สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันการวางไข่ การกำจัดตัวอ่อนและตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linn.) ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) และยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus* Peyton and Harrison)

OVIPOSITION DETERRENT AND INSECTICIDAL EFFECT OF HERBAL ESSENTIAL OILS AGAINST *Aedes aegypti* Linn., *Culex quinquefasciatus* Say AND *Anopheles dirus* Peyton and Harrison

T133791

ศิริภรส์ ผสมกุศลศีล

SIRIPORN PHASOMKUSOLSIL

วท
ด ๒๖๗
๒๕๕๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...133791
วัน,เดือน,ปี..30 ก.ค. 2557

.b.12601965
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชากีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2556

KMITL-2013-AG-D-063-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2013

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันการวางไข่ การกำจัดตัวอ่อนและตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linn.) ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) และยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus* Peyton and Harrison)
ชื่อนักศึกษา	นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล
รหัสประจำตัว	52640201
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	กีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม
พ.ศ.	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. มยุรา สุนย์วีระ

บทคัดย่อ

จากการวิจัยศึกษาเรื่อง ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ กระดังงา (*Cananga odorata*) กานพลู (*Syzygium aromaticum*) ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus*) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus citriodora*) ส้ม (*Citrus sinensis*) และโหระพา (*Ocimum basilicum*) ผสมในน้ำมันถั่วเหลือง ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ซึ่งมีผลต่อการกำจัด การไล่และป้องกันการกัดของยุงตัวเต็มวัย, การป้องกันการวางไข่ และการป้องกันกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*), ยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) จากผลการศึกษาคุณสมบัติในการกำจัดยุงตัวเต็มวัย โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพทำให้ยุงลายบ้านสลบได้อย่างรวดเร็วที่สุด โดยมีค่า KT_{50} น้อยกว่า 1 นาที และภายหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพทำให้ยุงลายบ้านตายได้ถึง 100% และมีค่า LC_{50} น้อยกว่า 0.1% ในขณะที่ผลการศึกษาความไวของยุงก้นปล่องต่อน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน พบว่ามีค่า KT_{50} น้อยกว่า 1 นาที และค่า LC_{50} น้อยกว่า 0.1% ในขณะที่ยุงรำคาญ มีค่า KT_{50} น้อยกว่า 1 นาที และค่า LC_{50} เท่ากับ 2.2%

นอกจากนี้ผลการทดสอบคุณสมบัติการไล่และการป้องกันยุงกัด โดยศึกษาถึงประสิทธิภาพการไล่ ระยะเวลาป้องกันการกัด และอัตราการป้องกันการกัด ด้วยวิธีการหยดน้ำมันหอมระเหยลงบนแขนผู้ทดสอบ ในปริมาณสารต่อพื้นที่ทดสอบเท่ากับ 0.02, 0.10 และ 0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพสูงสุดในการการไล่และการป้องกันการกัดของยุงทั้ง 3 ชนิด จากผลการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กานพลู และโหระพามีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่ยุงลายบ้าน โดยมีค่า ED_{50} น้อยกว่า 0.045 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่ยุงก้นปล่อง ซึ่งมีค่า ED_{50} น้อยกว่า 0.068 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร เช่นเดียวกับยุงรำคาญ โดยมีค่า ED_{50} น้อยกว่า 0.003 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร จากการทดสอบด้วยวิธีการยื่นมือเข้ากรง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านความเข้มข้น 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้าน ยุงก้นปล้อง และยุงรำคาญกัดได้นานสูงสุด 72 นาที 132 นาที และ 84 นาที ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าอัตราการไล่ยุงเพิ่มขึ้นและระยะเวลาป้องกันการกัดยาวนานขึ้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มสูงขึ้น

จากการศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยต่อการป้องกันการวางไข่ของยุงตัวเต็มวัยและการฟักไข่ยุง โดยใช้ค่าดัชนีชี้วัดการเป็นสารไล่หรือสารดึงดูดยุงตัวเต็มวัยเพื่อนำมาวางไข่ (OAI) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงามีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันการวางไข่ของยุงตัวเต็มวัยและการฟักไข่ยุง จากผลการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส โหระพา และกานพลู มีคุณสมบัติเป็นสารไล่ยุงในการป้องกันการวางไข่ได้ดี ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันการวางไข่โดยสามารถป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญได้ถึง 99.4%, 97.1% และ 100% ตามลำดับ และมีผลต่ออัตราการฟักไข่ยุงลดลงถึง 10.4%, 0.8% และ 1.1% ตามลำดับ

ในขณะที่ การศึกษาคุณสมบัติการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่ง โดยวิธีการหยดสารทดสอบลงในน้ำ (Dipping bioassay) เพื่อศึกษาอัตราการตาย และค่า LT_{50} พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงทั้ง 3 ชนิด โดยสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 6.3, 12.0 และ 21.3 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่ลูกน้ำยุงก้นปล่องพบอัตราการตาย 100% และมีค่า LT_{50} เท่ากับ 0.9 ชั่วโมงที่มีผลต่อลูกน้ำวัยที่ 3, 5 ชั่วโมงที่มีผลต่อลูกน้ำวัยที่ 4 และ 0.02 ชั่วโมงที่มีผลต่อตัวโม่ง นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ความเข้มข้น 10% สามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ได้หมดทั้งสิ้น 100% โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 2.8 ชั่วโมง (กานพลู) และ 2.9 ชั่วโมง (ตะไคร้บ้าน) ตามลำดับ และสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ได้หมดทั้งสิ้น 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 2.3 ชั่วโมง (กานพลู) และ 2.2 ชั่วโมง (ตะไคร้บ้าน) ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวโม่งยุงรำคาญ โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 12.6 ชั่วโมง (กานพลู) และ 12.9 ชั่วโมง (ตะไคร้บ้าน) ตามลำดับ

ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านจึงมีคุณสมบัติในการเป็นสารไล่และสารกำจัดยุงตัวเต็มวัยได้ดี ในขณะที่ น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงามีคุณสมบัติเป็นสารป้องกันการวางไข่และการฟักไข่ยุง และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีคุณสมบัติในการเป็นสารกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งได้ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Oviposition deterrent and insecticidal effect of herbal essential oils against *Aedes aegypti* Linn., *Culex quinquefasciatus* Say and *Anopheles dirus* Peyton and Harrison.
Student	Ms. Siriporn Phasomkusolsil
Student ID.	52640201
Degree	Doctor of Philosophy
Program	Entomology and Environment
Year	2013
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Mayura Soonwera

ABSTRACT

Seven herbal essential oils consisting of *Cananga odorata* (ylang ylang), *Citrus sinensis* (orange), *Cymbopogon citratus* (lemongrass), *Cymbopogon nardus* (citronella grass), *Eucalyptus citriodora* (eucalyptus), *Ocimum basilicum* (sweet basil) and *Syzygium aromaticum* (clove), were tested for their repellency, oviposition deterrent and insecticidal effects against *Aedes aegypti*, *Anopheles dirus* and *Culex quinquefasciatus*. Each was applied at three dose rates, which 1, 5 and 10% in soybean oil. These essential oils were tested for their toxicity against mosquitoes using the WHO standard susceptibility test. The results revealed that *C. citratus* exhibited the KT_{50} values indicating the highest effectiveness against the three species. In addition, *C. citratus* oil possessed high insecticidal with LC_{50} values of <0.1, <0.1 and 2.22%, for *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*, respectively.

Meanwhile, the repellency to female mosquitoes of the seven essential oils was assessed by the repellent potency, protection time and mosquito biting rates. Topical applications of the three dose concentrations (0.02, 0.10 and 0.21 $\mu L/cm^2$) were made on the forearms of volunteers. The results showed that *C. citratus*, *C. nardus*, *S. aromaticum* and *Ocimum basilicum* exhibited high repellency against *Ae. aegypti* with ED_{50} at <0.045 $\mu L/cm^2$, whereas *C. citratus*, *C. nardus* and *S. aromaticum* showed repellency against *An. dirus* with ED_{50} at <0.068 $\mu L/cm^2$. *C. citratus*, *C. nardus*, *S. aromaticum*, *O. basilicum* and *C. odorata* gave strong effective dose (ED_{50}) values

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

at <0.003 μL/cm^2 when tested against *Cx. quinquefasciatus*. When testing by the arm in cage method, at 0.21 μL/cm^2, *C. citratus* gave the longest lasting protection time against each mosquito species, 72 min. for *Ae. aegypti*, 132 min. for *An. dirus* and 84 min. for *Cx. quinquefasciatus*. The percentage repellency increased when the concentration of essential oils was increased. *C. citratus* exhibited high efficiency for protection time and percentage of biting deterrent against the 3 mosquito species.

Besides the effects of oviposition-deterrent and ovicidal from the seven essential oils, three mosquito vectors were also evaluated. The oviposition activity index (OAI) values of six essential oils, namely *C. odorata*, *C. citratus*, *C. nardus*, *E. citriodora*, *O. basilicum* and *S. aromaticum*, indicated that there was more deterrence than the control, whereas *C. sinensis* oil acted as an oviposition attractant. At a higher concentration (10%) of *C. odorata*, the percent effective repellency (ER) against oviposition were high at 99.4% towards *Ae. aegypti*, 97.1% towards *An. dirus* and 100% towards *Cx. quinquefasciatus*. The results showed that the mean number of eggs were lower in treated versus untreated water. In addition, there was an inverse relationship between the essential oil concentrations and ovicidal activity. As the concentration of essential oils, the hatching rate decreased. *C. odorata* at 10% conc. gave a minimum egg hatch of 10.4% (for *Ae. aegypti*), 0.8% (for *An. dirus*) and 1.1% (for *Cx. quinquefasciatus*). The results clearly revealed that *C. odorata* served as a potential oviposition-deterrent against all 3 mosquito species.

Hence, the larvicidal and pupicidal effect of herbal essential oils were tested against third instar, fourth instar, and the pupal stages of mosquitoes, by dipping bioassays. This experiment was conducted to determine mortality rates and LT_{50} values under laboratory conditions. At all concentrations, *S. aromaticum* oil proved the most effective against all three evaluated *Ae. aegypti* stages. The 10% concentration provided the lowest LT_{50} values at 6.3 hours (third instar), 12.0 hours (fourth instar), and 21.3 hours for the pupal stage. This essential oil had the highest larvicidal and pupicidal activities with 100% mortality of the third instar, fourth instar and pupal stages of *An. dirus*. The 10% concentration also produced the shortest LT_{50} values of 0.9 hour

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(third instar), 5.0 hours (fourth instar), and 0.02 hour for the pupal stage. Both *S. aromaticum* and *C. citratus* exhibited equivalent high toxicity against *Cx. quinquefasciatus* with LT_{50} at 2.8 and 2.9 hours (third instar), 2.3 and 2.2 hours (fourth instar), and 12.6 and 12.9 hours for the pupal stage, respectively. The conclusion is that *S. aromaticum* oil proved the most effective herbal essential oil against all immature stages of the three evaluated mosquito species.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. มยุรา สุนย์วีระ ซึ่งเป็นอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการค้นคว้าวิจัย ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำด้านต่างๆ เกี่ยวกับงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เกษม สร้อยทอง รองศาสตราจารย์ ดร.สุเม อรัญนารถ รองศาสตราจารย์ ดร.วรเดช จันทรสร และดร.ลำแพน ขวัญพูล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไข และสอบวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณหัวหน้าแผนกกีฏวิทยา และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเลี้ยงยุงทดลอง คุณจารุวรรณ ต๊ะวงศ์ คุณกาญจนา พันธุวัฒนา คุณนันตพร มลการนา คุณยศศศิน เกตุมณี คุณวีระพันธ์ คงตาก คุณณัฐพล ดำแดงดี จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ทหาร กรมแพทย์ทหารบก ฝ่ายสหรัฐอเมริกา (USAMC-AFRIMS) ที่ให้ความช่วยเหลือในการผลิตยุงเพื่อใช้ทดสอบ และอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ ในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จด้วยดี

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อยู่เกีย แซ่เล้า และคุณแม่สายใจ แซ่ตั้ง ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด รวมทั้งนาวาอากาศโทศิรวิช ผสมกุศลศีล (สามี) และด.ช.สิปปวิชญ์ ผสมกุศลศีล (บุตร) ผู้ให้ความรัก ความห่วงใย และความเข้าใจ อันเป็นกำลังใจที่สำคัญ รวมถึงพี่ น้อง และเพื่อน หลักสูตรกีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม ที่ให้การสนับสนุนจนการศึกษาวิทยานิพนธ์สำเร็จในที่สุด

การทดลองวิจัยในครั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก “สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประเภททุนบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2554” “สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเภททุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ ประจำปี 2554” และ “คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเภททุนวิจัยบัณฑิตศึกษา” ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ศิริภรส์ ผสมกุศลศีล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... IV

กิตติกรรมประกาศ..... VII

สารบัญ..... VIII

สารบัญตาราง..... XII

สารบัญภาพ..... XIX

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุง..... 4

2.2 รูปร่างลักษณะ (morphology)..... 4

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงลายและความสำคัญทางการแพทย์..... 9

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงก้นปล่องและความสำคัญทางการแพทย์..... 16

2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงรำคาญและความสำคัญทางการแพทย์..... 23

2.6 พืชสมุนไพรที่ใช้ทดสอบ..... 31

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 53

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 62

3.1 การเตรียมอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย..... 62

3.1.1 การเพาะพันธุ์ยุงในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการทดลอง..... 62

3.1.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร..... 66

3.1.3 การทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร..... 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด..... 66

3.1.5 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย ในการป้องกันการวางไข่และการฟักไข่ 67

3.1.6 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง 67

3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย 72

3.2.1 การเพาะพันธุ์ยุงในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการทดลอง..... 72

3.2.2 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 73

3.2.3 การทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร..... 82

3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด..... 86

3.2.5 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่และการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ..... 92

3.2.6 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ..... 97

3.3 สถานที่ดำเนินงานวิจัย..... 100

3.4 ระยะเวลาการทดลอง..... 100

บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 107

4.1 ผลการทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร (Susceptibility test)..... 107

4.1.1 ผลการทดสอบความไวของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร..... 107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2 ผลการทดสอบความไวของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร..... 112

4.1.3 ผลการทดสอบความไวของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร..... 117

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด..... 122

4.2.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการไล่ยุงแบบ Dose-response study..... 122

4.2.2 ผลการทดสอบหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด (Protection time)..... 129

4.2.3 ผลการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ กัน..... 145

4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่และการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ. 151

4.3.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ..... 151

4.3.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการฟักไข่..... 164

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ..... 171

4.4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารกำจัดลูกน้ำยุงและตัวโม่ง (Larvicidal and Pupicidal activity) 171

4.4.2 ผลการศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อลูกน้ำวัยที่ 3 และวัยที่ 4 ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ..... 234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตายของลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ..... 251

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย..... 260

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย..... 269

บรรณานุกรม..... 272

ภาคผนวก..... 287

ภาคผนวก ก แบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสามัคร..... 288

ภาคผนวก ข การเตรียมอาหารปลาป่นสำหรับเลี้ยงลูกน้ำยุงก้นปล่อง..... 294

ภาคผนวก ค การเตรียมน้ำหวานสำหรับเลี้ยงยุงตัวเต็มวัย..... 294

ภาคผนวก ง วิธีการให้เลือดแบบเทียม (Membrane feeding technique)..... 295

ภาคผนวก จ วิธีการผสมพันธุ์เทียม (Artificial mating technique)..... 296

ภาคผนวก ฉ-1 แบบฟอร์มการทดความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร..... 297

ภาคผนวก ฉ-2 แบบฟอร์มการบันทึกระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด..... 298

ภาคผนวก ฉ-3 แบบฟอร์มการบันทึกระยะเวลาในการฆ่าลูกน้ำยุง โดยวิธี Dipping Bioassay..... 299

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์..... 300

ประวัติผู้เขียน..... 363

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อแตกต่างระหว่างยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ.....	30
2.2	ความแตกต่างระหว่างพืชสมุนไพรตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม.....	43
3.1	ปริมาณอาหารปลาทั้งแบบชนิดเม็ดสำหรับลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญ และอาหารปลาแบบป่นสำหรับลูกน้ำยุงก้นปล่อง.....	80
3.2	ขั้นตอนการเพาะพันธุ์ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ.....	81
3.3	รายละเอียดแผนงานและระยะเวลาในการศึกษาทดลอง.....	106
4.1	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที.....	109
4.2	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง.....	110
4.3	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที.....	114
4.4	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง.....	115
4.5	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบของตัวเต็มวัยยุงรำคาญหลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที.....	119
4.6	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงรำคาญ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง.....	120
4.7	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน.....	123
4.8	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง.....	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ	127
4.10	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่ การกัดและการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน	131
4.11	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านกัด หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90 และ 120 นาที	132
4.12	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านเกาะ หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90 และ 120 นาที	133
4.13	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่ การกัดและการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง	136
4.14	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องกัด หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที	137
4.15	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องเกาะ หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที	138
4.16	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่ การกัดและการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ	141
4.17	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญกัด หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที	142
4.18	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญเกาะ หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.19	ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมีย ยุงลายบ้าน	146
4.20	ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมีย ยุงก้นปล่อง	148
4.21	ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุง รำคาญ	150
4.22	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน	154
4.23	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง	158
4.24	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ	162
4.25	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงลายบ้าน	165
4.26	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงก้นปล่อง	167
4.27	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงรำคาญ	169
4.28	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการ ตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3	172
4.29	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการ ตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3	173
4.30	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการ ตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3	174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.31	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4	179
4.32	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4	180
4.33	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4	181
4.34	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน	186
4.35	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน	187
4.36	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน	188
4.37	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	193
4.38	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	194
4.39	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	195
4.40	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	200
4.41	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	201
4.42	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	202
4.43	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง	207
4.44	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง	208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.45	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง.....	209
4.46	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3.....	214
4.47	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3.....	215
4.48	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3.....	216
4.49	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4.....	221
4.50	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4.....	222
4.51	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4.....	223
4.52	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ.....	228
4.53	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ.....	229
4.54	ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ.....	230
4.55	ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3.....	236
4.56	ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4.....	239

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.57	ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	241
4.58	ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	244
4.59	ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3	247
4.60	ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4	250
4.61	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3	251
4.62	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4	252
4.63	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายตัวโม่งยุงลายบ้าน	253
4.64	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	254
4.65	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	255
4.66	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายตัวโม่งยุงก้นปล่อง	256
4.67	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3	257
4.68	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4	258

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.69	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายตัวโม่งยุงรำคาญ.....	259

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	วงจรชีวิตยุง	5
2.2	โครงสร้างภายนอกยุงตัวเต็มวัยเพศเมีย	5
2.3	ลักษณะไข่ยุงชนิดต่างๆ	8
2.4	โครงสร้างลูกน้ำยุง	8
2.5	โครงสร้างตัวโม่งยุง	8
2.6	ไข่ยุงลายบ้าน	13
2.7	ลูกน้ำยุงลายบ้าน	13
2.8	ตัวโม่งยุงลายบ้าน	14
2.9	ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย	14
2.10	แหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย	15
2.11	อาการของผู้ป่วยไข้เลือดออก	15
2.12	ไข่ยุงก้นปล่อง	19
2.13	ลูกน้ำยุงก้นปล่อง	19
2.14	ตัวโม่งยุงก้นปล่อง	20
2.15	ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง	20
2.16	แหล่งเพาะพันธุ์ยุงก้นปล่อง	21
2.17	พื้นที่การระบาดของโรคมาลาเรียคือ จังหวัดบริเวณชายแดนไทย-พม่า และไทย-กัมพูชา	22
2.18	วงจรเชื้อไข้มาลาเรีย (Life cycle of *P. falciparum*)	22
2.19	ไข่ยุงรำคาญ (Raft)	26
2.20	ลูกน้ำยุงรำคาญ	26
2.21	ตัวโม่งยุงรำคาญ	27
2.22	ตัวเต็มวัยยุงรำคาญ	27
2.23	แหล่งเพาะพันธุ์ยุงรำคาญ	28
2.24	วงจรชีวิตโรคเท้าช้าง	29
2.25	อาการโรคเท้าช้างจากเชื้อ *W. bancrofti*	29
2.26	กระดังงา (*Cananga odorata* (Lamk) Hook. f. & Thomson var. *odorata*)	33
2.27	กานพลู (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry)	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.28	ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* (DC.) Staph).....	39
2.29	ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle).....	42
2.30	ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus citriodora* Hook.).....	46
2.31	ส้ม *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.....	49
2.32	โหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.).....	52
3.1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงลูกน้ำยุง.....	63
3.2	เครื่องวัดความชื้น (Hygrothermograph: Cole-Parmer®).....	64
3.3	อาหารเลี้ยงลูกน้ำและอาหารยุงตัวเต็มวัย.....	64
3.4	กรงเลี้ยงยุง ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร.....	65
3.5	อุปกรณ์ในการวางไข่.....	65
3.6	น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร จำนวน 7 ชนิดที่นำมาทดสอบ.....	68
3.7	ชุดอุปกรณ์ทดสอบความไว (WHO standard susceptibility test kit).....	69
3.8	กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1.....	69
3.9	หลอดดูดยุงเพศเมีย (Aspirator).....	69
3.10	อุปกรณ์กล่องทดสอบยุง K&D Module.....	70
3.11	ถุงมือยาง เจาะช่องขนาด 3 x 10 เซนติเมตร.....	70
3.12	ไมโครปิเปตต์ (Micropipette).....	70
3.13	Pipette tips (Wheaton®).....	70
3.14	กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereomicroscope; OLYMPUS®).....	71
3.15	ถ้วยพลาสติกสำหรับทดสอบ.....	71
3.16	Temephos (ทรายอะเบท®).....	71
3.17	แผนผังการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร วิธีการต่างๆ ต่อยุงทั้ง 3 ชนิด.....	75
3.18	วิธีการแช่ไข่ยุงในถาดพลาสติก (ก) และใช้น้ำ 1.5 ลิตรต่อไข่ยุง 150-200 ฟอง (ข).....	76
3.19	วิธีการให้อาหารปลาป่นด้วยช้อนตวงอาหารสำหรับลูกน้ำยุงก้นปล่อง.....	76
3.20	วิธีการซับคราบน้ำมันบนผิวน้ำของถาดเลี้ยงลูกน้ำยุง (ก) และแผ่นฟิลม์หรือคราบน้ำมันบนผิวน้ำในถาดเลี้ยงลูกน้ำยุง (ข-ค).....	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.21	วิธีการใช้หลอดแก้วดูดตัวโม่ง (ก) และเก็บตัวโม่งในถ้วยพลาสติก จำนวน 250 ตัวต่อถ้วย (ข)	77
3.22	การวางถ้วยที่มีตัวโม่งไว้ในกรงเลี้ยงยุง พร้อมให้น้ำหวาน 5% สำหรับตัวเต็มวัย	78
3.23	วิธีการให้เลือดยุงผ่านเมมเบรน (Artificial membrane feeding method)	78
3.24	การผสมเทียมยุงก้นปล่อง (Artificial mating)	79
3.25	เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย (LabHEAT®)	79
3.26	ขั้นตอนการทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ	85
3.27	ขั้นตอนการทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงแบบ Dose-response study	90
3.28	ขั้นตอนการทดสอบหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด	91
3.29	ขั้นตอนการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่ของยุงทั้ง 3 ชนิด	95
3.30	ขั้นตอนการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการยับยั้งการฟักไข่	96
3.31	ขั้นตอนการทดลองประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงแต่ละชนิด โดยวิธี Dipping bioassay	101
3.32	ลักษณะการตายแบบ Normal larvae (NL)	102
3.33	ลักษณะการตายแบบ Deformed larvae (DL)	102
3.34	ลักษณะการตายแบบ Larval-pupal intermediate (LP)	103
3.35	ลักษณะการตายแบบ White pupa (WP)	103
3.36	ลักษณะการตายแบบ Deformed pupa (DP)	104
3.37	ลักษณะการตายแบบ Dead normal brown pupa (BP)	104
3.38	ลักษณะการตายแบบ Adult attached to the pupal stage (PA)	105
4.1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ความเข้มข้น 1% (ก), 5% (ข) และ 10% (ค) ต่อการสลบของยุงลายบ้านเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที	111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.2	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ความเข้มข้น 1% (ก), 5% (ข) และ 10% (ค) ต่อการสลบของยุงก้นปล่องเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที	116
4.3	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ความเข้มข้น 1% (ก), 5% (ข) และ 10% (ค) ต่อการสลบของยุงรำคาญเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที	121
4.4	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน	128
4.5	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียก้นปล่อง	128
4.6	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ	128
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน	144
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง	144
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ	144
4.10	คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อการดึงดูด และการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน	163
4.11	คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อการดึงดูด และการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง	163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.12	คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อการดึงดูด และการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ	163
4.13	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ที่มีผลต่ออัตราการฟักไข่ยุงลายบ้าน	170
4.14	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ที่มีผลต่ออัตราการฟักไข่ยุงก้นปล่อง	170
4.15	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 11%, 5% และ 10% ที่มีผลต่ออัตราการฟักไข่ยุงรำคาญ	170
4.16	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3	175
4.17	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3	176
4.18	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3	177
4.19	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4	182
4.20	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4	183
4.21	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4	184
4.22	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน	189
4.23	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน	190
4.24	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน	191
4.25	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	196

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.26	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	197
4.27	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3	198
4.28	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	203
4.29	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	204
4.30	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4	205
4.31	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง	210
4.32	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง	211
4.33	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง	212
4.34	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3	217
4.35	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3	218
4.36	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3	219
4.37	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4	224
4.38	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4	225
4.39	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4	226

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.40	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ	231
4.41	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ	232
4.42	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ	233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน โลกมีสภาพอากาศที่ร้อนมากกว่าเดิม เกิดสภาวะโลกร้อนไปในทุกๆ ประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย ส่งผลกระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งแมลงทำให้มีการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วและเพิ่มการระบาดในแหล่งต่างๆ ที่ไม่เคยระบาดมาก่อน โดยเฉพาะแมลงที่เป็นพาหะนำโรคร้ายมาสู่มนุษย์ ดังเช่น ยุง นั้นพบว่ามีการแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็วและก่อให้เกิดปัญหาทางสาธารณสุขเป็นอย่างมาก ซึ่งในประเทศไทยมียุงมากกว่า 400 ชนิด แต่ชนิดที่เป็นศัตรูหลักมีความสำคัญอย่างมาก ได้แก่ ยุงลาย ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง ซึ่งยุงทั้งสามชนิดนี้เป็นพาหะนำโรคร้ายต่างๆ มาสู่มนุษย์ เช่น ไข้เลือดออก โรคเท้าช้าง และโรคมาลาเรีย เป็นต้น โดยเฉพาะไข้เลือดออกที่มียุงลายเป็นพาหะนำโรคนั้นมีการระบาดรุนแรงในประเทศไทยเพิ่มขึ้นมากทุกๆ ปี ในปี 2554 มีผู้ป่วยไข้เลือดออกมากกว่า 29,000 คน หากผู้ป่วยเหล่านี้มาทำการรักษาไม่ทันก็มีผลทำให้เสียชีวิตได้ โดยในภาคกลางพบผู้ป่วยไข้เลือดออกมากที่สุด รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ (สำนักระบาดวิทยา. 2554) สำหรับยุงก้นปล่องที่เป็นพาหะนำโรคมาลาเรียนั้น พบว่ายุงก้นปล่องคุกคามชีวิตคนทั่วโลกมากมาย เพราะในแต่ละปีมีประชากรทั่วโลกเจ็บป่วยด้วยไข้มาลาเรียมากกว่า 300 ล้านคน และเสียชีวิตจากโรคนี้มากกว่า 1 ล้านคน (Guthmann *et al*. 2007) ซึ่งในประเทศไทยนั้น ในปี 2554 มีผู้คนเจ็บป่วยจากโรคมาลาเรียมากกว่า 20,000 คน โดยส่วนมากเป็นประชากรที่อาศัยในจังหวัดชายแดนติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน คือชายแดนติดต่อกับพม่า กัมพูชา และมาลาเรีย ซึ่งประชากรในจังหวัดตากพบว่าเจ็บป่วยจากโรคมาลาเรียมากที่สุด (2,022.08 คนต่อประชากร 100,000 คน) (สำนักระบาดวิทยา. 2554) ส่วนยุงรำคาญที่เป็นพาหะนำโรคเท้าช้างในมนุษย์และโรคพยาธิหนอนหัวใจในสุนัขนั้น จัดเป็นยุงพาหะที่มีความสำคัญมากเช่นกัน เพราะเป็นยุงที่แพร่ขยายพันธุ์ได้ดีในแหล่งน้ำขัง ท่อน้ำทิ้ง และแหล่งน้ำเน่าต่างๆ ยุงรำคาญจึงแพร่ระบาดได้มากในชุมชนเมือง ทำความเดือดร้อนให้ทั้งมนุษย์และสัตว์เลี้ยง ในปี 2554 มีผู้คนเจ็บป่วยจากโรคเท้าช้างประมาณ 21 คน และพบว่าประชากรในจังหวัดสมุทรสงครามเป็นโรคนี้มากที่สุด (สำนักระบาดวิทยา. 2554) โดยผู้คนที่เจ็บป่วยจากโรคเท้าช้างนั้นได้รับความทุกข์ทรมานอย่างแสนสาหัส เปรียบเสมือนตายทั้งเป็น ส่วนโรคพยาธิหนอนหัวใจในสุนัขนั้นจัดเป็นโรคที่สำคัญที่ทำให้สุนัขเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก แม้นโรคนี้ไม่เกิดกับมนุษย์โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางตรง แต่การที่สัตว์เลี้ยงที่เจ้าของรักต้องเสียชีวิตและจากไปก่อนเวลาที่สมควร ย่อมทำให้เจ้าของทุกข์ทรมานทางจิตใจเป็นอย่างมาก

ดังนั้น ยุงทั้งสามชนิดจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก จัดเป็นแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย และต้องหาแนวทางในการป้องกันกำจัดที่เหมาะสม แต่ในปัจจุบันนี้ในการป้องกันกำจัดยุงส่วนมากใช้สารเคมีสังเคราะห์ชนิดต่างๆ ทั้งในการกำจัดลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัย ซึ่งสารเคมีสังเคราะห์เหล่านี้ แม้จะให้ผลดีในระยะแรกๆ ที่นำมาใช้ แต่มีผลเสียที่ตามมามากมาย ดังเช่น เกิดสารพิษตกค้างสะสมในร่างกายมนุษย์ สัตว์เลี้ยง และสภาพแวดล้อม ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ ทำให้สุขภาพเสื่อมโทรม หรือก่อให้เกิดโรคร้ายต่างๆ ที่ตามมาในภายหลัง เช่น มะเร็งชนิดต่างๆ สมองฝ่อ ความจำเสื่อม ประการที่สำคัญคือ ยุงเกิดความต้านทานต่อสารเคมีต่างๆ ที่นำมาใช้ จนส่งผลในการป้องกันกำจัดยุงยากมากกว่าเดิม (พาลาภ สิงหเสนี. 2540; หนังสือพิมพ์คมชัดลึก. 2553) ดังนั้นหากสามารถหลีกเลี่ยงหรืองดใช้สารเคมีกำจัดยุงได้ ย่อมส่งผลดีและก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากมายมหาศาล โดยเฉพาะหากสามารถนำสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรต่างๆ มาใช้ทดแทนสารเคมีเหล่านี้ได้ยิ่งก่อให้เกิดผลดีหลายประการ ทั้งผลดีต่อสุขภาพของผู้ใช้ โดยมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้มากกว่าการใช้สารเคมี ไม่ตกค้างสะสมในสภาพแวดล้อม มีการสลายตัวได้เร็วจึงทำให้ยุงไม่เกิดความต้านทาน (Benner. 1993) จากเหตุผลดังกล่าว ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ กานพลู กระดังงา ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา มาใช้ในการกำจัด ลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงลายบ้าน ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง รวมทั้งการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเหล่านี้ ในการป้องกันการวางไข่ ยับยั้งการฟักไข่ และการไล่ไม่ให้ยุงทั้งสามชนิดมารบกวน ซึ่งพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทดลองนี้สามารถหาได้ง่าย มีความปลอดภัยทั้งต่อมนุษย์ สัตว์เลี้ยงและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ประการที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพืชสมุนไพรต่างๆ เหล่านี้ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด ทั้งในการเป็นอาหาร เป็นเครื่องเทศ เป็นยารักษาโรคต่างๆ ของมนุษย์และเป็นสารกำจัดแมลงได้ด้วย รวมทั้งเกษตรกรที่ปลูกพืชสมุนไพรก็ย่อมมีรายได้เพิ่มมากขึ้นจากการปลูกพืชสมุนไพรต่างๆ เหล่านี้ เพื่อนำมาจำหน่ายเป็นรายได้เสริม รายได้หลัก ส่งผลให้เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศดีขึ้นมาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ในการกำจัดยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ในการไล่ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ และศึกษาความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ในการป้องกันการวางไข่ของยุงตัวเต็มวัยและการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

1.2.4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ในการกำจัด และศึกษากลไกการทำลาย รวมทั้งฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม ตึกบุนนาค คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร โดยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.3.1 ศึกษาความไวของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลตามมาตรฐานการสร้างความต้านทานขององค์การอนามัยโลก

1.3.2 ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่มีคุณสมบัติในการไล่ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ และทำการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและ 30 องศาเซลเซียสและระยะเวลาเก็บรักษาที่เวลา 3 เดือนและ 6 เดือน

1.3.3 ศึกษาถึงการวางไข่และการฟักตัวของไข่ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญในห้องปฏิบัติการที่มีและไม่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นการเปรียบเทียบ

1.3.4 ศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ โดยวิธี Dipping Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุง

ยุง (Mosquitoes) เป็นแมลงขนาดเล็กที่จัดอยู่ใน Phylum Arthropoda, Class Insecta, Order Diptera, Suborder Nematocera, Family Culicidae ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 Subfamilies คือ Subfamily Toxorhynchitinae, Subfamily Anophelinae และ Subfamily Culicinae

ยุงที่มีความสำคัญทางการแพทย์ที่พบในประเทศไทยประกอบด้วย ยุงลาย (*Aedes spp.*) ยุงก้นปล่อง (*Anopheles spp.*) และยุงรำคาญ (*Culex spp.*)

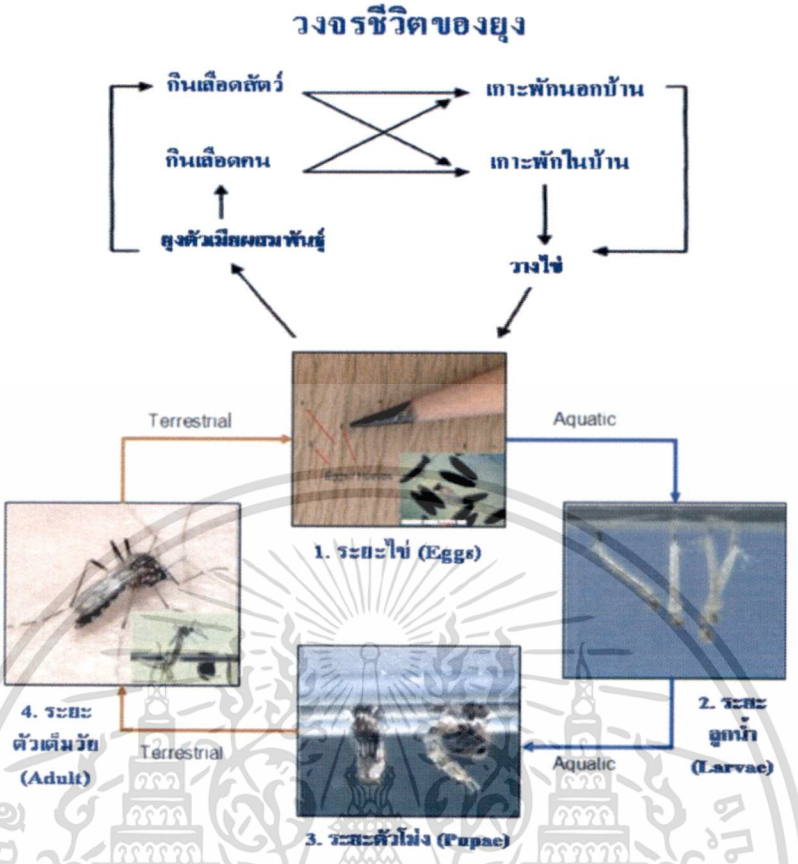
2.2 รูปร่างลักษณะ (morphology) (อุษาวดี ถาวระ. 2547)

วงจรชีวิต (Life cycle) ยุงมีการเจริญเติบโตโดยเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Complete Metamorphosis) เริ่มจากไข่ (Egg) ระยะลูกน้ำ (Larva) ระยะตัวโม่ง (Pupa) และระยะตัวเต็มวัย (Adult) (ภาพที่ 2.1) โดยที่สามระยะแรกอาศัยอยู่ในน้ำ เมื่อลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยแล้วจะสามารถบินได้ ในขณะที่ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตในแต่ละระยะจะแตกต่างกันไปตามชนิดของยุงและสภาพแวดล้อม (Tun-Lin *et al.* 2000; Child. 2007) เช่น อุณหภูมิ ความชื้น อาหารและความหนาแน่นของประชากรยุง เป็นต้น

