypti* resistance to temephos during 2001 in several municipalities in the states of Rio de Janeiro, Sergipe, and Alagoas, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 99: 199-203.

Dhar, R., Dawar, H., Garg, S. S., Basir, F. and Talwar, G. P. 1996. Effect of volatiles from neem and other natural products on gonotrophic cycle and oviposition of *Anopheles stephensi* and *An. culicifacies*. Journal Medical Entomology 33: 257-263.

Doggett, S. L. 2003. Mosquito photos. (Online). Available from: http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/aedes_ albopictus_larvae_side.jpg. (accessed on 4 October 2008).

Dua, V. K., Nagpal, B. N. and Sharma, V. P. 1995. Repellent action of neem cream against mosquitoes. Indian Journal Malariology 32: 47-53.

Ezeonu, F. C., Chidume, G. I. and Udedi, S. C. 2001. Insecticidal properties of volatile extracts of orange peels. Bioresource Technology 76: 273-274.

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

Foerster, P. and Moser, G. 2000. Status report on global neem usage. Deutsche Gesellschaft fuer Technishe zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 122 p.

Fox, C. 1974. Cosmetic emulsions. In Emulsion and emulsion technology, part II surfactant science series, vol 6.

Gianotti, R. L., Bomblies, A., Dafalla, M., Issa-Arzika, I., Duchemin, J. B. and Eltahir, E. A. B. 2008. Efficacy of local neem extracts for sustainable malaria vector control in an African. Malaria Journal 7: 138-142.

Jin, P., Pan, X. and Zhao, S. 1994. Toxicity and growth-regulating activity of a neem seed kernel extract (AZAL-S) to the larvae of *Culex quinquefasciatus*. Insect Science 2: 64-69.

Joshi, V. and Sharma, R. C. 2001. Impact of vertically-transmitted dengue virus on viability of egg of virus-inoculated *Aedes aegypti*. Dengue Bulletin 25: 60-103.

Jotwani, M. G. and Srivastava, K. P. 1984. A review of neem research in India in relation to insects. In the 2nd International neem conference (Rauischholzhausen 1983). 43 p.

Kallen, W. R., Clark, T. B., Lindegren, J. E., Ho, C. B., Rogoff, M. H. and Singer, S. 1965. *Bacillus sphaericus* Neide as a pathogen of mosquitoes. Journal Invert Pathology 7: 442-448.

Karch, S. and Coz, J. 1983. Histopathologie de *Culex pipiens* Linné (Diptera, Culicidae) soumis à l'activité larvicide de *Bacillus sphaericus* 1593-4. Entomology Médical Parasitology 4: 225-230.

Kaur, J. S., Lai, Y. L. and Giger, A. D. n.d. Learning and memory in the mosquito *Aedes aegypti* shown by conditioning against oviposition deterrence. (Online). Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=14651662&query_hl=1&itool=pubmed_docsum. (accessed on 19 July 2008).

Koua, H. K., Han, S. H., and d' Almeida, M. A. 1998. Histopathology of *Anopheles gambiae* s.l. Giles, 1902 (Diptera: Culicidae) subjected to the larvicidal activity of the aqueous extract of *Persea americana* Miller, 1869 (Lauraceae). Bulletin of the Exotic Pathology Soceity 3: 252-256.

Kraus, W., Maile, R., Vogler, B. and Wundrak, B. 1997. 1-tigloy-3-acetylazadirachtindirachtol, a new Limonoid from the Marrango Tree, *Azadirachta excelsa* Jack (Melaiceae). Indian Journal of the Chemical Society 74: 813-817.

Leisnham, P. 2008. Dr. Paul Leisnham profile. (Online). Available from: http://www.ilstu.edu/~pleisnh/index.htm. (accessed on 4 October 2008).

Mishra, A. K., Singh, N. and Sharma, V. P. 1995. Use of neem oil as a mosquito repellent in tribal villages of Mandla district of Madhya Pradesh. Indian Journal Malariology 32: 99-103.

Mitchell, M. J., Smith, S. L., Johnson, S. and Morgan, E. D. 1996. Effects of the neem tree compounds azadirachtin, salannin, nimbin, and 6-desacetylnimbin on ecdysone 20-monooxygenase activity. Archives of Insect Biochemistry and Physiology 35: 199-209.

Monzon, R. B., Alvior, J. P., Luczon, L. L., Morales, A. S. and Mutuc, F. E. 1994. Larvicidalpotential of five Philippine plants against *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Culex quinquefasciatus* (Say). Southeast Asian Journal Tropical Medical Public Health 25: 755-759.

Moore, S. A., Lenglet, A. and Hill, N. 2002. Field evaluation of three plants based insect repellents against malaria vectors in VACA diE2 Province of the Bollivian Amazon. Journal America Mosquito Control Association 18: 107-110.

Murty, U. S., Sriram, K. and Kaiser, J. 1997. Effect of leaf extract of *Polyalthia longifolia* (Family: Annonaceae) on mosquito larva and pupa of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) of different habitats. International Pest Control 39: 52-57.

Murugan, K., Murugan, P. and Noortheen, A. 2007. Larvicidal and repellent potential of *Albizzia amara* Boivin and *Ocimum basilicum* Linn against dengue vector, *Aedes aegypti* (Insecta: Diptera: Culicidae). Bioresource Technology 98: 198-201.

Nagpal, B. N., Srivastava, A. and Sharma, V. P. 1995. Control of mosquito breeding using wood scrapings treated with neem oil. Indian Journal Malariology 32: 64-69.

Nagpal, B. N., Srivastava, A., Valecha, N. and Sharma, V. P. 2001. Repellent action of neem cream against *An. culicifacies* and *Cx. quinquefasciatus*. Current Science 80: 1,270-1,271.

Naqvi, S. N. H., Ahmed, S. O. and Mohammad, F. A. 1991. Toxicity and IGR effect of two neem products against *Aedes aegypti* (PCSIR strain). Pakistan Journal Pharmacy Science 1: 71-76.

Naqvi, S. N. H., Temuri, K. H., Nurulain, S. M., Tabassum, R. and Ahmad, I. 1994. Toxicity and IGR effect of neem fractions in *Aedes aegypti* (PCSIR Strain). Pakistan Journal Entomology 2: 83-90.

National Research Development Corporation. 2003. Neem based pesticide formulation. A Government of India Enterprise 20-22, Zamroodpur community center kailash colony extension New Delhi. India. (Online). Available from: http://www.nrdcindia.com/pages/neempest.html. (accessed on 2 June 2006).

Pathak, N., Mittal, P. K., Singh, O. P., Sagar, V. and Vasudevan, P. 2000. Larvicide action of essential oils from plants against the vector of mosquito *Anopheles stephensi* (Liston), *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Aedes aegypti* (L.). International Pest Control 42: 53-55.

Perich, M. J., Wells, C., Bertsch, W. and Tredway, K. E. 1994. Toxicity of extracts from three Tagetes species against adults and larvae of yellow fever mosquito and *Anophele stephensi* (Diptera: Culicidae). Journal of Medical Entomology 31: 833-837.

Pitiyont, V., Chommeung, T., Pitiyont, B. and Seangwanich, A. 1996. Sadao thaim (*Azadirachta excelsa* Jack.). In The abstract of The 2nd Int.Symp. on Toxicity, Safety and Proper Use of Biopesticides, Phisanulok, Thailand, 27-31 October 1996. 35 p.

Prakash, A. and Rao, J. 1996. Botanical pesticides. In Agriculture. New York: Lewis Publisher. 126-135.

Rajnikant and Bhat, R. M. 1994. Field evaluation of mosquito repellent action of neem oil. Indian Journal Malariology 31: 122-125.

Rao, D. R., Reuben, R., Venugopal, M. S., Nagasampgi, B. A. and Schmutterer, H. 1992. Evaluation of neem-*Azadirachta indica* with and without water management for the control of culicine mosquito larvae in rice field. Medical and Veterinary Entomology 6: 318-323.

Raymond, D. N., Faye, O., Ndiaye, M., Dieye, A. and Afoutou, J. M. 2007. Toxic effects of neem products (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Aedes aegypti* Linnaeus 1762 larvae. African Journal of Biotechnology 6: 2,846-2,854.

Saelim, V., Kankaew, P. and Sithiprasasna, R. 2005. Temephos resistance by bottle and biochemical assays in *Aedes aegypti* in Thailand. Pattani Provincial Public Health Office. Muang District, Pattani, Thailand. (Online). Available from: http://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/paper_14849.html. (accessed on 3 June 2006).

Saxena, R. C., Dixit, O. P. and Sukumaran, P. 1992. Laboratory assessment of indigenous plant extracts for anti-juvenile hormone activity in *Culex quinquefasciatus*. Indian Journal Medical Resource 95: 204-206.

Saxena, R. C., Harshan, V., Saxena, A., Sukumaran, P., Sharma, M. C. and Lakshmana, K. M. 1993. Larvicidal and chemosterilant activity of *Annona squamosa* alkaloids against *Anopheles stephensi*. Journal America Mosquito Control Association 9: 84-87.