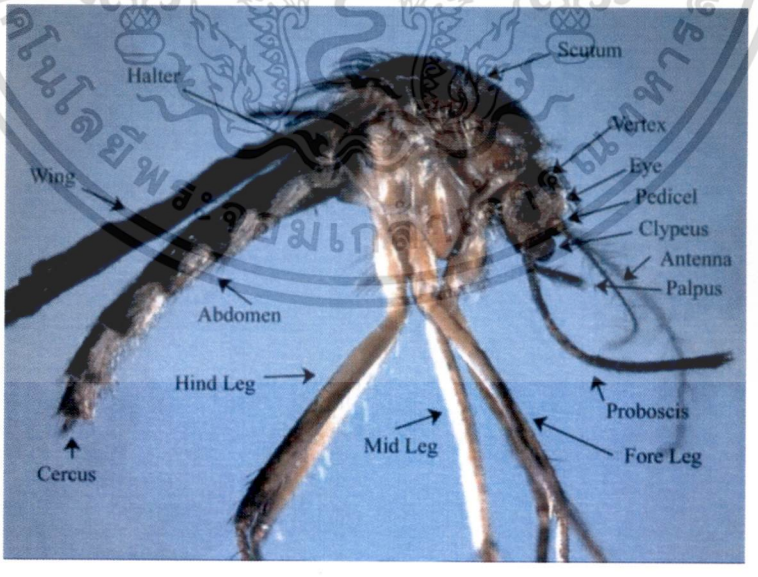
2.2.1 ระยะตัวเต็มวัย (Adult)

ยุงเป็นแมลงที่มีขนาดเล็ก มีหัวกลมและมีขายาว ลำตัวของยุงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ส่วนหัวประกอบด้วยหนวดซึ่งประกอบด้วยปล้อง 14-15 ปล้อง และเห็นได้ชัดเจน หนวดมีลักษณะเป็น plumose ในยุงเพศผู้ และ pilose ในยุงเพศเมีย จึงใช้ลักษณะของหนวดจำแนกเพศของยุงได้ ยุงมีปีกคู่หน้า 1 คู่ เห็นเด่นชัดเพียงคู่เดียวใช้สำหรับบิน มีลักษณะยาว แคบ และมีเกล็ด (scales) เล็กๆ บนเส้นปีก ส่วนปีกคู่ที่สองนั้นลดขนาดลงจนเห็นเป็นตุ่มเล็กๆ เรียกว่า Halteres ทำหน้าที่ในขณะทรงตัวขณะที่ยุงบิน (ภาพที่ 2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 วงจรชีวิตยุง



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างภายนอกตัวเต็มวัยยุงเพศเมีย (Anderson. 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อยุงเพศเมียผสมพันธุ์แล้วจะออกหาเลือดจากเหยื่อกินเป็นอาหาร เพราะเลือดมีโปรตีนและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของไข่ โดยทั่วไปถ้ายุงเพศเมียไม่ได้กินเลือด ไข่ก็ไม่เจริญจึงไม่สามารถวางไข่ต่อไปได้ ยุงแต่ละชนิดชอบกินเลือดเหยื่อแตกต่างกันไป ยุงบางชนิดชอบกินเลือดคน เช่น ยุงลาย ในขณะที่ ยุงบางชนิดชอบกินเลือดสัตว์ เช่น ยุงรำคาญ ยุงบางชนิดชอบกินทั้งเลือดคนและเลือดสัตว์ เมื่อยุงได้กินเลือดเต็มที่แล้ว ก็จะไปหาบริเวณที่เหมาะสม เกาะพักนิ่งๆ เพื่อรอเวลาให้ไข่เจริญเติบโต เช่น ตามที่อับชื้น เย็นสบายลมสงบและแสงสว่างไม่มาก ยุงบางชนิดชอบเกาะพักภายในบ้านตามมุมมืดที่อับชื้น ยุงบางชนิดชอบเกาะพักนอกบ้านตามสุ่มทุมพุ่มไม้ที่ชุ่มชื้นในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นแบบบ้านเรา ยุงจะใช้เวลาเพียง 2-3 วัน ไข่ก็สุกเต็มที่พร้อมที่จะวางไข่ได้ ยุงแต่ละชนิดเลือกแหล่งน้ำสำหรับวางไข่ไม่เหมือนกัน โดยยุงลายชอบวางไข่ตามแหล่งน้ำใส นิ่ง ในขณะที่ยุงรำคาญชอบวางไข่ตามน้ำโสโครกในท่อระบายน้ำ ส่วนยุงก้นปล่องชอบวางไข่ตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งในแต่ละครั้งยุงวางไข่ประมาณ 100 ฟอง เมื่อยุงวางไข่แล้วก็จะบินไปหากินเลือดอีกสำหรับไข่ในรุ่นต่อไปวนเวียนอยู่เช่นนี้จนกระทั่งยุงแก่ตาย ยุงเพศเมียโดยเฉลี่ยมีอายุประมาณ 1 เดือน ส่วนยุงเพศผู้มีอายุสั้นกว่ายุงเพศเมีย โดยเฉลี่ยมีอายุประมาณ 1 สัปดาห์

2.2.2 ระยะไข่ (Egg)

ไข่ยุงมีลักษณะกลมรี และมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไปในยุงแต่ละสกุล เช่น ยุงในสกุล *Anopheles* จะวางไข่เดี่ยวๆ บนผิวน้ำ มีรูปร่างลักษณะคล้ายเรือ (Boat-shaped) และมีทุ่นช่วยพยุงให้ไข่ลอยน้ำ ยุงในสกุล *Culex* วางไข่ติดกันเป็นแพ (Rafts) ลอยอยู่บนผิวน้ำ ยุงในสกุล *Aedes* วางไข่เดี่ยวๆ ตามที่ชื้นแฉะ ตามโพรงไม้ ริมภาชนะเหนือระดับน้ำ (ภาพที่ 2.3)

ไข่ยุงส่วนใหญ่ไม่ทนต่อความแห้งแล้ง ยกเว้นไข่ของยุงลาย (*Aedes* spp.) จะสามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้นานหลายเดือน ไข่ฟักเป็นตัวอ่อนใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน หรือนานกว่านี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การลดลงของออกซิเจนในน้ำ การเติมสารสารละลายอินทรีย์บางอย่าง หรือการสั่นสะเทือนของผิวน้ำ เป็นต้น (Huang *et al*. 2006; Impoinvil *et al*. 2007)

2.2.3 ระยะลูกน้ำ (Larva)

ระยะลูกน้ำต้องอาศัยอยู่ในน้ำตลอดระยะเวลาโดยลูกน้ำยุงส่วนใหญ่จะลอยตัวขึ้นมาบนผิวน้ำเพื่อหายใจ โดยมีท่อสำหรับหายใจ เรียกว่า Siphon แต่ลูกน้ำยุงก้นปล่องไม่มีท่อหายใจ แต่จะวางตัวขนานกับผิวน้ำและหายใจผ่านทางรูหายใจ (Spiracles) ที่มีอยู่ 1 คู่บริเวณส่วนท้องตำแหน่งปล้องที่ 8 (Wigglesworth. 1933, ภาพที่ 2.4) ลูกน้ำจะกินอาหารส่วนใหญ่เป็นพวกสาหร่ายหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก หรือลูกน้ำบางชนิดกินลูกน้ำยุงชนิดอื่นเป็นอาหาร หรือบางชนิดกินพวกเดียวกันเป็นอาหาร ลูกน้ำยุงมีการเจริญเติบโตและลอกคราบ 3 ครั้ง เพื่อขยายขนาดลำตัวให้โตขึ้น เมื่อถึงวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 4 จะลอกคราบและกลายเป็นตัวโม่ง การเจริญเติบโตในระยะลูกน้ำจะใช้เวลา 7-10 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของลูกน้ำ อาหาร อุณหภูมิ และความหนาแน่นของลูกน้ำด้วย

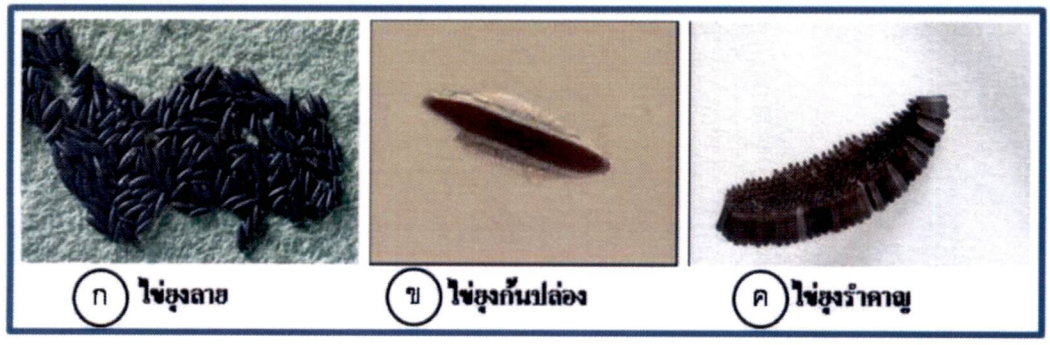
2.2.4 ระยะตัวโม่ง (Pupa)

ระยะตัวโม่งอาศัยอยู่ในน้ำเช่นเดียวกับระยะลูกน้ำ มีรูปร่างผิดไปจากลูกน้ำ ส่วนหัวเชื่อมต่อกับส่วนอก เรียกว่า Cephalothorax บนส่วนหัวอาจจะพบตาแบบธรรมดาของตัวโม่งและตารวมซึ่งกำลังเจริญของตัวเต็มวัย บนปล้องท้องปล้องที่ 9 จะพบมีแผ่นแบบ (Paddle) 2 อัน ซึ่งจะช่วยตัวโม่งในการเคลื่อนไหว ตัวโม่งจะหายใจผ่านทางท่อหายใจเรียกว่า Respiratory trumpets จำนวน 1 คู่ (ภาพที่ 2.5) ตัวโม่งเป็นระยะพักตัวจะไม่กินอาหาร รับเอาอากาศในการหายใจแต่เพียงอย่างเดียว เมื่อถูกรบกวนจะดำสู่น้ำข้างล่างอย่างรวดเร็วและอยู่ใต้น้ำได้นานหลายนาที

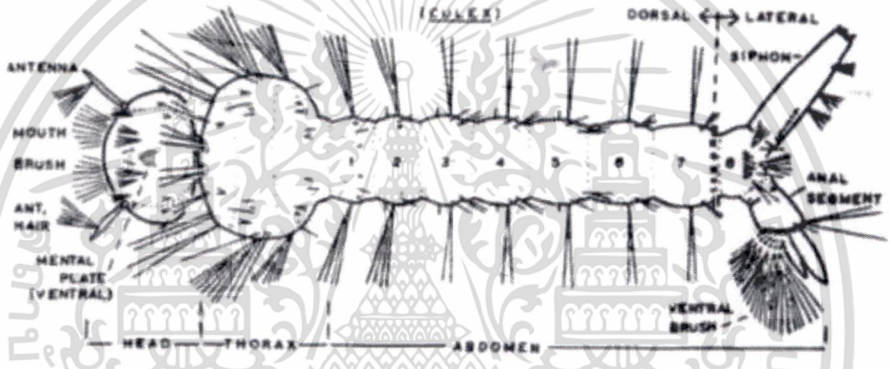
2.2.5 อุปนิสัยของยุง

นิสัยของยุงแตกต่างจากแมลงชนิดอื่นๆ บางประการ โดยทั่วไปยุงเพศผู้และเพศเมียจะมีจำนวนเท่าๆ กัน ส่วนใหญ่แล้วยุงเพศผู้จะออกจากคราบตัวโม่งก่อน หลังจากยุงเพศเมียออกจากตัวโม่งไม่นานก็จะผสมพันธุ์กันได้ ยุงเป็นแมลงที่ผสมพันธุ์ได้ในเวลาอันรวดเร็วเมื่อเทียบกับอายุขัย

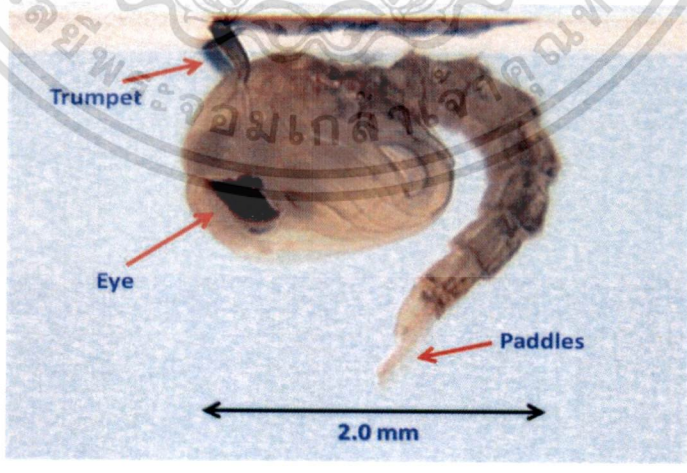
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ลักษณะไข่ยุงชนิดต่างๆ ก. ไข่ยุงลาย ข. ไข่ยุงก้นปล่อง และ ค.ไข่ยุงรำคาญ



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างลูกน้ำยุง (Dumbleton. 1968)



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างตัวโม่งยุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงลายและความสำคัญทางการแพทย์

2.3.1 ชีววิทยาและอุปนิสัยของยุงลาย

ในประเทศไทยยุงลายที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งคือ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นยุงที่มีความใกล้ชิดกับมนุษย์ โดยอาศัยอยู่ในบริเวณบ้าน มีแหล่งเพาะพันธุ์ วางไข่ การเจริญเติบโต และออกหากินเหยื่อภายในบ้าน แหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญ คือ ภาชนะน้ำใช้ จานรองขาตู้กับข้าว ภาชนะน้ำดื่ม แจกันพลูด่าง หรือภาชนะน้ำขังอื่นๆ ภายในบ้าน การเจริญเติบโตของยุงลายมีการเจริญเติบโตโดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างสมบูรณ์ (Complete metamorphosis) ซึ่งประกอบด้วยระยะต่างๆ 4 ระยะคือ ระยะไข่ (Egg) ระยะตัวอ่อน (Larva) ระยะดักแด้หรือตัวโม่ง (Pupa) และระยะตัวต็มวัย (Adult) ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละระยะการเจริญเติบโต ดังนี้

2.3.1.1 ระยะไข่ยุงลาย (ภาพที่ 2.6)

ไข่ของยุงลายเป็นแบบฟองเดี่ยวมีขนาดเล็ก ยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร มีรูปร่างคล้ายลูกรักบี้ ผิวด้านบน (ด้านที่ไม่ติดกับภาชนะ) แบนกว่าผิวด้านล่างซึ่งค่อนข้างโค้งทั้ง 2 ผิวปกคลุมด้วยร่างแหสีขาว (Air channel) และร่างแหสีขาวจะเห็นชัดเมื่อไข่จมน้ำ การเจริญเติบโตเป็นลูกน้ำ เมื่อไข่ออกมาใหม่ๆ จะมีสีขาวสักครู่จะดูดน้ำเข้าไปในตัว มีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย ประมาณ 1 ชั่วโมง ไข่จะเปลี่ยนเป็นสีดำ และดำสนิทภายใน 4 ชั่วโมง ในช่วง 24 - 72 ชั่วโมงแรก ไข่ต้องการความชื้นมาก หลังจากนั้นไข่จะทนต่อความแห้งแล้งได้นานหลายเดือน ซึ่งการฟักของไข่มีปัจจัยส่งเสริมหลายประการ ดังนี้ น้ำที่ท่วมไข่หากเป็นน้ำที่มีสารอินทรีย์เจือปนอยู่เล็กน้อย เช่น น้ำตาลมีผลทำให้ไข่ฟักได้ดีกว่าน้ำสะอาดธรรมดา หรือน้ำที่มีระดับออกซิเจนลดลง (อาจจะเนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำ) ช่วยทำให้ไข่ฟักได้ดี, สภาพที่มีอุณหภูมิอากาศสูงไข่ฟักได้ดีกว่าอุณหภูมิต่ำ หรือน้ำที่มีสารเคมีบางชนิด เช่น สารฟอกสี แม้จะช่วยกระตุ้นในการฟักของไข่ แต่มีผลทำให้ลูกน้ำตายได้ นอกจากนี้คือไข่ยุงลายสามารถทนอยู่ในสภาพแห้งได้นาน 1 เดือน ไข่ยังมีอัตราฟักที่สูง แต่หลังจากนั้นอัตราการฟักไข่จะค่อยๆ ลดลง (สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7. 2553)

2.3.1.2 ระยะลูกน้ำยุงลาย (ภาพที่ 2.7)

ลูกน้ำที่ฟักออกมาใหม่ๆ จะมีสีขาวใส มีรูปร่างแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ซึ่งบริเวณส่วนหัวมีหนวด 1 คู่ เป็นแท่ง ไม่มีขนเป็นพุ่ม บริเวณส่วนอก ส่วนกลาง และส่วนหลังทั้ง 2 ข้าง จะมีหนามแหลม (Lateral spines) ข้างละ 1 คู่ บริเวณปล้องท้องที่ 8 จะมีขน 1 แถวประมาณ 7 - 8 อัน เรียกว่า Comb scale มีลักษณะเป็นสามง่าม และบริเวณท่ออากาศ หรือท่อหายใจ (Siphon) มีกระจุกขน 1 คู่ และมีอวัยวะที่เรียกว่า Pecten tooth รูปร่างคล้ายมีดโค้ง มีหนามแหลมตรงบริเวณสัน Siphon ค่อนข้างสั้นและดำ (สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกน้ำยุงลายมีพฤติกรรมหลีกเลี่ยงแสงสว่าง เวลาพักจะเอาท่ออากาศมาแตะที่ผิวน้ำ และลำตัวทำมุม 45 องศากับผิวน้ำ การเคลื่อนที่ลูกน้ำมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วเมื่อมีสิ่งมารบกวน ลักษณะการว่ายน้ำมีรูปร่างคล้ายตัวเอส (S) หรืองูเลื้อย เคลื่อนที่ไปอย่างไม่มีจุดหมาย เมื่อถูกรบกวนจะหลบอยู่ภายใต้ผิวน้ำได้นานกว่าลูกน้ำของยุงชนิดอื่น เวลาเกาะตามผิวน้ำลำตัวจะตั้งตรงกว่าลูกน้ำยุงรำคาญ ระยะลูกน้ำเป็นระยะที่ต้องการอาหารมาก เมื่อลูกน้ำฟักตัวออกมาใหม่ๆ จะเริ่มกินอาหารทันที อาหารของลูกน้ำยุงลาย ได้แก่ จุลินทรีย์ต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำ ลูกน้ำจะกินอาหารตลอดเวลา โดยใช้แปรงขนที่มีลักษณะคล้ายพัดที่อยู่บริเวณปาก โบกพัดเอาอาหารเข้าปาก นอกจากนี้จะแทะเล็มสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเป็นอาหาร การเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายจะมี 4 ระยะ แต่ละระยะกินเวลา 1-2 วัน ดังนั้นระยะลูกน้ำจะใช้เวลา 6-8 วัน จึงจะลอกคราบเป็นดักแด้หรือตัวโม่ง โดยลูกน้ำจะเป็นตัวโม่งเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอาหารและอุณหภูมิ (Kamimura *et al.* 2002; Kokkinn *et al.* 2012)

2.3.1.3 ระยะตัวโม่งยุงลาย (ภาพที่ 2.8)

ระยะตัวโม่งของยุงลายอาศัยอยู่ในน้ำไม่กินอาหาร ไม่เคลื่อนไหว หรือเคลื่อนไหวช้ามาก ลอยนิ่งอยู่บริเวณผิวน้ำ โดยมีรูปร่างคล้ายเลขหนึ่งไทย (Comma-shape) ส่วนหัวและส่วนอกจะรวมกันเรียกว่า Cephalothorax ทางด้านบน (Dorsal) จะมีท่ออากาศ (Respiratory trumpets) ที่สั้นและตรง มีลักษณะคล้ายปากแตร 1 คู่ ปล้องท้องไม่มีขนแข็ง ตรงกลางระหว่างใบพายจะมีถุงเล็กๆ ซึ่งเป็น External genitalia ที่จะเจริญไปเป็นอวัยวะเพศในตัวเต็มวัย ตัวโม่งที่ออกมาจากคราบใหม่ๆ จะมีสีน้ำตาลจางๆ และเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่ออายุมากขึ้น ตัวโม่งเจริญเติบโตในเวลาประมาณ 2-3 วัน จึงลอกคราบ โดยโผล่ส่วนหัวออกมาจากรอยด้านหลังของสันหลังอก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วจึงออกเป็นตัวเต็มวัย (สุภรณ์ โพธิ์เงิน. 2526)

2.3.1.4 ระยะยุงลายตัวเต็มวัย (ภาพที่ 2.9)

ยุงลายเป็นยุงขนาดเล็กถึงกลาง ร่างกายอ่อนนุ่ม เปราะบาง แบ่งเป็น 3 ส่วนแยกออกจากกันเห็นได้ชัดเจนคือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ตัวเต็มวัยยาวประมาณ 4-6 มิลลิเมตร มีขา 6 ขา อยู่ที่ส่วนอก ขามีสีดำสลับขาวเป็นปล้องๆ ที่ขาหลังบริเวณปลายปล้องสุดท้ายมีสีขาว มีปีกที่เห็นได้ชัดเจน 2 ปีกอยู่บริเวณส่วนอก ลักษณะของปีกบางใส ที่ปีกจะมีเกล็ดสีเทาหรือสีน้ำตาลปกคลุม ทำให้เกิดลวดลายหรือแถบสีขาวเงิน รูปเคียวสองเล่มหันด้านเว้าหากัน มีปากยาวมาก ลักษณะปากเป็นแบบเจาะดูด เส้นหนวดประกอบด้วยปล้องสั้นๆ 14-15 ปล้อง ที่รอยต่อระหว่างปล้องมีขนขึ้นอยู่โดยรอบ ในยุงเพศผู้เส้นขนเหล่านี้ยาวมาก (ใช้รับคลื่นเสียงที่เกิดจากการขยับปีกของยุงเพศเมีย) มองดูคล้ายพู่ขนนก ส่วนยุงเพศเมียเส้นขนที่รอยต่อระหว่างปล้องจะสั้นกว่าและมีจำนวนน้อยกว่า ลักษณะของหนวดยุงจึงใช้ในการจำแนกเพศของยุงได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุงลายออกหากินในเวลากลางวัน โดยยุงเพศผู้กินน้ำหวาน ส่วนยุงเพศเมียกินเลือดมนุษย์หรือสัตว์เป็นอาหาร การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยได้ 2-3 ชั่วโมง โดยจะผสมพันธุ์เพียงครั้งเดียว สเปิร์มของยุงเพศผู้จะถูกเก็บไว้ที่ถุงเก็บสเปิร์ม (Spermatheca) ของยุงเพศเมียและปล่อยออกมาผสมกับไข่ ยุงเพศเมียจะวางไข่หลังจากที่ได้ดูดกินเลือดเป็นอาหารแล้วประมาณ 2-3 วัน (วิชิต พิพิธกุล และ สุชาติ ปริยานนท์. 2526) และสามารถวางไข่ได้ครั้งละประมาณ 140 ฟอง ซึ่งวางไข่ได้ทุก ๆ 3-4 วัน ถ้าได้กินเลือดเป็นอาหารอย่างเพียงพอ โดยปริมาณเลือดที่ยุงลายบ้านเพศเมีย กินในแต่ละครั้งประมาณ 2.6 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อตัว (Jeffery. 1956) ยุงลายเพศเมียชอบวางไข่ในสถานที่ที่เป็นสีดำและมืด โดยเฉพาะภาชนะที่วางอยู่ในที่ร่มที่มีน้ำสีคล้ำหรือมีใบไม้เน่าปนอยู่จะกระตุ้นให้ยุงลายวางไข่ได้ดีมาก ส่วนมากแล้วยุงลายจะวางไข่ตอนบ่าย ถ้าผิวด้านในภาชนะที่วางไข่มีลักษณะเรียบ เช่น ขวดน้ำ ไข่ของยุงลายจะตกลงไปลอยอยู่บนผิวน้ำ โดยทั่วไปจะวางไข่เดี่ยวๆ ไม่เกาะเป็นแพ และไข่จะติดอยู่ที่ผิวด้านในภาชนะเหนือระดับน้ำเล็กน้อย (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. 2526) โดยระยะเวลาตั้งแต่ลอกคราบจนถึงวางไข่ประมาณ 14-21 วัน ดังนั้นถ้าสิ่งแวดล้อมเหมาะสม ยุงลายอาจมี 15-20 รุ่นต่อปี อายุของยุงปกติเพศผู้มีอายุ 6-7 วัน ยุงเพศเมียอาจมีชีวิตได้ถึง 4-5 เดือน (สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7. 2553)

2.3.2 แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายบ้าน

ยุงลายบ้านเพศเมียชอบวางไข่และเพาะพันธุ์ในน้ำฝน โอ่งน้ำดื่ม น้ำใช้ที่ไม่ปิดฝาทั้งภายในและภายนอกบ้านมากที่สุด รองลงมาคือ จานรองขาตู้กันมด แจกัน และภาชนะที่มีน้ำขังอื่นๆ ภายนอกบ้าน เช่น ยางรถยนต์เก่า ไห ถังน้ำมัน และเศษวัสดุต่างๆ ที่มีน้ำขัง (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2553ก; สีวิกา แสงธาราทิพย์. 2555, ภาพที่ 2.10) ดังนั้นยุงลายบ้านจึงมีความใกล้ชิดกับมนุษย์ และยังเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญมาสู่มนุษย์ เช่น ไข้เลือดออก และไข้ปวดข้อยุงลาย เป็นต้น

2.3.3 ความสำคัญทางการแพทย์

ยุงลายบ้านเป็นพาหะที่สำคัญอย่างมากในการนำโรคที่ร้ายแรงมาสู่มนุษย์ ได้แก่ ไข้เลือดออก และไข้ปวดข้อยุงลาย โดยมีรายละเอียดของโรคแต่ละชนิด ดังนี้ (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2551)

2.3.3.1 โรคไข้เลือดออก (Dengue haemorrhagic fever) เป็นโรคระบาดที่มียุงลายบ้านเป็นพาหะที่สำคัญ แพร่ระบาดได้ทั้งในเขตเมืองและชนบททั่วทั้งประเทศไทย โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่มักพบในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ ซึ่งมีสาเหตุของโรคจากเชื้อไวรัสเดงกี่ (Dengue virus) 4 ชนิด DEN-1, DEN-2, DEN-3 และ DEN-4 มีวิธีการติดต่อโดยเมื่อยุงลายบ้านกัดและดูดเลือดผู้ป่วยในระยะไข้ ซึ่งเป็นระยะที่มีไวรัสอยู่ในกระแสเลือดมาก เชื้อไวรัสจะเข้าสู่กระเพาะยุงลายบ้านแล้วเพิ่มจำนวนมากขึ้น จากนั้นเชื้อจะเคลื่อนย้ายไปสู่ต่อมน้ำลาย และหากยุงลายบ้านตัวนี้ไปกัดเด็กๆ เชื้อไวรัสเดงกี่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าสู่ร่างกายมีผลให้เด็กๆ ป่วยเป็นไข้เลือดออกได้ ซึ่งอาการของโรคไข้เลือดออกจะแสดงอาการโรคหลังจากได้รับเชื้อไวรัสเดงกี่ประมาณ 5-8 วัน (ระยะฟักตัว) โดยมีอาการที่สำคัญคือ ไข้สูง 2-7 วัน ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ มีอาการเลือดออก ส่วนใหญ่พบที่ผิวหนัง มีตับโต กดเจ็บ มีภาวะไหลเวียนโลหิตล้มเหลว หรือหากรุนแรงมาก ทำให้ช็อก หมดสติ และเสียชีวิต (สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548, ภาพที่ 2.11)

2.3.3.2 โรคไข้ปวดข้อยุงลาย (Chikungunya) เกิดจากเชื้อชิคุนกุนยาไวรัส (Chikungunya virus; CHIKV) การระบาดของ CHIKV ทำให้เกิดการพิการอย่างรุนแรงและทำให้เกิดความเจ็บป่วยและกลุ่มอาการคล้ายโรคไข้เลือดออก (dengue fever) โดยผู้ป่วยจะมีอาการไข้ (acute febrile phase) 2-5 วัน ตามด้วยอาการปวดข้อของแขนและขาเป็นระยะเวลานาน เป็นเวลาหลายอาทิตย์หรือเป็นเดือนๆ โดยมียุงลายสวนเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ

ความแตกต่างระหว่างไข้เลือดออก (DF/DHF) กับไข้ปวดข้อยุงลาย (Chikungunya) (สำนักระบาดวิทยา. 2551)

1) โรคไข้ปวดข้อยุงลาย มีไข้สูงเกิดขึ้นอย่างฉับพลันกว่าโรคไข้เลือดออก คนไข้จึงมาโรงพยาบาลเร็วกว่า

2) โรคไข้ปวดข้อยุงลาย จะมีระยะของไข้สั้นกว่าไข้เลือดออก ส่วนใหญ่ของผู้ป่วยโรคไข้ปวดข้อยุงลายมีระยะไข้สั้นเพียง 2 วัน ขณะที่ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกโดยส่วนใหญ่ไข้ลงใน 4 วัน

3) โรคไข้ปวดข้อยุงลาย ถึงแม้จะพบจุดเลือดได้ที่ผิวหนัง และการทดสอบทูนิเกต์ให้ผลบวกได้ แต่ส่วนใหญ่จะพบจำนวนทั้งที่เกิดเองและจากการทดสอบน้อยกว่าโรคไข้เลือดออก

4) ไม่พบ ผื่นที่มีลักษณะวงขาวๆ (Convalescent petechial rash) ในโรคไข้ปวดข้อยุงลาย

5) พบผื่นแบบนูน (Maculopapular rash และ Conjunctival infection) ในโรคไข้ปวดข้อยุงลายได้บ่อยกว่าในไข้เลือดดอก

6) พบปวดกล้ามเนื้อ ปวดข้อ (Myalgia/arthralgia) ในโรคไข้ปวดข้อยุงลาย ได้บ่อยกว่าในไข้เลือดออก

7) ในโรคไข้ปวดข้อยุงลาย เนื่องจากไข้สูงฉับพลัน จึงพบอาการชักร่วมกับไข้สูงได้ถึง 15% ซึ่งสูงกว่าในไข้เลือดออก ถึง 3 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 ไข่ยุงลายบ้าน



ภาพที่ 2.7 ลูกน้ำยุงลายบ้าน (Dengue Virus Net. 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

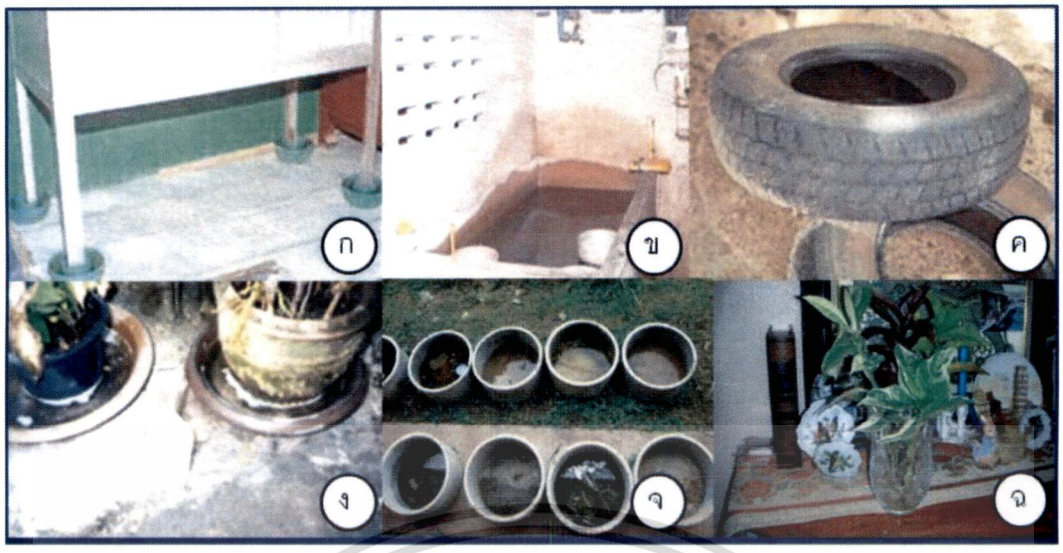


ภาพที่ 2.8 ตัวโม่งยุงลายบ้าน (Dengue Virus Net. 2012)

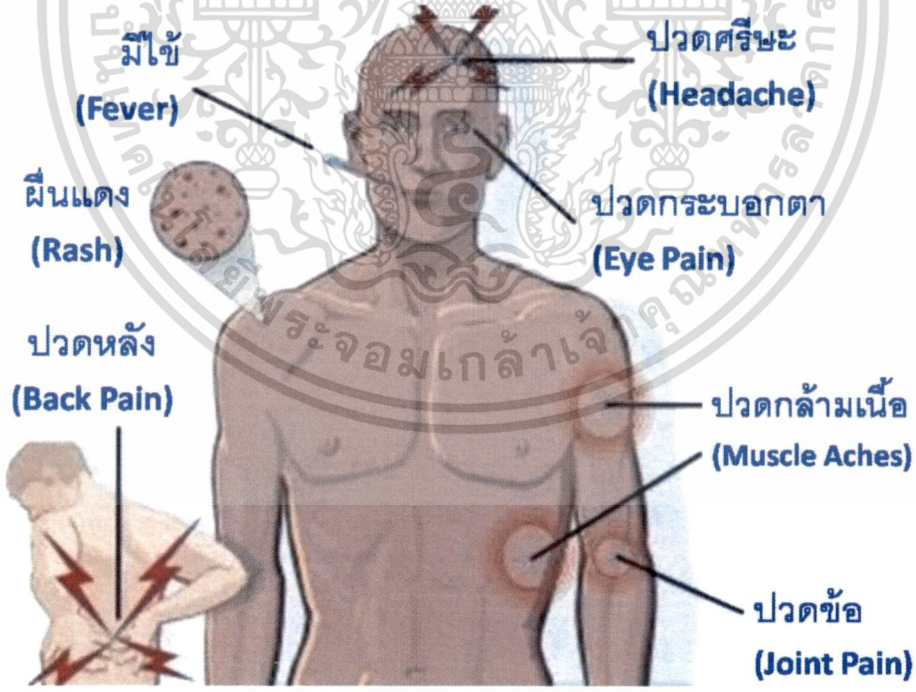


ภาพที่ 2.9 ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 แหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย
ก. ถ้วยหล่อขาตู้กับข้าวกันมด ข. บ่อซีเมนต์เก็บน้ำในห้องน้ำ ค. ยางรถยนต์เก่า
ง. จานรองกระถางต้นไม้ จ. ท่อซีเมนต์เก่า ฉ. แจกันภาชนะเลี้ยงพลูด่าง



ภาพที่ 2.11 อาการของผู้ป่วยไข้เลือดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงก้นปล่องและความสำคัญทางการแพทย์

2.4.1 ชีววิทยาและอุปนิสัยของยุงก้นปล่อง

ยุงก้นปล่องมีการเจริญเติบโตเป็นแบบสมบูรณ์ คือมีการเจริญเติบโต 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่, ระยะลูกน้ำ, ระยะตัวโม่ง และระยะตัวเต็มวัย ซึ่งในแต่ละระยะมีลักษณะต่างๆ ดังนี้

2.4.1.1 ระยะไข่ยุงก้นปล่อง (ภาพที่ 2.12)

ยุงก้นปล่องเพศเมียจะวางไข่เป็นฟองเดี่ยว บนผิวน้ำในตอนกลางคืนครั้งละประมาณ 150 ฟองต่อตัว และไข่ของยุงก้นปล่องจะฟักในน้ำเสมอ อาจเป็นน้ำจืด น้ำกร่อยก็ได้ ไข่มีรูปร่างคล้ายเรือ บริเวณสองข้างตอนกลางของฟองไข่มีเยื่ออากาศเป็นทุ่นเรียกว่า Float เพื่อช่วยพยุงในการลอยตัวบนผิวน้ำเกาะกันเป็นกลุ่ม ไข่เริ่มแรกจะมีสีขาว จากนั้นจะค่อยๆ กลายเป็นสีเทา และกลายเป็นสีดำในที่สุด ระยะไข่โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2-3 วัน จึงฟักตัวเป็นลูกน้ำ (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. 2526)

2.4.1.2 ระยะลูกน้ำยุงก้นปล่อง (ภาพที่ 2.13)

ลูกน้ำของยุงก้นปล่องจะมีการเจริญเติบโตอยู่ในฟองไข่ และจะเจาะเปลือกไข่ออกเมื่อถึงเวลาฟักตัวสู่ภายนอก ในระยะลูกน้ำยุงก้นปล่องจะมีการลอกคราบทั้งหมด 4 ครั้ง แล้วเจริญเติบโตเป็นตัวโม่ง ซึ่งจะใช้เวลาในการเป็นระยะลูกน้ำประมาณ 13-15 วัน หรือมากกว่านั้นหากอยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ (Phasomkusolsil *et al.* 2011) ลูกน้ำวางตัวขนานกับผิวน้ำ มีขนรูปพัดเรียกว่า Palmate hairs ปรากฏอยู่บนปล้องท้องเกือบทุกปล้องทำหน้าที่พยุงลูกน้ำให้ลอยตัว

2.4.1.3 ระยะตัวโม่งยุงก้นปล่อง (ภาพที่ 2.14)

ตัวโม่งมีลักษณะโค้งส่วนหัวลง ในระยะนี้จะไม่มีการกินอาหาร และมีการเคลื่อนไหวที่ช้าลง ในระยะแรกตัวโม่งจะมีลำตัวสีเทา จากนั้นจะมีสีเข้มขึ้นจนเป็นสีดำ ใช้เวลาเป็นตัวโม่งโดยเฉลี่ย 2-3 วัน จึงกลายเป็นตัวเต็มวัย

2.4.1.4 ระยะตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง (ภาพที่ 2.15)

ตัวเต็มวัยโผล่ออกจากตัวโม่งบริเวณส่วนอก จากนั้นจะตามมาด้วยส่วนของท้อง และทั้งขา จากนั้นเกาะพักตัวประมาณ 5-10 นาที จึงพร้อมที่จะบิน ส่วนของ Proboscis ยาวเกือบเท่าระยางค์ฟัน (Maxillary palpi) และส่วนปลายอก (Scutellum) จะโค้งเรียบไม่มีรอยหยัก ส่วนขาจะลายทั้ง 3 คู่ ข้อต่อระหว่างขาคู่หลังตรงส่วน Tibia และ Tarsi จะมีปื้นขาวยาวมาก เห็นได้ชัดเจน

ยุงเพศเมียผสมพันธุ์ได้ทันที การผสมพันธุ์เพียงครั้งหนึ่งสามารถวางไข่ได้ 5-6 ชุด แต่จะต้องได้รับเลือดก่อนทุกครั้ง เมื่อได้กินเลือดแล้วยุงเพศเมียจะไปเลือกที่สงบเกาะพักรอให้ไข่สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ซึ่งใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง แล้วจะบินไปหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมเพื่อวางไข่ ยุงที่วางไข่ เรียกว่า Parous ส่วนยุงที่ยังไม่เคยวางไข่เรียกว่า Nulliparous (Self and Pant. 1968)

2.4.2 ชีวิตประจำวันของยุงก้นปล่อง (วรรณภา สุวรรณเกิด. 2553)

2.4.2.1 การเกาะพัก (Resting)

ยุงก้นปล่องในประเทศไทยเกือบทั้งหมดออกหากินในเวลากลางคืน จึงมีช่วงพักตั้งแต่รุ่งเช้าจนถึงก่อนเวลาพลบค่ำเล็กน้อย ยกเว้นบางชนิดที่อาศัยอยู่ในป่าซึ่งจะกัดเหยื่อที่พบในเวลากลางวันด้วย บริเวณที่เกาะพักของยุงก้นปล่องจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของยุง เช่น ซอกหิน นอกบ้าน คอกสัตว์ ริมฝั่งน้ำ โพรงต้นไม้ กอหญ้า พุ่มไม้ กล่องกระดาษหรือบริเวณที่มีความชื้น

2.4.2.2 การบินวนเวียนเกี้ยวพาราสี (Swarming)

หลังจากยุงได้พักในเวลากลางวันแล้วจะเริ่มกระฉับกระเฉงขยับปีก ขา และหนวด หรือบินจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง จากนั้นเมื่อถึงเวลาก่อนพลบค่ำเล็กน้อยยุงจะบินออกจากแหล่งพักเพื่อทำการบินวนเวียนขึ้นลงหรือเป็นวงกลมเหนือพุ่มไม้ กระท่อม ต้นไม้หรือแม้แต่บริเวณเหนือศีรษะมนุษย์

2.4.2.3 การวางไข่ (Oviposition)

ยุงก้นปล่องเพศเมียชอบวางไข่ในเวลากลางคืน ซึ่งจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า ยุงก้นปล่องเกือบทุกชนิดวางไข่บนกระดาษกรองที่เปียกชื้นและชอบวางไข่บนกระดาษกรองพื้นสีดำมากกว่าสีขาว ทั้งนี้การเลี้ยงยุงก้นปล่องนั้นไม่ง่ายนัก อาจเนื่องจากยุงบางชนิดต้องการพื้นที่กว้างในการผสมพันธุ์และวางไข่ นอกจากนี้ลูกน้ำยุงก้นปล่องบางชนิดยังต้องอาศัยในน้ำจากธรรมชาติที่มาจากแหล่งวางไข่เท่านั้นในการเจริญเติบโต หรือต้องการอุณหภูมิน้ำที่จำเพาะเจาะจง ยุงก้นปล่องชนิดมินิมัส ซึ่งเป็นพาหะไข้มาลาเรียในประเทศไทยชอบวางไข่ในลำธารที่มีน้ำไหล มีแสงแดดส่องถึงแต่มีร่มเงาบางส่วนด้วย (Muirhead-Thomson. 1958)

2.4.2.4 การออกหากิน (Biting & Feeding)

ช่วงระยะเวลาการออกหากินขึ้นอยู่กับชนิดของยุงก้นปล่อง ซึ่งส่วนมากจะหากินครึ่งคืนแรกและเวลาใกล้รุ่ง ยุงก้นปล่องมีความชอบในชนิดของเลือดแตกต่างกันไป ยุงก้นปล่องบางชนิดชอบกินเลือดสัตว์ เช่น วัว ควาย บางชนิดชอบกินเลือดคน

2.4.2.5 การบินและการกระจายตัว (Flight & Dispersal) (Service. 1980)

ยุงก้นปล่องสามารถบินได้ตลอดทั้งคืนตั้งแต่ก่อนมืดและหลังจากรุ่งเช้าเล็กน้อย การบิน (Flight) หมายถึงระยะทางที่ยุงก้นปล่องบินโดยใช้ปีกเป็นตัวปฏิบัติการ แต่การกระจายตัว (Dispersal) หมายถึงการที่ยุงก้นปล่องแพร่ไปในที่ต่างๆ เป็นการบินระยะสั้นๆ โดยกระทำซ้ำแล้วซ้ำ

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของ ... ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

133791

อีก การบินและการกระจายตัวของยุงไม่เพียงแต่เป็นความสามารถโดยธรรมชาติของยุงเท่านั้น แต่ยังได้รับอิทธิพลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น แหล่งเลือดหรือการมีสิ่งกีดขวางเช่น ต้นไม้ใหญ่ ป่า ภูเขาและความเร็วของกระแสลม เป็นต้น การบินของยุงเกิดจากหลายวัตถุประสงค์ เช่น การมีพฤติกรรมทางเพศโดยการบินเวียนเกี้ยวพาราสีล่อยุงเพศเมียให้บินมาผสมพันธุ์ หรือบินเพื่อหาที่เกาะพักหรือหาแหล่งเพาะพันธุ์ และหาเหยื่อ เป็นต้น

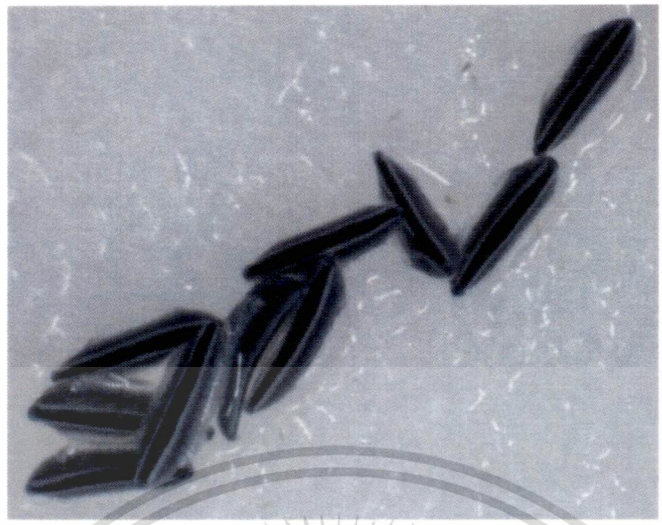
2.4.3 แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่อง (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2553ข)

แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่อง จะพบตามแหล่งน้ำนิ่ง มีร่มเงา เช่น ตามปลักโคลน รอยเท้าสัตว์และแหล่งน้ำชั่วคราวอื่นๆ ที่มีน้ำใส มีใบไม้แห้ง ถังซีเมนต์ รดน้ำต้นไม้ในสวน ชอบอยู่ตามเขาและป่าเชิงเขา (ภาพที่ 2.16) สำหรับยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* เป็นยุงพาหะที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการแพร่เชื้อมาลาเรียในประเทศไทย พบอาศัยบริเวณป่าทึบ ชอบวางไข่ตามแหล่งน้ำขังที่มีร่มเงา โพรงหิน แอ่งน้ำ มีนิสัยชอบกินเลือดคนและชอบเกาะพักนอกบ้าน (ภาคภูมิ จิวะนนท์. 2555) เวลากลางวันชอบเกาะพักตามพุ่มไม้ โพรงไม้ที่เงียบสงบ มืดและมีความชื้นสูง ใกล้แหล่งเพาะพันธุ์ ลักษณะนิสัยชอบกินเลือดคนมาก ไม่ชอบกินเลือดสัตว์อื่นออกหากินตอนกลางคืนถึงเช้ามืด แต่ถ้าป่าทึบมาก ๆ ก็หากินช่วงกลางวันด้วย

2.4.4 ความสำคัญทางการแพทย์

ยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) เป็นพาหะที่สำคัญของโรคมาลาเรีย (Malaria) ในประเทศไทย ซึ่งโรคนี้เป็นโรคที่มีความสำคัญและเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขของประชากรทั่วโลก เพราะในแต่ละปีมีประชากรทั่วโลกติดเชื้อมาลาเรียมากกว่า 500 ล้านคน และเสียชีวิต 1-2 ล้านคนต่อปี (กรุงเทพธุรกิจออนไลน์. 2550; World Health Organization. 2005) โดยโรคมาลาเรียระบาดได้ตลอดปีแต่พบมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งแหล่งระบาดของโรคนี้พบมากบริเวณชายแดนไทย-พม่า และไทย-กัมพูชา (Sornmani *et al.* 1983, ภาพที่ 2.17) สำหรับเชื้อสาเหตุของโรคนี้เกิดจากเชื้อ Plasmodium 4 ชนิด คือ *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* และ *P. ovale* ซึ่ง *P. falciparum* และ *P. vivax* เป็นเชื้อสาเหตุหลักของโรคในประเทศไทย (วรรณภา สุวรรณเกิด. 2553; Gould *et al.* 1966) ซึ่งวิธีการติดต่อของโรคมาลาเรีย โดยยุงก้นปล่องเพศเมียกัดดูดกินเลือดผู้ป่วย ทำให้ตัวอ่อนของเชื้อสาเหตุ (Sporozoite) เข้าสู่กระเพาะอาหารของยุง จากนั้นขยายและเพิ่มปริมาณแล้วเคลื่อนย้ายไปยังต่อมน้ำลาย เมื่อยุงก้นปล่องตัวนี้ไปกัดกินเลือดคน เชื้อจะเข้าสู่กระแสโลหิตแล้วเข้าทำลายตับ ทำลายเม็ดเลือดแดง ทำให้ผู้ป่วยมีอาการไข้ต่ำๆ ปวดศีรษะ ปวดตามตัวและกล้ามเนื้อ คลื่นไส้ เบื่ออาหาร จับไข้หนาวสั่น หรืออาการรุนแรงมากอาจทำให้เสียชีวิตได้ (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชุมพร. 2555, ภาพที่ 2.18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

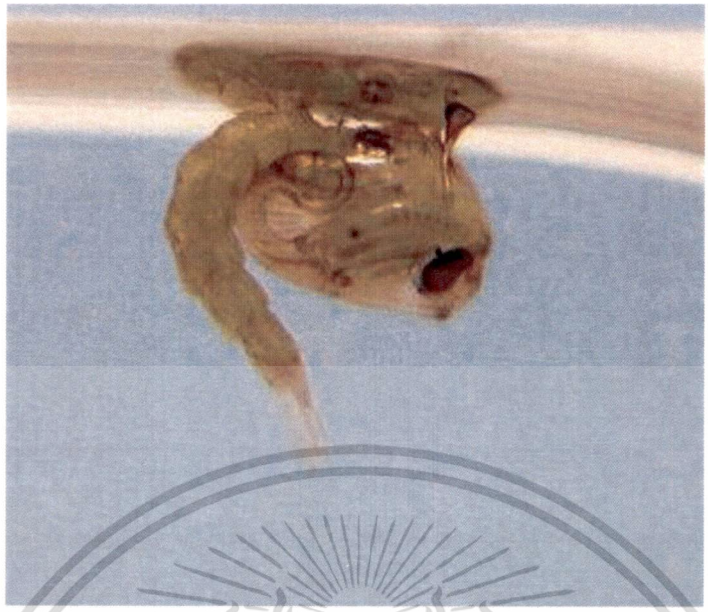


ภาพที่ 2.12 ไข่ยุงก้นปล่อง

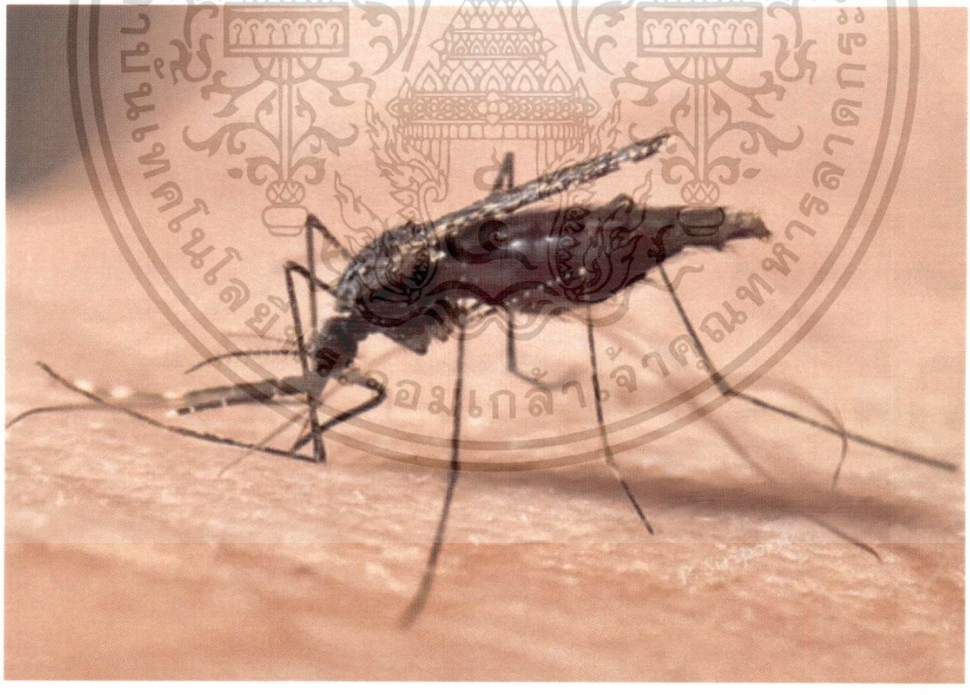


ภาพที่ 2.13 ลูกน้ำยุงก้นปล่อง (Florida Medical Entomology Laboratory. 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

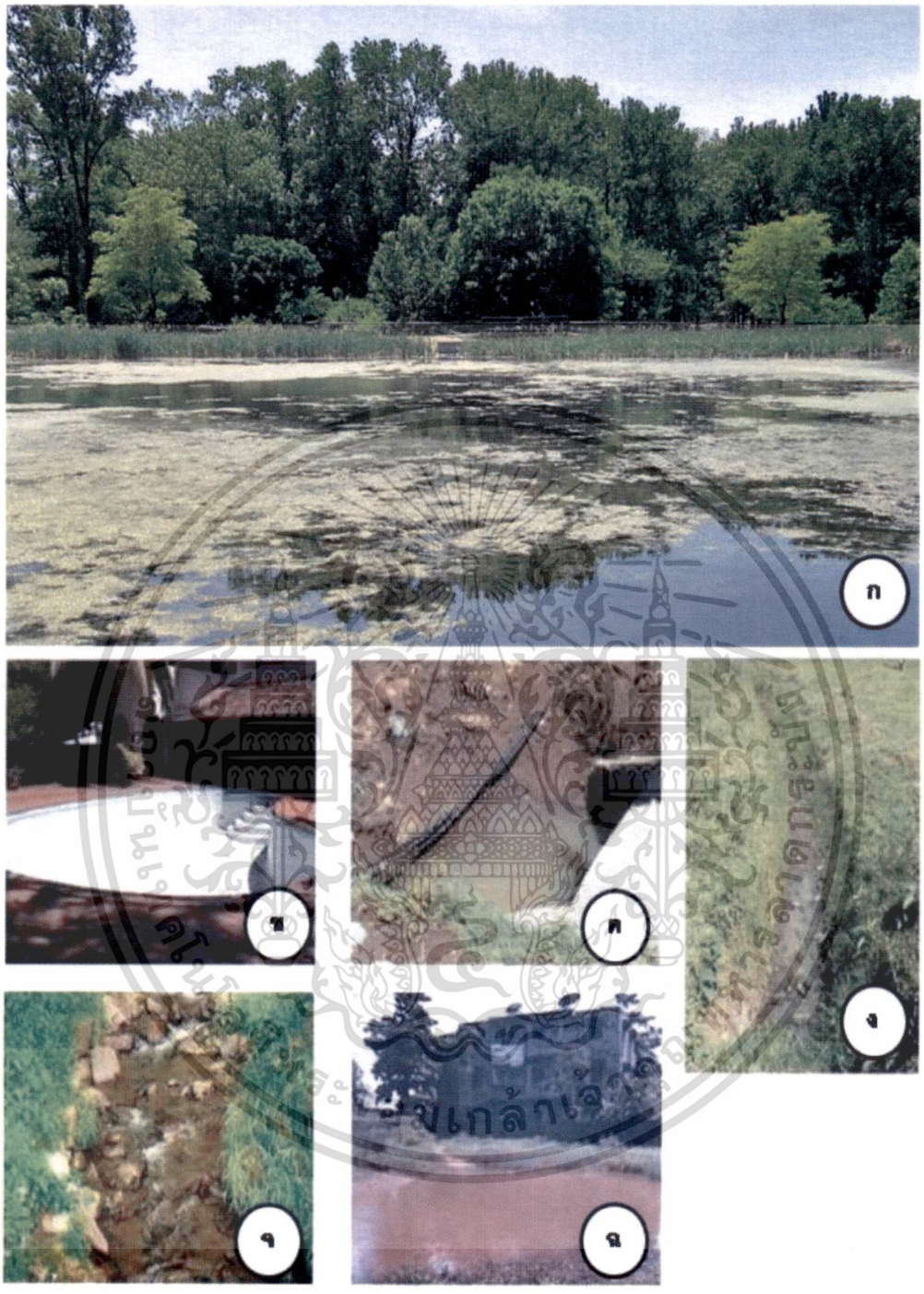


ภาพที่ 2.14 ตัวโม่งยุงก้นปล่อง (Florida Medical Entomology Laboratory. 2012)



ภาพที่ 2.15 ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

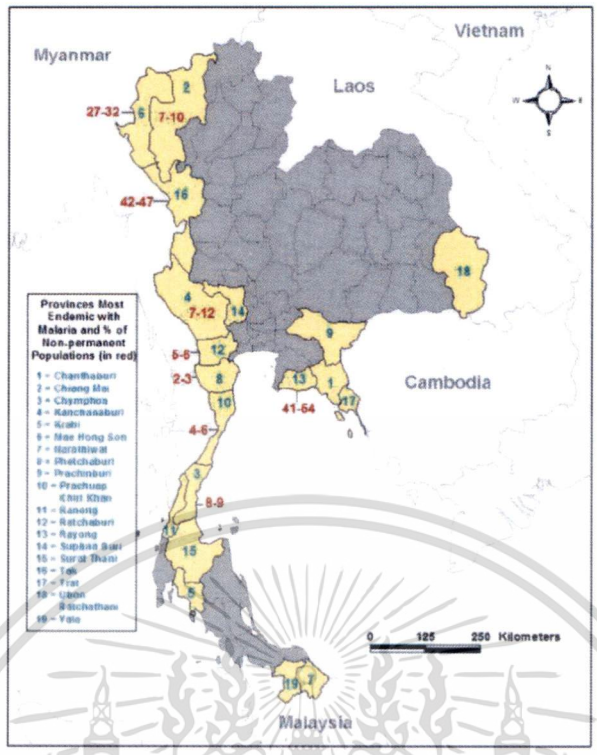


ภาพที่ 2.16 แหล่งเพาะพันธุ์ยุงก้นปล่อง

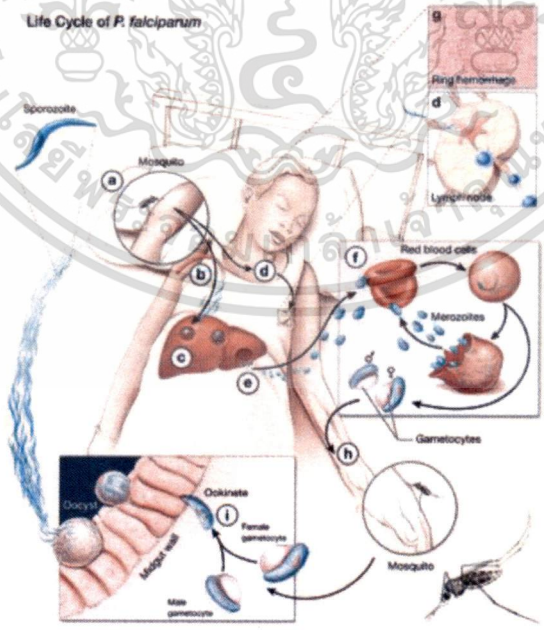
ก. แหล่งน้ำนิ่งมีร่มเงา ข. บ่อซีเมนต์ ค. ปลักโคลน

ง. คลองสำหรับรดน้ำต้มไม้ในสวน จ. แอ่งน้ำไหลเอื่อยในป่า จ. แอ่งน้ำเลี้ยงสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 พื้นที่การระบาดของโรคมาลาเรียคือ จังหวัดบริเวณชายแดนไทย-พม่า และไทย-กัมพูชา (Kiang *et al.* 2006)



ภาพที่ 2.18 วงจรเชื้อไข้มาลาเรีย (Life cycle of *P. falciparum*) (Health On Care. 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงรำคาญและความสำคัญทางการแพทย์

2.5.1 ชีววิทยาและอุปนิสัยของยุงรำคาญ

ยุงรำคาญเป็นยุงที่พบได้ทั่วไปในเขตเมืองเนื่องจากยุงชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำสกปรกและออกหากินเวลากลางคืน ยุงรำคาญบินได้ตั้งแต่ 200 เมตร ถึงหลายร้อยกิโลเมตร (อุษาวดี ถาวระ. 2547) ยุงรำคาญบางชนิดเป็นพาหะนำเชื้อไข้สมองอักเสบ และบางชนิดเป็นพาหะนำเชื้อพยาธิโรคเท้าช้างชนิด Bancroftian ได้ (อาคม สังข์วรานนท์. 2538)

การเจริญเติบโตของยุงรำคาญ มีการเจริญเติบโตโดยเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Complete metamorphosis) แบ่งระยะการเจริญเติบโตเป็น 4 ระยะ คือ ไข่ (Egg) ลูกน้ำ (Larva) ตัวโม่ง (Pupa) และตัวเต็มวัย (Adult) วงจรชีวิตของยุงพาหะเป็นดังนี้

2.5.1.1 ระยะไข่ยุงรำคาญ (ภาพที่ 2.19)

ยุงชนิดนี้จะวางไข่เกาะกันเป็นแพแน่น ทำให้สามารถลอยบนผิวน้ำได้ ในขณะที่วางไข่ใหม่ๆ เปลือกไข่จะมีสีขาว แล้วจะค่อยกลายเป็นสีดำใน 2-3 ชั่วโมงต่อมา อายุไข่ประมาณ 1-2 วัน จำนวนไข่ในแต่ละแพ โดยเฉลี่ยประมาณ 200-250 ฟอง ขึ้นอยู่กับขนาดของยุง ปริมาณเลือดที่ได้รับ และจำนวนครั้งที่ไข่ ยุงเพศเมียสามารถวางไข่ได้หลายครั้ง ตลอดชีวิตวางไข่ประมาณ 1-7 แพ และมักจะวางไข่ตอนตะวันตกดิน เที่ยงคืนและก่อนรุ่งเช้า ไข่ไม่สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ ถ้าอยู่ในสภาพแห้งไข่จะฝ่อและตัวอ่อนภายในจะตาย (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. 2526)

2.5.1.2 ระยะลูกน้ำ (ภาพที่ 2.20)

ลักษณะโดยทั่วไป ลูกน้ำยุงรำคาญมีส่วนหัวเจริญดี ด้านข้างของหัวมีตารวม นอกจากนี้มีตาเดี่ยวซึ่งตั้งอยู่ด้านหลังของตารวม ตาเดี่ยวมีขนาดเล็กกว่าตารวม ปากแบบกัดกิน บนส่วนหัวบริเวณใกล้ปากมีกระจุกขนหนาแน่นเรียกว่า Feeding brush การเคลื่อนไหวของกระจุกขนเหล่านี้จะช่วยพัดพาเอาน้ำและอาหารที่มีขนาดเล็กมากเข้าสู่ปาก ถัดจากส่วนหัวเป็นส่วนอก ลักษณะเป็นปล้องเดียวที่มีปลายมน ถัดจากส่วนอกเป็นปล้องท้องซึ่งมีทั้งหมด 9 ปล้อง ที่ปลายของปล้องสุดท้ายมี Anal tracheal gill 4 อัน ด้านบนของปล้องสุดท้ายมีขนเกี่ยว (Clinging bristle) ซึ่งมีลักษณะยาวและเป็นตะขอช่วยทำให้ลูกน้ำสามารถแขวนตัวกับผิวน้ำได้ ด้านล่างของปล้องสุดท้ายจะมีกลุ่มของขนแข็งๆ ซึ่งเรียกว่า Ventral brush รูหายใจ (Spiracle) และท่อหายใจ (Siphon) ซึ่งยื่นออก มาจากด้านบนของปล้องท้องปล้องที่ 8 ลักษณะเรียวยาว รูเปิดของท่อหายใจจะถูกปิดโดยลิ้นแข็ง (Chitinous valves หรือ Spiracular valves) (อภิวัฏ ธวัชสิน. 2553)

เมื่อลูกน้ำกินอาหารและหายใจ จะโผล่มายังผิวน้ำโดยใช้ Clinging bristle เกาะแขวนตัวกับผิวน้ำโดยเอาหัวลงไปในน้ำและส่วนของลำตัวทำมุมกับผิวน้ำ บนด้านข้างแต่ละด้านของท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หายใจจะมีแถวของหนามแหลม (Spine) ประมาณ 12-15 อันเรียกว่า Pecten บนปล้องท้องที่ 8 จะมีแถวของหนามแหลมซึ่งเรียกว่า Comb scale จำนวน 4 แถว ลักษณะของ Pecten และ Comb scale ของลูกน้ำยุงรำคาญสามารถนำมาใช้จำแนกชนิดได้

ลูกน้ำยุงรำคาญจะกินพวกจุลินทรีย์และอินทรียวัตถุอื่นๆ ในน้ำ อาหารเข้าสู่ปากโดยใช้ขนยาวที่มีลักษณะคล้ายพู่กัน เรียกว่า Mouth brush โดยอาหารจะถูกพัดเข้าไปในคอ จากนั้นจึงถูกดูดเข้าสู่หลอดอาหาร โดยระยะลูกน้ำมี 4 ระยะ ใช้เวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 6-10 วัน มีการลอกคราบ 4 ครั้ง จึงเปลี่ยนเป็นตัวโม่ง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของลูกน้ำ ได้แก่ ปริมาณอาหาร อุณหภูมิของน้ำ ความแห้งแล้ง ศัตรูทางธรรมชาติ และสารเคมีในน้ำ อาหารของลูกน้ำในธรรมชาติ ได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว และสารอินทรีย์ต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ

2.5.1.3 ระยะตัวโม่ง

ภายหลังการลอกคราบครั้งที่ 4 ลูกน้ำจะเจริญเป็นตัวโม่ง (ภาพที่ 2.21) ตัวโม่งมีลักษณะที่เด่นชัด คือ หัวโต มักจะลอยตัวนิ่งๆ ที่ผิวน้ำ แต่ถ้าถูกรบกวนจะเคลื่อนที่ได้อย่างว่องไว โดยการดำน้ำลงสู่ข้างล่างใต้น้ำอย่างรวดเร็วและอยู่ใต้น้ำได้นานหลายนาที ระยะตัวโม่งนี้จะหยุดกินอาหาร รับเอาอากาศในการหายใจแต่เพียงอย่างเดียวและเป็นระยะสุดท้ายที่ใช้ชีวิตอยู่ในน้ำ ใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน แล้วลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย ยุงเพศผู้จะลอกคราบออกมาก่อนยุงเพศเมีย (Hurst. 1890)

2.5.1.4 ระยะตัวเต็มวัย

ลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน มีลักษณะทั่วไป ดังนี้ (ภาพที่ 2.22)

1) ส่วนหัว (Head) มีลักษณะกลมเชื่อมติดกับส่วนอกประกอบด้วยตา 1 คู่ ตาของยุงเป็นแบบตารวม (Compound eye) มีหนวด (Antenna) 1 คู่ ระยางค์ปาก (Palpus) 1 คู่ และมีอวัยวะแทงดูด (Proboscis) 1 อัน หนวดแบ่งเป็น 15 ปล้องมีขนทุกปล้อง ในยุงเพศเมียขนนี้สั้นและไม่หนา ส่วนในยุงเพศผู้ขนยาวและเป็นพุ่ม เชื่อกันว่าหนวดยุงเป็นอวัยวะที่ใช้ในการรับคลื่นเสียงและดมกลิ่น ระยางค์ปากมี 5 ปล้องอยู่ติดกับอวัยวะเจาะดูด ในยุงเพศเมียระยางค์ปากสั้น ส่วนเพศผู้ระยางค์ปากยาวมีขนตรงที่สองปล้องปลายและปลายปล้องโค้งงอขึ้น

2) ส่วนอก (Thorax) มีปีก 1 คู่ ด้านบนของอกปกคลุมด้วยขนหยาบๆ และเกล็ดซึ่งมีสีและลวดลายต่างๆ กัน ขอบล่างของอกมีลักษณะเป็น 3 พู เรียก Scutellum ซึ่งแตกต่างจาก Scutellum ของยุงก้นปล่องซึ่งไม่แยกเป็นพู ด้านข้างของอกมีขา ขาแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ คือ คอกซ่า (Coxa) มีขนาดสั้นอยู่โคนสุด ต่อไปเป็นโทรเคนเตอร์ (Trochanter) คล้ายบานพับ ถัดไปเป็นฟีเมอร์ (Femur) ทิเบีย (Tibia) และทาร์ซัส (Tarsus) ซึ่งมีอยู่ 5 ปล้อง ปล้องสุดท้ายมีหนามงอๆ 1 คู่ เรียก คลอว์ (Claw) ขาของยุงมีเกล็ดสีต่างๆ สามารถใช้จำแนกชนิดของยุงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ส่วนท้อง (Abdomen) มีลักษณะกลม ยาว ประกอบด้วยปล้อง 10 ปล้อง แต่เห็นได้ชัดเพียง 8 ปล้อง ปล้องที่ 9 และ 10 ดัดแปลงไปเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ ในยุงเพศผู้ส่วนปลายท้องที่ทำหน้าที่คล้ายอวัยวะเพศเรียก เทอร์มินาเลีย (Terminalia) ซึ่งมีลักษณะเฉพาะใช้จำแนกชนิดของยุงได้ ที่กล่าวมาเป็นลักษณะโดยทั่วไปของยุงรำคาญ (*Culex spp.*)

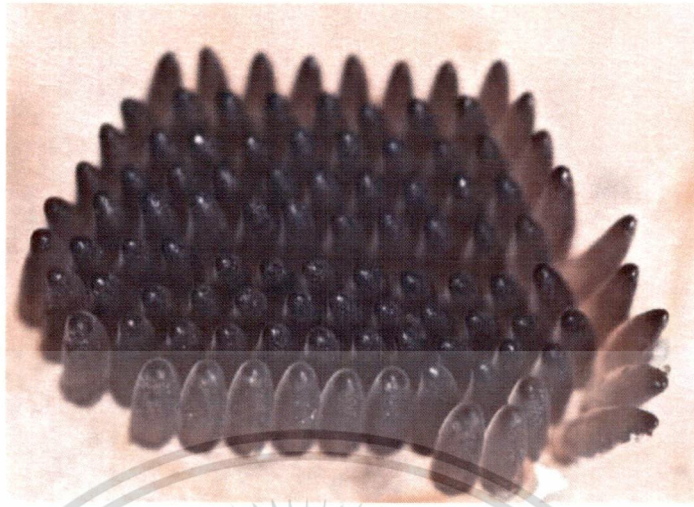
2.5.2 แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงรำคาญ (ภาพที่ 2.23)

ยุงรำคาญมีแหล่งเพาะพันธุ์ในน้ำสกปรก จากการศึกษาคุณภาพของน้ำที่พบลูกน้ำยุงชนิดนี้ เช่น ในคูระบายน้ำ น้ำครำใต้ถุนบ้าน น้ำทิ้งจากครัวเรือน น้ำในบ่อขยะ บ่อส้วม พบว่าจะมีค่า BOD (Biological Oxygen Demand) หรือปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการสลายสารอินทรีย์ในน้ำสูง แต่มีค่า DO (Dissolved Oxygen) หรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ ลูกน้ำของยุงรำคาญมีความทนทานต่อสภาพน้ำเสียต่างๆ ได้ดี สามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว จึงมีความชุกชุมสูงทุกฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อน และฤดูฝน จะพบแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงชนิดนี้ทั่วไปในท่อระบายน้ำทั้งเขตเมืองและเขตชนบท

2.5.3 ความสำคัญทางการแพทย์

ยุงรำคาญ (*Cx. quinquefasciatus*) เป็นพาหะที่สำคัญของโรคเท้าช้าง (Lymphatic filariasis หรือ Elephantiasis) มีสาเหตุจากหนอนพยาธิ *Wuchereria bancrofti* โดยหนอนพยาธิจะอาศัยอยู่ในท่อน้ำเหลืองและในต่อมน้ำเหลือง หากติดเชื้อเป็นเวลานานจะทำให้แขน ขา บวมโต ผิวหนังหยาบหนา และกลายเป็นภาวะเท้าช้าง (Elephantiasis) ซึ่งวิธีการติดต่อของโรคเท้าช้าง เริ่มจากยุงรำคาญเพศเมียที่มีเชื้อหนอนพยาธิกัดดูดกินเลือดมนุษย์ ยุงเพศเมียจะปล่อยหนอนพยาธิระยะติดต่อคือระยะที่3 เข้าสู่ผิวหนังของคน โดยไชผ่านรอยแผลและเข้าสู่ระบบน้ำเหลือง หลังจากนั้นหนอนพยาธิระยะที่ 3 จะเจริญเติบโตในระบบน้ำเหลืองและเปลี่ยนเป็นหนอนพยาธิตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย เมื่อหนอนพยาธิตัวเต็มวัยเพศผู้ผสมกับเพศเมียจะทำให้เกิดหนอนพยาธิระยะตัวอ่อน (Microfilariae) โดยอาศัยอยู่ในปลอกหุ้มลำตัว (Sheath) เมื่อยุงรำคาญเพศเมียดูดกินเลือดผู้ป่วยที่มีเชื้อหนอนพยาธิเข้าไป เมื่อเชื้อเข้าไปในยุง หนอนพยาธิระยะตัวอ่อนจะสลัดปลอกหุ้มลำตัว และไปอยู่ที่กระเพาะอาหารของยุง หลังจากนั้นหนอนพยาธิจะมีการเจริญเป็นตัวอ่อนระยะที่หนึ่งจนถึงตัวอ่อนระยะที่ 3 ซึ่งเป็นระยะติดต่อ หลังจากนั้นหนอนพยาธิตัวอ่อนระยะติดต่อจะไปเคลื่อนที่ไปต่อมน้ำลายของยุง เมื่อยุงรำคาญเพศเมียกัดดูดกินเลือดคน จึงทำให้หนอนพยาธิตัวอ่อนเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตของคนอีกครั้งหนึ่ง (ภาพที่ 2.24) อาการของผู้ป่วยที่ติดเชื้อ *W.bancrofti* จะเกิดพยาธิสภาพที่บริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ ถ้าเป็นผู้หญิงอาจจะพบอาการบวมของอวัยวะสืบพันธุ์สตรีด้านนอก (Vulva) และที่หน้าอก ส่วนในผู้ชายพบว่ามีการคั่งของน้ำเหลืองในอัณฑะ (Hydrocele) และปัสสาวะเป็นสีขุ่นขาวเหมือนน้ำนม (Chyluria) แต่ในบางรายอาจพบการบวมที่แขนขาได้แต่จะเป็นการบวมตลอดทั้งขาหรือแขน (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2549, ภาพที่ 2.25)

เอกสารนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.19 ไข่ยุงรำคาญ (Raft) (Larrick *et al.* 2010)



ภาพที่ 2.20 ลูกน้ำยุงรำคาญ (Larrick *et al.* 2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

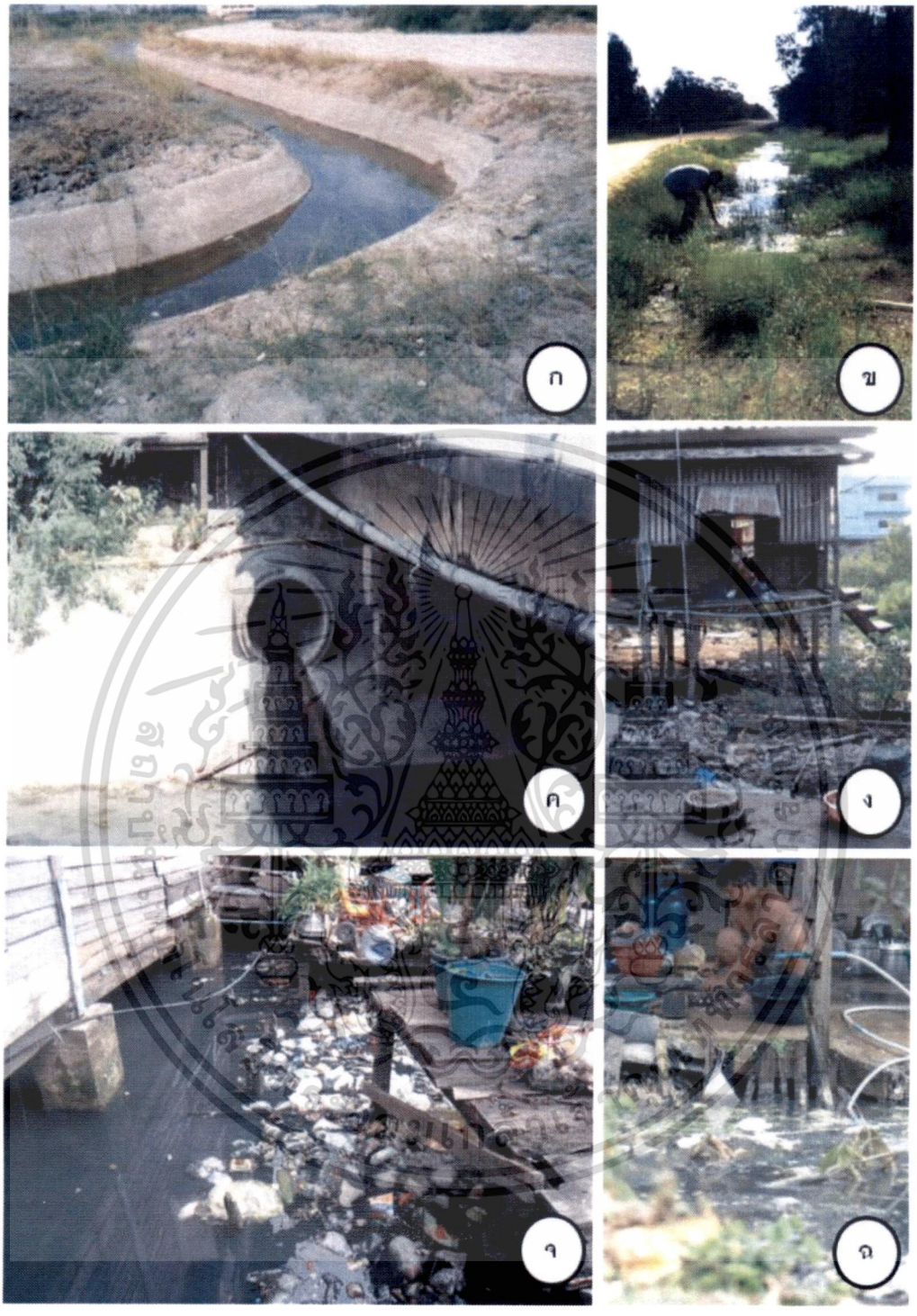


ภาพที่ 2.21 ตัวโม่งยุงรำคาญ (Larrick *et al.* 2010)