Schmutterer, H. 1995. The neem tree: source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes. New York: VCH Publishers Inc. 695 p.

Schmutterer, H. and Ermel, K. n.d. The Sentang or Marrango Tree: *Azadirachta excelsa* Jack. (unpublished).

Scott, I. M. and Kaushik, N. K. 1998. The toxicity of margosan-O, a product of neem seeds, to selected target and nontarget aquatic invertebrates. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 35: 426-431.

Scott, I. M. and Kaushik, N. K. 2000. The toxicity of a neem insecticide topopulations of culicidae and other aquatic invertebrates assessed in situ microcosms. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 39: 329-336.

Sengottayan, S. N., Savitha, G., Gorce, D. K., Narmadha, A., Suganya, L. and Chung, P. G. 2006. Efficacy of *Melia azedarach* L. extract on the malarial vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). Biosource Technology 97: 1316-1323.

Sharma, S. K., Dua, V. K. and Shama, V. P. 1995. Field studies of the repellent action of neem oil. Southeast Asian Journal Tropical Medical Public Health 26: 180-182.

Sharma, S. K., Thomas, T. G., Rahman, S. J. and Dutte, K. K. 1996. Laboratory and field evaluation of oil of neem plant, *Azadirachta indica* as a repellent against *Aedes aegypti* mosquito. Journal Basic Application Biomedical 4: 35-39.

Sharma, V. P. and Ansari, M. A. 1994. Personal protection from mosquitoes (Diptera: Culicidae) by burning neem oil in kerosene. Journal Medical Entomology 31: 505-507.

Sharma, V. P., Ansari, M. A. and Razdan, R. K. 1993 a. Mosquito repellent action of neem (*Azadirachta indica*) oil. Journal America Mosquito Control Association 9: 359-360.

Sharma, V. P., Nagpal, B. N. and Srivastava, A. 1993 b. Effectiveness of neem oil mats in repelling mosquitoes. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 87: 626-628.

Silva, I. G., Zanon, V. O. M. and Silva, H. H. G. 2003. Larvacidal activity of *Copaifera reticulata* Ducke oil-resin against *Culex quiquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Neotropical entomology 32: 729-732.

Singh, N. Mishra, A. K. and Saxena, A. 1996. Use of neem cream as a mosquito repellent in tribal area of central India. Indian Journal Malariology 33: 99-102.

Singh, R. P. 1984. Effects of water extract of deoiled neem kernel on second instar larvae of *Culex fatigans* Wiedemann. Neem Newsletter 1: 16-17.

Singh, S. P., Raghavendra, K., Singh, R. K. and Subbarao, S. K. 2002. Studies on larvicidal properties of leaf extract of *Solanum nigrum* Lin. (Family: Solanaceae). Current Science 81: 1,529.

Strickman, D. and Kittayapong, P. 2002. Dengue and its vectors in Thailand: introduction to the study and seasonal distribution of *Ae.* spp. larvae. American Journal Tropical Medicine and Hygiene 67: 47-59.

Su, T. and Mulla, M. S. 1999. Oviposition bioassay responses of *Culex tarsalis* and *Culex quinquefasciatus*. Entomologia Experimentalis et Applicata 34: 76-81.

Supavarn, P., Knapp, F. W. and Sigafus, R. 1974. Biologically active plant extracts for control of mosquito larvae. Mosquito News 34: 398-402.

Tawatsin, A., Thavara, U., Techadamrongsin, Y., Chompoosri, J. and Kong- ngamsuk, W. 2001. Ovipositional deterrence, larvicidal and repellent effects of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) and Galangal Minor (*Alpinia officinarum* Hance) against four mosquito vectors. In The 3rd International Congress of Vector Ecology 17-21 September 2001. Barcelona, Spain.

Teik, N. L. 2000. A potential new source of botanical insecticide. The Forest Research Institute of Malaysia (FRIM). (Onlne). Available from: http://www.sibexlink.com.my/g15mag_science.html. (accessed on 2 June 2006).

Tripathi, A. K., Prajapati, V., Ahmad, A., Aggarwal, K. K. and Khanuja, S. P. S. 2004. Piperitenone oxide as toxic, repellent, and reproduction retardant toward malarial vector *Anopheles stephensi* (Diptera: Anophelinae). Journal of Medical Entomology 41: 691-698.

Umar, A., Kela, S. L., Ogidi, S. L. and Asadabe, J. 2006. Susceptibility of *Aedes aegypti* pupae to neem seed kernal extracts. Animal Research International 1: 403-406.

Vatandoost, H. and Vaziri, V. M. 2004. Larvicidal activity of a neem tree extract (Neemarin) against mosquito larvae in the Islamic Republic of Iran. Eastern Mediterranean Health Journal 10: 573-581.

Wandscheer, C. B., Duque, J. E., Dasilva, M. A. N., Fukuyama, Y., Wohlke, J. L., Adelmann, J. and Fontana, J. D. 2004. Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the Dengue mosquito *Aedes aegypti*. Toxicon 8: 829-835.

Wirth, M. C. and Georghiou, C. P. 1999. Selection and characterization of temephos resistance in a poppulation of *Aedes aegypti* from Tortola, British Virgin Islands. Journal of the American Mosquito Control Association 15: 15-20.

World Health Organization. 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insect development inhibitors. Geneva. 812 p.

Zebitz, C. P. W. 1984. Effect of some crude and Azadirachtin-Enriched neem (*Azadirichta indica*) seed kernel extracts on larvae of different mosquito species. Journal of Application Entomology 102: 455-463.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ช่วงอายุของยุงลายบ้านระยะต่างๆ ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

ระยะของยุงลายบ้าน / N	ช่วงอายุ (วัน)																								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
ลูกน้ำวัยที่ 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ลูกน้ำวัยที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
ลูกน้ำวัยที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ลูกน้ำวัยที่ 4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	4	2	3
ดักแด้	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2
ตัวเต็มวัยเพศผู้	13	8	14	13	18	21	15	18	11	21	8	20	14	20	9	8	14	20	14	22	-	-	-	-	-
ตัวเต็มวัยเพศเมีย	21	13	17	21	21	21	20	16	22	20	11	11	19	22	18	17	21	15	20	20	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ระยะลูกน้ำและดักแด้ทำการเลี้ยงจำนวน 50 ซ้ำ

ระยะตัวเต็มวัยทำการเลี้ยง 20 ซ้ำ

N: ซ้ำ

- : หยุดการบันทึกผลเนื่องจากตัวเต็มวัยตายหมดในทุกซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระยะของยุงลายบ้าน / N	ช่วงอายุ (วัน)																								
	26	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**
ลูกน้ำวัยที่ 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ลูกน้ำวัยที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ลูกน้ำวัยที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ลูกน้ำวัยที่ 4	3	2	4	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	4	2	3	3	3	2	3
ดักแด้	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2
ตัวเต็มวัยเพศผู้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ตัวเต็มวัยเพศเมีย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ระยะลูกน้ำและดักแด้ทำการเลี้ยงจำนวน 50 ซ้ำ

ระยะตัวเต็มวัยทำการเลี้ยง 20 ซ้ำ

N: ซ้ำ

- : หยุดการบันทึกผลเนื่องจากตัวเต็มวัยตายหมดในทุกซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 2 จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้าน 1 ตัว วาง/ครั้ง ที่เวลา 48 ชั่วโมง

N	จำนวนไข่ (ฟอง)
1	89
2	62
3	80
4	56
5	114
6	76
7	75
8	62
9	69
10	64
11	59
12	59
13	71
14	53
15	67
16	58
17	42
18	48
19	70
20	126

หมายเหตุ N: ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	7	7	5	5	8	12	7	6	9	8	12	11	9	10	9	13	16	9	13	12	15	17	12	16	12
400	9	10	10	5	9	11	14	15	9	11	14	20	17	10	13	16	20	17	12	14	16	20	17	14	16
600	10	14	16	10	12	13	19	20	16	14	14	20	20	17	15	16	20	20	17	16	17	20	20	17	17
800	14	10	17	13	15	19	20	20	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1,000	17	16	15	17	19	20	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ

ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	12	10	4	7	5	12	13	5	7	13	12	14	5	7	13	12	14	6	7	13	12	14	7	7	14
400	13	10	20	16	17	20	13	20	19	17	20	14	20	20	17	20	14	20	20	17	20	14	20	20	18
600	19	18	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
800	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	2	0
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	3	1	0	1	1	3	1	2
800	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1	0	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
1,000	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	2	0	1	2	2	2
3,000	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	3	1	1	0	3	3	1
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2	0	0	1	0	3	0	0	2	0
400	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	2	0	0	0	3	2	0	0	0	3	2	0	0	0	3
600	2	1	3	3	10	2	2	3	3	10	2	2	3	3	10	2	4	4	3	10	2	10	5	3	10
800	16	0	9	3	5	16	2	9	4	7	16	3	9	5	7	16	4	9	5	7	16	4	9	5	7
1,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	1	2	2	1	0	1	2	2	1	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	7	1	1	10	3	8	1	3	13	7	18	9	7	15	13	19	16	12	17	19	19	18	12	17	19
400	12	10	8	8	8	16	14	11	12	14	19	19	14	15	19	20	20	17	16	20	20	20	18	16	20
600	7	13	9	10	12	18	15	10	12	13	18	17	17	16	15	20	18	20	16	17	20	19	20	18	19
800	8	18	8	14	9	15	20	16	15	12	16	20	17	17	14	17	20	17	20	19	17	20	19	20	20
1,000	18	15	18	15	9	20	18	18	16	11	20	20	20	18	16	20	20	20	19	19	20	20	20	19	20
2,000	16	16	18	20	14	19	18	20	20	15	19	19	20	20	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3,000	20	18	19	20	20	20	19	19	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
4,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																								
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	9	9	6	8	13	9	12	9	11	13	9	12	10	13	15	9	12	11	17	15	9	12	12	20	15
400	9	15	11	12	7	12	17	19	15	12	12	20	19	16	14	14	20	20	17	16	16	20	20	19	20
600	9	18	15	17	15	11	20	20	20	20	11	20	20	20	20	18	20	20	20	20	19	20	20	20	20
800	15	19	18	18	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1,000	19	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
4,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	1	0	1	0	3	1	0	2	1	3	1
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	1	1	0	0	2	1	1	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	1	2	5	0	2	8	3	11	3	4	10	5	15	7	10	15	10	17	12
400	0	0	0	0	0	0	0	6	11	4	8	8	7	17	9	8	16	12	18	11	9	18	14	19	12
600	0	0	0	0	0	2	1	5	5	4	14	16	14	6	13	17	19	18	13	15	17	19	19	16	17
800	0	0	0	0	0	0	0	3	5	3	6	6	11	15	7	14	11	17	17	15	15	17	19	18	18
1,000	0	0	0	0	0	4	3	12	3	8	13	13	15	8	19	14	16	19	16	20	17	18	19	20	20
2,000	0	0	0	0	2	2	13	4	6	9	11	15	8	12	17	15	15	15	17	18	18	15	19	19	19
3,000	0	0	0	0	0	0	1	7	8	4	10	15	10	15	10	13	19	14	19	11	17	20	17	19	13
4,000	0	0	1	0	0	4	2	9	3	4	13	13	12	4	9	18	15	16	15	16	18	16	19	17	19
5,000	0	1	0	0	0	0	3	3	13	7	7	7	6	13	15	15	15	15	15	18	19	18	20	18	19
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0	1
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
400	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	4	3	2	3	3	4	4	3	5	5	6	4	12	6	6
600	1	0	2	1	2	5	6	2	7	4	9	7	3	9	5	10	10	3	14	7	10	10	3	16	9
800	1	1	0	1	1	8	4	1	6	6	13	5	2	7	10	16	11	7	10	11	17	12	9	11	12
1,000	4	0	1	2	4	5	5	6	4	4	9	9	11	10	7	13	10	12	11	9	14	11	12	11	12
2,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
4,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	2	1	1	0	2	2	1	1	0	2	2	1	1	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	32	4.5	100	32	23.6	3.9
2	400	43	4.8	100	43	49.6	1.8
3	600	62	5.3	100	62	65.8	0.6
4	800	69	5.5	100	69	75.8	2.5
5	1,000	84	6.0	100	84	82.3	0.2
6	2,000	100	-	100	100	94.9	5.3

Mortality in the control: 0%, Number of interations: 4, Prob. (CHI2 = 14.3 , df = 4) = 1

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 54.2	0.95	16.5 < LC < 164.2
50 = 403.6	0.95	285.7 < LC < 563.7
90 = 1,412.7	0.95	847.7 < LC < 2,429.2
95 = 2,015.3	0.95	1,052.5 < LC < 4,029.9
98 = 3,005.6	0.95	1,329.2 < LC < 7,196.2

Regression line: Y = A + slope* (X - M)

A = 5.3 +/- 5.790E – 02 5.3 < A < 5.4

Slope = 2.4 +/- 0.4 2 < Slope < 2.8

M = 12.8 Heterogeneity = 3.6

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	38	4.7	100	38	35.1	0.4
2	400	76	5.7	100	76	81.8	2.2
3	600	96	6.8	100	96	95.2	0.2
4	800	100	-	100	100	98.6	1.4

Mortality in the control: 0%

Number of interations: 3

Prob. (CHI2 = 4.2 , df = 2) = 0.9

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 81.4	0.95	58.1 < LC < 103.0
50 = 245.7	0.95	218.3 < LC < 270.8
90 = 489.6	0.95	440.9 < LC < 559.2
95 = 595.3	0.95	525.5 < LC < 703.6
98 = 741.7	0.95	637.2 < LC < 915.4

Regression line: Y = A + slope* (X - M)

A = 5.6 +/- 8.497E – 02 5.5 < A < 5.6

Slope = 4.3 +/- 0.4 3.9 < Slope < 4.7

M = 12.5 Heterogeneity = 1

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	22	4.2	100	22	19.3	0.5
2	400	46	4.9	100	46	40.6	1.2
3	600	51	5.0	100	51	55.3	0.7
4	800	57	5.2	100	57	65.4	3.1
5	1,000	75	5.7	100	75	72.5	0.3
6	2,000	84	6.0	100	84	89.1	2.6
7	3,000	97	6.9	100	97	94.5	1.2
8	4,000	100	-	100	100	96.9	3.2

Mortality in the control: 0%, Number of interations: 2, Prob. (CHI2 = 12.9 , df = 6) = 1

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 54.5	0.95	26.1 < LC < 105.9
50 = 518.7	0.95	411.2 < LC < 647.7
90 = 2,116.2	0.95	1,532.5 < LC < 3,008.8
95 = 3,152.9	0.95	2,108.5 < LC < 4,908.8
98 = 4,937.9	0.95	2,997.6 < LC < 8,576.5

Regression line: Y = A + slope* (X - M), A = 5.3 +/- 5.228E – 02 5.3 < A < 5.4

Slope = 2.1 +/- 0.2, M = 12.9, Heterogeneity = 2.1

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	44	4.9	100	45	35.8	3.7
2	400	54	5.1	100	54	65.1	5.4
3	600	74	5.6	100	74	79.8	2.0
4	800	89	6.2	100	89	87.5	0.2
5	1,000	95	6.6	100	95	91.8	1.3
6	2,000	100	-	100	100	98.4	1.6

Mortality in the control: 1%, Number of interations: 3, Prob. (CHI2 = 14.3 , df = 4) = 1

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 43.8	0.95	12.1 < LC < 144.5
50 = 283.5	0.95	186.1 < LC < 423.0
90 = 909.0	0.95	595.3 < LC < 1,420.8
95 = 1,264.9	0.95	733.2 < LC < 2,261.7
98 = 1,834.5	0.95	910.9 < LC < 3,883.8

Regression line: Y = A + slope * (X - M), A = 5.6 +/- 6.377E – 02 5.5 < A < 5.7

Slope = 2.5 +/- 0.4 2.1 < Slope < 3

M = 12.7 Heterogeneity = 3.6

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0
400	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	2	6	1	6	1	7	8	2	8	1	8	11	7	10	3	12	14	9	15	6	15	14	11	16	10

หมายเหตุ R: ซ้ำ

ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																								
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	1	4	6	4	2	3	4	12	7	3	6	5	15	13	7	6	6	16	13	7	8	6	16	13	7
400	2	2	0	1	0	2	3	0	1	0	2	5	0	1	2	2	5	0	1	3	2	6	0	1	3
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	2	1	0	0	0	3	1	1	1	2	9	10	8	7	7	17	12	15	15	14	18	14	17	16	17
ชุดควบคุม 2	0	1	0	1	2	3	4	3	5	6	11	8	8	12	11	17	12	15	14	17	18	15	19	15	20

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	4	2	1	0	0	7	7	9	4	5	14	10	15	13	13	19	19	20	18	19	20	19	20	20	20
400	5	2	4	2	3	9	7	8	10	7	14	13	13	15	17	20	19	20	18	20	20	19	20	18	20
600	0	1	3	1	4	5	6	6	3	9	10	13	10	10	15	19	19	17	18	17	19	19	19	19	18
800	1	3	1	1	2	7	7	5	6	6	10	11	9	8	10	19	18	17	14	18	18	18	18	18	20
1,000	2	0	1	0	1	5	5	7	3	6	13	10	11	10	7	20	17	17	15	19	20	20	20	19	20
2,000	1	2	1	2	1	5	11	10	8	7	9	16	13	11	10	18	17	15	17	12	20	19	17	18	18
3,000	2	2	0	1	1	6	3	5	1	1	8	12	9	4	8	17	20	15	14	14	19	20	16	16	18
ชุดควบคุม 1	1	1	0	0	0	2	1	3	3	1	9	7	8	10	5	17	15	15	20	13	20	17	16	20	18
ชุดควบคุม 2	0	0	1	0	2	4	7	8	2	6	10	12	19	11	12	16	15	20	17	16	19	17	20	20	16

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	15	3	8	9	16	17	7	12	13	16	19	14	18	19	18	19	20	19	19	20	19	20	20	19	20
400	11	11	15	11	14	13	12	16	11	14	17	16	18	19	14	17	18	19	19	16	18	20	20	20	17
600	7	7	9	8	10	10	9	13	9	10	19	12	18	16	11	19	14	18	16	11	19	14	18	17	11
800	1	17	2	5	6	4	17	5	7	9	5	17	10	14	11	5	17	11	15	13	5	20	11	16	15
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	12	11	9	4	7	13	14	10	8	9	15	16	11	14	16	17	17	13	15	17	19	18	18	19	20
ชุดควบคุม 2	14	19	4	8	15	14	19	8	14	15	16	20	12	17	19	16	20	17	18	20	20	20	19	20	20

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	2	1	0	0	0	2	5	0	0	5	2	5	1	0	5	2	5	1	0	5	2	5	1	0	5
400	0	0	2	0	0	0	1	2	0	1	0	1	3	0	1	0	1	4	0	1	0	1	4	0	1
600	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
800	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	0	7	3	5	0	3	9	3	9	1	4	15	4	9	3	8	15	9	19	11	9	17	11	20	15

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	3	4	3	0	3	9	8	5	0	4	11	8	7	0	5	11	8	10	0	7	11	8	10	0	7
400	4	0	2	0	2	4	0	2	0	2	6	0	2	0	2	6	0	2	0	3	6	0	2	0	3
600	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
800	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	1	1	0	1	1	3	2	1	4	2	8	7	5	9	6	16	15	12	14	11	19	18	19	19	20
ชุดควบคุม 2	3	1	1	1	0	7	3	4	4	5	16	11	9	10	13	18	17	20	14	18	20	18	20	16	19

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	1	1	0	2	3	6	6	2	4	8	13	13	10	6	15	17	13	16	7	18	17	13	16	7	18
400	1	0	2	1	4	2	4	3	1	10	5	5	5	2	11	11	8	10	4	11	12	8	10	4	11
600	1	0	0	0	2	2	1	2	0	5	2	1	2	2	5	2	2	2	3	5	4	2	2	3	5
800	3	0	1	3	0	3	2	1	5	0	4	2	1	5	0	5	3	4	5	1	5	3	4	7	1
1,000	1	0	0	0	2	1	0	0	0	2	2	1	0	0	2	3	2	1	0	2	3	2	1	0	2
2,000	2	2	1	0	3	2	3	1	0	3	5	3	1	0	3	5	3	1	1	3	5	3	1	1	3
3,000	4	2	0	0	2	4	3	0	0	4	4	3	0	0	4	4	3	1	0	5	4	3	1	0	5
4,000	2	3	1	0	0	3	3	1	0	0	3	3	1	0	0	3	3	1	0	0	3	3	1	0	0
5,000	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ชุดควบคุม 1	1	0	3	0	0	2	0	3	1	2	6	1	4	5	6	10	11	15	18	16	15	14	16	18	20
ชุดควบคุม 2	2	0	4	0	0	8	2	11	5	6	16	11	17	11	12	17	20	20	14	17	18	20	20	20	18

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นดักแด้ของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นดักแด้ (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	11	10	18	9	12	13	11	18	10	14	18	18	18	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
400	10	13	5	9	11	13	14	11	9	14	15	17	18	17	15	16	17	18	17	16	16	19	18	17	19
600	9	10	18	3	9	9	10	18	5	10	11	12	18	10	12	11	12	18	11	13	12	12	19	11	14
800	7	4	8	7	6	7	5	9	9	7	7	7	12	11	7	7	7	12	13	8	7	7	12	13	10
1,000	6	7	10	10	7	6	7	10	10	7	6	7	10	12	7	7	7	10	12	9	7	7	10	12	15
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	9	4	5	10	8	10	5	11	11	13	13	9	14	15	17	15	12	14	17	19	18	18	19	19	20
ชุดควบคุม 2	13	10	7	6	14	13	12	10	9	14	13	14	18	19	19	19	17	19	20	20	19	19	20	20	20

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	4	6	2	7	1	8	10	5	8	3	10	12	11	13	5

หมายเหตุ R: ซ้ำ

ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	6	4	2	2	2	8	6	3	8	4	12	12	6
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	1
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	1	1	3	4	5	4	5	5	5	8	9	10
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	3	4	3	2	5	6	10	7	4	11	9

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																								
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	1	2	8	7	9	4	5	14	11	13	13	10
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	4	3	3	10	8	8	8	8	12	12	12	12	13
600	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	1	6	4	5	7	2	10	9	9	10	10	12
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	2	3	7	6	5	5	6	8	8	6	7	8
1,000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	2	0	1	7	5	8	3	6	15	10	9	5	8
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	3	1	5	10	9	8	6	9	13	11	10	7
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1	1	6	4	3	1	4	7	12	7	4	7
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	2	3	5	6	8	7	10	8	11	10
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	2	4	7	9	2	6	9	12	19	8	11

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																								
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	2	0	2	1	4	9	2	6	8	10	15	10	12	14	18	16	11	20	18	19
400	0	0	0	0	0	1	3	7	1	5	9	8	12	6	11	13	16	18	15	14	16	16	20	20	17
600	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	9	3	9	2	9	14	7	12	14	9	17	10	14	16	9
800	0	0	0	0	0	0	5	0	2	1	4	12	3	5	4	4	14	7	8	7	4	16	11	11	11
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	5	9	8	5	6	7	12	13	10	14	11	15	17	15	18	15	18	18
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	8	7	0	4	9	13	18	0	6	13	16	20	7	12	17	17	20	10	17	18

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	0	1	0	0	0	0	5	0	1	0	2	8	3	6	0	5	12	6	14	2	8	14	7	17	6

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	4	8	6	3	0	4	11	7	4	0	5
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	1	5	4	6	3	2	10	12	8	11	6
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	1	9	3	4	4	5	15	6	9	9	13

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดจมน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	3	4	3	0	0	3	5	3	0	0	4
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4	2	2	2	0	8	2	2	2	0	8
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0	0	0	3	1	0	0	0	3
800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	2	0	3	2	0	2	0	3	2	0	2	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	1	2	2	1	0	1	2	2	1	0	1
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	3	0	0	0	4	3	0	0	0	4
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2	2	1	0	0	2	2	1	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	5	5	5	6	4	7	8	9	10	6	11
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	1	7	2	11	5	6	13	9	15	9	12

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบเม็ดกลมชนิดลอยน้ำต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนลูกน้ำที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																								
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	0	0	0	2	5	14	6	2	7	9	17	8	8	12	16	19	13	12	18	20	19	18	18
400	0	0	0	0	0	1	6	3	5	2	9	9	5	7	10	9	14	5	11	12	11	16	8	14	13
600	0	0	0	0	0	1	3	8	1	0	2	7	16	2	1	6	7	17	4	3	10	10	17	4	6
800	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	2	3	8	6	2	2	4	10	9	8	2	5	11	9	8
1,000	0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	4	5	4	6	3	5	6	6	9	7	6	6	6	9	8
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	1	3	5	1	0	4	6	6	7	5	6	7	8	10	8	14	16	15	18	20
ชุดควบคุม 2	0	0	0	0	0	5	3	5	1	4	9	7	9	4	8	16	10	19	10	9	18	14	20	17	13

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	1	1	1	0	0	2	3	2	0	0	2	3	2	0	0	2	3	2	0	0	2	3	2
400	2	1	0	0	3	0	0	2	1	8	0	0	2	1	8	0	0	2	1	8	0	0	2	1	8
600	0	0	0	3	4	0	0	1	3	7	0	0	1	3	7	0	0	1	3	7	0	0	1	3	7
800	0	0	1	1	7	8	2	2	0	6	8	2	2	0	6	8	2	2	0	6	8	2	2	0	6
1,000	2	4	1	0	5	4	6	3	4	5	4	6	3	4	5	4	6	3	4	5	4	6	3	4	5
2,000	8	3	4	7	9	11	7	8	10	11	11	7	8	10	11	11	7	8	10	11	11	7	8	10	11
3,000	11	10	6	5	15	13	11	15	10	18	13	11	15	10	18	13	11	15	10	18	13	11	15	10	18
4,000	12	14	15	18	17	19	18	17	19	20	19	18	17	19	20	19	18	17	19	20	19	18	17	19	20
5,000	16	12	16	16	17	19	20	18	20	20	19	20	18	20	20	19	20	18	20	20	19	20	18	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	19	15	15	11	6	19	19	18	15	13	19	19	18	15	13	19	19	18	15	13	19	19	18	15	13
400	20	19	14	18	20	20	20	16	19	20	20	20	16	19	20	20	20	16	19	20	20	20	16	19	20
600	20	19	19	19	18	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20
800	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1,000	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
4,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5,000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
ชุดควบคุม 2	0	2	1	2	5	5	2	1	6	7	5	2	1	6	7	5	2	1	6	7	5	2	1	6	7