ภาพที่ 2.22 ตัวเต็มวัยยุงรำคาญ

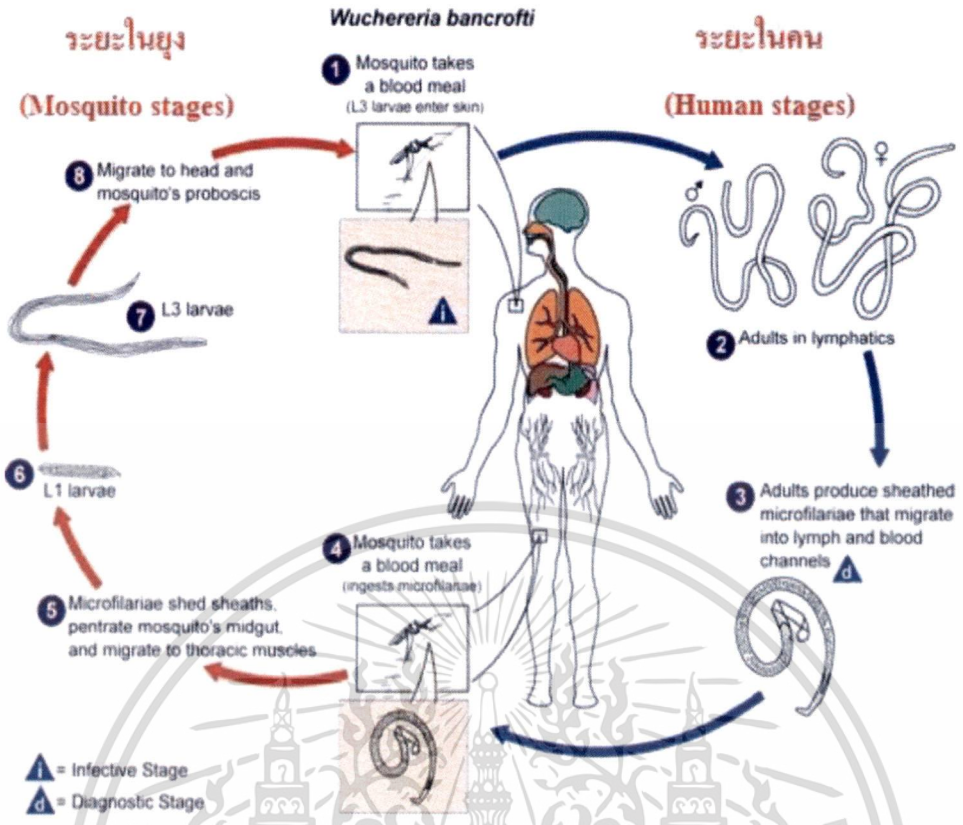
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



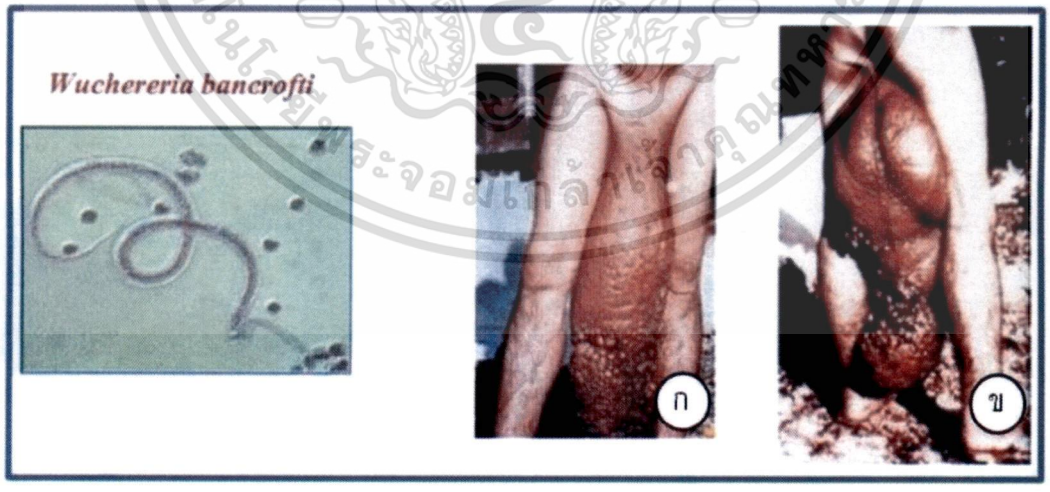
ภาพที่ 2.23 แหล่งเพาะพันธุ์ยุงรำคาญ

ก. คลองชลประทาน ข. คลองริมถนน ค. คูระบายน้ำ ง.-ฉ. น้ำทิ้งจากครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.24 วงจรชีวิตโรคเท้าช้าง (USAID's Neglected Tropical Diseases Program. 2011)



ภาพที่ 2.25 อาการโรคเท้าช้างจากเชื้อ *W. bancrofti* (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2549)
ก.-ข. ผู้ที่ติดเชื้อ *W. bancrofti* จะเกิดพยาธิสภาพที่บริเวณอวัยวะสืบพันธุ์บวมโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น สามารถสรุปข้อแตกต่างระหว่างยุง 3 ชนิด คือ ยุงลาย ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อแตกต่างระหว่างยุงลาย ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ

ลักษณะทั่วไป	ยุงลายตระกูล *Aedes*	ยุงก้นปล่องตระกูล *Anopheles*	ยุงรำคาญตระกูล *Culex*
แหล่งเพาะพันธุ์	แหล่งน้ำสะอาดบริเวณบ้าน เช่น ตุ่มน้ำ อ่างน้ำ บ่อซีเมนต์ ไห กระป๋อง กะลา ยาง รถยนต์ จานรองขาตู้ แจกัน กาบเปลือกผลไม้	แหล่งน้ำไหลเอื่อยๆ ค่อนข้างสะอาด แอ่งหิน โพรงไม้ รวมทั้งในนาข้าว โดยมากอยู่ไกลตัวเมือง ในป่าชายเขา	แหล่งน้ำขังบนดิน แอ่งหิน ท่อระบายน้ำ น้ำครำใต้ถุนบ้าน น้ำในทุ่งนา รอยเท้าสัตว์ ภาชนะขังน้ำที่สกปรก
การเกาะพัก	ลำตัวขนานกับพื้น	ลำตัวและส่วนท้องทำมุมกับผนังที่เกาะประมาณ 45°	ลำตัวขนานกับพื้น
รูปล่างลักษณะ	ลำตัวมีเกล็ดสีขาวบนด้านหลังส่วนอก ปีกค่อนข้างใส ปากเพศเมีย palpi สองข้างปากสั้น	ลำตัวสีน้ำตาล ค่อนข้างสีดำ ปีกมีเกล็ดสีซีด สลับเข้ม ปากเพศเมีย palpi สองข้างปากยาวเท่ากับความยาวของปาก	ลำตัวสีน้ำตาล ปีกค่อนข้างใส ปากเพศเมีย palpi สองข้างปากสั้น
ลูกน้ำ	ท่อหายใจอ้วนสั้น ลอยทำมุมกับผิวน้ำ เคลื่อนไหวเป็นรูปตัวเอส (S)	ไม่มีท่อหายใจ ลอยขนานบนผิวน้ำ เคลื่อนไหวตรงๆ สลับไปมาดูแข็งๆ	ท่อหายใจเรียวยาว ลอยทำมุมกับผิวน้ำ เคลื่อนไหวเป็นรูปตัวเอส (S)
ไข่	เป็นใบเดี่ยวๆ ติดตามขอบภาชนะเหนือระดับน้ำเล็กน้อย	เป็นใบเดี่ยวๆ ลอยบนผิวน้ำโดยมีทุ่นช่วย	เป็นแพลอยอยู่บนผิวน้ำ
การออกหากิน	เวลากลางวันในบ้านและใกล้บ้าน	เวลากลางคืนนอกบ้าน	เวลาพลบค่ำถึงเช้ามืดโดยมากหากินนอกบ้าน
นำโรคสำคัญ	ไข้เลือดออกและโรคไข้ปวดข้อยุงลาย	โรคมาลาเรีย หรือไข้ป่าหรือไข้จับสั่น	ไข้สมองอักเสบและโรคฟิลาเรียชนิดที่มีพยาธิ *W. bancroftl*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

พืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทดลองนี้มี 7 ชนิด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 กระดังงา

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cananga odorata* (Lamk) Hook. f. & Thomson var. *odorata*

ชื่อสามัญ: Ylang-ylang tree, Ilang-ilang, Perfume tree, Cananga

ชื่อพื้นเมือง: กระดังงา (ตรัง ยะลา) กระดังงาใบใหญ่ กระดังงาใหญ่ (กลาง) สะบันงา สะบันงาต้น (เหนือ)

ชื่อวงศ์: ANNONACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: (วริษฐา เจียมจีรกุล. 2549, ภาพที่ 2.26)

ลำต้น: ไม้ยืนต้น สูง 8-40 เมตร เปลือกสีเทาแกมสีเงิน ผิวเรียบ กิ่งแขนง มักลู่ห้อยลง

ใบ: ใบเดี่ยว ออกสลับ ไม่มีหูใบ ใบรูปรีถึงรูปไข่ แกมขอบขนาน ขนาดกว้าง 4-10 เซนติเมตร ยาว 7-30 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบเว้ารูปหัวใจหรือมน ฐานใบเอียง มีขน

ดอก: ช่อดอกออกซอกใบ แบบแตกแขนงสั้น มี 2-6 ดอก มีกลิ่นหอม กลีบเลี้ยง มี 3 กลีบ รูปไข่ ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 5-7 เซนติเมตร โค้งม้วน กลีบดอก มี 6 กลีบ เรียง 2 ชั้น ๆ ละ 3 กลีบ รูปใบหอกยาว ขนาดกว้าง 0.5-1.6 เซนติเมตร ยาว 3-12 เซนติเมตร สีเหลืองแกมเขียว มักเป็นลอนคลื่น เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก เรียงกันแน่น เกสรเพศเมีย ก้านเกสร ยาวเรียว ยอดเกสรคล้ายจาน รังไข่มีหลายอัน

ผล: ผลกลุ่มแยกกัน ห้อยลง 7-16 ผล ก้านผลยาว 1-2 เซนติเมตร ผลรูปไข่กลมรี ขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร สีเขียว สุกสีดำ

เมล็ด: เมล็ดแข็ง มี 2-12 เมล็ด รูปรี แบน ขนาดกว้าง 0.6 เซนติเมตร ยาว 0.9 เซนติเมตร สีน้ำตาลอ่อน ผิวเป็นร่อง

นิเวศวิทยา: แหล่งกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แล้วกระจายไปยังออสเตรเลีย และหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก มีการนำไปปลูกยังจีน อินเดีย อัฟริกา และกลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา ในฟิลิปปินส์เริ่มมีการปลูกเป็นการค้า ผลิตน้ำมันหอมระเหยกระดังงาก่อน ต่อมาเป็นอินโดนีเซีย ส่วนประเทศไทยมีการปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับ หรือสมุนไพรบ้างเล็กน้อย ชอบขึ้นในที่มีแสงแดด ดินมีการระบายน้ำดี (Yusuf and Sinohin. 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรรพคุณ: ส่วนที่ใช้ประโยชน์ของกระดังงาจะให้สรรพคุณแตกต่างกันดังนี้

เปลือก	แก้คัน
ดอก	มีสรรพคุณ แก้ลมวิงเวียนศีรษะ และบำรุงเลือด จึงใช้ปรุงเป็นยาหอม หรือทำบุหงา อบร่ำ ทำน้ำหอม ใช้อบทำให้น้ำเชื่อมมีกลิ่นหอม และนำน้ำเชื่อมมาปรุงขนมหวาน
ใบและเนื้อไม้	เมื่อนำมาต้มกับน้ำใช้ดื่มกินเป็นยาขับปัสสาวะ
เปลือกต้น	ยังสามารถใช้ทำเชือกชนิดหยาบได้

มีการศึกษาพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากดอกมีฤทธิ์ไล่แมลงบางชนิด

องค์ประกอบทางเคมี: น้ำมันหอมที่สกัดได้จากดอกเรียกว่า Cananga oil หรือ Ylang-ylang oil ประกอบด้วย Caryophyllene, Benzyl acetate, Benzyl alcohol, Farnesol, Terpineol, Borneol, Geranyl acetate, Safrol, Linalol, Limonene, Methyl salicylate เป็นต้น (นพพล เกตุประสาท และไพร มัทธวรัตน์. 2552)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา:

1) ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรา
2) ฤทธิ์ยับยั้งมะเร็ง
3) ฤทธิ์ไล่แมลงบางชนิด
4) ฤทธิ์ทำให้เกิดอาการสงบในหนูขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 กระดังงา (*Cananga odorata* (Lamk) Hook. f. & Thomson var. *odorata*)
ก. ดอกกระดังงา ข. ดอก ใบ ผลกระดังงา ค. ต้นกระดังงา
(Forest and Kim Starr. 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 กานพลู

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry

ชื่อสามัญ: Clove, Clove tree

ชื่อพื้นเมือง: กานพลู (ภาคกลาง) ดอกจันทร์ (เชียงใหม่) จันจี่ (ภาคเหนือ)

ชื่อวงศ์: MYRTACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: (สุนทรี สิงหบุตรา. 2536, ภาพที่ 2.27)

ลำต้น: ไม้ต้น สูง 9-12 เมตร อาจสูงได้ถึง 20 เมตร เรือนยอดเป็นรูปกรวยคว่ำ แตกกิ่งต่ำ ลำต้นตั้งตรง เปลือกเรียบ สีเทา

ใบ: ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปใบหอก รูปรี หรือรูปไข่กลับแคบๆ กว้าง 8-11 เซนติเมตร ยาว 32-37 เซนติเมตร ปลายแหลมหรือเรียวแหลม โคนสอบแคบ ขอบเรียบ แผ่นใบด้านบนเป็นมัน มีต่อมน้ำมันมาก เส้นแขนงใบข้างละ 15-20 เส้น ปลายเส้นโค้งจรดกับเส้นถัดไปก่อนถึงขอบใบ ก้านใบยาว 1-2.5 เซนติเมตร

ดอก: ช่อดอกแบบช่อเชิงหลั่น ออกที่ปลายยอด ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ก้านช่อดอกสั้นมาก แต่อาจยาวได้ถึง 1 เซนติเมตร ใบประดับรูปสามเหลี่ยม ยาว 2-3 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยง 4 กลีบ โคนติดกันเป็นหลอดยาว 5-7 มิลลิเมตร

ผล: เมื่อเป็นผลขยายออกเป็นรูปกรวยยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ปลายแยกเป็นแฉกรูปไข่ ยาว 3-4 มิลลิเมตร กลีบดอก 4 กลีบ รูปขอบขนานหรือกลม ยาว 7-8 มิลลิเมตร มีต่อมน้ำมันมาก ร่วงง่าย เกสรเพศผู้จำนวนมาก ร่วงง่าย ก้านชูอับเรณูยาวประมาณ 7 มิลลิเมตร ก้านเกสรเพศเมียยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร ผล รูปไข่กลับกามรูปรี ยาว 2-2.5 เซนติเมตร แก่จัดสีแดง มี 1 เมล็ด

นิเวศวิทยา: ถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะโมลุกกะ นำมาเป็นไม้ปลูกทั่วไปในเขตร้อน ประเทศไทยมีการปลูกมากในบริเวณภาคใต้และภาคตะวันออก ได้แก่ จันทบุรี ตราด ชุมพร (นาวิน มหาวงศ์ และคณะ. 2549)

การเก็บเกี่ยว: ต้นกานพลูสามารถให้ผลผลิตเมื่ออายุได้ประมาณ 4-5 ปี จะให้ดอกประมาณเดือนสิงหาคม-กันยายน และจะเก็บเกี่ยวได้ในเดือนธันวาคม ดอกที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว มีลักษณะเป็นสีเหลืองและสีชมพูอ่อนๆ ซึ่งเป็นช่วงดอกตูม ก่อนดอกบานจะมีคุณภาพและสรรพคุณดีที่สุด เก็บเกี่ยวโดยใช้มือเก็บ หรือใช้กรรไกรตัดทั้งช่อดอก เพื่อไม่ให้กิ่งกานพลูได้รับความกระทบกระเทือนมาก หากกิ่งได้รับความบอบช้ำจะทำให้ออกดอกน้อย สำหรับต้นที่สูงให้ใช้พะองหรือบันไดพาด เพื่อหลีกเลี่ยงการโน้มกิ่งแรงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรรพคุณ:

1) น้ำมันกานพลูมีฤทธิ์เป็นยาช่วยระงับอาการปวดฟันและแก้โรครำมะนาด โดยใส่น้ำมันกานพลูในรูฟันที่ปวดหรือเคี้ยวดอกกานพลู 1-2 ดอกช่วยกำจัดกลิ่นปาก

2) แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ ช่วยขับลมและช่วยย่อยอาหาร โดยใช้ดอกกานพลู 5-8 ดอก บดให้เป็นผงรับประทานสำหรับผู้ใหญ่ และใช้ดอกกานพลู 3 ดอก ทุบให้แตก แช่ในน้ำเดือดสำหรับชงนมประมาณ 750 มิลลิลิตร ให้เด็กรับประทาน

3) น้ำมันกานพลูเป็นส่วนผสมของยารักษาโรคต่างๆ เช่น ยาแก้ไอ ยาแก้โรคเลือดออกตามไรฟัน ยาขับระดู ยาแก้ปวดท้อง

4) กานพลูใช้แต่งกลิ่นเครื่องสำอาง ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก สบู่ รวมทั้งใช้สังเคราะห์กลิ่นวานิลลา

5) น้ำมันกานพลูใช้ไล่ยุงและช่วยป้องกันกลิ่นหืนของน้ำมันได้

องค์ประกอบทางเคมี: Eugenol, Cinnamic aldehyde Vanillin น้ำมันหอมระเหย Caryophylla - 3(12)-6-dien-4-ol (สุนทรี สิงหบุตรา. 2536)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา:

1) ฤทธิ์ลดการอักเสบ
2) ฤทธิ์ต้านการแพ้
3) ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุอาการแน่นจุกเสียด
4) ฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่
5) ฤทธิ์ขับลม
6) ฤทธิ์ขับน้ำดี
7) ฤทธิ์ป้องกันเยื่อบุกระเพาะ
8) ฤทธิ์เพิ่มการเคลื่อนไหวของลำไส้
9) ฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27 กานพลู (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry)
ก.-ข. ดอกสดกานพลู ค. ใบกานพลู ง. ดอกแห้งกานพลู จ. ต้นกานพลู
(กรมวิชาการเกษตร. 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ตะไคร้บ้าน

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cymbopogon citratus* (DC.) Staph

ชื่อสามัญ: Lemon grass, Lapine

ชื่อพื้นเมือง: จะไคร (ภาคเหนือ) ไคร (ภาคใต้) คาหอม (แม่ฮ่องสอน) เชิดเกรย, เหลอะเกรย (เขมร-สุรินทร์), ห่อวอตะโป่ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ชื่อวงศ์: GRAMINEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: (ภาพที่ 2.28)

ลำต้น: ไม้ล้มลุก อายุหลายปี ลำต้นเป็นกอ สูงประมาณ 2 เมตร แตกกอหนาแน่น โคนต้นมีนวลใต้ข้อ มีกลิ่นหอม

ใบ: ใบเดี่ยว รูปเรียวยาว ขนาดกว้าง 1.5-3 เซนติเมตร ยาว 50-110 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลมยาว โคนใบสอบยาว ผิวใบหยาบ ไม่มีขน สีเขียวนวล ปลายใบโน้มลง กาบใบเรียงซ้อนกันแน่น รูปคล้ายทรงกระบอก หุ้มลำต้น ลิ้นใบปลายกลมหรือตัด โคนมีผงสีขาวคล้ายแป้งที่ข้อและกาบใบ

ดอก: ช่อดอก ขนาดใหญ่ เรียงกันไม่หนาแน่น แบบประกอบซ้อน ยาว 60 เซนติเมตร มี 4-9 ข้อ แตกแขนงช่อย่อย แกนกลางช่อดอกมีขนยาว 0.2-0.3 เซนติเมตร ช่อดอกย่อยมี 4-7 คู่ ช่อดอกย่อยแบบกระจะ เกสรเพศผู้ มี 3 อัน เกสรเพศเมีย ก้านเกสร มี 2 อัน ยอดเกสรเป็นพู่ มีขนยาวนุ่ม

นิเวศวิทยา: ปัจจุบันมีการปลูกทั่วไปในเขตร้อนและกึ่งร้อน อินเดียและใกล้เคียง หมู่เกาะของประเทศศรีลังกา คาบสมุทรมาเลย์ แล้วแพร่กระจายไปปลูกในประเทศเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนในทวีเอเชีย อเมริกา อัฟริกา และอื่น ๆ ตะไคร้ขึ้นในที่โล่งแจ้ง ดินร่วนทั่วๆ ไป ในประเทศไทยปลูกเป็นพืชผักสวนครัว หรือการค้า (ก่องกานดา ชยามฤต. 2540)

สรรพคุณ: ใช้ทั้งต้น

1) รสฉุน สุมขุม แก้หวัด ปวดศีรษะ ไอ
2) แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด ขับลมในลำไส้ บำรุงไฟธาตุ
3) ทำให้เจริญอาหาร แก้ปวดกระเพาะอาหาร แก้ท้องเสีย
4) แก้ปวดข้อ ปวดเมื่อย ฟกช้ำจากหกล้ม ขาบวมน้ำ
5) แก้โรคทางเดินปัสสาวะ นิ่ว ขับปัสสาวะ ประจำเดือนมาผิดปกติ
6) แก้ปัสสาวะเป็นเลือด แก้โรคหืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรรพคุณ: ใช้ราก

1) แก้เสียดแน่น แสบบริเวณหน้าอก ปวดกระเพาะอาหารและขับปัสสาวะ
2) บำรุงไฟธาตุ ขับปัสสาวะ แก้นิ่ว แก้ปัสสาวะพิการ
3) รักษาเกลื้อน แก้อาการขัดเบา

ใบสด มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิตสูง แก้ไข้

ใช้ต้น มีสรรพคุณเป็นยาขับลม แก้ผมแตกปลาย เป็นยาช่วยให้ลมเบ่งขณะคลอดลูก ใช้ดับกลิ่นคาว แก้เบื่ออาหาร บำรุงไฟธาตุให้เจริญ แก้โรคทางเดินปัสสาวะ นิ่ว ปัสสาวะพิการ แก้หนองใน (สุนทรี สิงหบุตรา. 2536)

องค์ประกอบทางเคมี: ในใบมีสารพวก Citral, Methylheptenone, Eugenol, Iso-orientin, Methylheptenol, Furfural, Luteolin, Phenolic substance, Cymbopogonol, Cymbopogone, Citral A, Citral B, Essential oil, Waxes, Nerol, Myrcene, l-Menthol, Linalool, Geraniol, Dipentene, d-Citronellic acid, Cymbopol, 1,4-Cineolie

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา: (หน่วยบริการฐานข้อมูลสมุนไพร. 2555)

1) ฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ น้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ มีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ คือ menthol, cineo, camphor , linalool จึงลดอาการแน่นจุกเสียด

2) ฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียสาเหตุอาการแน่นจุกเสียด สารเคมีในน้ำมันหอมระเหย คือ citral, citronellol, geraneol และ cineole มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้แก่ เชื้อ *E. coli* ส่วนน้ำมันหอมระเหยก็มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียเช่นกัน

3) ฤทธิ์ขับน้ำดี ตะไคร้มีสารช่วยในการขับน้ำดีมาช่วยย่อย คือ borneol และ fenchone และ cineole

4) ฤทธิ์ขับลม ยาชงตะไคร้เมื่อให้รับประทานไม่มีผลขับลม แต่ถ้าให้ผลดีจะใช้ฉีดทางช่องท้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ตะไคร้หอม

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle

ชื่อสามัญ: Citronella grass

ชื่อพื้นเมือง: จะไคมะขูด ตะไครขูด (ภาคเหนือ) ตะไคร้แดง (นครศรีธรรมราช)

ชื่อวงศ์: GRAMINEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: (ภาพที่ 2.29)

ลำต้น: พืช ล้มลุก อายุหลายปี มีเหง้า ลำต้นตั้งตรงสีแดง แตกออกมาเป็นกอ สูงประมาณ 2 เมตร

ใบ: ใบเกลี้ยง รูปยาวแคบ กว้าง 5-20 มิลลิเมตร ยาวได้ถึง 1 เมตร มีกลิ่นหอม ตรงรอยต่อระหว่างใบกับกาบ มีแผ่นรูปไข่ปลายตัดยื่นออกมา ยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร มีขนกาบหุ้มติดทน กาบล่างสุดเกยซ้อนกัน เมื่อแห้งจะม้วนขึ้น ตะไคร้หอมมีลักษณะส่วนใหญ่คล้ายกับตะไคร้กอ ต่างกันที่กลิ่น ต้นและใบยาวกว่าตะไคร้กอมาก แผ่นใบกว้างยาวและนิ่มกว่าเล็กน้อย (ตะไคร้หอมใบยาวและนิ่มกว่าตะไคร้ธรรมดาเล็กน้อย ทำให้ปลายห้อยลงปรกดินกว่า)

ดอก: ดอกออกเป็นช่อขนาดใหญ่ยาวได้ถึง 80 เซนติเมตร มีใบประดับ ลักษณะคล้ายกาบ ยาวประมาณ 25 มิลลิเมตร รองรับอยู่ ช่อดอกแยกเป็นหลายแขนง แต่ละแขนงมีช่อย่อย 4-5 ช่อ ผลแห้งไม่แตก ดอก ช่อ สีน้ำตาลแดง แทงออกจากกลางต้น ออกดอกยาก (ก่องกานดา ชยามฤต. 2540)

นิเวศวิทยา: แหล่งกำเนิดจากประเทศอินเดียหรือศรีลังกา มีการนำไปปลูกยัง อินโดนีเซีย เพื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันมีการปลูกทั่วไปในเขตร้อน ชอบขึ้น ในที่โล่ง ดินร่วนมีความอุดมสมบูรณ์ ระบายน้ำได้ดี และมีความชื้นดี ในประเทศไทย มีการนำเข้ามาปลูกนานแล้วผู้ที่นำเข้ามาคือคุณหลวงมิตรธรรมพิทักษ์โดยนำเข้า มาจากอินเดียและนำไปปลูกที่ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เป็นที่แรก ในปัจจุบันมีการกระจายปลูกตระไคร้หอมทั่วประเทศ เช่น จังหวัดสระแก้ว กาญจนบุรี อุบลราชธานี นครราชสีมา เชียงใหม่ ราชบุรี ชลบุรี เป็นต้น (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2550)

การเก็บเกี่ยว: ตะไคร้หอมมีอายุโดยเฉลี่ยประมาณ 2 ปี โดยระยะเวลาตั้งแต่เริ่มปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 4-5 เดือน และจะเก็บเกี่ยวครั้งต่อไปทุกๆ 3 เดือน หรือปีละ 3 ครั้ง ดังนั้นในปีแรกสามารถเก็บเกี่ยวได้ 1 ครั้ง ส่วนปีที่ 2 สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 3 ครั้ง โดยควรตัดใบเหนือพื้นดิน 25 -30 เซนติเมตร เพื่อให้ต้นที่เหลือสามารถแตกใบใหม่ได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรรพคุณ:

1) น้ำมันสะกัดตะไคร้หอม นำมาปรุงกับน้ำหอมทาตัวป้องกันยุงกัด และใส่กระบอกสูบผสมกับน้ำมันอื่นฉีดไล่ยุงได้ดีมาก

2) ทั้งต้น โดยใช้ตะไคร้หอม 4-5 ต้น นำมาทั้งต้น ทุบๆ วางทิ้งไว้ในห้องมืดๆ กลิ่นน้ำมันหอมระเหยออกมา ยุง แมลงจะหนีหมด

3) ประโยชน์ทางยา

แก้ริดสีดวงในปาก (คือปากแตกระแหงเป็นแผลในปาก)

ปรุงเป็นยาขับลมในลำไส้ และแก้แน่นได้ด้วย

สตรีมีครรภ์รับประทานให้ตกลูกหรือทำลายโลหิตให้ด้วย (ทำให้แท้ง) คือมีอำนาจในทางบีบรัดมดลูกได้ดีด้วย

องค์ประกอบทางเคมี: น้ำมันหอมระเหย มี 0.4-0.9% ประกอบด้วย geraniol 57.6-61.1% Citronellal 7.7-14.2% eugenol, camphor, methyl eugenol.

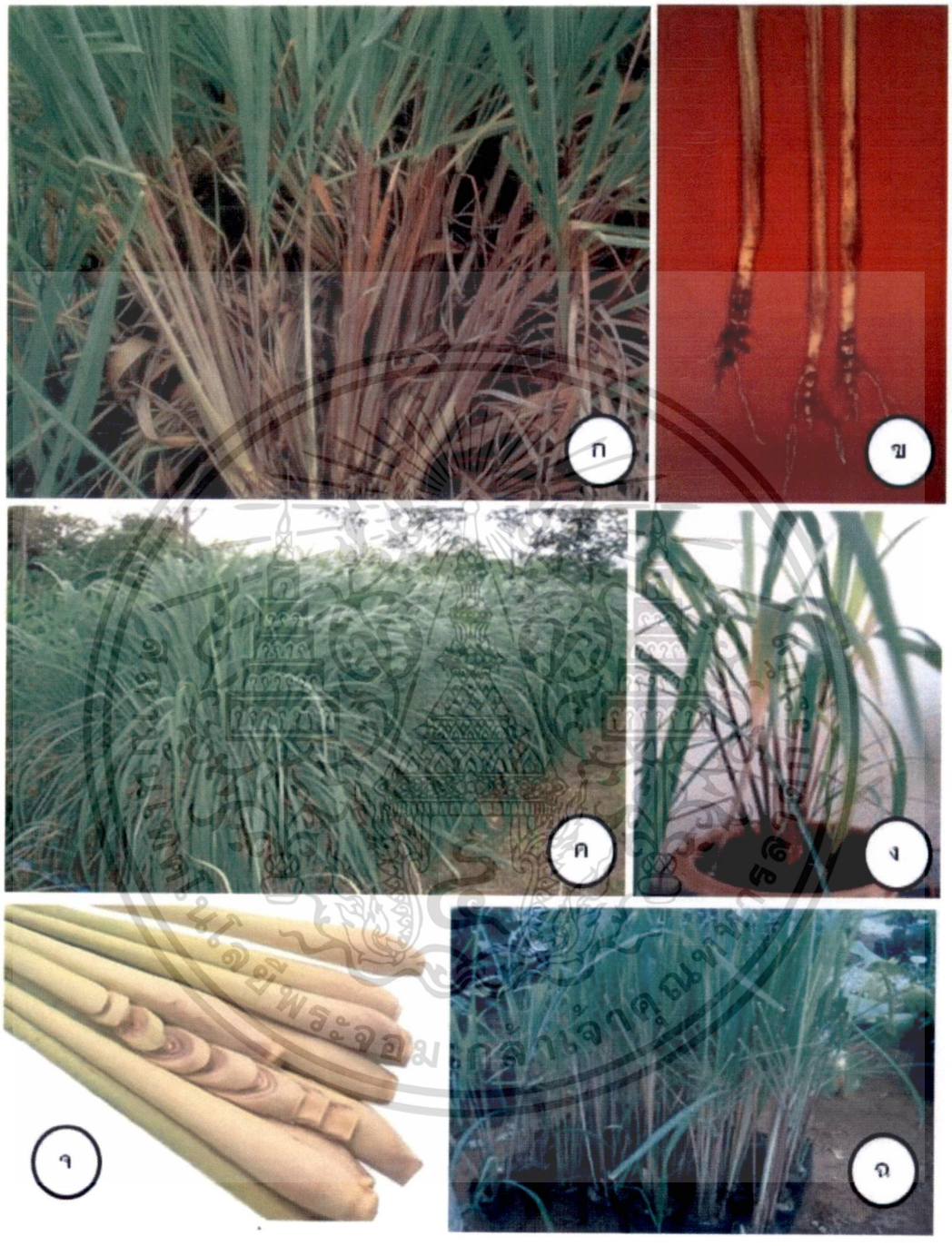
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา:

1) ฤทธิ์ไล่ยุงและแมลง น้ำมันตะไคร้หอม (Citronella oil) มีส่วนประกอบที่สำคัญในการออกฤทธิ์ไล่แมลง คือ camphor, cineol, eugenol, linalool, citronellal, citral

2) ฤทธิ์ฆ่าแมลง

3) ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.29 ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle)

ก.-ฉ. ใบ และลำต้นตะไคร้หอม (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม มีความคล้ายคลึงกันค่อนข้างมาก หากนำมาหาความแตกต่างระหว่างพืชสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด สามารถสรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างระหว่างพืชสมุนไพรตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม

(สุรัตน์วดี จิวะจินดา. 2552)

ความแตกต่าง	ตะไคร้บ้าน (Lemon grass)	ตะไคร้หอม (Citronella grass)
ชื่ออื่น ๆ	ตะไคร้บ้าน ตะไคร้แกง คาหอม จะไคร เชิด เกรย เหรอะเกรย และไคร	ตะไคร้แดง ตะไคร้มะขูด จะไคร มะขูด
ชื่อสามัญ	Lemon grass, Lapine	Citronella grass
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Cymbopogon citratus*	*Cymbopogon nardus*
วงศ์	Gramineae	Gramineae
ต้น	เป็นไม้ล้มลุกจะขึ้นเป็นกอใหญ่ สูงประมาณ 1 เมตร ลักษณะของลำต้น ตั้งตรง แข็ง เกลี้ยง และตามปล้อง (กาบของโคนต้น) มักมีไขปกคลุมอยู่ ความสูงวัดจากโคนถึงกาบใบประมาณ 30 เซนติเมตร	เป็นไม้ล้มลุก ลำต้นจะตั้งตรง แต่แตกออกมา เป็นกอ สูงประมาณ 2 เมตร ที่โคนจะเป็นกาบชั้น ๆ เหมือนตะไคร้บ้าน แต่ไม่มีไขปกคลุม เหมือนตะไคร้บ้าน ความสูงวัดจากโคนต้น ถึงกาบใบประมาณ 60-75 เซนติเมตร
ใบ	ใบเดี่ยว แตกออกเป็นกอ รูปขอบขนานปลายใบแหลม ยาว 30-60 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1-2 เซนติเมตร ผิวใบด้านบนระคายมือเล็กน้อย ส่วนด้านล่างจะเรียบ ขอบใบเรียบ	มีใบยาวและกว้างกว่าตะไคร้บ้าน ยาวประมาณ 1 เมตร กว้าง 2-2.5 เซนติเมตร เส้นกลางใบแข็ง ขอบใบจะมีขนขึ้นเล็กน้อย เมื่อส่องดูในที่มีแสงสว่างจะเห็นว่าขอบใบไม่เรียบ และผิวใบจะสากมือทั้งสองด้าน
สรรพคุณ	<u>ทั้งต้น</u> ใช้เป็นยารักษาโรคหืด แก้ปวดท้อง ขับปัสสาวะ และแก้อหิวาตกโรค และยังใช้ร่วมกับสมุนไพรอื่น รักษาโรคได้ เช่น บำรุงธาตุ เจริญอาหาร และขับเหงื่อ <u>ใบ</u> ใบสด ๆ ช่วยลดความดัน โลหิตสูง แก้ไข้ <u>ราก</u> ใช้เป็นยาแก้ไขปวดท้องและท้องเสีย <u>ต้น</u> ใช้เป็นยาขับลม แก้เบื่ออาหาร แก้โรคทางเดินปัสสาวะ นิ่ว เป็นยาบำรุงธาตุไฟให้เจริญ และนอกจากนี้ยังใช้ดับกลิ่นคาวด้วย <u>น้ำมัน</u> มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา และมีกลิ่นไล่สุนัขและแมว	<u>ทั้งต้น</u> ใช้เป็นยาแก้ปากแตกระแหง แก้ริดสีดวงในปาก ขับลมในลำไส้ แก้แน่น ขับโลหิตระดู มีฤทธิ์ทำให้กล้ามเนื้อเรียบบีบตัว ผู้ที่มีครรภ์รับประทานเข้าไปอาจทำให้แท้งได้ <u>ใบ</u> ใช้เป็นยาคุมกำเนิด ชำระล้างลำไส้ ไม่ให้เกิดซาง <u>ราก</u> แก้ลม หัวใจ กระวนกระวาย ฟุ้งซ่าน <u>ต้น</u> แก้ลมพานไส้ แก้ธาตุ แก้เลือดลมไม่ปกติ <u>น้ำมัน</u> ใช้ทาป้องกันยุง มีฤทธิ์ไล่แมลงและใช้รักษาโรคเห็บสุนัข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ยูคาลิปตัส

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Eucalyptus citriodora* Hook.