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	3	0	3	1	2	3	1	4	1	2	3	1	4	1	2	3	1	4	1	2	3	1	4
400	6	6	3	5	7	7	7	4	5	7	7	7	4	5	7	7	7	4	5	7	7	7	4	5	7
600	7	7	7	8	10	10	8	7	8	13	10	8	7	8	13	10	8	7	8	13	10	8	7	8	13
800	11	8	8	8	18	13	12	9	9	18	13	12	9	9	18	13	12	9	9	18	13	12	9	9	18
1,000	13	12	14	14	18	16	13	14	15	19	16	13	14	15	19	16	13	14	15	19	16	13	14	15	19
2,000	18	14	14	17	20	18	14	15	17	20	18	14	15	17	20	18	14	15	17	20	18	14	15	17	20
3,000	20	19	16	18	20	20	19	19	19	20	20	19	19	19	20	20	19	19	19	20	20	19	19	19	20
4,000	20	20	19	19	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20
5,000	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการตายของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่ตาย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	0	0	2	1	0	3	2	5	13	9	3	2	5	13	9	3	2	5	13	9	3	2	5	13	9
400	1	0	2	1	1	5	4	7	14	13	5	4	7	14	13	5	4	7	14	13	5	4	7	14	13
600	3	1	3	1	1	9	5	8	14	14	9	5	8	14	14	9	5	8	14	14	9	5	8	14	14
800	4	1	3	3	1	12	6	9	16	14	12	6	9	16	14	12	6	9	16	14	12	6	9	16	14
1,000	6	2	4	8	1	15	6	10	17	16	15	6	10	17	16	15	6	10	17	16	15	6	10	17	16
2,000	9	4	4	9	3	17	12	10	18	16	17	12	10	18	16	17	12	10	18	16	17	12	10	18	16
3,000	13	5	5	11	4	18	12	10	19	16	18	12	10	19	16	18	12	10	19	16	18	12	10	19	16
4,000	14	9	6	12	14	19	13	11	19	16	19	13	11	19	16	19	13	11	19	16	19	13	11	19	16
5,000	16	12	7	12	14	20	16	14	19	18	20	16	14	19	18	20	16	14	19	18	20	16	14	19	18
ชุดควบคุม 1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
ชุดควบคุม 2	1	1	5	7	6	4	1	7	10	6	4	1	7	10	6	4	1	7	10	6	4	1	7	10	6

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	3	3.1	100	3	0.6	10.1
2	400	6	3.4	100	6	3.2	2.5
3	600	7	3.5	100	7	7.3	0.0
4	800	9	3.7	100	9	12.0	0.8
5	1,000	12	3.8	100	12	16.8	1.7
6	2,000	31	4.5	100	31	38.7	2.5
7	3,000	47	4.9	100	47	54.2	2.1
8	4,000	76	5.7	100	76	65.0	5.3
9	5,000	77	5.7	100	77	72.6	1.0

Mortality in the control: 0%, Number of interations: 4, Prob. (CHI2 = 26 , df = 7) = 1

ตารางภาคผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 324.2	0.95	178.8 < LC < 574.5
50 = 2,691.4	0.95	2,069.7 < LC < 3,515.7
90 = 10,080.1	0.95	5,840.6 < LC < 17,778.3
95 = 14,658.8	0.95	7,682.2 < LC < 28,724.1
98 = 22,340.4	0.95	10,424.4 < LC < 49,436.1

Regression line: Y = A + slope* (X - M), A = 4.7 +/- 5.171E – 02 4.6 < A < 4.7

Slope = 2.2 +/- 0.3 2 < Slope < 2.5, M = 13.3, Heterogeneity = 3.7

ตารางภาคผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	65.7	5.4	100	61	66.3	0.0
2	400	90.9	6.3	100	91	89.9	0.1
3	600	94.9	6.6	100	95	96.3	0.4
4	800	99.0	7.3	100	99	98.4	0.2
5	1,000	99.0	7.3	100	99	99.2	0.1
6	2,000	100.0	-	100	100	100.0	0.1

Mortality in the control: 1% Number of interations: 2

Prob. (CHI2 = 0.9 , df = 4) = 7.702E – 02

ตารางภาคผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 27.6	0.95	11.7 < LC < 46.3
50 = 143.8	0.95	103.4 < LC < 178.3
90 = 403.1	0.95	350.6 < LC < 473.5
95 = 539.9	0.95	461.2 < LC < 671.5
98 = 750.2	0.95	613.4 < LC < 1,018.1

Regression line: y = A + slope* (X - M), A = 6.1 +/- 8.082E – 02 6 < A < 6.2

Slope = 2.9 +/- 0.4 2.5 < Slope < 3.2

M = 12.5 Heterogeneity = 1

ตารางภาคผนวกที่ 43 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	6	3.4	100	6	7.3	0.3
2	400	27	4.4	100	27	25.0	0.2
3	600	39	4.7	100	39	41.3	0.2
4	800	53	5.1	100	53	54.1	0.0
5	1,000	71	5.6	100	71	63.8	2.3
6	2,000	83	6.0	100	83	87.1	1.5
7	3,000	93	6.5	100	93	94.3	0.3
8	4,000	98	7.1	100	98	97.2	0.3
9	5,000	99	7.3	100	99	98.5	0.2

Mortality in the control: 0%, Number of interations: 3, Prob. (CHI2 = 5.3 , df = 7) = 0.4

ตารางภาคผนวกที่ 44 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 116.9	0.95	88.7 < LC < 146.3
50 = 730.4	0.95	662.5 < LC < 801.6
90 = 2,290.8	0.95	2,005.6 < LC < 2,684.4
95 = 3,167.8	0.95	2,701.6 < LC < 3,843.6
98 = 4,561.9	0.95	3,767.3 < LC < 5,771.7

Regression line: Y = A + slope* (X - M), A = 5.2 +/- 5.285E – 02 5.1 < A < 5.2

Slope = 2.6 +/- 0.2 2.4 < Slope < 2.7, M = 12.9, Heterogeneity = 1

ตารางภาคผนวกที่ 45 การวิเคราะห์ค่า corrected mortality และ probit ของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

N	Dose (mg./l.)	Mort. corr. (%)	Probit	Total treated	Killed	Killed expected	CHI2 contribution
1	200	1.8	2.929	100	3	2.48 *	0.211
2	400	3.9	3.242	100	5	5.57	0.078
3	600	7.9	3.594	100	9	9.23	0.007
4	800	10.9	3.774	100	12	12.97	0.090
5	1,000	20.0	4.163	100	21	16.62	1.458
6	2,000	28.1	4.424	100	29	32.12	0.453
7	3,000	37.3	4.677	100	38	43.49	1.231
8	4,000	54.5	5.113	100	55	52.01	0.358
9	5,000	60.5	5.268	100	61	58.59	0.238

Mortality in the control: 1% Number of interations: 4 Prob. (CHI2 = 4.1 , df = 7) = 0.2

ตารางภาคผนวกที่ 46 การวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อดักแด้ยุงลายบ้านที่เวลา 24 ชั่วโมง

LC	Level of Confidence	Range
2 = 250.9	0.95	162.9 < LC < 344.5
50 = 3814.2	0.95	3,252.9 < LC < 4,640.8
90 = 20,837.9	0.95	14,583.8 < LC < 33,960.1
95 = 33,727.5	0.95	22,134.3 < LC < 60,212.4
98 = 57,981.9	0.95	35,352.2 < LC < 114,830.9

Regression line: Y = A + slope* (X - M), A = 4.5 +/- 0.0522E – 02 4.4 < A < 4.6

Slope = 1.7 +/- 0.15, 1.6 < Slope < 1.9, M = 13.3, Heterogeneity = 1

ตารางภาคผนวกที่ 47 ผลของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	2	0	4	0	3	20	20	18	17	18	20	20	18	17	18	20	20	18	17	18	20	20	18	17	18
400	1	0	0	1	5	20	20	18	19	12	20	20	18	19	12	20	20	18	19	12	20	20	18	19	12
600	1	1	0	1	5	20	20	19	17	13	20	20	19	17	13	20	20	19	17	13	20	20	19	17	13
800	1	1	0	5	0	12	18	18	20	14	12	18	18	20	14	12	18	18	20	14	12	18	18	20	14
1,000	1	2	0	3	4	16	14	17	16	15	16	14	17	16	15	16	14	17	16	15	16	14	17	16	15
2,000	2	0	1	1	3	9	13	12	10	9	9	13	12	10	9	9	13	12	10	9	9	13	12	10	9
3,000	2	0	1	1	0	7	9	5	10	2	7	9	5	10	2	7	9	5	10	2	7	9	5	10	2
4,000	0	0	0	0	0	1	2	3	1	0	1	2	3	1	0	1	2	3	1	0	1	2	3	1	0
5,000	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	2	0	0
ชุดควบคุม 1	1	1	4	4	2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 48 ผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	1	1	0	0	2	1	1	2	5	7	1	1	2	5	7	1	1	2	5	7	1	1	2	5	7
400	0	0	3	1	0	0	0	4	1	0	0	0	4	1	0	0	0	4	1	0	0	0	4	1	0
600	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
800	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุดควบคุม 1	7	8	3	0	3	15	18	19	14	13	15	18	19	14	13	15	18	19	14	13	15	18	19	14	13
ชุดควบคุม 2	7	8	5	2	1	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 49 ผลของสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																								
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	7	8	6	7	4	19	18	17	19	16	19	18	17	19	16	19	18	17	19	16	19	18	17	19	16
400	4	3	5	6	3	13	13	16	15	13	13	13	16	15	13	13	13	16	15	13	13	13	16	15	13
600	2	3	3	5	2	10	12	13	12	7	10	12	13	12	7	10	12	13	12	7	10	12	13	12	7
800	2	1	2	3	1	7	8	11	11	2	7	8	11	11	2	7	8	11	11	2	7	8	11	11	2
1,000	1	1	2	3	0	4	7	6	5	1	4	7	6	5	1	4	7	6	5	1	4	7	6	5	1
2,000	0	0	1	1	0	2	6	5	3	0	2	6	5	3	0	2	6	5	3	0	2	6	5	3	0
3,000	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
4,000	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
5,000	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
ชุดควบคุม 1	3	3	9	6	3	20	20	20	20	17	20	20	20	20	17	20	20	20	20	17	20	20	20	20	17

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า

ตารางภาคผนวกที่ 50 ผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานต่อการเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนดักแด้ที่เปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย (ตัว)																									
	24 ชั่วโมง					48 ชั่วโมง					72 ชั่วโมง					96 ชั่วโมง					120 ชั่วโมง				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
200	1	7	7	3	1	17	18	15	7	11	17	18	15	7	11	17	18	15	7	11	17	18	15	7	11
400	1	6	6	1	0	15	16	13	6	7	15	16	13	6	7	15	16	13	6	7	15	16	13	6	7
600	1	5	5	1	0	11	15	12	6	6	11	15	12	6	6	11	15	12	6	6	11	15	12	6	6
800	0	5	4	1	0	8	14	11	4	6	8	14	11	4	6	8	14	11	4	6	8	14	11	4	6
1,000	0	4	4	0	0	5	14	10	3	4	5	14	10	3	4	5	14	10	3	4	5	14	10	3	4
2,000	0	3	4	0	0	3	8	10	2	4	3	8	10	2	4	3	8	10	2	4	3	8	10	2	4
3,000	0	1	4	0	0	2	8	10	1	4	2	8	10	1	4	2	8	10	1	4	2	8	10	1	4
4,000	0	1	2	0	0	1	7	9	1	4	1	7	9	1	4	1	7	9	1	4	1	7	9	1	4
5,000	0	0	2	0	0	0	4	6	1	2	0	4	6	1	2	0	4	6	1	2	0	4	6	1	2
ชุดควบคุม 1	1	4	2	0	0	16	19	13	10	14	16	19	13	10	14	16	19	13	10	14	16	19	13	10	14
ชุดควบคุม 2	0	3	5	0	0	20	20	20	19	19	20	20	20	19	19	20	20	20	19	19	20	20	20	19	19

หมายเหตุ R: ซ้ำ ชุดควบคุม 1: น้ำเปล่า ชุดควบคุม 2: สารไม่ออกฤทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 51 ผลการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านเป็นระยะเวลา 30 วัน ของผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®

ชุดทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																								
	1 วัน					2 วัน					3 วัน					4 วัน					5 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	18	17	17	17	20	18	17	17	17	20
2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	18	20	19	18	20	18	20	19	18	20
3	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	14	18	15	18	14	14	18	15	18	14
5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20	20
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

เมื่อผลิตภัณฑ์แบบใดมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านน้อยกว่า 20% จะยกเลิกการบันทึกผลในผลิตภัณฑ์แบบนั้น, R: ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 51 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	6 วัน					7 วัน					8 วัน					9 วัน					10 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	17	15	15	14	14	14	12	10	4	16	10	10	2	12	2	5	11	4	2	4	0	5	2	9	5
2	9	11	13	10	10	1	2	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	15	16	20	18	17	11	14	16	5	10	15	14	10	13	2	4	6	2	5	5	0	2	5	1	1
4	1	2	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	19	18	20	20	20	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17	19	19	19	20	20	20	20	20
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

เมื่อผลิตภัณฑ์แบบใดมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านน้อยกว่า 20% จะยกเลิกการบันทึกผลในผลิตภัณฑ์แบบนั้น

R: ซ้ำ - : หยุดการบันทึกผล

ตารางภาคผนวกที่ 51 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																								
	11 วัน					12 วัน					13 วัน					14 วัน					15 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	1	5	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	18	20	20	20	20	20	19	19	18	19	19	19	20	19	19	20	20	20	20	20	19	18	20	20	19
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

เมื่อผลิตภัณฑ์แบบใดมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านน้อยกว่า 20% จะยกเลิกการบันทึกผลในผลิตภัณฑ์แบบนั้น

R: ซ้ำ - : หยุดการบันทึกผล

ตารางภาคผนวกที่ 51 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	16 วัน					17 วัน					18 วัน					19 วัน					20 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

เมื่อผลิตภัณฑ์แบบใดมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านน้อยกว่า 20% จะยกเลิกการบันทึกผลในผลิตภัณฑ์แบบนั้น

R: ซ้ำ - : หยุดการบันทึกผล

ตารางภาคผนวกที่ 51 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	21 วัน					22 วัน					23 วัน					24 วัน					25 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	20	20	19	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	18	20	18	18	20	17	19	18	17	18	19	20
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

เมื่อผลิตภัณฑ์แบบใดมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านน้อยกว่า 20% จะยกเลิกการบันทึกผลในผลิตภัณฑ์แบบนั้น

R: ซ้ำ - : หยุดการบันทึกผล

ตารางภาคผนวกที่ 51 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																									
	26 วัน					27 วัน					28 วัน					29 วัน					30 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	20	19	19	20	20	20	20	19	19	18	19	19	19	18	19	19	20	19	20	20	20	20	18	17	20
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

เมื่อผลิตภัณฑ์แบบใดมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านน้อยกว่า 20% จะยกเลิกการบันทึกผลในผลิตภัณฑ์แบบนั้น

R: ซ้ำ - : หยุดการบันทึกผล

ตารางภาคผนวกที่ 52 จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้านวางในผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เป็นระยะเวลา 30 วัน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®

ชุดทดสอบ	จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้านวาง (ฟอง)																			
	ใส่สารลงในถ้วยทดสอบวันแรก					2 วัน					4 วัน					6 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	9	0	15	3	31	7	10	1	0	28	20	5	1	4	19	0	0	0	0	2
2	0	0	2	45	17	35	2	0	0	1	28	14	5	4	99	337	5	0	100	61
3	1	18	0	21	9	0	13	10	0	19	85	8	14	1	10	47	0	33	0	1
4	0	1	15	2	5	1	0	0	17	2	41	20	64	7	60	41	15	0	2	0
5	87	71	96	348	217	384	94	206	78	74	81	255	392	289	211	170	0	13	0	186
6	121	74	31	36	19	79	55	21	22	130	265	2	44	62	94	102	130	47	9	113

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)
R: ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 52 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้านวาง (ฟอง)																			
	8 วัน					10 วัน					12 วัน					14 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	0	0	1	1	0	0	6	0	0	23	0	0	0	0	4	33	1	24	0	0
2	2	15	3	2	0	0	0	0	20	2	169	69	10	1	171	332	90	94	6	300
3	6	0	0	0	4	22	0	5	0	0	17	2	0	1	4	12	0	0	0	8
4	0	12	8	0	55	70	16	7	3	0	98	0	4	73	10	152	26	0	94	190
5	196	30	53	165	17	31	194	0	19	2	214	28	110	2	69	64	2	51	1	65
6	9	47	8	9	37	48	0	0	77	108	19	0	4	50	144	82	18	18	109	85

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

R: ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 52 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้านวาง (ฟอง)																			
	16 วัน					18 วัน					20 วัน					22 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	18	8	1	0	25	0	3	0	1	4	0	0	1	5	1	10	33	2	0	10
2	40	33	2	2	91	487	38	3	162	70	84	52	494	38	27	44	106	173	29	9
3	17	0	8	1	0	0	0	2	3	0	0	5	8	0	0	4	3	2	10	5
4	523	16	260	2	140	112	14	267	1	130	617	73	9	1	3	158	74	0	8	123
5	325	7	7	42	90	7	69	6	35	61	105	8	5	5	17	136	79	46	33	75
6	45	9	5	0	69	110	0	0	62	15	127	40	5	37	308	4	15	8	16	11

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

R: ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 52 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	จำนวนไข่ที่ยุงลายบ้านวาง (ฟอง)																			
	24 วัน					26 วัน					28 วัน					30 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	0	0	0	0	43	26	12	0	0	56	0	12	1	0	0	0	0	10	1	3
2	27	64	3	33	6	89	12	308	0	4	19	46	78	0	125	218	17	25	45	128
3	5	2	1	0	0	4	0	8	2	0	9	4	1	9	87	0	4	0	12	8
4	0	101	32	523	8	38	2	0	66	169	222	26	242	16	228	125	312	237	0	2
5	42	368	0	53	74	72	1	0	7	0	75	45	3	0	178	89	1	0	57	69
6	119	4	56	1	204	164	1	51	1	0	65	119	4	0	25	0	28	36	84	179