ชื่อสามัญ: Lemon gum, Lemon-scented eucalypt, Lemon-scented gum, Lemon-scented iron gum, Spotted gum

ชื่อพื้นเมือง: น้ำมันเขียว มันเขียว

ชื่อวงศ์: MYRTACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2555, ภาพที่ 2.30)

ลำต้น: ไม้ยืนต้น สูงถึง 50 เมตร ลำต้นเปลาตรง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นถึง 1 เมตร กิ่งก้านโปร่ง เปลือกเรียบ สีขาวเทาเขียวแกมเหลืองหรือเทาแกมชมพู ผิวร่อนเป็นแผ่น สะเก็ดไม่แน่นอน

ใบ: ใบเดี่ยว เรียงสลับ ห้อยลง รูปใบหอกแคบ ขนาดกว้าง 0.7-2.0 เซนติเมตร ยาว 8-30 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม สีเขียวหรือเขียวแกมเทา

ดอก: ช่อดอกออกที่ซอกใบ แบบซี่ร่ม หรือแบบกระจุกมี 7-11 ดอก ก้านช่อดอก ยาว 0.6-1.0 เซนติเมตร ก้านดอกย่อยเรียว ยาว 0.5-1.2 เซนติเมตร ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกตูม รูปกลมหรือกรวยกลม ด้านบนเป็นฝาปิดรูปทรงกลม ปลายมีจงอย ฝาปิดร่วงเมื่อดอกบาน ด้านล่างเป็นฐานดอกรูปถ้วย เกสรเพศผู้ มีจำนวนมาก

ผล: ผลแบบแคปซูลแห้ง เมื่อแตกปากเปิดมีลิ้น 3-5 ช่อง รูปทรงกลมหรือคล้ายรูปไข่

เมล็ด: เมล็ดมีจำนวนน้อย ประมาณ 15 เมล็ดต่อผล ผิวเรียบ สีน้ำตาลแกม เหลือง

นิเวศวิทยา: มีแหล่งกำเนิดทั่วไปในผืนแผ่นดินใหญ่ของออสเตรเลีย ทั่วโลกมีการปลูกทั่วไปทั้งในเขตร้อนและกึ่งร้อน ในออสเตรเลียพบตามแนวบริเวณที่แม่น้ำไหลผ่าน และมีการปลูกอย่างกว้างขวางในเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง และมีหลายแห่งที่พบขึ้นตามธรรมชาติ ยูคาลิปมีสายพันธุ์หลากหลายถึง 600 สายพันธุ์ สารเคมีในน้ำมันหอมระเหยในยูคาลิปสายพันธุ์ต่าง ๆ จะมีความเฉพาะเจาะจงบ่งบอกถึงสายพันธุ์ และสายพันธุ์ยูคาลิปตัสที่ใช้ทางยาพบไม่มากนัก

สรรพคุณ:

1) แก้อักเสบ ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย
2) สามารถป้องกันไข้หวัด ไซนัส ช่วยขับเสมหะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้หายใจโล่งสบาย
3) สามารถควบคุมอารมณ์ให้มีจิตใจมั่นคงแน่วแน่ ขจัดความเหงาหงอยเศร้าซึม
4) ป้องกันระงับโรคหอบหืด โรคเกี่ยวกับหลอดลม โรคหวัด และลดอาการเป็นไข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ในการรักษาผิวพรรณ ยูคาลิปตัส สามารถแก้ปัญหาสิวและสิวเสี้ยน

6) ช่วยไล่ยุงและแมลงร้ายต่างๆ

7) ช่วยขจัดและยังยั้งแบคทีเรีย ตัวไร ควันบุหรี่ และกลิ่นไม่พึงปรารถนา สร้างภูมิต้านทานโรคให้กับร่างกาย และเสริมคุณภาพของอากาศให้บริสุทธิ์

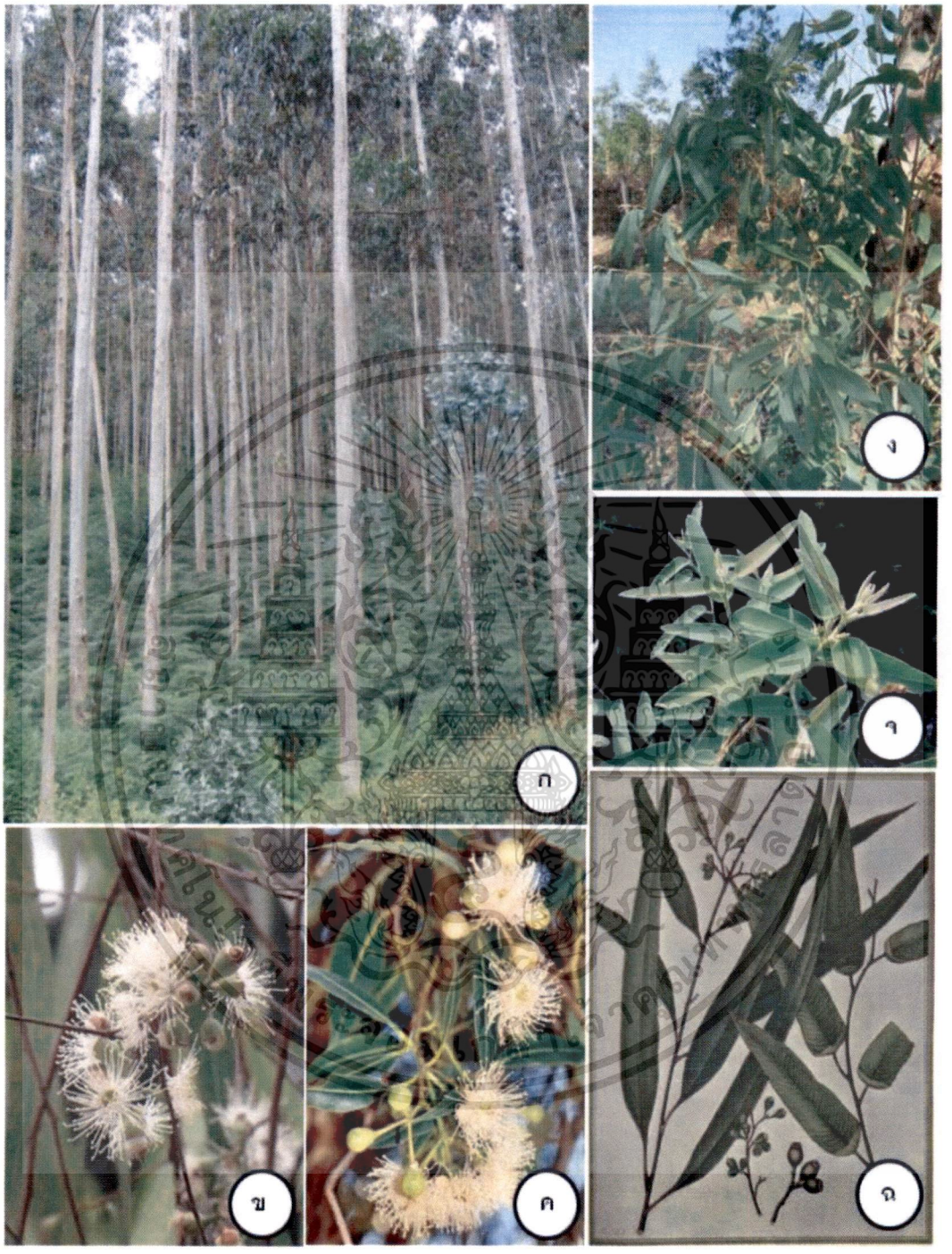
8) บรรเทาอาการ ช่วยผ่อนคลายความเครียด ทำให้รู้สึกสดชื่นทั้งร่างกายและจิตใจ สมองปลอดโปร่ง มีสมาธิ

องค์ประกอบทางเคมี: cineol 70-85%, pinene, limonene, cymene, phellandrene, terpinene, aromadendrene peppermint eucalyptus : piperitone 40-50%, phallandrene 20-30%, camphene, cymene, terpinene, thujene

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา:

1) ฤทธิ์ต่อต้านแบคทีเรีย เชื้อรา เชื้อไวรัส ลดอาการอักเสบ อาการบวม
2) มีฤทธิ์ไล่ยุง แก้แมลงกัดต่อย
3) มีฤทธิ์แก้ไอ
4) มีฤทธิ์ฆ่าหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.30 ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus citriodora* Hook.)
ก. ต้นยูคาลิปตัส ข.-ค. ดอกยูคาลิปตัส ง.-ฉ. ใบยูคาลิปตัส
(Forest and Kim Starr. 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 ส้ม

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

ชื่อสามัญ: Sweet orange

ชื่อพื้นเมือง: ส้มเกลี้ยง

ชื่อวงศ์: RUTACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: (เปรมปรี ณ สงขลา. 2544, ภาพที่ 2.31)

ลำต้น: เป็นไม้ผลขนาดกลาง ต้นสูงประมาณ 5-7 เมตร แต่ถ้าอยู่ในที่เหมาะสมอาจสูงถึง 10 เมตร ทรงพุ่มค่อนข้างทึบ กิ่งก้านแข็งแรง ส่วนมากมีหนามตามลำต้น หนามใหญ่และแข็ง ยิ่งต้นที่เกิดจากเมล็ดจะยิ่งมีหนามมากและยาวเรียวแหลม

ใบ: ค่อนข้างใหญ่ แต่น้อยกว่าส้มโอ มีลักษณะเป็นรูปไข่หรือผลสมอ ยาว 5-8 เซนติเมตร กว้าง 1-2 นิ้วฟุต ใบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนแรกเรียกว่า "แผ่นใบ" ตอนติดกับก้านใบเรียกว่า "หูใบ" ส้มเกลี้ยงเป็นส้มที่มีหูใบเล็กและเรียวแทบมองไม่เห็นเด่นชัด สีของใบด้านบนเขียวเข้มเป็นมัน ด้านล่างเขียวอ่อนขอบใบเรียบ

ดอก: ออกตามปลายกิ่งเล็กๆ เป็นช่อจำนวน 10-20 ดอก บางที่ออกดอกเดียวก็มี เป็นดอกสมบรูณ์เพศ ขนาดปานกลาง กลีบดอกมีสีขาวมี 4-5 กลีบ เมื่อดอกบานมีกลิ่นหอมมาก ฤดูที่ผลิดอกอยู่ระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน และบานในระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม ระยะจากผลิดอกถึงบานประมาณ 30 วัน และระยะจากดอกบานถึงผลแก่ประมาณ 8 เดือน

ผล: ผลส้มเกลี้ยงมีขนาดปานกลางถึงค่อนข้างใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8-10 เซนติเมตร มีลักษณะกลม สูง ไม่แป้น ผลที่ยังไม่แก่มีสีเขียวเข้ม แต่เมื่อแก่จัดเป็นสีเขียวอมเหลืองดึงเหลืองมีตุ่มน้ำมันเล็กๆ กระจายรอบผล เปลือกหนาปานกลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร มีลักษณะค่อนข้างแข็ง ภายในผลแบ่งเป็นช่องประมาณ 12 ช่อง อัดแน่นด้วยเนื้อซึ่งเป็นส่วนของผนังผลชั้นใน (endocarp) มีลักษณะเรียวยาว สีเหลือง ภายในมีน้ำ มีรสหวานอมเปรี้ยว ตรงกลางมีแกนแข็งสีขาว ปริมาณผลใน 1 ต้น จะมีตั้งแต่ 30-1000 ผล

เมล็ด: เมล็ดส้มเกลี้ยงใหญ่กว่าเมล็ดส้มเขียวหวานเล็กน้อย แต่เล็กกว่าส้มโอ เปลือกของเมล็ดย่น สีขาว เมล็ดค่อนข้างแบน

นิเวศวิทยา: เป็นผลไม้ที่ขึ้นได้ดีบริเวณพื้นที่ที่สูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากนัก ถิ่นกำเนิดเข้าใจว่าอยู่บริเวณทางตอนใต้ของประเทศจีน ต่อมาได้แพร่กระจายไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา เม็กซิโก ทวีปยุโรปและหมู่เกาะอินเดียตะวันตก สำหรับในประเทศไทยเชื่อกันว่าเริ่มนำเข้ามาปลูกในสมัยกรุงศรีอยุธยาหรือสมัยกรุงธนบุรี เพราะประเทศไทยขณะนั้นมีการเจริญสัมพันธไมตรีกับประเทศจีน โดยเฉพาะทางด้านการค้า ทำให้คนจีนเข้ามาในประเทศไทยจำนวนมากและได้ตั้งถิ่นฐานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศไทย เมื่ออาศัยอยู่ในประเทศไทยในฐานะประชาชนไทยคนหนึ่งที่ไม่ได้ละเลยประเพณีความเชื่อในศาสนาที่ตนเอง นับถือ สืบทอดมาตั้งแต่บรรพบุรุษ โดยสิ่งของที่ใช้ประกอบในพิธีกรรมอย่างหนึ่ง คือ ส้ม ไม่ว่าจะเป็นเทศกาลตรุษจีนหรือสารทจีน เป็นต้น จึงได้มีการนำต้นพันธุ์เข้ามาปลูกในประเทศไทย ซึ่งประเทศจีนทางตอนล่างโดยเฉพาะในเขตมณฑลกวางตุ้ง มีลักษณะภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทย สามารถปลูกส้มได้ดีเช่นกัน

พื้นที่ที่นิยมปลูกเป็นบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำวังอันอุดมสมบูรณ์ อำเภอเถินปรากฏแหล่งที่เคยปลูกและปัจจุบันยังคงปลูก โดยส่วนใหญ่จะเป็นเขตพื้นที่ตำบลที่มีแม่น้ำวังไหลผ่าน ได้แก่ ตำบลเถินบุรี ตำบลล้อมแรด ตำบลแม่ถอด จังหวัดลำปาง และตำบลแม่ปะ จังหวัดตาก

สรรพคุณ:

1) เปลือกแห้ง ใช้ผสมเป็นยาแก้วิงเวียน ยาขับเสมหะ ยาธาตุ ยาเจริญอาหาร ใช้แต่งกลิ่นอาหารและขนม

2) ผลที่ยังไม่สุกแห้ง ใช้เป็นยาช่วยย่อย ยาขับเสมหะ

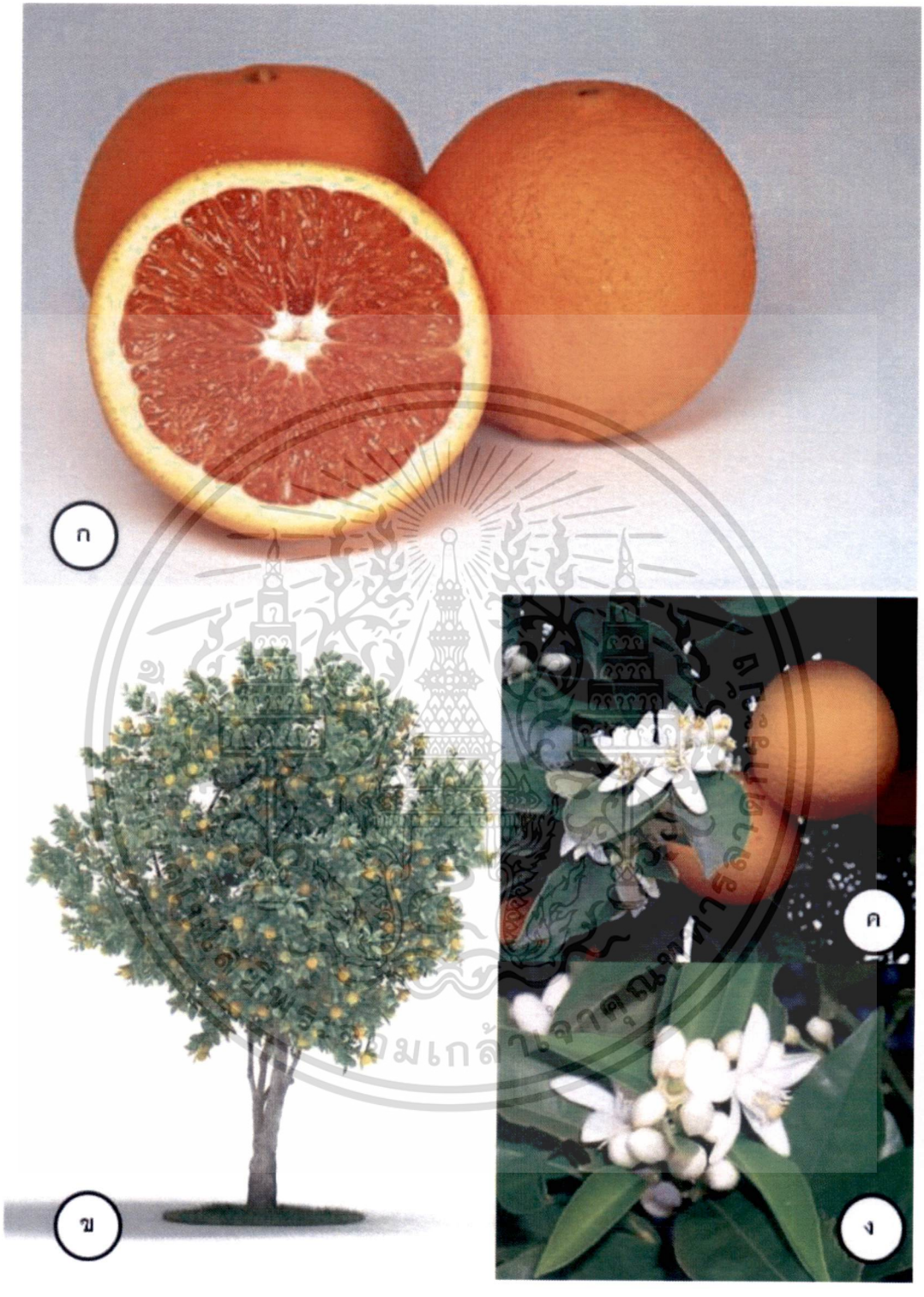
3) เนื้อของผลส้มเกลี้ยงมีสรรพคุณในการแก้หวัดลดอาการไข้ และยังช่วยบรรเทาอาการเจ็บคออีกด้วย

4) ส่วนเปลือกของส้มเกลี้ยงนั้นสามารถที่จะนำมารับประทานเพื่อบรรเทาอาการท้องอืดเฟ้อ และช่วยลดความกระด้างของผิว และช่วยทำให้ผิวพรรณดีปราศจากรอยด่างดำ

องค์ประกอบทางเคมี: a-pinene, myrcene, limonene, y-terpinene, citronellal, linalool, neral, neryl acetate, geranyl acetate, geraniol, thymol, carvone

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา: ฤทธิ์ต้านเชื้อรา และฆ่าแมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.31 ส้ม *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

ก. ผลส้ม ข. ลำต้นส้ม ค.-ง. ดอกส้ม

(UBC Botanical Garden and Centre for Plant Research. 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 โหระพา

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Ocimum basilicum* Linn.

ชื่อสามัญ: (Ho-ra-pa) Sweet-basil, Common basil

ชื่อพื้นเมือง: ห่อกวยซวย, โหระพาไทย, ห่อวอซู (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ชื่อวงศ์: LABIATAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2555, ภาพที่ 2.32)

ต้น : เป็นพรรณไม้ล้มลุก ลำต้นตั้งตรงมีความสูง 8-28 นิ้ว ลักษณะของลำต้น และกิ่งก้านเป็นเหลี่ยม แตกกิ่งก้านสาขามีมาก ผิวเปลือกลำต้นมีเป็นสีเขียวอมม่วง และมีขนปกคลุมทั้งลำต้นมีกลิ่นหอม

ใบ : ใบออกเป็นใบเดี่ยว มีลักษณะเป็นรูปรีรียาว ปลายและโคนใบเรียวแหลม ริมขอบใบเรียบ หรือมีหยักเล็กน้อย ใบมีขนาดกว้างประมาณ 1-3.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2-6 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้ม ก้านใบยาวประมาณ 0.7-2 เซนติเมตร

ดอก : ดอกออกเป็นช่อ ชั้น ๆ คล้ายฉัตร ออกอยู่ตามบริเวณปลายยอด ลักษณะของดอกย่อยมีกลีบเลี้ยง เชื่อมติดกันเป็นหลอด ส่วนปลายแยกเป็น 5 กลีบ มีสีขาวหรือสีแดงเรื่อ กลีบดอกยาวประมาณ 9 มิลลิเมตร

ผล : พอดอกร่วงโรยก็จะติดผล เป็นสีน้ำตาล หนึ่งผลมีเมล็ด 4 เม็ด ลักษณะของเมล็ดเป็น รูปกลมรี มีขนาดยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร

นิเวศวิทยา: โหระพาเป็นพืชที่แพร่หลายเป็นอย่างมากในแทบทวีปเอเชียและตะวันตก มีต้นกำเนิดมาจากประเทศอินเดีย

การเก็บเกี่ยว: หลังจากปลูกประมาณ 30-35 วัน สามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยใช้มีดคมๆ ตัดต้นหรือกิ่ง ห่างจากยอดลงมาประมาณ 10-15 เซนติเมตร นำไปขายหากยังไม่มีผู้รับซื้ออาจชะลอการเก็บเกี่ยวได้ โดยการตัดช่อดอกออกโหระพาก็จะแตกกิ่งแตกใบออกมาอีกเรื่อยๆ การเก็บเกี่ยวสามารถกระทำได้ทุกๆ 15-20 วัน ไปจนถึงอายุ 7-8 เดือน

สรรพคุณ:

1) แก้ไข้ ปวดศีรษะ ขับเหงื่อ ขับลม ขับเสมหะ ขับพยาธิ แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ท้องเสีย ช่วยเจริญอาหาร โดยใช้ยอดอ่อนต้มกับน้ำรับประทานเป็นชา หรือรับประทานเป็นผักสด

2) ใช้เป็นยาขับปัสสาวะและยาระบายอ่อน ๆ เพื่อแก้อาการท้องผูก โดยนำเมล็กแก่แช่น้ำให้พองตัวเต็มที่ รับประทานกับขนมหวานโดยผสมกับน้ำหวานและน้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ใช้รักษาอาการเหงือกอักเสบ เป็นหนองโดยบดใบโหระพาแห้งให้เป็นผงทาบริเวณที่เป็น

4) บรรเทาอาการคลื่นไส้อาเจียน โดยคั้นน้ำจากใบโหระพาสด ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำอ้อย 2 ช้อน รับประทานวันละ 2 ครั้ง พร้อมกับน้ำอุ่น

5) แก้สะอึก โดยใช้ใบโหระพาสดหรือแห้ง พร้อมขิงสดแช่ในน้ำเดือด รับประทานในขณะที่น้ำยังร้อน

6) น้ำมันโหระพาสามารถฆ่ายุงและแมลงได้

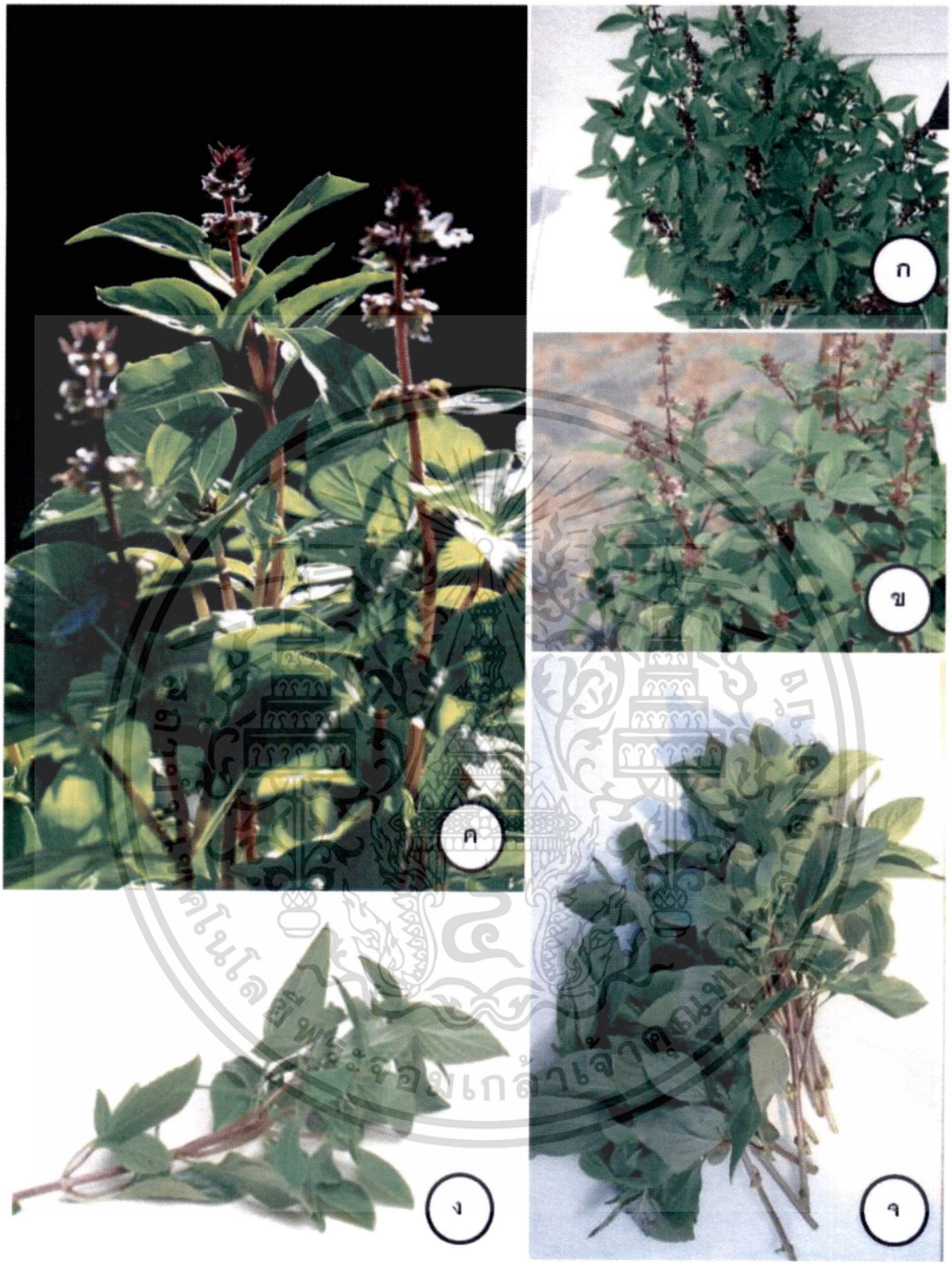
7) เมล็ดแก่แช่น้ำใช้พอกแผล บรรเทาอาการฟกช้ำ

องค์ประกอบทางเคมี: สารสกัดใบโหระพาที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ มีสีเหลืองอ่อนถึงไม่มีสี ใบโหระพามีน้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณร้อยละ 0.1-1.5 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างจาก headspace และตรวจสอบด้วย gas chromatography พบว่าในน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารเมทิลชาวิคอล (methylchavicol) เป็นสารหลัก (ร้อยละ 93) และสารกลุ่มเทอร์พีน ได้แก่ ลินาโลออล (linalool) และซินีออล (1, 8-cineol) นอกจากนี้ ยังมีสารยูจีนอล (eugenol) กรดกาเฟอิก (caffeic acid) และกรดโรสมารินิก (rosmarinic acid) เป็นต้น (สุธาทิพ ภมรประวัติ. 2551)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา:

1) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
2) ฤทธิ์ลดคอเลสเตอรอลและแผ่นคราบ (พลัค) ในกระแสเลือด
3) ฤทธิ์ต้านจุลชีพ: แบคทีเรีย ไวรัส ปรสิตและเชื้อรา
4) ฤทธิ์ต้านสารก่อมะเร็ง
5) ฤทธิ์ต้านการอักเสบ
6) ฤทธิ์รักษาแผลกระเพาะอาหาร
7) ฤทธิ์ฆ่าไรและแมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.32 โหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.)

ก.-จ. ใบ ดอก ต้นโหระพา (Henriette's Herbal Homepage. 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาวิจัยพืชสมุนไพรในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและพัฒนาเพื่อให้ได้สารทดสอบหรือผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพในการป้องกันการวางไข่ การไล่ และการกำจัดตัวอ่อนและตัวเต็มวัยยุง ได้มีรายงาน ดังนี้

2.7.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดยุงตัวเต็มวัย

อำนวย อิศรางกูร ณ อยุธยา (2535) ได้รวบรวมรายงานการใช้ส่วนต่างๆ ของพืชสมุนไพรในประเทศไทยที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุง ได้ดังนี้ เหง้าของว่านน้ำ มีประสิทธิภาพในการไล่ผีเสื้อและหมัด มีพิษต่อแมลงวัน, ยุง ในขณะที่หัวกระเทียม เป็นพิษต่อลูกน้ำยุง, เห็บชนิดต่าง ๆ และเปลือกเมล็ดของมะม่วงหิมพานต์มีน้ำมันเป็นพิษกับยุงและด้วงงวงข้าวมอด ส่วนต้นตะไคร้มีน้ำมันเป็นพิษต่อยุงและแมลงวันเจาะไม้ ส่วนใบเสม็ดและกลีบดอกของยี่โถเป็นพิษอย่างอ่อนต่อแมลงวันและยุง ในขณะที่เมล็ดของพริกไทย เมื่อนำมาผสมยาฆ่าแมลงทำให้มีพิษสูงขึ้นต่อแมลงวันและยุง

Ahmed (1994) สรุปคุณสมบัติของพืชและสารสกัดจากพืชที่ดีที่ควรนำไปใช้เป็นสารกำจัดแมลงไว้ดังนี้ เป็นพืชยืนต้น เป็นพืชที่ปลูกง่าย ใช้พื้นที่จำกัด แรงงาน น้ำ และปุ๋ย ไม่จำเป็นต้องทำลายต้นพืชในเวลาที่เก็บเกี่ยวส่วนของพืชไปผลิตสารกำจัดแมลง ไม่เป็นพืชที่เปลี่ยนไปเป็นวัชพืชหรือเป็นพืชอาศัยของแมลงหรือโรคพืช รวมทั้งให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้วย

Kiran and Devi (2007) ศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารกำจัดยุงของน้ำมันหอมระเหยจากใบ *Chloroxylon swietenia* (East Indian Satin) ซึ่งเป็นต้นไม้ที่พบทางแถบตอนใต้ของประเทศอินเดีย โดยมาทดสอบกับยุงก้นปล่อง (*An. gambiae*), ยุงรำคาญ (*Cx. quinquefasciatus*) และยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) ด้วยวิธีการรม (Fumigant) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบ *Chloroxylon swietenia* มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงทั้ง 3 ชนิด โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 1.0, 1.2 และ 1.7 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งในน้ำมันหอมระเหยจากใบ *Chloroxylon swietenia* มีสารออกฤทธิ์หลัก คือ limonene, germacrene D, geijerene, pregeijerene, *trans*-β-ocimene และ methyl eugenol

Dua *et al.* (2010) ศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยซึ่งสกัดจากใบผกากรอง (*Lantana camara*) เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการกำจัดยุงตัวเต็มวัย 5 ชนิดคือ ยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญ, ยุงก้นปล่องชนิด *An. culicifacies*, ยุงก้นปล่องชนิด *An. fluviatilis* และยุงก้นปล่องชนิด *An. stephensi* พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากผกากรองมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงทุกชนิดได้ดี โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.06, 0.05, 0.05, 0.05 และ 0.06 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และน้ำมันหอมระเหยจากผกากรองความเข้มข้น 0.208 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร มีประสิทธิภาพทำให้ยุงทั้ง 5 ชนิดสลบ โดยมีค่า KT_{50} ที่เวลา 20, 18, 15, 12 และ 14 นาที ตามลำดับ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากใบผกากรองมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารออกฤทธิ์หลักคือ Caryophyllene 16.37%, eucalyptol 10.75%, α-humelene 8.22% และ germacrene 7.41%

Dadji *et al.* (2011) รายงานประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด ซึ่งสกัดจากผลของพริก (*Capsicum annuum*), เมล็ดของพริกไทย (*Piper nigrum*) และรากของขิง (*Zingiber officinale*) เพื่อศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารกำจัดยุงก้นปล่อง (*An. gambiae*) พบว่าหลังการทดลอง 3 นาที น้ำมันหอมระเหยจากพริกและขิงความเข้มข้น 7.8% และ 3.9% มีผลทำให้ยุงก้นปล่องสลบสูงถึง 95% ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยความเข้มข้น 7.8% และ 3.9% มีผลทำให้ยุงก้นปล่องสลบ 70% หลังการทดลอง 60 นาที น้ำมันหอมระเหยจากพริกและขิงความเข้มข้น 7.8% และ 3.9% มีผลทำให้ยุงก้นปล่องสลบ 90% และ 80% ตามลำดับ และน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยความเข้มข้น 7.8% และ 3.9% มีผลทำให้ยุงก้นปล่องสลบลดลง 63% และ 46% ตามลำดับ และหลังการทดลอง 24 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากพริกและขิงความเข้มข้น 7.8% และ 3.9% มีผลทำให้ยุงก้นปล่องตาย 90% และน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยความเข้มข้น 7.8% และ 3.9% มีผลทำให้ยุงก้นปล่องตาย 45%

Maharaj *et al.* (2011) รายงานผลการศึกษาสารสกัดหยาบจากพืชพื้นเมืองของประเทศแอฟริกาใต้จำนวน 80 ชนิด ในการกำจัดยุงก้นปล่อง (*An. arabiensis*) พบว่า มีสารสกัดหยาบจากเมล็ดพืช 2 ชนิดคือ *Ptaeroxylon obliquum* (Sneezewood) และ *Pittosporum viridiflorum* (Cheesewood) มีประสิทธิภาพดีที่สุดโดยกำจัดยุงก้นปล่องชนิดนี้ได้มากกว่า 50%

Ravindran *et al.* (2012) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือม่วง (*Ageratum houstonianum*) โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิดคือ hexane, ethyl acetate และ methanol ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง (*An. stephensi*), ยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ โดยวิธี Topical application พบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือม่วงด้วย ethyl acetate และ hexane ให้ผลดีที่สุดในการกำจัดยุงลายบ้าน โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.10 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม และสารสกัดด้วย methanol ให้ผลดีในการกำจัดยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.12 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม

2.7.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการกัดของยุงตัวเต็มวัย

นิโลบล วานิชชา และชวลิต ทัศนสว่าง (2527) ได้ทดสอบเปรียบเทียบระยะเวลาป้องกันยุงก้นปล่องชนิด *An. balabacensis* และยุงก้นปล่องชนิด *An. minimus* กัด โดยใช้พืชสมุนไพรผสมกับน้ำหรือเหล้าขาวในอัตราส่วน 1:1 หรือ 1:2 ทาผิวหนัง พบว่ามีพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ กระเทียม ตะไคร้หอม ลูกมะกรูด ว่านน้ำ สะระแหน่ ไพลเหลือง และกะเพรา โดยมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงก้นปล่องชนิด *An. balabacensis* กัดได้นานโดยเฉลี่ยไม่เกิน 90 นาที, 60 นาที, 60 นาที, 30 นาที, 30 นาที, 30 นาที และ 14 นาที ตามลำดับ และระยะเวลาป้องกันยุงก้นปล่องชนิด *An.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

minimus ได้นานโดยเฉลี่ยไม่เกิน 90 นาที, 90 นาที, 60 นาที, 60 นาที, 30 นาที, 30 นาที และ 30 นาที ตามลำดับ การใช้พืชสมุนไพรกับน้ำหรือเหล้าขาวในอัตราส่วน 1:1 ให้ผลป้องกันยุงดีกว่า 1:2 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการใช้น้ำหรือเหล้าขาวผสมกับพืชสมุนไพร

สุวิภา ศรีเอี่ยม (2534) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันตะไคร้หอมและน้ำมันไพล โดยการนำน้ำมันทั้ง 2 ชนิดมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์กันยุงในรูปแบบผลิตภัณฑ์ทาเฉพาะที่ (Topical application) และผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับอาคารบ้านเรือน เป็นสารไล่แมลง และศึกษาผลของสารเสริมฤทธิ์ที่คาดว่าจะมีผลช่วยยืดระยะเวลาป้องกันยุงกัด พบว่า ตำรับที่มีน้ำมันตะไคร้หอมในความเข้มข้น 15-30% สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้นาน 2-3.67 ชั่วโมง และเพิ่มเวลาได้นานถึง 5.33 ชั่วโมง เมื่อมีวานิลีนเป็นสารเสริมฤทธิ์ (Synergist) ในตำรับน้ำมันไพลความเข้มข้น 20-30% สามารถป้องกันยุงกัดได้เพียง 0.67-1.83 ชั่วโมงเท่านั้น เมื่อเพิ่มวานิลีน 5% ผสมในตำรับสามารถป้องกันยุงกัดได้เพิ่มถึง 5.5 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันทั้งสองชนิด พบว่า น้ำมันตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพดีกว่าน้ำมันไพล และน้ำมันทั้งสองชนิดไม่เหมาะในการนำมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบการรมควัน (Fumigant)

วรรณภา สุวรรณเกิด และกิตติพันธ์ ตันตระรุ่งโรจน์ (2537) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมในการป้องกันยุงก้นปล่องชนิด *An. minimus* ที่ระดับความเข้มข้น 1.25, 2.5, 5 และ 10% พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมในระดับความเข้มข้น 1.25, 2.5 และ 5% สามารถป้องกันยุงกัดได้นาน 2 ชั่วโมง แต่สามารถป้องกันยุงกัดได้นานกว่า 4 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 10%