หมายเหตุ 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน

5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

R: ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 53 เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบต่างๆ เป็นระยะเวลา 30 วัน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฆ่าลูกน้ำยุงอะเบท®

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวาง[1/] (ฟอง)																			
	ใส่สารลงในถ้วยทดสอบวันแรก					2 วัน					4 วัน					6 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	0.7	0	1.2	0.2	2.4	0.5	0.8	0.1	0	2.2	0.9	0.2	0	0.2	0.9	0	0	0	0	0.1
2	0	0	0.2	3.5	1.3	2.7	0.2	0	0	0.1	1	0.6	0.2	0.2	4.5	23.8	0.4	0	7.1	4.3
3	0.1	1.4	0	1.6	0.7	0	1	0.8	0	1.5	3.9	0.4	0.6	0	0.5	3.3	0	2.3	0	0.1
4	0	0.1	1.2	0.2	0.4	0.1	0	0	1.3	0.2	1.9	0.9	2.9	0.3	2.7	2.9	1.1	0	0.1	0
5	6.7	5.5	7.4	26.9	16.8	29.8	7.3	16	6.1	5.7	3.7	11.6	17.8	13.1	9.6	12	0	0.9	0	13.2
6	9.4	5.7	2.4	2.8	1.5	6.1	4.3	1.6	1.7	10.1	12	0.1	2	2.8	4.3	7.2	9.2	3.3	0.6	8

หมายเหตุ [1/] เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวางในถ้วยทดสอบแต่ละใบซึ่งได้จากการนำจำนวนไข่ที่ยุงลายบ้านวางในถ้วยทดสอบแต่ละใบไปหารด้วยจำนวนไข่ทั้งหมดที่ยุงลายบ้านวางใน 30 ถ้วยทดสอบ (6 ทรีตเมนต์ 5 ซ้ำ)

เปอร์เซ็นต์ไข่ทั้งหมดที่ยุงลายบ้านวางใน 30 ถ้วยทดสอบ (6 ทรีตเมนต์ 5 ซ้ำ) คิดเป็น 100%

R: ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 53 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวาง[1/] (ฟอง)																			
	8 วัน					10 วัน					12 วัน					14 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	0	0	0.1	0.1	0	0	0.9	0	0	3.5	0	0	0	0	0.3	1.8	0.1	1.3	0	0
2	0.3	2.2	0.4	0.3	0	0	0	0	3.1	0.3	13.3	5.4	0.8	0.1	13.4	17.9	4.8	5.1	0.3	16.2
3	0.9	0	0	0	0.6	3.4	0	0.8	0	0	1.3	0.2	0	0.1	0.3	0.6	0	0	0	0.4
4	0	1.8	1.2	0	8.1	10.7	2.5	1.1	0.5	0	7.7	0	0.3	5.7	0.8	8.2	1.4	0	5.1	10.2
5	28.8	4.4	7.8	24.3	2.5	4.7	29.7	0	2.9	0.3	16.8	2.2	8.6	0.2	5.4	3.4	0.1	2.7	0.1	3.5
6	1.3	6.9	1.2	1.3	5.4	7.4	0	0	11.8	16.5	1.5	0	0.3	3.9	11.3	4.4	1	1	5.9	4.6

หมายเหตุ (ต่อ) 1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 2 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
3 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 4 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งาน
5 = อะเบท® 6 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

ตารางภาคผนวกที่ 53 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวาง[1/] (ฟอง)																			
	16 วัน					18 วัน					20 วัน					22 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	1	0.4	0.1	0	1.4	0	0.2	0	0.1	0.2	0	0	0	0.2	0	0.8	2.7	0.2	0	0.8
2	2.2	1.8	0.1	0.1	5.1	29.3	2.3	0.2	9.7	4.2	4	2.5	23.8	1.8	1.3	3.6	8.6	14.1	2.4	0.7
3	1	0	0.4	0.1	0	0	0	0.1	0.2	0	0	0.2	0.4	0	0	0.3	0.2	0.2	0.8	0.4
4	29.3	0.9	14.6	0.1	7.8	6.7	0.8	16.1	0.1	7.8	29.7	3.5	0.4	0	0.1	12.9	6	0	0.7	10
5	18.2	0.4	0.4	2.4	5	0.4	4.2	0.4	2.1	3.7	5.1	0.4	0.2	0.2	0.8	11.1	6.4	3.8	2.7	6.1
6	2.5	0.5	0.3	0	3.9	6.6	0	0	3.7	0.9	6.1	1.9	0.2	1.8	14.8	0.3	1.2	0.7	1.3	0.9

ตารางภาคผนวกที่ 53 (ต่อ)

ชุดทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ยุงลายบ้านวาง[1/] (ฟอง)																			
	24 วัน					26 วัน					28 วัน					30 วัน				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	0	0	0	0	2.4	2.4	1.1	0	0	5.1	0	0.7	0.1	0	0	0	0	0.6	0.1	0.2
2	1.5	3.6	0.2	1.9	0.3	8.1	1.1	28.2	0	0.4	1.2	2.8	4.8	0	7.6	12.9	1	1.5	2.7	7.6
3	0.3	0.1	0.1	0	0	0.4	0	0.7	0.2	0	0.5	0.2	0.1	0.5	5.3	0	0.2	0	0.7	0.5
4	0	5.7	1.8	29.6	0.5	3.5	0.2	0	6	15.5	13.5	1.6	14.8	1	13.9	7.4	18.5	14	0	0.1
5	2.4	20.8	0	3	4.2	6.6	0.1	0	0.6	0	4.6	2.7	0.2	0	10.9	5.3	0.1	0	3.4	4.1
6	6.7	0.2	3.2	0.1	11.5	15	0.1	4.7	0.1	0	4	7.3	0.2	0	1.5	0	1.7	2.1	5	10.6

ตารางภาคผนวกที่ 54 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อใส่สารลงไปในถ้วยทดสอบวันแรก

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	573.75	114.75	7.03	0**
Error	24	391.74	16.32		
Total	29	965.49	33.29		

CV = 56.82%

** = signification at 1% level

ตารางภาคผนวกที่ 55 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 2 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	628.10	125.62	6.2	0.001**
Error	24	486.13	20.26		
Total	29	1,114.23	38.42		

CV = 62.10%

** = signification at 1% level

ตารางภาคผนวกที่ 56 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 4 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	409.80	81.96	8.96	0**
Error	24	219.67	9.15		
Total	29	629.47	21.71		

CV = 52.39%

** = signification at 1% level

ตารางภาคผนวกที่ 57 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 6 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	227.09	45.42	1.72	0.17 ns
Error	24	632.36	26.35		
Total	29	859.45	29.64		

CV = 101.56%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 58 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 8 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	665.69	133.14	4.8	0.004**
Error	24	666.27	27.76		
Total	29	1,331.96	45.93		

CV = 78.97%

** = signification at 1% level

ตารางภาคผนวกที่ 59 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 10 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	257.17	51.43	1.31	0.29 ns
Error	24	944.92	39.37		
Total	29	1,202.09	41.45		

CV = 121.29%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 60 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 12 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	206.17	41.23	2.07	0.1 ns
Error	24	477.33	19.89		
Total	29	683.50	23.57		

CV = 87.54%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 61 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 14 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	261.08	52.22	3.58	0.015*
Error	24	350.07	14.59		
Total	29	611.15	21.07		

CV = 70.18%

* = signification at 5% level

ตารางภาคผนวกที่ 62 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 16 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	391.31	78.26	2.26	0.08 ns
Error	24	831.19	34.63		
Total	29	1,222.50	42.16		

CV = 92.64%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 63 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 18 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	331.30	66.26	2.06	0.11 ns
Error	24	770.77	32.12		
Total	29	1,102.07	38.00		

CV = 91.21%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 64 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 20 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	252.97	50.59	1.02	0.43 ns
Error	24	1,196.08	49.84		
Total	29	1,449.05	49.97		

CV = 109.77%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 65 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 22 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	205.28	41.06	3.35	0.02*
Error	24	294.14	12.26		
Total	29	499.42	17.22		

CV = 59.04%

* = signification at 5% level

ตารางภาคผนวกที่ 66 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 24 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	240.21	48.04	1.14	0.37 ns
Error	24	1,015.22	42.30		
Total	29	1,255.43	43.29		

CV = 105.59%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 67 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 26 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	183.77	36.75	0.92	0.48 ns
Error	24	957.70	39.90		
Total	29	1,141.47	39.36		

CV = 119.70%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 68 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	232.22	46.44	3.01	0.03*
Error	24	370.61	15.44		
Total	29	602.83	20.79		

CV = 79.18%

* = signification at 5% level

ตารางภาคผนวกที่ 69 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ยที่ยุงลายบ้านวางในสารทดสอบทุกชนิด เมื่อสารมีอายุในถ้วยทดสอบ 30 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Prob. of > F
Treatment	5	225.87	45.17	2.31	0.08 ns
Error	24	468.84	19.54		
Total	29	694.71	23.96		