จีรพัฒน์ ศิริชัยสินธพ และวีรพล โพธิจิตติ (2539) รายงานว่า ต้นมอสซี่บัสเตอร์ *(Pelargonium citrosum)* มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* และยุงก้นปล่องชนิด *An. maculatus* ได้ ในห้องปฏิบัติการพบว่า อัตราการเข้าดูดเลือดคนของยุงลดลงจาก 90% เป็น 72.9% ในยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* และจาก 78.3% เป็น 65.9% ในยุงก้นปล่องชนิด *An. maculatus* ซึ่งเป็นการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 กลุ่ม อาจจะนำมาใช้ในการป้องกันยุงดูดเลือดในพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้สารเคมีได้

กิตติพันธ์ ตันตระรุ่งโรจน์ และวรรณา สุวรรณเกิด (2542) ศึกษาฤทธิ์ป้องกันยุงลายบ้านของผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดและผิวเปลือกของมะกรูดมาผสมทำเป็นครีมป้องกันยุงลายบ้านกัด พบว่าเมื่อใช้ที่ความเข้มข้น 10%, 5%, 2.5%, 1.25% (v/v) สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้นาน 4, 3.5, 2.5 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยให้ผลที่คล้ายกันทั้งการทดลองที่ทำในคนและหนูตะเภา และเมื่อนำไปทดสอบในภาคสนามโดยทาครีมที่ผิวหนังของอาสาสมัคร พบว่าที่ความเข้มข้น 10% (v/v) สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิวัฏ ธวัชสินและคณะ (2546) รายงานว่าโลชั่นป้องกันยุงตำรับน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขมิ้นชัน (2.5%) มีประสิทธิภาพป้องกันการกัดของยุงลายบ้านได้นาน 7 ชั่วโมง และสามารถป้องกันการกัดของยุงลายสวน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญได้นานถึง 8 ชั่วโมง ซึ่งทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

Sharma *et al.* (1995) รายงานผลการศึกษาการใช้น้ำมันสะเดาอินเดียในการไล่ยุง โดยใช้น้ำมันสะเดาอินเดีย 2% ผสมกับน้ำมันมะพร้าว พบว่าสามารถป้องกันยุงก้นปล่อง 6 ชนิดคือ *An. culicifacies*, *An. fluviatilis*, *An. stephensi*, *An. subpictus*, An. *nigerrimus* และ *An. splendidus* ได้ 96-100% ส่วนยุงลายสวน และยุงลายบ้านป้องกันได้ 85% และสามารถป้องกันยุงรำคาญได้ 61-94%

Barnard *et al.* (1999) ศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ จากใบเลี่ยน (Cedarwood), กานพลู (Clove), เปปเปอร์มิ้นต์ (Peppermint), Bourbon geranium และไธม์ (Thyme) ในการไล่ยุงลายบ้าน และยุงก้นปล่องชนิด *An. albimanus* พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากไธม์และกานพลูมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงได้นาน 1.5-3.5 ชั่วโมง โดยกานพลูมีฤทธิ์ไล่ยุงสูงสุด แต่มีข้อจำกัดในการใช้ คือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีกลิ่นฉุนและทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนัง

Choochote *et al.* (1999) รายงานฤทธิ์ของสารสกัดจากเหง้าเปราะหอม (*Kaempferia galanga*) ด้วยเฮกเซนมีฤทธิ์ไล่ยุงลายบ้านได้นานถึง 3 ชั่วโมงในสภาพห้องปฏิบัติการ

Tawatsin *et al.* (2001) รายงานผลการทดลองน้ำมันหอมระเหยจากพืช 4 ชนิดคือ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) มะกรูด (*Citrus hystrix*) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon winterianus*) และแมงลัก (*Ocimum americanum*) ในการไล่ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* และยุงรำคาญ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับ DEET พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน ตะไคร้หอม และแมงลักเมื่อผสมด้วย 5% vanillin จะมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงทั้ง 3 ชนิด ได้นานถึง 8 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดเพียงอย่างเดียว และแบบที่ผสมด้วย 5% vanillin มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงทั้ง 3 ชนิดได้นานถึง 3 ชั่วโมง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีสังเคราะห์ DEET พบว่า มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงลายบ้านและยุงรำคาญได้นานถึง 8 ชั่วโมง แต่สามารถไล่ยุงก้นปล่องได้นานเพียง 6 ชั่วโมงเท่านั้น อย่างไรก็ตามเมื่อนำ DEET มาผสมด้วย 5% vanillin จะมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงทั้ง 3 ชนิด ได้นานถึง 8 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน

Trongtokit *et al.* (2004) ศึกษาทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยกานพลู (*Syzygium aromaticum*) และมะแขว่น (*Zanthoxylum limonella*) ทั้งในห้องทดลองปฏิบัติการและพื้นที่ภาคสนาม ในรูปแบบของเจลและครีมในการไล่ยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง พบว่าน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบเจลที่มีส่วนผสมของน้ำมันกานพลู 20% (Gel B) หรือน้ำมันกานพลู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10% ผสมกับน้ำมันมะแขว่น 10% (Gel E) สามารถไล่ยุงทั้ง 3 ชนิดในห้องทดลองปฏิบัติการได้นานถึง 4-5 ชั่วโมง ในขณะที่ ผลิตภัณฑ์ Gel E สามารถป้องกันยุงในภาคสนามได้ถึง 4 ชั่วโมง และภายหลังจาก 5 ชั่วโมงจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงได้ 95.7%

Abagli and Alavo (2011) รายงานคุณสมบัติในการไล่ยุงของน้ำมันหอมระเหยจากแมงลักคา (*Hyptis suaveolens*) ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศในแถบอเมริกาใต้เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีสังเคราะห์ DEET ในภาคสนาม พบว่าหลังการทดลอง 6 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากแมงลักคาความเข้มข้น 10% ให้ผลดีในการไล่ยุงได้ไม่แตกต่างจาก DEET ความเข้มข้น 30% โดยมีอัตราการเกาะของยุง 0.50% และ 0.45% ตามลำดับ

Mandal (2011) พบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดสะเดา (*Azadirachta indica*) ความเข้มข้น 50% และ 100% (v/v) ให้ผลดีในการป้องกันการกัดของยุงรำคาญได้ 100% ในเวลา 120 และ 180 นาที ตามลำดับ หลังการทดลอง 240 นาที น้ำมันหอมระเหยจากสะเดาความเข้มข้น 50% และ 100% (v/v) ป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 88.23% และ 90.26% ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสป้องกันยุงกัดได้ 92.04% และ 93.37%

Pal *et al.* (2011) รายงานองค์ประกอบทางเคมีและประสิทธิภาพการไล่ยุงของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบ *Plectranthus incanus* ซึ่งเป็นพืชที่พบในประเทศอินเดีย พบว่ามีสารออกฤทธิ์จำนวน 16 ชนิด และมีสารออกฤทธิ์หลักคือ fenchone (6.0%), piperitone oxide (32.4%), piperitenone (3.0%) และ piperitenone oxide (41.5%) และจากการทดสอบประสิทธิภาพสารไล่ยุงก้นปล่องชนิด *An. stephensi* และยุงรำคาญชนิด *Cx. fatigans* ที่ความเข้มข้น 20 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร มีฤทธิ์ในการไล่ยุงทั้ง 2 ชนิดได้นานกว่า 300 นาที

Kazembe and Chauruka (2012) รายงานการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus*) โหระพาช้าง *(Ocimum gratissimum)* และ *Astrolochii hepii* ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรจากประเทศซิมบับเว เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการไล่ยุงบ้าน จากการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงลายบ้านได้สูงสุด 100% ในเวลา 1.5 ชั่วโมง และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านผสมกับยี่หร่า ทำให้มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงบ้านได้นานถึง 2.5 ชั่วโมง และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านผสมกับ *Astrolochii hepii* ทำให้มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงได้นานเพิ่มขึ้นถึง 3.5 ชั่วโมง

2.7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการวางไข่ และการฟักไข่

อรัญ งามผ่องใสและคณะ (2552) รายงานการศึกษาสารสกัดและน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa*) ต่อการวางไข่และการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ผลปรากฏว่า น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้างให้ผลดีทั้งต่อการยับยั้งการวางไข่และการฟักไข่ของยุงลายบ้านมากกว่าสารสกัด โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันเมล็ดสะเดาช้างความเข้มข้น 2,000 ppm สามารถยับยั้งการวางไข่ของยุงลายบ้านได้สูงสุดถึง 30 วัน มีจำนวนไข่เฉลี่ยตลอดการทดลอง 6.6 ฟอง/ถ้วย และไข่ฟักเป็นลูกน้ำเฉลี่ย 2.8 ตัว/ถ้วย ในขณะที่สารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง ความเข้มข้น 4,000 ppm สามารถยับยั้งการวางไข่ได้ไม่เกิน 10 วัน มีจำนวนไข่เฉลี่ยตลอดการทดลอง 65.9 ฟอง และไข่ฟักเป็นลูกน้ำเฉลี่ย 25.4 ตัว/ถ้วย

Elango *et al.* (2011) ศึกษาผลของสารสกัดจากฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata)* กะเม็ง (*Eclipta prostrata*) และดาวเรือง *(Tagetes erecta)* โดยใช้ ethyl acetate, acetone และ methanol ต่อการยับยั้งการวางไข่และการยับยั้งการฟักไข่ของยุง*ยุงก้นปล่องชนิด An. subpictus* พบว่า สารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีผลในการยับยั้งการวางไข่ของยุงก้นปล่องได้ดี รวมทั้งสารสกัดจากพืชทั้งหมดด้วย ethyl acetate และ methanol ยังมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องชนิดนี้ได้ผลดีด้วย

Aarthi and Muruga (2012) ทำการทดลองใช้สารสกัดจากรากของหญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides*) ด้วย acetone ในการยับยั้งการวางไข่และการฟักไข่ของยุงก้นปล่องชนิด *An. stephensi* พบว่า สารสกัดจากรากหญ้าแฝก ความเข้มข้น 375 ppm ให้ผลในการยับยั้งการวางไข่ได้สูงสุด 78.9% และมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ได้ 100%

El-Gendy and Shaalan (2012) รายงานผลการทดลองน้ำมันหอมระเหยจากคาโมมาย (*Matricaria recutita*) งาขาว (*Sesamum indicum*) โจโจ้บา (*Simmondsia chinensis) และขิง (Zingiber officinalis)* ในการยับยั้งการวางไข่ของยุงรำคาญชนิด *Cx. pipiens* ผลปรากฏว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชทุกชนิดที่ความเข้มข้น 0.5-50 ppm มีผลในการยับยั้งการวางไข่ของยุงรำคาญชนิดนี้ได้ 48.7-100%

2.7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่ง

อภิวัฏ ธวัชสิน และคณะ (2540) ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของน้ำมันลดแรงตึงผิว (Oil surfactant) ซึ่งเป็นน้ำมันที่สกัดจากพืชในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงพาหะ 3 ชนิด คือ ยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง เมื่อนำมาหาปริมาณที่เหมาะสมในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงชนิดต่างๆ ดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าน้ำมันลดแรงตึงผิว (Oil surfactant) มีประสิทธิผลในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงพาหะทั้ง 3 ชนิด แต่สามารถที่จะกำจัดตัวโม่งได้ดีกว่าลูกน้ำ ทั้งนี้ปริมาณที่เหมาะสมในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงก้นปล่อง คือ 2 ไมโครลิตร/พื้นที่ผิว 50 ตารางเซนติเมตร ส่วนปริมาณที่เหมาะสมในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ คือ 5 ไมโครลิตร/พื้นที่ผิว 50 ตารางเซนติเมตร

ประชุมพร ดายดา (2542) ศึกษาค่าความเป็นพิษของสารสกัดจากดาวเรืองน้อย (*Tagetes patula*) ที่มีต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน และวัดปริมาณสาร α–terthienyl จากส่วนต่างๆ ของดาวเรืองน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ความเข้มข้นของสาร α–terthienyl พบที่รากสดมากที่สุด รองลงมาคือ ดอก ใบ และลำต้น ตามลำดับ และเมื่อนำมาทดสอบกับลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 และวัยที่ 4 พบว่า ลูกน้ำยุงลายวัยที่ 3 มีค่า LC_{50} ในเวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 107.72 ppm และลูกน้ำยุงลายวัยที่ 4 มีค่า LC_{50} ในเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 159.02 ppm

สมบูรณ์ แสงมณีเดชและคณะ (2547) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหางไหลแห้ง (*Derris elliptica*) ต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงชนิดคละพันธุ์ ที่ระดับความเข้มข้น 1, 5, 10, 15, 20 และ 25 กรัม/ลิตร พบว่าสารสกัดจากรากหางไหลแห้งที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10 กรัม/ลิตรขึ้นไป มีฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำยุงได้ถึง 80-90% ภายในระยะเวลา 360 นาที ดังนั้นความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดจากรากหางไหลแห้งที่ใช้กำจัดลูกน้ำยุงได้ดีคือ 10 กรัม/ลิตร

เพ็ญนภา ชมะวิตและคณะ (2549) ทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ จากพืชสมุนไพร 9 ชนิด คือ เมล็ดน้อยหน่า ใบน้อยหน่า (แห้ง) ฝักยี่โถ เมล็ดเทียนหยด เหง้าว่านน้ำ เมล็ดสลอด หัวบอระเพ็ดพุงช้าง ผลมะคำดีควาย และรากหนอนตายหยาก ด้วยวิธีการสกัดแบบหมักในน้ำกลั่นและหมักในเอทานอล (70 %) พบว่า สารสกัดเมล็ดน้อยหน่ามีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 34.56 และ 4.96 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ รองลงมาคือสารสกัดเมล็ดน้อยหน่าในน้ำกลั่นมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1,714.12 และ 1,031.30 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

ชุลีพร วณิชกุลชัยพร และคณะ (2551) ศึกษาการใช้น้ำสกัดชีวภาพจากรากหนอนตายหยาก (Stemona) ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายวัยที่ 4 จากการศึกษาพบว่า น้ำสกัดชีวภาพจากรากหนอนตายหยากมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายวัยที่ 4 ในทุกระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร โดยมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายถึง 100%

Tewtrakul *et al.* (1998) รายงานประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากเหง้ากระทือ (*Zingiber zerumbet*) ด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ ในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงก้นปล่อง (*Anopheles sp.*) พบว่า สารสกัดจากเหง้ากระทือด้วยแอลกอฮอล์ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำและตัวโม่งตายสูงสุด ซึ่งมีค่า LC_{50} เท่ากับ 18.9 และ 97.4 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยซึ่งมีฤทธิ์ปานกลาง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 44.1 และ 137.7 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากเหง้ากระทือด้วยน้ำ มีผลต่อการตายของลูกน้ำและตัวโม่งน้อยที่สุดในการทดลอง และมีค่า LC_{50} มากกว่า 2,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

Silva *et al.* (2003) ได้ศึกษาผลของน้ำมันจากต้นพืช *Copaifera reticulata* ต่อยุงรำคาญ โดยใช้น้ำมันจากพืชดังกล่าวละลายใน dimethylsulphoxide (DMSO) อัตรา 0.4 มิลลิลิตร/น้ำ 24.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิลิตร พบว่ามีฤทธิ์ผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ ในเวลา 48 ชั่วโมง โดยมีค่า LC_{50} ในลูกน้ำยุงรำคาญ ระยะที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0.4, 0.9, 39.0 และ 80.0 ppm. ตามลำดับ

Chansang *et al.* (2005) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากผลสุกดีปลี (*Piper retrofractum*) ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ 2 สายพันธุ์คือ S-Th และ R-Th ผลปรากฏว่า สารสกัดจากผลดีปลีให้ผลในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านดีกว่าลูกน้ำยุงรำคาญทั้ง 2 สายพันธุ์ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 18.3, 34.8 และ 33.2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

Promsiri *et al.* (2006) รายงานว่าสารสกัดจากพืช 3 ชนิดคือ ดอกสารภี (*Mammea siamensis*) ผักชีลาว (*Anethum graveolens*) และเมล็ดทุเรียนเทศ (*Annona muricata*) มีความเป็นพิษสูงต่อลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 และวัยที่ 4 โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.1, 20.2 และ 67.4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

Arivoli *et al.* (2012) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากมะก่องข้าว (*Abutilon indicum*), หญ้าหัวโต (*Leucas aspera*), หอมแขก (*Murraya koenigii*), แมงลักคา (*Hyptis suaveolens*), ขี้กาเทศ (*Citrullus colocynthis*), *Cleistanthus collinus*, และ *Sphaeranthus indicus* ด้วย hexane, diethyl ether, dichloromethane และ ethyl acetate ในการกำจัดลูกน้ำยุงก้นปล่องชนิด *An. stephensi* พบว่าสารสกัดจากหญ้าหัวโตด้วย ethyl acetate ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง มีผลทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องตายสูงสุด และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 352.84 ppm

Kumar *et al.* (2012) รายงานผลของสารสกัดจากใบรัก (*Calotropis gigantean*) พบว่า มีความเป็นพิษสูงต่อลูกน้ำยุงรำคาญชนิด *Cx. tritaeniorhynchus* มากกว่ายุงรำคาญชนิด *Cx. gelidus* โดยมีผลทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญตาย 94 และ 86% และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 110.05 และ 137.90 ppm ตามลำดับ

Rabha *et al.* (2012) ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากมะแขว่น (*Zanthoxylum limonella*), ขิง (*Z. officinale*), ขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) และตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus*) ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายสวนและยุงรำคาญ ผลปรากฏว่า น้ำมันหอมระเหยจากมะแขว่นให้ผลดีที่สุดในการทดลอง มีผลทำให้ลูกน้ำยุงลายสวนและยุงรำคาญตายในอัตราสูง และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 11% และ 15.5% (v/v) ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากขิง ขมิ้นชัน และตะไคร้บ้าน ซึ่งมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายสวน โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 15.8, 24.7 และ 33.7% (v/v) ตามลำดับ และมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ ซึ่งมีค่า LC_{50} เท่ากับ 21.8, 35.5 และ 38.8% (v/v) ตามลำดับ

Rana and Rana (2012) รายงานผลการทดลองน้ำมันหอมระเหยจากผักชีล้อม (*Foeniculum vulgare*) พบว่าที่ความเข้มข้น 250 ppm ให้ผลดีในการทดลอง มีผลทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญตายมากกว่า 90% หลังการทดลอง 40 นาที และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 24.69 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wahyuni (2012) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบพลู (*Piper betle*) ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบพลูให้ผลดีในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้ในอัตราสูง ซึ่งหลังการทดลอง 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.1 และ 11.2 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบพลูน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีแนวทางหนึ่งในการที่จะนำมาใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3. 1 การเตรียมอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การเพาะพันธุ์ยุงในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 ยุงที่ใช้ในการทดลอง

1) ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Linn.)

2) ยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus* Peyton and Harrison)

ยุงทั้ง 2 ชนิด เป็นสายพันธุ์มาตรฐานที่ได้รับจากแผนกกีฏวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ทหาร กรมแพทย์ทหารบก ฝ่ายสหรัฐอเมริกา (USAMC-AFRIMS)

3) ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) ยุงชนิดนี้เป็นสายพันธุ์มาตรฐานที่ได้รับจากภาควิชากีฏวิทยาการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

3.1.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงลูกน้ำยุง (ภาพที่ 3.1)

1) ถังน้ำพลาสติกเคลื่อนที่ ขนาดบรรจุ 50 ลิตร (Mobile container)

2) ช้อนตวงอาหารปลาป่น มี 3 ขนาด คือ 0.01, 0.02 และ 0.05 มิลลิกรัม

3) ถาดพลาสติกสำหรับเลี้ยงลูกน้ำยุง ขนาด 29 x 37 x 7 เซนติเมตร

4) หลอดแก้วดูดตัวโม่ง (Dropper)

5) เครื่องช่วยนับจำนวนแมลง (Hand counter)

6) ถ้วยพลาสติกเก็บตัวโม่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร

3.1.1.3 เครื่องวัดความชื้น (Hygrothermograph: Cole-Parmer®) (ภาพที่ 3.2)

3.1.1.4 อาหารเลี้ยงลูกน้ำและยุงตัวเต็มวัย (ภาพที่ 3.3)

1) อาหารสำหรับเลี้ยงลูกน้ำ: อาหารปลา HIPRO® ทั้งชนิดเม็ดและแบบป่นละเอียด

2) อาหารสำหรับเลี้ยงยุงตัวเต็มวัย: สารละลายน้ำหวานความเข้มข้น 5% (multivitamin syrup, MULTILIM®)

3.1.1.4 กรงเลี้ยงยุง ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.4)

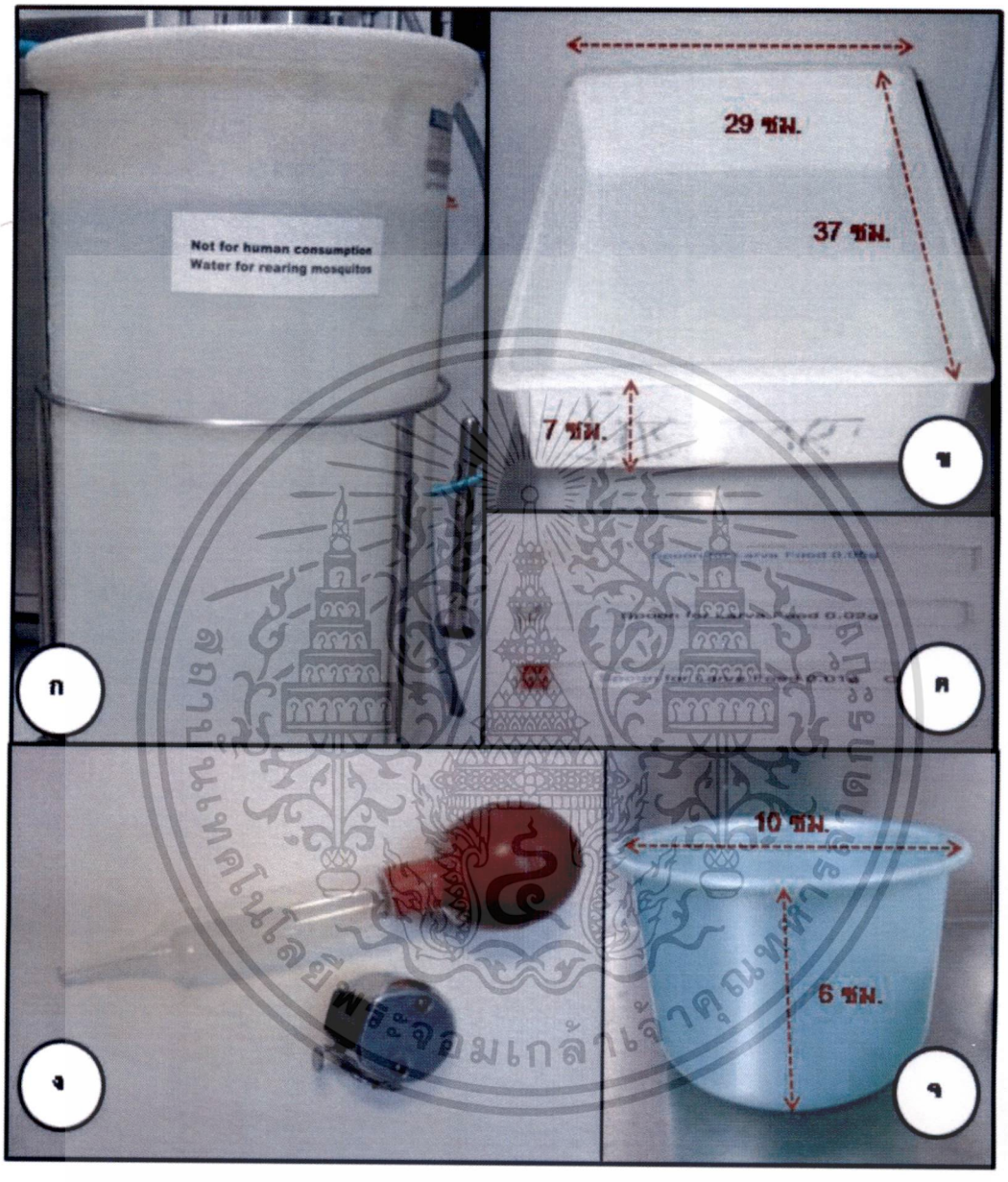
3.1.1.5 อุปกรณ์ในการวางไข่ (ภาพที่ 3.5)

1) ถ้วยพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 11 เซนติเมตร

2) กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1

3) โถแก้วพร้อมฝาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



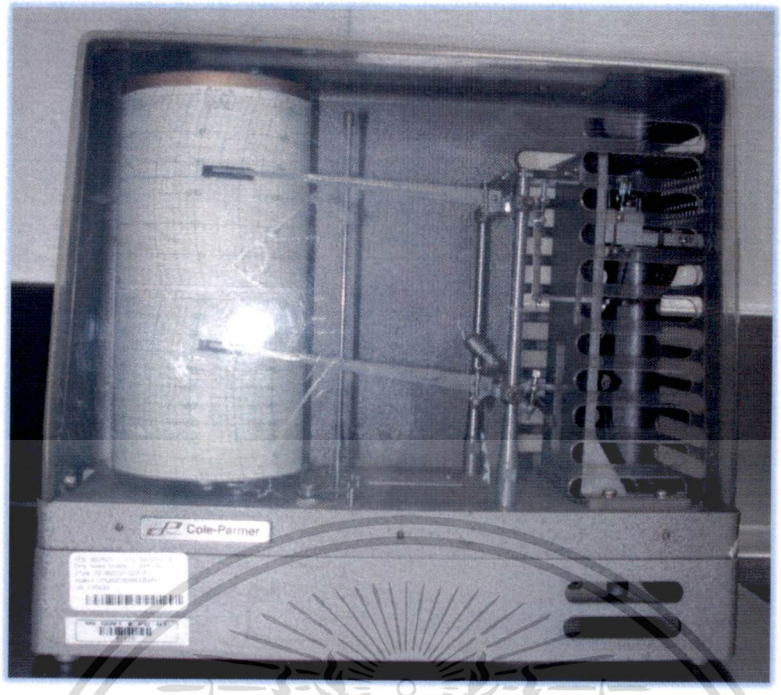
ภาพที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงลูกน้ำยุง;

ก. ถังพลาสติกบรรจุน้ำ ขนาด 50 ลิตร ข. ถาดพลาสติกสำหรับเลี้ยงลูกน้ำยุง

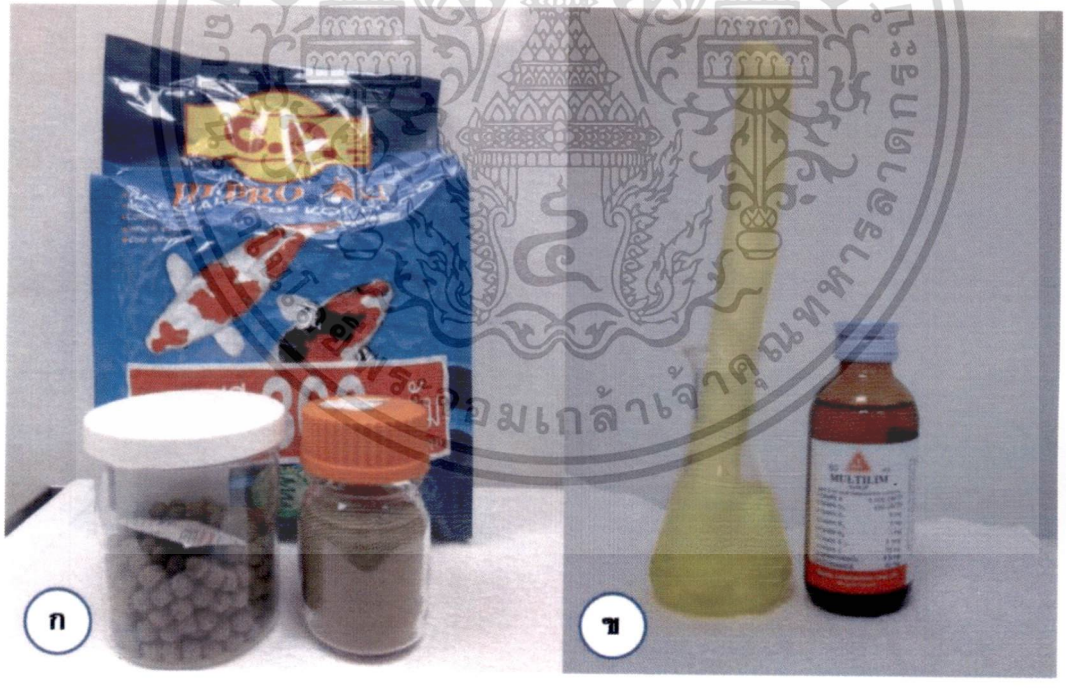
ค. ช้อนตวงอาหารปลาป่น ง. หลอดแก้วและเครื่องช่วยนับจำนวนแมลง

จ. ถ้วยพลาสติกเก็บตัวโม่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

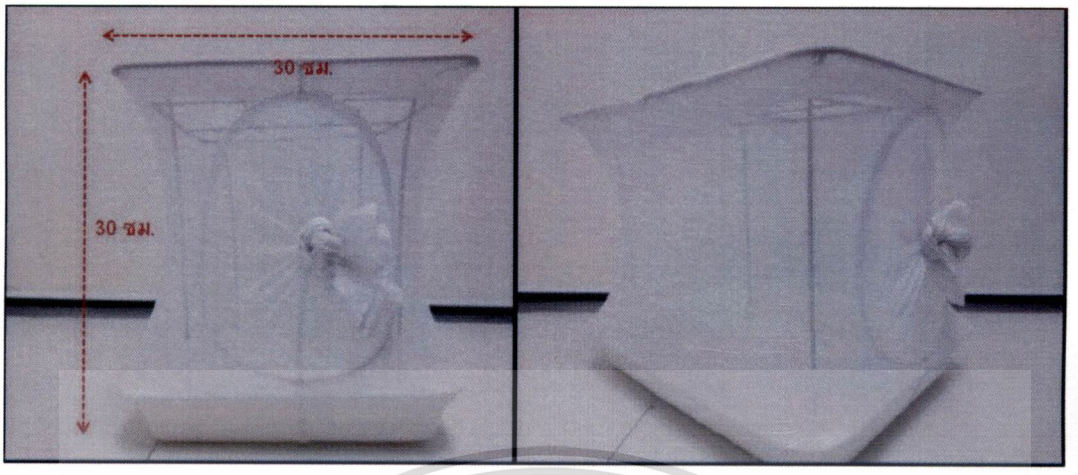


ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดความชื้น (Hygrothermograph: Cole-Parmer®)



ภาพที่ 3.3 อาหารเลี้ยงลูกน้ำและอาหารยุงตัวเต็มวัย;
ก. อาหารเลี้ยงลูกน้ำ ชนิดแบบเม็ดและแบบป่น
ข. สารละลายน้ำหวานความเข้มข้น 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 กรงเลี้ยงยุง ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.5 อุปกรณ์ในการวางไข่;

ก. ถ้วยพลาสติกสีดำ ข. กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ค. โถแก้วพร้อมฝาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร (ภาพที่ 3.6)

1) ดอกกระดังงาสด (*Cananga odorata* Lamk.)
2) ดอกกานพลูแห้ง (*Syzygium aromaticum* L.)
3) ลำต้นตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* DC. Stapf)
4) ลำต้นตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* L.)
5) ใบยูคาลิปตัสสด (*Eucalyptus citriodora* Hook)
6) เปลือกผิวส้ม (*Citrus sinensis* L. Osbeck)
7) ใบโหระพาสด (*Ocimum basilicum* L.)
8) เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการต้ม ชนิด LabHEAT® ขนาด 5000 มิลลิลิตร
9) ขวดก้นกลม ชนิด SCHOTT DURAN® ขนาด 5000 มิลลิลิตร
10) น้ำมันถั่วเหลือง ตราองุ่น
11) ขวดสีชา

3.1.3 การทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

1) ชุดอุปกรณ์ทดสอบความไว (WHO standard susceptibility test kit) (ภาพที่ 3.7)
2) กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 (ภาพที่ 3.8)
3) หลอดดูดยุงเพศเมีย (Aspirator) (ภาพที่ 3.9)

3.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด

1) อุปกรณ์กล่องทดสอบยุง K&D Module (ภาพที่ 3.10)
2) กรงยุงสำหรับทดสอบ ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร
3) ถุงมือยาง เจาะช่องขนาด 3 x 10 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.11)
4) ไมโครปิเปตต์ (Micropipette) ขนาด 100-1000 ไมโครลิตร (ภาพที่ 3.12)
5) Pipette tips (Wheaton®) ขนาด 200-1000 ไมโครลิตร (ภาพที่ 3.13)
6) นาฬิกาจับเวลา
7) ผู้ทดสอบอาสาสมัคร จำนวน 5 คน อายุระหว่าง 20-60 ปี เป็นผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง และยินยอมเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจ โดยได้ลงนามในแบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสาสมัคร (ภาคผนวก ก) เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

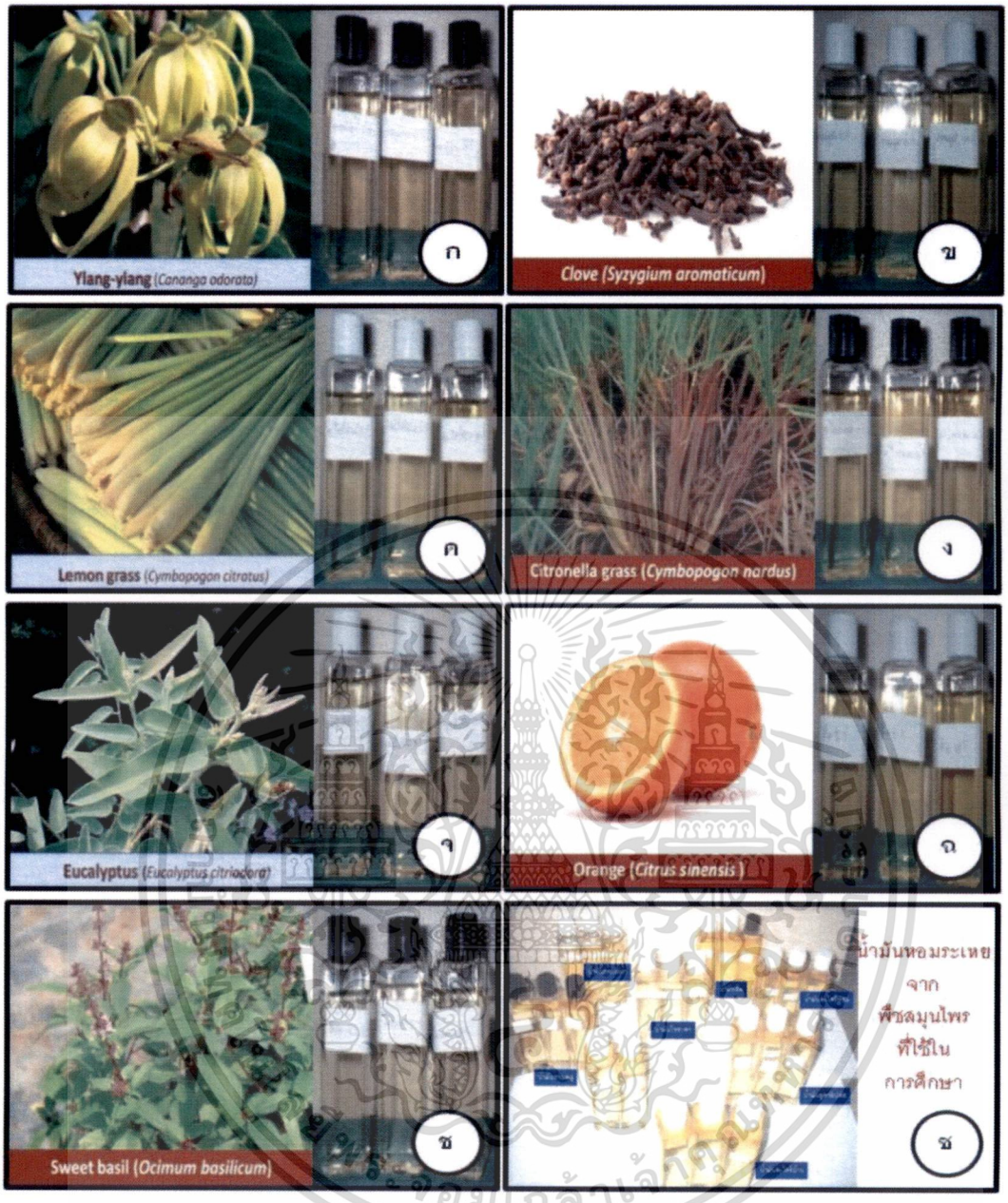
3.1.5 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย ในการป้องกันการวางไข่และการฟักไข่

1) กรงยุงสำหรับทดสอบ ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร
2) กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1
3) ถ้วยพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 11 เซนติเมตร
4) บีกเกอร์
5) แว่นขยาย
6) กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereomicroscope; OLYMPUS®) (ภาพที่ 3.14)

3.1.6 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง

1) ถ้วยพลาสติกสำหรับทดสอบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.15)
2) Temephos (ทรายอะเบท®) (ภาพที่ 3.16)
3) บีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร จำนวน 7 ชนิดที่นำมาทดสอบ;

ก. น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาในน้ำมันถั่วเหลือง ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10%

ข. น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูในน้ำมันถั่วเหลือง ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10%

ค. น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านในน้ำมันถั่วเหลือง ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10%

ง. น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมในน้ำมันถั่วเหลือง ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10%

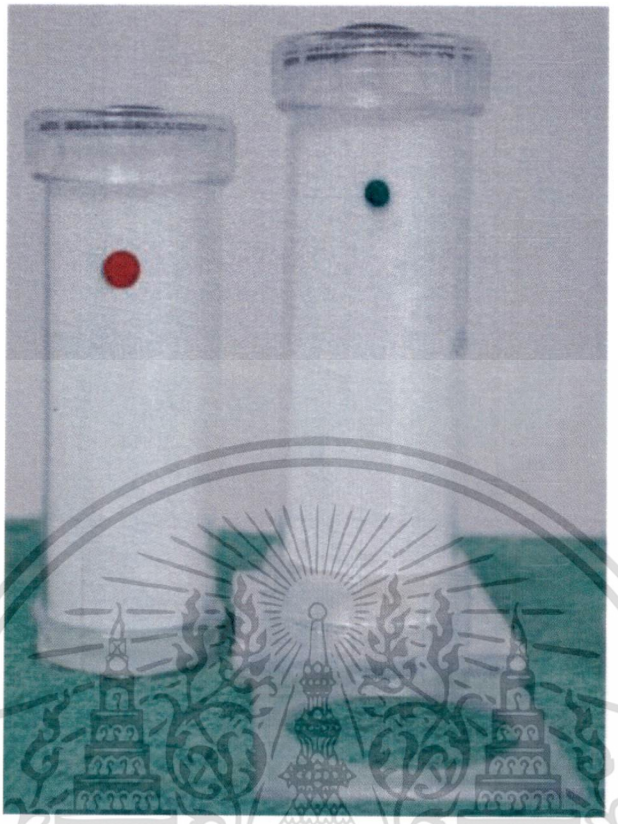
จ. น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสในน้ำมันถั่วเหลือง ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10%

ฉ. น้ำมันหอมระเหยจากส้มในน้ำมันถั่วเหลือง ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10%

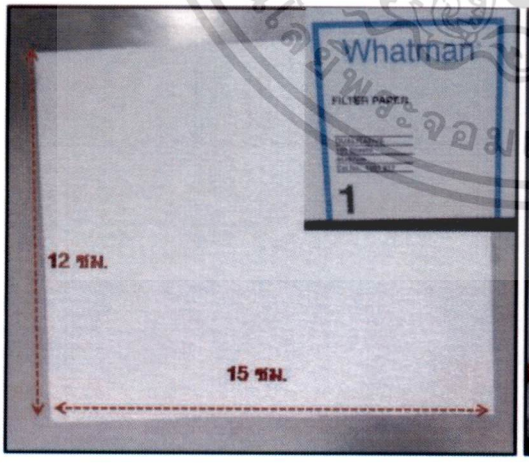
ช. น้ำมันหอมระเหยจากกโหระพาในน้ำมันถั่วเหลือง ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10%

ซ. น้ำมันหอมระเหยจากจากพืชสมุนไพรจำนวน 7 ชนิด ที่ใช้ในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 ชุดอุปกรณ์ทดสอบความไว (WHO standard susceptibility test kit)

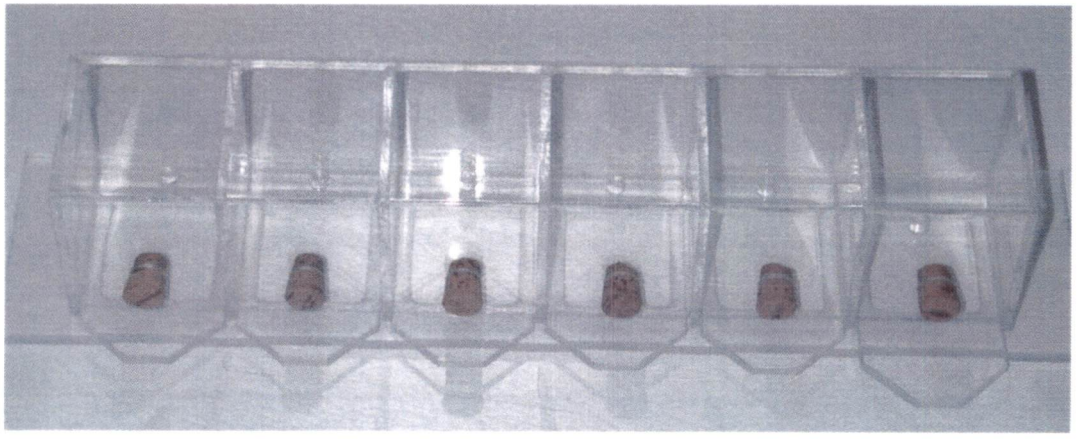


ภาพที่ 3.8 กระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1



ภาพที่ 3.9 หลอดดูดยุงเพศเมีย (Aspirator)

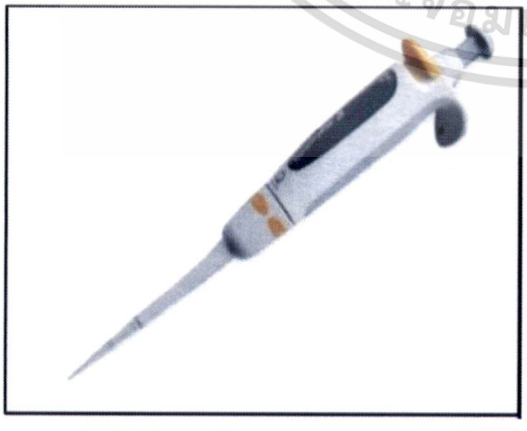
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



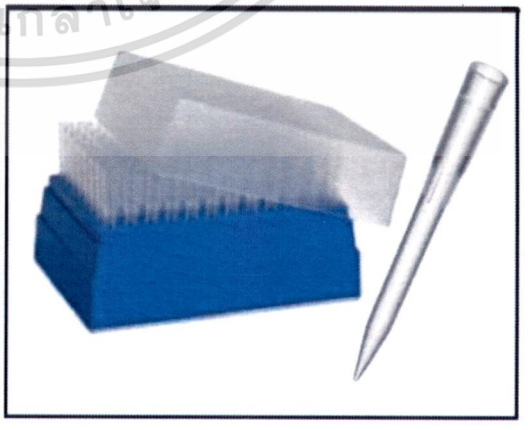
ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์กล่องทดสอบยุง K&D Module



ภาพที่ 3.11 ถุงมือยาง เจาะช่องขนาด 3 x 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.12 ไมโครปิเปตต์ (Micropipette)

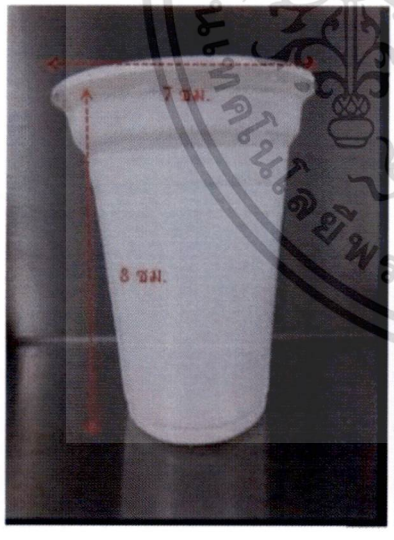


ภาพที่ 3.13 Pipette tips (Wheaton®)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereomicroscope; OLYMPUS®)



ภาพที่ 3.15 ถ้วยพลาสติกสำหรับทดสอบการกำจัดลูกน้ำยุง



ภาพที่ 3.16 Temephos (ทรายอะเบท®)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. 2 วิธีดำเนินงานวิจัย

แบบแผนขั้นตอนงานวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 3.17

3.2.1 การเพาะพันธุ์ยุงในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการทดลอง

นำยุงทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ มาเพาะเลี้ยงที่ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม สาขาเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ที่อุณหภูมิห้อง 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% โดยทำการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเครื่องมือวัดความชื้น (Hygrothermograph) (ภาพที่ 3.2) โดยมีขั้นตอนการเลี้ยงยุง ดังนี้

1) การเก็บน้ำประปาที่ใช้เลี้ยงลูกน้ำยุงไว้ในถังน้ำพลาสติกเคลื่อนที่ได้ ขนาดบรรจุ 50 ลิตร (Mobile container) โดยตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน เพื่อการระเหยคลอรีนออกให้หมด จากนั้นตวงน้ำ 1.5 ลิตร ใส่ถาดพลาสติกขนาด 29 x 37 x 7 เซนติเมตร แล้วนำไข่ยุงแช่ลงในถาดจำนวน 150-200 ฟองต่อถาด (ภาพที่ 3.18) หลังจากนั้นประมาณ 2-3 วัน ไข่ยุงฟักเป็นลูกน้ำ จึงแยกลูกน้ำใส่ถาดเลี้ยงจำนวน 150 ตัวต่อถาด เพราะปริมาณความหนาแน่นของลูกน้ำต่อถาด มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการอยู่รอดของลูกน้ำ และส่งผลถึงขนาดของยุงตัวเต็มวัย (Lyimo *et al.* 1992; Macia. 2009)

2) ระยะลูกน้ำ เลี้ยงด้วยอาหารปลา (โปรตีน 38%) ซึ่งลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญเลี้ยงด้วยอาหารปลาชนิดเม็ด (เพราะมีท่อหายใจ) ส่วนลูกน้ำยุงก้นปล่องเลี้ยงด้วยอาหารปลาแบบป่นละเอียดแทนเพราะไม่มีท่อหายใจ (ภาคผนวก ข; ภาพที่ 3.19) โดยวิธีการให้อาหารลูกน้ำในแต่ละวัย บางครั้งอาจจะมีแผ่นฟิลม์หรือคราบน้ำมันเกิดขึ้นที่ผิวน้ำในถาดเลี้ยงลูกน้ำ ให้ใช้กระดาษชำระชนิดหนาลากผ่านผิวน้ำในถาดแบบเบาๆ และช้าๆ ประมาณ1-2 ครั้ง เพื่อซับคราบน้ำมันออก (ภาพที่ 3.20) แล้วจึงค่อยให้อาหารลูกน้ำตามวิธีการในตารางที่ 3.1 หลังจากนั้น 7-12 วัน ลูกน้ำจะเจิญเติบโตเป็นตัวโม่ง

3) ระยะตัวโม่ง ใช้หลอดแก้ว (Dropper) ดูดตัวโม่งและนับจำนวนด้วยเครื่องช่วยนับแมลง (counter) ใส่ตัวโม่งในถ้วยพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ใส่น้ำปริมาณ 200 มิลลิตร (ภาพที่ 3.21) นำถ้วยที่มีตัวโม่งไปไว้ในกรงเลี้ยงยุง ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร หลังจากนั้นประมาณ 2-3 วัน ตัวโม่งจะเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย และให้อาหารตัวเต็มวัยด้วยน้ำหวานความเข้มข้น 5% และเปลี่ยนน้ำหวานวันเว้นวัน (ภาพที่ 3.22; ภาคผนวก ค)

4) ระยะตัวเต็มวัย, เลี้ยงตัวเต็มวัยเพศเมียจำนวน 150 ตัวต่อกรง เมื่อตัวเต็มวัยอายุ 5-7 วัน ให้เลือดยุงผ่านเมมเบรนเพื่อเตรียมให้ยุงวางไข่ (Artificial membrane feeding method) โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือดแกะจากสำนักสัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการให้เลือดของ Malaria Research and Reference Reagent Resource Center (MR4) (2009) (ภาพที่ 3.23; ภาคผนวก ง)

5) การผสมพันธุ์; จากนั้นนำยุงเพศผู้ของยุงลายบ้าน/หรือยุงรำคาญประมาณ 100 ตัว ใส่ไว้ในกรงเลี้ยงยุงที่มีเพศเมียซึ่งกินเลือดแล้วเพื่อให้ยุงผสมพันธุ์กันโดยธรรมชาติ สำหรับยุงก้นปล่องต้องใช้วิธีการผสมเทียม (Artificial mating) มาใช้ในห้องปฏิบัติการแทน โดยดัดแปลงจากวิธีการผสมเทียมของ Malaria Research and Reference Reagent Resource Center (MR4) (2009) (ภาพที่ 3.24; ภาคผนวก จ)

6) การวางไข่; หลังจากยุงดูดเลือดและผสมพันธุ์แล้วประมาณ 2 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียพร้อมที่จะวางไข่ให้เตรียมน้ำสะอาดปริมาณ 200 มิลลิลิตร ใส่ถ้วยพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 11 เซนติเมตร ไปวางไว้ในกรงเพื่อให้ยุงรำคาญเพศเมียวางไข่ สำหรับยุงลายบ้านและยุงก้นปล่อง การเตรียมถ้วยน้ำเหมือนยุงรำคาญ เพียงเพิ่มกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 บุถ้วยด้านในด้วย โดยให้แผ่นกระดาษกรองจุ่มน้ำและมีส่วนของกระดาษกรองอยู่เหนือผิวน้ำอย่างน้อย 2 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการวางไข่ของยุงทั้งสองชนิด

เมื่อยุงวางไข่ หากเป็นไข่ยุงลายบ้านจะไม่สามารถนำไข่ไปใช้ได้เลยทันที เนื่องจากยุงลายบ้านจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาระยะตัวอ่อนให้เจริญเติบโตเต็มที่ก่อนที่ไข่จะสามารถฟักเป็นตัวออกมา (Roberts. 2001) ดังนั้นจะต้องนำแผ่นไข่ที่มีไข่ยุงติดอยู่บนกระดาษกรองโดยรอบไปตากให้แห้งเสียก่อน โดยตากแผ่นไข่ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3-5 วัน แล้วจึงเก็บใส่ในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกแน่นและเก็บใส่ในโถแก้วที่มีฝาปิดสนิท ไข่ยุงลายบ้านสามารถมีชีวิตอยู่ในสภาพแห้งได้เป็นปี และจะฟักออกมาอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่กี่นาทีเมื่อมีน้ำท่วมไข่ (อุษาวดี ถาวระ. 2547) หากเป็นแผ่นไข่ยุงก้นปล่องสามารถนำแผ่นไข่ไปใช้ได้เลยทันที เช่นเดียวกับไข่ยุงรำคาญซึ่งมีลักษณะเป็นแพ (Raft) โดยนำแผ่นไข่หรือแพไข่ไปจุ่มในถาดน้ำ เพื่อให้ไข่ฟักเป็นลูกน้ำและเลี้ยงจนกลายเป็นตัวโม่ง และตัวเต็มวัย จนมีปริมาณมากพอแล้วจึงนำไปทดสอบต่อไป โดยสามารถสรุปขั้นตอนในการเลี้ยงเพาะพันธุ์ยุงทั้ง 3 ชนิดได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

3.2.2 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

พืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองมี 7 ชนิด ได้แก่ ดอกกระดังงา ดอกกานพลู ลำต้นตะไคร้บ้าน ลำต้นตะไคร้หอม ใบยูคาลิปตัส เปลือกส้ม ใบโหระพา ซึ่งการสกัดน้ำมันหอมระเหยในครั้งนี้สกัดโดยวิธีกลั่นด้วยน้ำร้อน (Water distillation) ด้วยเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยชนิด LabHEAT® (ภาพที่ 3.25) ซึ่งมีขั้นตอนการกลั่น ดังนี้

1) นำส่วนที่จะใช้ของพืชสมุนไพรมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งพอหมาดๆ แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปชั่งน้ำหนักประมาณ 1000 กรัม จากนั้นใส่ลงใน Round bottom flask ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5000 มิลลิลิตร พร้อมกับเติมน้ำกลั่นให้ท่วมพอดีกับปริมาณพืชที่ใส่ (ประมาณ 1-1.5 ลิตร) จากนั้นนำไปต่อเข้ากับชุดกลั่น ที่ประกอบด้วยส่วนควบแน่นที่ขนาดสวมได้กับ Flask พอดี มีลักษณะเป็นหลอดแก้วเชื่อมติดเป็นชิ้นเดียวกัน

2) เปิดเครื่องให้ความร้อน สามารถควบคุมอุณหภูมิได้จนกระทั่งน้ำเดือด ไอน้ำจะพาน้ำมันหอมระเหยขึ้นไปควบแน่นที่ส่วนควบแน่น และกลั่นตัวเป็นน้ำมันอยู่ด้านบนเหนือกระเปาะ ใช้เวลากลั่นประมาณ 4-8 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะไม่มีน้ำมันออกมาอีก น้ำมันที่ได้คือ น้ำมันหอมระเหย

3) ไขเอาน้ำมันหอมระเหยที่ได้ออกมา แล้วเก็บใส่ขวดสีชาที่มีฝาเกลียว และนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจึงนำไปเจือจางในน้ำมันถั่วเหลืองให้ได้ความเข้มข้นในระดับต่างๆ ต่อไป

4) นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด นำมาปรับความเข้มข้นโดยผสมกับน้ำมันถั่วเหลือง เป็น 3 ระดับความเข้มข้น ในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ความเข้มข้นเท่ากับ 1% ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

เตรียมน้ำมันหอมระเหยผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองในปริมาณ 100 มิลลิลิตร ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชสมุนไพรปริมาณ 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 99 มิลลิลิตร

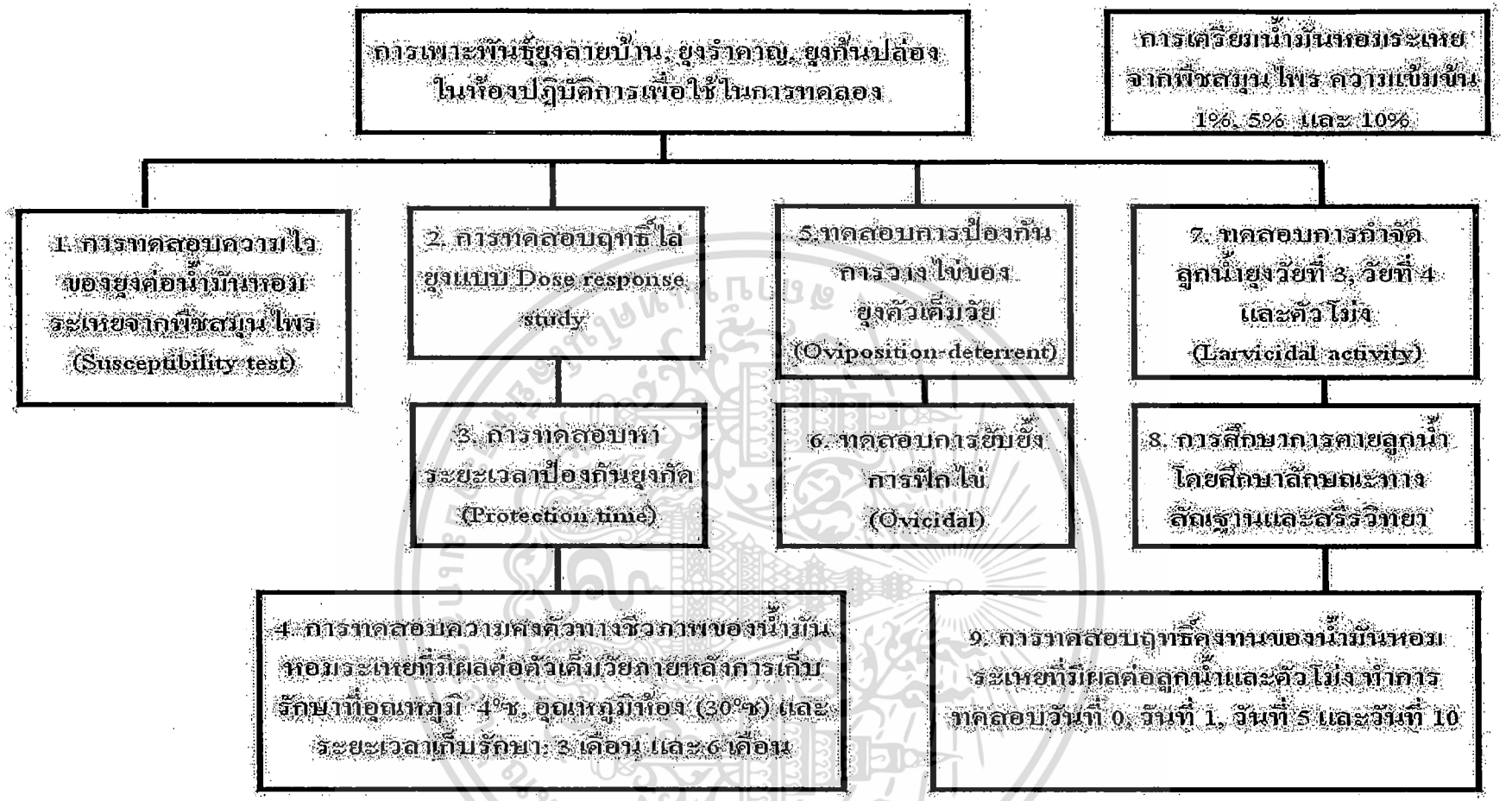
สิ่งทดลองที่ 2 ความเข้มข้นเท่ากับ 5% ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

เตรียมน้ำมันหอมระเหยผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองในปริมาณ 100 มิลลิลิตร ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชสมุนไพรปริมาณ 5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 95 มิลลิลิตร

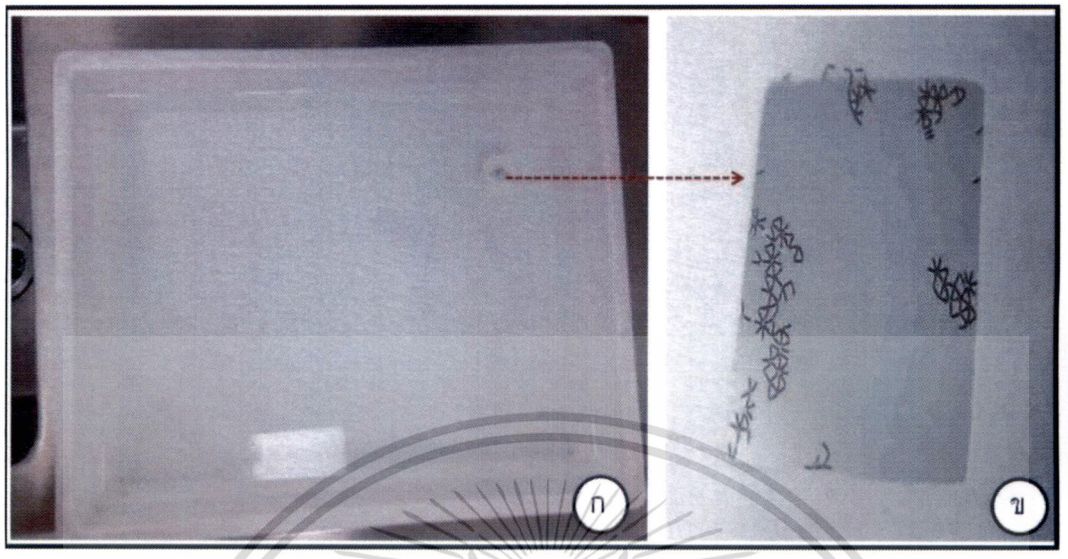
สิ่งทดลองที่ 3 ความเข้มข้นเท่ากับ 10% ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

เตรียมน้ำมันหอมระเหยผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองในปริมาณ 100 มิลลิลิตร ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชสมุนไพรปริมาณ 10 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 90 มิลลิลิตร

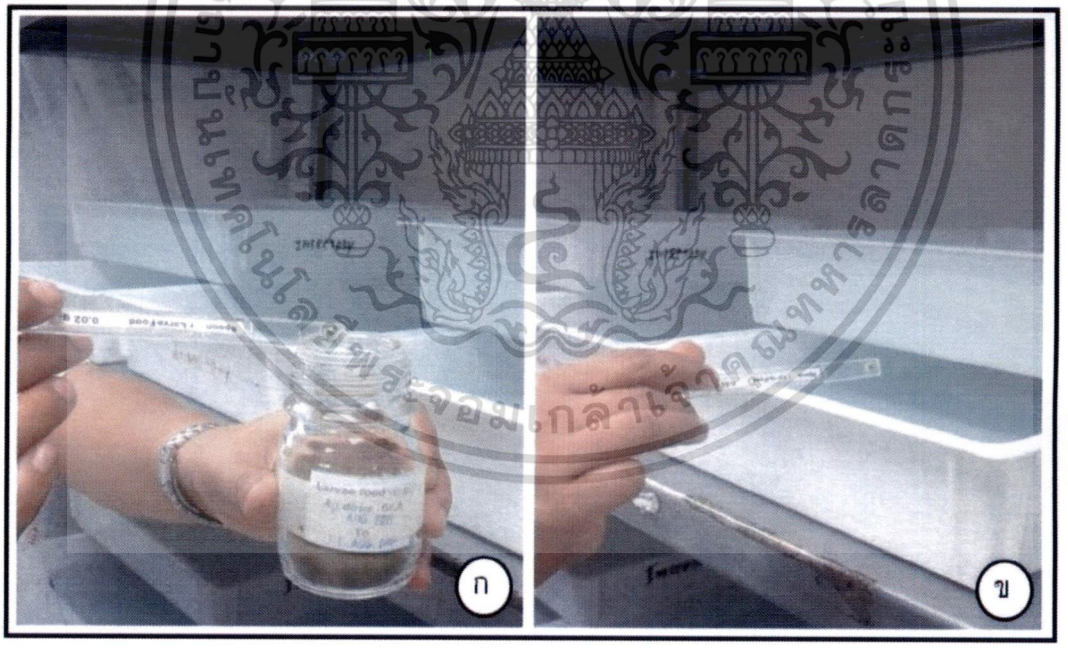
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 แผนผังการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร วิธีการต่างๆ ต่อยุงทั้ง 3 ชนิด

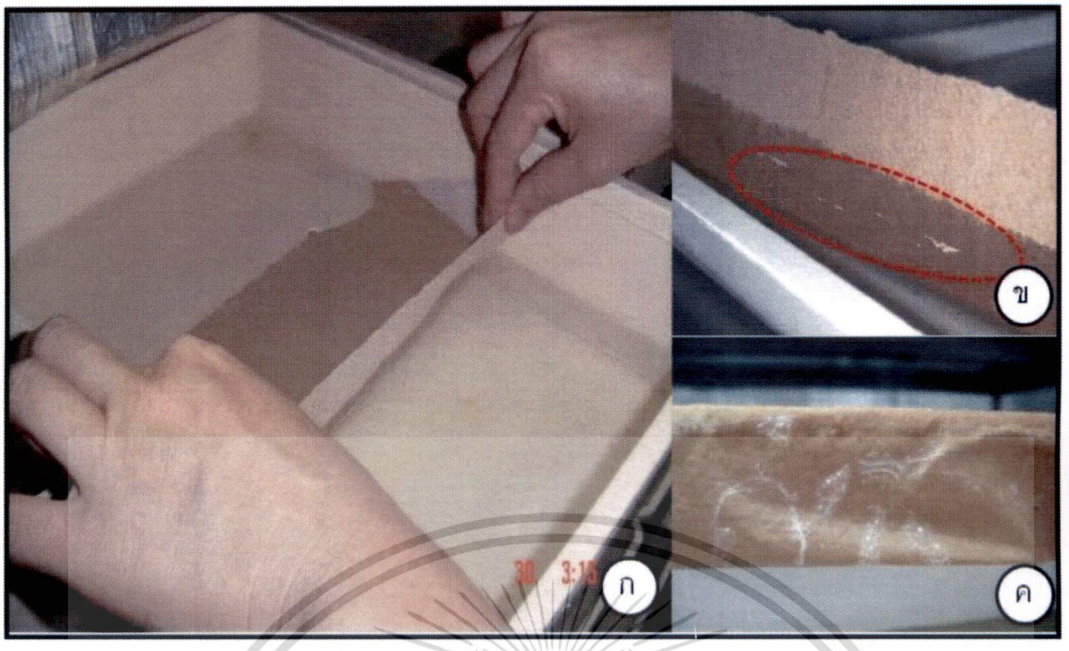


ภาพที่ 3.18 วิธีการแช่ไข่ยุงในถาดพลาสติก (ก) และใช้น้ำ 1.5 ลิตรต่อไข่ยุง 150-200 ฟอง (ข)

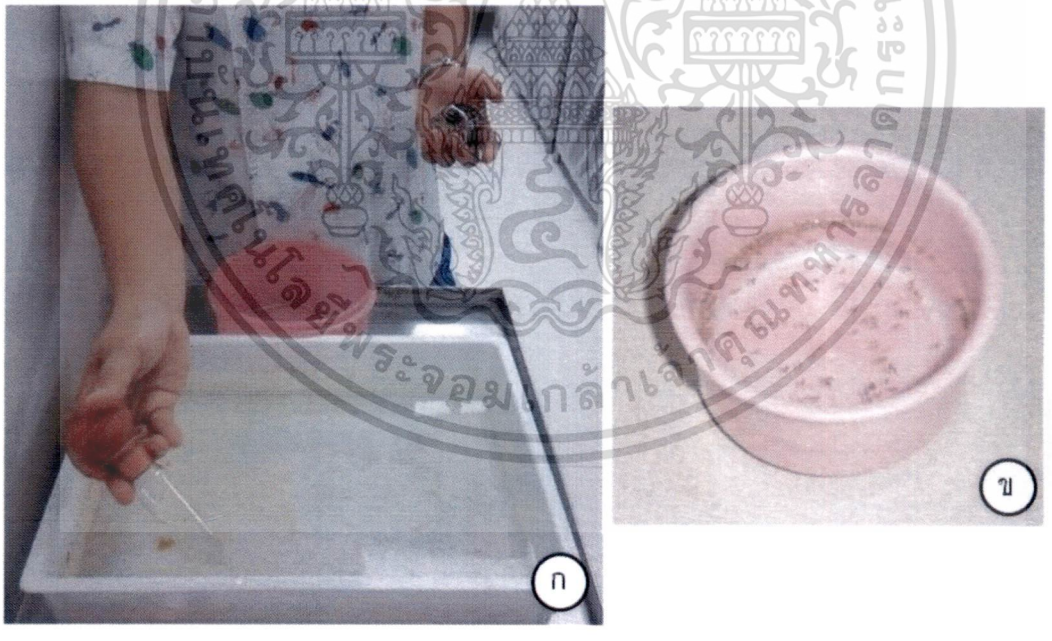


ภาพที่ 3.19 วิธีการให้อาหารปลาป่นด้วยช้อนตวงอาหารสำหรับลูกน้ำยุงก้นปล่อง;
ก. ใช้ช้อนตวงอาหาร ข. เทอาหารปลาใส่ลงในถาดเลี้ยงลูกน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

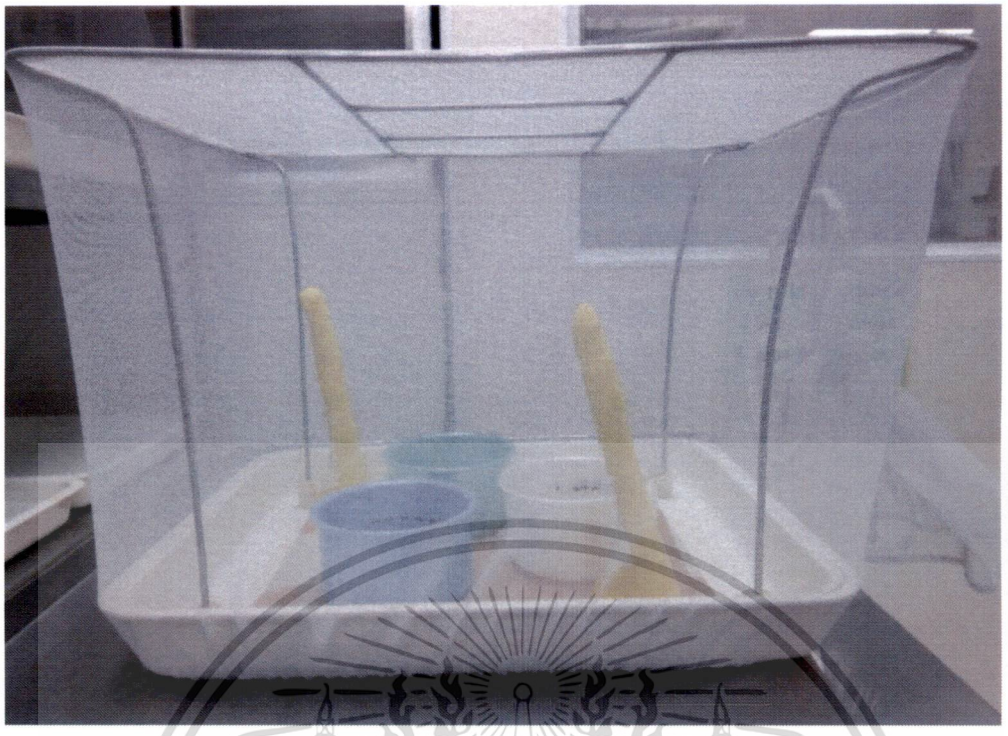


ภาพที่ 3.20 วิธีการซับคราบน้ำมันบนผิวน้ำของถาดเลี้ยงลูกน้ำยุง (ก) และแผ่นฟิลม์หรือคราบน้ำมันบนผิวน้ำในถาดเลี้ยงลูกน้ำยุง (ข-ค)



ภาพที่ 3.21 วิธีการใช้หลอดแก้วดูดตัวโม่ง (ก) และเก็บตัวโม่งในถ้วยพลาสติก จำนวน 250 ตัวต่อถ้วย (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

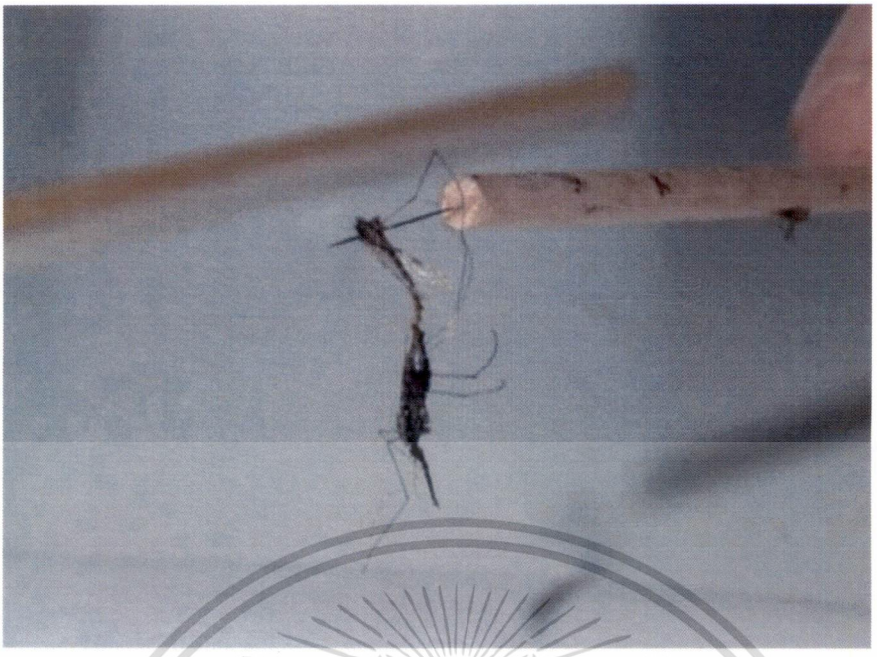


ภาพที่ 3.22 การวางถ้วยที่มีตัวโม่งไว้ในกรงเลี้ยงยุง พร้อมให้น้ำหวาน 5% สำหรับตัวเต็มวัย

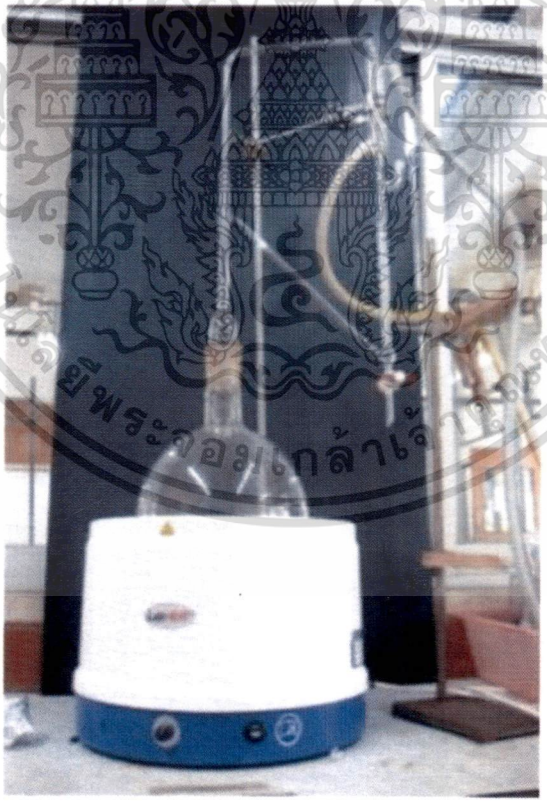


ภาพที่ 3.23 วิธีการให้เลือดยุงผ่านเมมเบรน (Artificial membrane feeding method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.24 การผสมเทียมยุงก้นปล่อง (Artificial mating)



ภาพที่ 3.25 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย (LabHEAT®)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณอาหารปลาทั้งแบบชนิดเม็ดสำหรับลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญ และอาหารปลาแบบป่นสำหรับลูกน้ำยุงก้นปล่อง

วันที่ดำเนินการ	ขั้นตอนดำเนินการเลี้ยงยุง	ปริมาณอาหารเม็ดที่ให้ต่อครั้ง	ปริมาณอาหารปลาป่นที่ให้ต่อครั้ง		
			เช้า	กลางวัน	เย็น
วันที่ 1	นำไข่จุ่มลงในถาดน้ำที่เตรียมไว้		-	-	-
วันที่ 2	พักไข่ทิ้งไว้ในถาด 1 คืน		-	-	-
วันที่ 3	ลูกน้ำวัยที่ 1 ฝักออกมา	1 เม็ด	0.01 กรัม	-	-
วันที่ 4	ลูกน้ำวัยที่ 1	-	0.01 กรัม		
วันที่ 5	ลูกน้ำวัยที่ 2	1 เม็ด	0.01 กรัม	0.01 กรัม	-
วันที่ 6	ลูกน้ำวัยที่ 2	1 เม็ด	0.02 กรัม	0.02 กรัม	-
วันที่ 7	ลูกน้ำวัยที่ 3	2 เม็ด	0.02 กรัม	0.02 กรัม	0.02 กรัม
วันที่ 8	ลูกน้ำวัยที่ 3	2 เม็ด	0.05 กรัม	0.05 กรัม	0.05 กรัม
วันที่ 9	ลูกน้ำวัยที่ 3 และวัยที่ 4	2 เม็ด	0.05 กรัม	0.05 กรัม	0.05 กรัม
วันที่ 10	ลูกน้ำวัยที่ 4	2 เม็ด	0.05 กรัม	0.05 กรัม	0.05 กรัม
วันที่ 11	ลูกน้ำวัยที่ 4	2 เม็ด	0.05 กรัม	0.05 กรัม	0.05 กรัม
วันที่ 12	ลูกน้ำวัยที่ 4 และตัวโม่ง	2 เม็ด	0.05 กรัม	0.05 กรัม	-
วันที่ 13	ลูกน้ำวัยที่ 4 และตัวโม่ง	2 เม็ด	0.05 กรัม	-	-
วันที่ 14	ตัวโม่ง	เทน้ำในถาดทิ้ง และล้างถาดทำความสะอาด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการเพาะพันธุ์ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