CV = 87.02%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 70 จำนวนลูกน้ำยุงลายบ้านที่ตายในสารทดสอบทุกชนิดที่เวลา 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง เมื่อนำมาทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง

ชุดทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตาย (ตัว)																			
	24 ชั่วโมง				48 ชั่วโมง				72 ชั่วโมง				96 ชั่วโมง				120 ชั่วโมง			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
5	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
8	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
9	50	50	50	47	50	50	50	47	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
10	0	1	0	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	1	0	0

หมายเหตุ (อยู่หน้าถัดไป)

หมายเหตุ

1 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 2,000 ppm

2 = น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 4,000 ppm

3 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 800 ppm

4 = ผลิตภัณฑ์น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 1,600 ppm

5 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 4,000 ppm

6 = สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ความเข้มข้น 8,000 ppm

7 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 2,000 ppm

8 = ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างแบบของเหลวพร้อมใช้งานที่ความเข้มข้น 4,000 ppm

9 = อะเบท®

10 = ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

R: ซ้ำ

การหาค่า HLB ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

ค่า HLB ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างสามารถหาได้โดยใช้สูตร (Fox, 1974)

HLB = 20 [1-(S/A)]

จากสูตร S เป็นค่า saponification value คือ ปริมาณของด่างที่ทำให้ตัวอย่าง (น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง) กลายเป็นสบู่ หรืออีกความหมายหนึ่งคือ ปริมาณของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide; KOH) ที่ทำให้น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างกลายเป็นสบู่ ขั้นตอนในการทดสอบหาค่า S มีวิธีการโดยชั่งน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 1.5 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ (flask) เติมตัวทำละลาย 0.5 N alcoholic potassium hydroxide 25.0 มิลลิลิตร ลงไป นำไปผ่านกระบวนการผันกลับของปฏิกิริยา (reflux) เป็นเวลา 30 นาที ในขณะเดียวกันใส่ 0.5 N alcoholic potassium hydroxide ลงไปในขวดอีกใบหนึ่งเพื่อใช้เป็นชุดเปรียบเทียบ (blank) หลังจากนั้นนำทั้งชุดทดสอบและชุดเปรียบเทียบไปเติมฟีนอล์พทาลีนทีเอส (phenolpthalein TS) 1 มิลลิลิตร เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัด (indicator) สำหรับการไตเตรท (titrate) จากนั้นไตเตรทชุดทดสอบและชุดเปรียบเทียบด้วย 0.5 N HCl จนกระทั่งถึงจุดยุติ จดบันทึกปริมาณของ 0.5 N HCl ที่ใช้ในการไตเตรทชุดทดสอบและชุดเปรียบเทียบ นำไปคำนวณหาค่า saponification value (S) จากสูตร (Anonymous, 1989 b)

saponification value (S) = [(B-O) x N x 56.1] / W

โดยที่ B = ปริมาณของ 0.5 N HCl ที่ใช้ในการไตเตรทชุดเปรียบเทียบ (มิลลิลิตร)

O = ปริมาณของ 0.5 N HCl ที่ใช้ในการไตเตรทชุดทดสอบ (น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง) (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ใช้ทดสอบ (กรัม)

N = ค่า normality ของ 0.5 N HCl (โมล/ลิตร)

และจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ค่าต่างๆ ดังนี้

B = 25.22 มิลลิลิตร

O = 22.51 มิลลิลิตร

W = 1.5093 กรัม

N = 0.5 โมล/ลิตร

นำค่าดังกล่าวมาแทนในสูตรการหาค่า saponification value (S) ได้ดังนี้

$$= \frac{[(25.22 - 22.51) \text{ มิลลิลิตร} \times [0.5 \times (1{,}000 \text{ มิลลิกรัม}/1{,}000 \text{ มิลลิลิตร})] \times 56.1 \text{ กรัม}]}{1.5093 \text{ กรัม}}$$

= 50.37 มิลลิกรัม

ได้ค่า saponification value (S) ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเท่ากับ 50.37 มิลลิกรัม

ส่วนค่า A เป็นค่า acid value คือ ปริมาณของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำให้กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) มีฤทธิ์เป็นกลาง ขั้นตอนในการทดสอบหาค่า A มีวิธีการโดยชั่งน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง 10.0 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ เติม 50:50 (v/v) alcohol:ether เพื่อใช้เป็นตัวทำละลาย ในขณะเดียวกันใส่ 50:50 (v/v) alcohol:ether ลงไปในขวดอีกใบหนึ่งเพื่อใช้เป็นชุดเปรียบเทียบ เติมฟีนอล์พทาลีน 1 มิลลิลิตร เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดสำหรับการไตเตรท หลังจากนั้นไตเตรทชุดทดสอบและชุดเปรียบเทียบด้วย 0.1 N KOH จนกระทั่งถึงจุดยุติ จดบันทึกปริมาณของ 0.1 N KOH ที่ใช้ในการไตเตรทชุดทดสอบและชุดเปรียบเทียบ นำไปคำนวณหาค่า acid value จากสูตร (Anonymous, 1989 a)

$$\text{acid value (A)} = [(O-B) \times N \times 56.1] / W$$

โดยที่ O = ปริมาณของ 0.1 N KOH ที่ใช้ในการไตเตรทชุดทดสอบ (น้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง) (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณของ 0.1 N KOH ที่ใช้ในการไตเตรทชุดเปรียบเทียบ (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างที่ใช้ทดสอบ (กรัม)

N = ค่า normality ของ 0.1 N KOH (โมล/ลิตร)

และจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ค่าต่างๆ ดังนี้

O = 134.83 มิลลิลิตร

B = 0.35 มิลลิลิตร

W = 5.0068 กรัม

N = 0.1 โมล/ลิตร

นำค่าดังกล่าวมาแทนในสูตรการหาค่า acid value (A) ได้ดังนี้

$$= \frac{[(134.83 - 0.35) \text{ มิลลิลิตร} \times [0.1 \times (1{,}000 \text{ มิลลิกรัม}/1{,}000 \text{ มิลลิลิตร})] \times 56.1 \text{ กรัม}]}{5.0068 \text{ กรัม}}$$

= 150.68 มิลลิกรัม

ได้ค่า acid value (A) ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเท่ากับ 150.68 มิลลิกรัม

นำทั้งค่า S และ A ที่ได้มาแทนในสูตรการหาค่า HLB ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างได้ดังนี้

HLB = 20[1 – (50.37 มิลลิกรัม / 150.68 มิลลิกรัม)]

= 13.31

ดังนั้นค่า HLB ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้างเท่ากับ 13.31

การแทนค่า Required HLB เพื่อคำนวณความเข้มข้นของสารอีมัลซิฟายเออร์ที่ใช้ผสมในผลิตภัณฑ์แบบของเหลวพร้อมใช้งาน

การแทนค่า Required HLB สามารถใช้คำนวณค่าอีมัลซิฟายเออร์ที่ใช้ด้วยสูตรต่อไปนี้

Required HLB = [(% volume A) x (HLB A)] + [(% volume B) x (HLB B)]

โดยที่ Required HLB = ค่า HLB ของน้ำมันเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง

% volume A = ความเข้มข้นของ Tween® 80 (กำหนดให้เท่ากับ x)

HLB A = ค่า HLB ของ Tween® 80

% volume B = ความเข้มข้นของ Span® 80 (กำหนดให้เท่ากับ 1 – x)

HLB B = ค่า HLB ของ Span® 80

นำค่าดังกล่าวมาแทนในสูตรดังนี้

13.31 = 15x + 4.3(1 – x)

9.01 = 10.7x

x = 0.84 (คิดเป็น 84%)

1 – x = 0.16 (คิดเป็น 16%)

ดังนั้นความเข้มข้นของ Tween® 80 ที่ใช้ในสูตรผสมเท่ากับ 84% และ Span® 80 เท่ากับ 16 % ของปริมาณสารอีมัลซิฟายเออร์ทั้งหมดที่ใช้ในสูตรผสม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายเอกราช แก้วนางโอ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4842078

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2547

ทุนวิจัยที่ได้รับระหว่างการศึกษา

ทุนวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และงบประมาณแผ่นดินปี 2549-2550

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. ประสิทธิภาพของน้ำมันและสารสกัดเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) ในการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linnaeus)
เอกราช แก้วนางโอ อรัญ งามผ่องใส สุนทร พิพิธแสงจันทร์ สนั่น ศุภธีรสกุล และธีระพล ศรีชนะ
ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ‘อารักขาพืชไทยใต้ร่มพระบารมี’

2. Oviposition deterrence of Thiam, *Azadirachta excelsa* Jack.) seed products on mosquito, *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae)
Kaewnang-O, E., Ngampongsai, A., Subhadhirasakul, S. and Srichana, T.
ใน The sixth regional IMT-GT uninet conference 2008 Penang, Malaysia