วันที่ดำเนินการ	ขั้นตอนดำเนินการเลี้ยงยุงลายบ้าน	ขั้นตอนดำเนินการเลี้ยงยุงก้นปล่อง	ขั้นตอนดำเนินการเลี้ยงยุงรำคาญ
วันที่ 1		นำไข่จุ่มลงในถาดน้ำที่เตรียมไว้	นำไข่จุ่มลงในถาดน้ำที่เตรียมไว้
วันที่ 2	นำแผ่นไข่ที่ตากแห้งแล้งมาจุ่มในถาดน้ำ	พักไข่ทิ้งไว้ในถาด 1 คืน	พักไข่ทิ้งไว้ในถาด 1 คืน
วันที่ 3	ลูกน้ำวัยที่ 1 ฝักออกมา	ลูกน้ำวัยที่ 1 ฝักออกมา	ลูกน้ำวัยที่ 1 ฝักออกมา
วันที่ 4-14	ให้อาหารแบบเม็ดสำหรับลูกน้ำวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 4	ให้อาหารปลาแบบป่นสำหรับลูกน้ำวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 4	ให้อาหารแบบเม็ดสำหรับลูกน้ำวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 4
วันที่ 15	เก็บตัวโม่งไว้ในกรง	เก็บตัวโม่งไว้ในกรง	เก็บตัวโม่งไว้ในกรง
วันที่ 16	เก็บตัวโม่ง เทน้ำทิ้ง และล้างถาดทำความสะอาด	เก็บตัวโม่ง เทน้ำทิ้ง และล้างถาดทำความสะอาด	เก็บตัวโม่ง เทน้ำทิ้ง และล้างถาดทำความสะอาด
วันที่ 17	ตัวโม่งเริ่มเปลี่ยนเป็นยุงตัวเต็มวัย	ตัวโม่งเริ่มเปลี่ยนเป็นยุงตัวเต็มวัย	ตัวโม่งเริ่มเปลี่ยนเป็นยุงตัวเต็มวัย
วันที่ 18-22	เลี้ยงยุงตัวเต็มวัยในกรงเลี้ยงยุง ให้สารละลายน้ำหวาน 5%	เลี้ยงยุงตัวเต็มวัยในกรงเลี้ยงยุง ให้สารละลายน้ำหวาน 5%	เลี้ยงยุงตัวเต็มวัยในกรงเลี้ยงยุง ให้สารละลายน้ำหวาน 5%
วันที่ 23	นำยุงเพศเมีย อายุ 5-7 วันมาอดน้ำหวานเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	นำยุงเพศเมีย อายุ 5-7 วันมาอดน้ำหวานเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	นำยุงเพศเมีย อายุ 5-7 วันมาอดน้ำหวานเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
วันที่ 24	ให้ยุงเพศเมียกินเลือด โดยวิธีให้เลือดผ่านเมมเบรน	ให้ยุงเพศเมียกินเลือด โดยวิธีให้เลือดผ่านเมมเบรน	ให้ยุงเพศเมียกินเลือด โดยวิธีให้เลือดผ่านเมมเบรน
วันที่ 25	พักยุงในกรง	วันที่ทำการผสมเทียม (Artificial mating)	พักยุงในกรง
วันที่ 26	ใส่ถ้วยวางไข่ภายในกรง	ใส่ถ้วยวางไข่ภายในกรง	ใส่ถ้วยวางไข่ภายในกรง
วันที่ 27-28	พักยุงในกรง 2 วัน	พักยุงในกรง 2 วัน	พักยุงในกรง 2 วัน
วันที่ 29	นำถ้วยวางไข่ออกจากกรง และนำไข่ไปตากให้แห้งประมาณ 3-5 วัน จึงเก็บใส่ถุงปิดปากและเก็บในโถแก้วรอจนกว่าจะนำมาใช้	นำถ้วยวางไข่ออกจากกรง และนำไข่จุ่มลงในถาดน้ำที่เตรียมไว้เพื่อเริ่มวงรอบในการเลี้ยงใหม่อีกครั้งหนึ่ง	นำถ้วยวางไข่ออกจากกรง และนำไข่จุ่มลงในถาดน้ำที่เตรียมไว้เพื่อเริ่มวงรอบในการเลี้ยงใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3.2.3 การทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร (Susceptibility test)

การทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่ายุง (Insecticidal activity) เพื่อหาค่า Lethal Concentration (LC_{50}) และ Knockdown Time (KT_{50}) รวมทั้งอัตราการตาย (Mortality rate) ในเวลา 24 ชั่วโมง โดยนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด คือ กระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา มาทำการปรับความเข้มข้นในน้ำมันถั่วเหลือง เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ 1%, 5% และ 10% โดยทดสอบกับตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง ด้วยวิธี Contact method ซึ่งวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) 5 ซ้ำและใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นการทดลองเปรียบเทียบ (Negative control)

การศึกษาความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจะใช้กับอุปกรณ์ทดสอบความไวของยุง เรียกว่า WHO standard susceptibility test kit (ภาพที่ 3.7) ประกอบด้วยหลอดพลาสติกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.4 เซนติเมตร สูง 12.5 เซนติเมตร ปลายหลอดทั้งสองด้านเปิด-ปิดได้ โดยมีลักษณะเป็นเกลียวหมุน การทดลองแต่ละครั้ง จะใช้หลอดพลาสติกซึ่งมีจุดกลมสีแดงกำกับไว้ข้างหลอด หลอดจุดสีแดง (Exposure tube) นี้จะใช้สำหรับใส่ยุงให้สัมผัสกับสารทดสอบ วิธีการทดสอบความไวต่อสารทดสอบของยุง ดัดแปลงจากวิธีการขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization. 1963) มีขั้นตอนในการทดสอบ ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3.26)

1) เตรียมกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาด 12 x 15 เซนติเมตร และใช้ปิเปตดูดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด แต่ละความเข้มข้นที่จะใช้ทดสอบ ปริมาณ 2 มิลลิลิตร หยดบนกระดาษกรองประมาณ 5 นาที จึงนำกระดาษกรองไปบุด้านในหลอดทดสอบที่มีจุดสีแดง (Exposure tube) แล้วยึดด้วยห่วงโลหะเพื่อให้กระดาษกรองแนบสนิทกับหลอดพลาสติก

2) นำกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาด 12 x 15 เซนติเมตร บุด้านในหลอดพลาสติกที่มีจุดสีเขียว (Holding tube) แล้วหนีบด้วยห่วงโลหะ ให้แนบสนิทกับหลอดพลาสติก

3) เตรียมยุงเพศเมียที่มีอายุประมาณ 1-2 วัน สำหรับทดสอบจำนวน 25 ตัว ใส่ลงในหลอดพลาสติกด้านที่มีจุดสีเขียว (Holding tube) ที่ปิดด้วยฝาเลื่อนแบบปิด-เปิด

4) หลังจากนั้น 1 ชั่วโมง นำหลอดที่มีจุดกลมสีแดง (Exposure tube) ที่ใส่กระดาษชุบน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ (1) มาต่อเข้าอีกด้านหนึ่งของฝาเลื่อน หมุนเกลียวให้แน่นแล้วเลื่อนฝาซึ่งมีรูขนาดใหญ่เท่ากับปากหลอดพลาสติกให้ตรงกันแล้วจึงเป่าเบาๆ เพื่อไล่ยุงจากหลอดจุดสีเขียว (Holding tube) ไปยังหลอดจุดสีแดง (Exposure tube) ให้หมดแล้วจึงปิดฝากั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ปล่อยให้ยุงสัมผัสกระดาษทดสอบนานประมาณ 1 ชั่วโมง ทำการบันทึกจำนวนยุงที่สลบแต่ละกระบอกทดสอบที่เวลา 10 นาที 30 นาทีและ 60 นาที หลังจากนั้นจึงถ่ายยุงกลับมายังหลอดจุดสีเขียว (Holding tube) ปิดฝากั้นให้สนิท ถอดหลอดจุดสีแดง (Exposure tube) ออก

6) หลังจากนั้น นำยุงมาเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง 30-35 องศาเซลเซียส โดยใช้สำลีชุบน้ำหวาน 5% เป็นอาหารวางที่ปากหลอดพลาสติกจนครบเวลา 24 ชั่วโมง จึงบันทึกจำนวนยุงที่ตายทั้งในหลอดทดลองและหลอดควบคุม สังเกตการตายโดยดูจากลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ดังนี้ แมลงนอนแน่นิ่ง งอขาหรือขาแข็ง และไม่เคลื่อนไหว บันทึกผลจำนวนยุงสลบและตายในแบบฟอร์มการทดความไวของยุง (ภาคผนวก ฉ-1) เพื่อนำไปคำนวณอัตราการตาย (Mortality rate) ต่อไป

<u>อัตราการตาย คำนวณจากสูตร</u>

$$\text{อัตราการตายของยุง (Mortality rate)} = \frac{\text{จำนวนยุงที่ตาย x 100}}{\text{จำนวนยุงที่ต้องทดสอบ}}$$

การแปลผลอัตราการตายตามแนวทางองค์การอนามัยโลก (World Health Organization. 2009) ดังนี้

อัตราตายระหว่าง 98-100 % หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง (S)
อัตราตายระหว่าง 80- 97 % หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับปานกลาง (RS)
อัตราตายต่ำกว่า 80 % หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับต่ำหรือต้านต่อสารเคมี (R)

ในการทดสอบแต่ละครั้งต้องมีการทดลองเปรียบเทียบ (Negative control) หากอัตราการตายของยุงในการทดลองเปรียบเทียบ (Negative control) มากกว่า 20% ถือว่าการทดสอบในครั้งนั้นใช้ไม่ได้ จะต้องทำการทดลองใหม่ แต่ถ้าอัตราการตายของยุงในการทดลองเปรียบเทียบ (Negative control) อยู่ระหว่าง 5-20% จะวิเคราะห์ผลอัตราการตายของยุงทดสอบด้วย Abbot's formula (Abbott. 1987) เพื่อให้ได้อัตราการตายที่แท้จริง ดังนี้

$$\text{อัตราการตายที่แท้จริง} = \frac{\text{อัตราตายจากหลอดทดลอง-อัตราตายจากหลอดทดลองเปรียบเทียบ x 100}}{\text{100 – อัตราตายจากหลอดทดลองเปรียบเทียบ}}$$

<u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u> นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for windows (version 16.0) ได้ดังนี้

1) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการสลบ (Knock down rate) ที่เวลา 10 นาที 30 นาทีและ 60 นาที

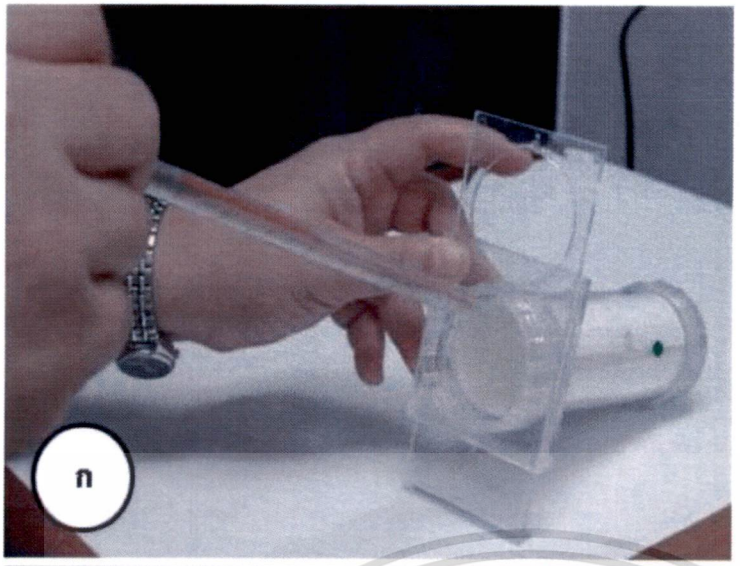
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (Mortality rate) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3) วิเคราะห์ค่า Lethal Concentration (LC_{50}) และค่า Knock down time (KT_{50}) โดยวิธี Probit analysis



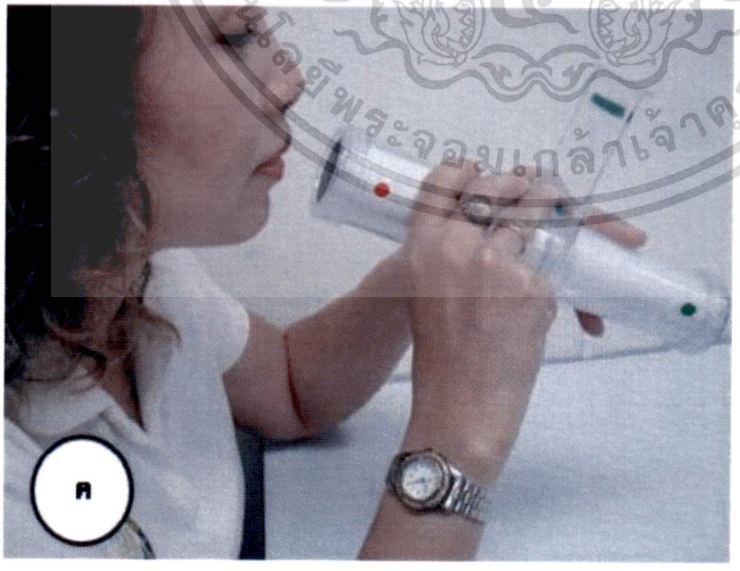
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. เตรียมยุงเพศเมียที่มีอายุประมาณ 1-2 วัน จำนวน 25 ตัว ใส่ลงในหลอดพลาสติกด้านที่มีจุดสีเขียว (holding tube) ซึ่งมีฝาเลื่อนปิด-เปิด



ข. เป่าเบาๆ เพื่อไล่ยุงจากหลอดจุดสีเขียว (holding tube) ไปยังหลอดจุดสีแดง (exposure tube) ให้หมดแล้วจึงปิดฝากั้นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง



ค. เมื่อครบเวลา 1 ชั่วโมง จึงถ่ายยุงกลับมายังหลอดจุดสีเขียว (holding tube) ปิดฝากั้นให้สนิท ถอดหลอดจุดสีแดง (exposure tube) ออก

ภาพที่ 3.26 ขั้นตอนการทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด

การทดสอบประสิทธิภาพของการป้องกันยุงกัด (Repellent activity) ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ยุงเพศเมียที่มีอายุประมาณ 5-7 วัน และยังไม่เคยกินเลือด (Unfed females) และให้ยุงอดน้ำหวานอย่างน้อย 12 ชั่วโมง แต่จะให้น้ำธรรมดาที่ชุบสำลีแทน ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันยุงกัดต้องคำนึงถึงช่วงเวลาระยะเวลาในการออกหากินของยุงแต่ละชนิดในธรรมชาติเป็นหลัก โดยยุงลายบ้านเป็นยุงที่กินเลือดในเวลากลางวัน ในขณะที่ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญจะกินเลือดในเวลากลางคืน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาในการทดสอบ คือ เวลา 8:00-16.00 น. ใช้เป็นเวลาในการทดสอบยุงลายบ้าน และเวลา 16:00-24.00 น. ใช้เป็นเวลาในการทดสอบยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ (Amer and Mehlhorn. 2006; World Health Organization. 2009) ซึ่งการทดสอบทั้งหมด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการไล่ยุงแบบ Dose-response study

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด (Protection time)

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อยุงตัวเต็มวัยภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ กัน

3.2.4.1 การทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการไล่ยุงแบบ Dose-response study

การทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงแบบ Dose-response study ทำการทดสอบตามวิธีการของ American Society for Testing and Materials (ASTM) (2006) เพื่อหาค่า Effective Dose (ED_{50}) โดยใช้อุปกรณ์กล่องทดสอบยุงที่ชื่อว่า K&D Module (Klun and Debboun. 2000) ที่ทำจากแผ่นโพลิเมอร์ทนความร้อน (Plexiglass) ขนาด 26 x 5 x 5 เซนติเมตร ซึ่งภายในกล่องจะแบ่งเป็น 5 ช่อง ขนาดช่องละ 3 x 4 เซนติเมตร และมีฝาปิด-เปิดที่สามารถเลื่อนเข้าออกได้ การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 3.27)

1) ดูดยุงเพศเมียแต่ละชนิดใส่ในกล่องทดสอบยุงแต่ละช่อง ๆ ละ 5 ตัว โดยช่องแรกและช่องที่ 2 จะเป็นยุงกลุ่มทดลองเปรียบเทียบ (Negative control) ส่วนช่องที่ 3-5 เป็นยุงกลุ่มที่ทำการทดสอบ

2) ทำเครื่องหมายบริเวณแขนของอาสาสมัคร โดยใช้แถบเครื่องหมาย (Marker strip) วางทาบบนแขน แล้วใช้ปากกาวาดสี่เหลี่ยมตามลักษณะที่ปรากฏบนแถบทำเครื่องหมายขนาดช่องละ 3 x 4 เซนติเมตร จำนวน 5 ช่องเพื่อให้พื้นที่ที่ต้องการทดสอบมีลักษณะตรงกับพื้นที่ด้านล่างของกล่องทดสอบยุง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทาน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 25 ไมโครลิตร ลงบนผิวหนังในช่องที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นช่องการทดลองเปรียบเทียบ สำหรับช่องที่ 3, 4 และ 5 ทาด้วยน้ำมันหอมระเหยที่จะใช้ในการทดสอบ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ในปริมาณเท่ากัน (25 ไมโครลิตร)

4) จากนั้น 5 นาที นำกล่องทดสอบที่ใส่ยุงไว้แล้วมาวางทาบบนผิวหนังบริเวณแขนให้ตรงกันกับบริเวณที่ทาสารทดสอบ ใช้ยางรัดกล่องทดสอบให้ติดกับแขน แล้วเลื่อนฝาปิด-เปิดบริเวณด้านล่างของกล่องทดสอบออก เพื่อให้ยุงมีโอกาสสัมผัสกับผิวหนังที่ทาสารทดสอบและการทดลองเปรียบเทียบ

5) บันทึกผลการทดลองในเวลา 5 นาที โดยสังเกตทุกๆ 1 นาที ว่ามียุงมากัดในแต่ละช่องกี่ตัว และนับจำนวนยุงที่มากัด เมื่อครบ 5 นาทีแล้วจึงเลื่อนฝาปิด-เปิดเข้า และยกกล่อง K&D Module ออกจากผิวที่ทดสอบ ในการทดสอบแต่ละครั้งใช้อาสามัครจำนวน 5 คน

6) นำข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกผล เพื่อนำไปคำนวณหาค่า Effective dose (ED_{50}) (ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร) ซึ่งแปลงค่าความเข้มข้น (Concentration) จาก 1%, 5% และ 10% เป็นปริมาณสาร/พื้นที่ที่ทดสอบ (Dose-response study) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (เบญจวรรณ ตื้อตัน. 2546)

7) และคำนวณหาอัตราการไล่ยุง (% Repellency) โดยดัดแปลงจากการคำนวณของ Weaving and Sylvester (1967) ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการไล่ยุง} = \frac{100 - \text{จำนวนยุงที่กัดบนแขนในช่องที่ทาสารทดสอบ} \times 100}{\text{จำนวนยุงที่กัดบนแขนในช่องการทดลองเปรียบเทียบ}}$$

3.2.4.2 การทดสอบหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด (Protection time)

การทดสอบตามวิธีการทดสอบของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 648-2529) (2529) โดยนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ กระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม โหระพา ความเข้มข้น 10 % นำมาทดสอบกับตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ โดยมีขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้ (ภาพที่ 3.28)

1) ใช้เครื่องดูดยุงตัวเต็มวัย (Aspirator) ดูดยุงเพศเมียของยุงแต่ละชนิดที่ยังไม่เคยกินเลือดอายุ 5-7 วัน จำนวน 250 ตัว ใส่ในกรงทดสอบ ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร และให้อดน้ำหวานเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2) การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันยุงตัวเต็มวัยเพศเมียแต่ละชนิดนั้น ในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดใช้อาสาสมัครทำการทดสอบจำนวน 5 คน (ภาคผนวก ก) ซึ่งอาสาสมัครที่ทำการทดสอบต้องสวมถุงมือทั้ง 2 ข้าง โดยแขนข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งเป็นแขนที่ใช้เป็นการทดลองเปรียบเทียบ และแขนอีกข้างหนึ่งเป็นแขนทดสอบสาร ถุงมือแต่ละข้างบริเวณท้องแขนจะตัดเป็นช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าสำหรับทดสอบขนาด 3 x 10 เซนติเมตร

3) ก่อนการทดสอบทุกครั้งต้องทำการทดสอบความพร้อมของยุง โดยการหยดน้ำมันถั่วเหลืองปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร และทาบนผิวหนังของท้องแขนบริเวณที่จะทำการทดสอบของข้างที่เป็นการทดลองเปรียบเทียบ (Negative control) จากนั้นยื่นแขนเข้ากรงยุงทดสอบนาน 3 นาที เมื่อปรากฏว่า มียุงมากัดดูดกินเลือดบริเวณผิวหนังในช่องที่ทำการทดสอบตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ให้ดึงแขนออกจากกรงยุงทันที ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ยุงมีความพร้อมในการที่จะนำมาทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัดต่อไป

4) หยดและทาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร บนผิวหนังของแขนบริเวณที่ตัดเป็นช่องสี่เหลี่ยม จากนั้นประมาณ 5 นาที ยื่นแขนเข้าไปในกรงยุงทดสอบนาน 3 นาที เมื่อปรากฏว่า มียุงมากัดบริเวณผิวหนังของแขนบริเวณที่ทำการทดลองตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ให้ยุติการทดสอบ โดยถือว่าน้ำมันหอมระเหยชนิดนั้นไม่สามารถป้องกันยุงกัดได้ ในทางตรงกันข้าม หากไม่มียุงมากัดบริเวณผิวหนังแขนที่ทำการทดลองในเวลา 3 นาที ให้ดึงแขนออกจากกรงยุง หลังจากนั้น 30 นาที เริ่มทำการทดสอบตามวิธีการเดิมอีกครั้ง โดยทำการทดสอบวิธีการเช่นนี้ไปเรื่อย ซึ่งจะยุติการทดสอบเมื่อปรากฏว่ามียุงกัดอย่างน้อย 2 ตัวในเวลา 3 นาทีที่ยื่นแขนเข้าไปในกรงยุง จากนั้นบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงในกระดาษบันทึกผล (ภาคผนวก ฉ-2) สำหรับการทดลองเปรียบเทียบที่เป็น Positive control ใช้ DEET (N,N-diethyl-meta-toluamide) โดยดำเนินการทดสอบในวิธีการเดียวกับการทดสอบของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

5) นำข้อมูลที่บันทึกผลไปทำการคำนวณหาอัตราการกัดและอัตราการเกาะ โดยดัดแปลงจากการคำนวณของ Amer and Mehlhorn (2006) ดังนี้

5.1 อัตราการกัด (% Biting) สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{อัตราการกัดของยุง} = \frac{B \times 100}{250}$$

B = จำนวนยุงทั้งหมดที่กัด

5.2 อัตราการเกาะ (% Landing) สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{อัตราการเกาะของยุง} = \frac{L \times 100}{250}$$

L = จำนวนยุงทั้งหมดที่เกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.3 การทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อตัวเต็มวัยภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ กัน

วิธีการดัดแปลงจาก Choochote *et al.* (2007) โดยเปรียบเทียบเวลาในการป้องกันยุงกัดของน้ำมันหอมระเหยหลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ กัน ซึ่งในการศึกษานี้จะนำน้ำมันหอมระเหยจำนวน 3 อันดับแรกที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันยุงกัดได้นานที่สุด ซึ่งคัดเลือกมาจากการทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงแบบ Dose-response study (3.2.4.1) และการทดสอบเพื่อหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด (Protection time) (3.2.4.2) มาเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 4°ซ และอุณหภูมิห้อง (30°ซ) เป็นเวลา 3 เดือนและ 6 เดือน จากนั้นนำมาทดสอบหาเวลาในการป้องกันยุงกัดต่อไป

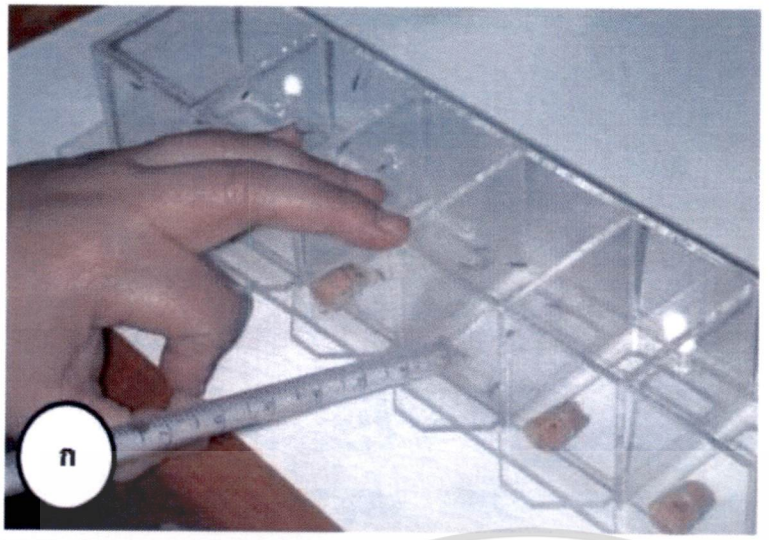
<u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u> นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for windows (version 16.0) ได้ดังนี้

1) คำนวณหาความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดที่สามารถไล่ยุงได้ร้อยละ 50 หรือ Effective dose (ED_{50}) จากการศึกษาฤทธิ์ไล่ยุงแบบ Dose-response study โดยวิธี Probit analysis

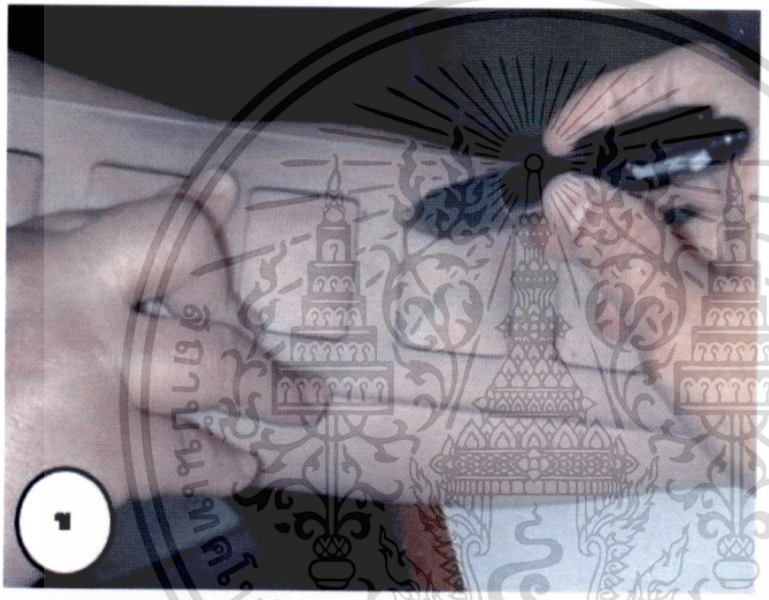
2) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด (Mean protection time) (นาที) อัตราการกัด (Biting rate) และอัตราการเกาะ (Landing rate) ของยุง ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด จากการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ กัน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

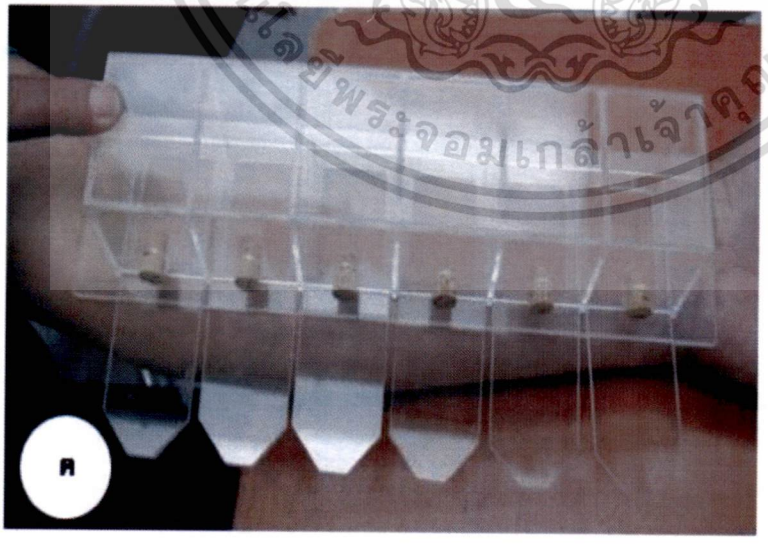
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ดูดยุงเพศเมียใส่ในกล่องทดสอบ จำนวนช่องละ 5 ตัว



ข. ทำเครื่องหมายบริเวณแขนของอาสาสมัคร โดยใช้แถบเครื่องหมาย (Marker strip) วางทาบบนแขน หลังจากนั้น ทาสารทดสอบ 25 ไมโครลิตร ลงบนผิวหนัง



ค. นำกล่องทดสอบมาวางทาบบนผิวหนังบริเวณแขนให้ตรงกันกับบริเวณที่ทาสารทดสอบ

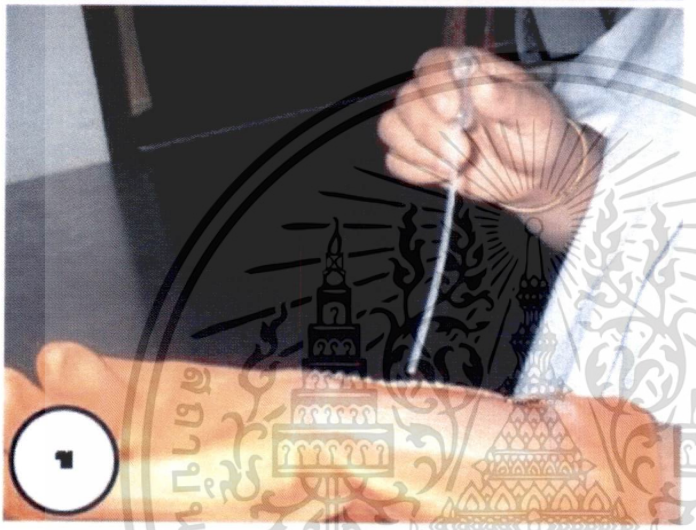
สังเกตุและบันทึกผล

ภาพที่ 3.27 ขั้นตอนการทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงแบบ Dose-response study

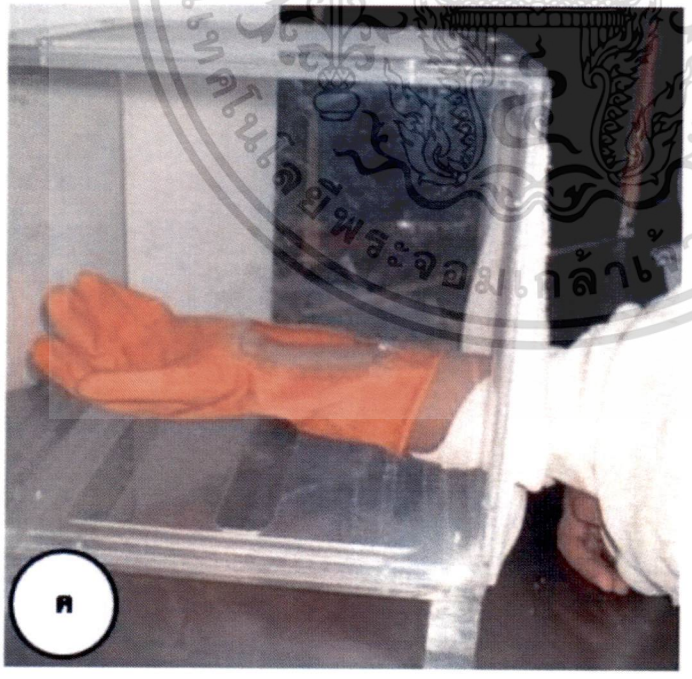
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ผู้ทดสอบสวมถุงมือที่เจาะช่องเปิดบริเวณหน้าแขนเป็นช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3 x 10 เซนติเมตร



ข. หยดและทาสารทดสอบปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร บนผิวหนังแขนผู้ทดสอบ



ค. ผู้ทดสอบใส่แขนในกรงยุงนาน 3 นาที

นับจำนวนยุงที่เกาะแขนและกัดติดต่อกัน 2 ตัว ถือว่าสารนั้นหมดประสิทธิภาพในการป้องกันยุงดูดเลือด

ภาพที่ 3.28 ขั้นตอนการทดสอบหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่และการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

3.2.5.1 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่ยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

ในการทดลองนี้ดัดแปลงจากวิธีการของ Xue *et al.* (2003) โดยมีขั้นตอนการทดลอง คือ (ภาพที่ 3.29)

1) ใช้หลอดดูดยุง ดูดตัวเต็มวัยเพศเมียยุงแต่ละชนิด อายุ 5-7 วัน ที่ให้เลือดกินจนอิ่มแล้ว จำนวน 15 ตัว จากนั้นดูดตัวเต็มวัยเพศผู้ของยุงแต่ละชนิด อายุ 5-7 วัน จำนวน 15 ตัว ใส่ในกรงทดสอบขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร แล้วให้น้ำหวานความเข้มข้น 5% เป็นอาหารของยุง

2) หลังจากนั้น 3 วัน เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง คือ ถ้วยพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 11 เซนติเมตร ใส่น้ำสะอาด 99 มิลลิลิตร และหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่เตรียมไว้แต่ละชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน 1 มิลลิลิตรลงในถ้วยทดลอง วิธีการทดลองนี้ใช้สำหรับยุงรำคาญ ส่วนยุงลายบ้าน และยุงก้นปล่องนั้นใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman® No.1) บุด้านในของถ้วยทดลอง โดยให้กระดาษกรองส่วนด้านบนให้เหนือผิวน้ำประมาณ 2 เซนติเมตร สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ (Control) ดำเนินวิธีการทดลองเช่นเดียวกัน เพียงแต่ใช้น้ำมันถั่วเหลือง (องุ่น®) แทนน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

3) นำถ้วยทดลอง และถ้วยทดลองเปรียบเทียบใส่ในกรงยุงแต่ละชนิด โดยวางแต่ละถ้วยไว้ที่มุมของกรงในทิศตรงกันข้ามกัน โดยการทดลองในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด แต่ละความเข้มข้น ทำการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ และในแต่ละซ้ำ ในแต่ละการทดลองให้วางถ้วยทดลองและถ้วยทดลองเปรียบเทียบ ในตำแหน่งที่ตรงกันข้ามและไม่ซ้ำตำแหน่งเดิม

4) หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง นำถ้วยทดลอง และถ้วยทดลองเปรียบเทียบออกจากกรงยุงแต่ละชนิด บันทึกผลการทดลองโดยการนับจำนวนไข่ของยุงแต่ละชนิดในแต่ละถ้วย แต่ละซ้ำ ด้วยกล้องสเตอริโอ (OLYMPUS®) จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลเพื่อหาดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI = Oviposition activity index) (Kramer and Mulla. 1979) ดังนี้

$$\text{ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI)} = \frac{NT-NC}{NT+NC}$$

NC คือ จำนวนไข่ยุงในถ้วยการทดลองเปรียบเทียบ (Control)

NT คือ จำนวนไข่ยุงในถ้วยการทดลอง (Treatment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OAI มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยแปรผลดังนี้ ค่าบวก (+) หมายถึง จำนวนไข่ในถ้วยทดลองมากกว่าถ้วยการทดลองเปรียบเทียบ แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงให้วางไข่ ส่วนค่าลบ (-) หมายถึง จำนวนไข่ในถ้วยทดลองน้อยกว่าถ้วยการทดลองเปรียบเทียบ แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงไม่ให้วางไข่

นอกจากนี้ยังนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพในการไล่ (Effective repellency; ER%) ตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงไม่ให้วางไข่ โดยใช้สูตรในการคำนวณตาม Rajkumar and Jebanesan (2009) ดังนี้

$$\% ER = \frac{NC-NT \times 100}{NC}$$

% ER = ประสิทธิภาพในการไล่ (%)

NC = จำนวนไข่ยุงในถ้วยการทดลองเปรียบเทียบ (Control)

NT = จำนวนไข่ยุงในถ้วยการทดลอง (Treatment)

รวมทั้งยังนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพในการดึงดูด (% Effective attractancy; EA%) ตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงให้วางไข่ โดยใช้สูตรในการคำนวณตาม Govindarajan *et al.* (2008)

$$\% EA = \frac{NT-NC \times 100}{NT}$$

% EA = ประสิทธิภาพในการดึงดูด (%)

NC = จำนวนไข่ยุงในถ้วยการทดลองเปรียบเทียบ (Control)

NT = จำนวนไข่ยุงในถ้วยการทดลอง (Treatment)

3.2.5.2 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการยับยั้งการฟักไข่

ทำการทดลองโดยวิธี Topical Application ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Pushpanathan *et al.* (2006) โดยมีขั้นตอนในการทดลอง ดังนี้ (ภาพที่ 3.30)

1) การเตรียมไข่ยุงที่จะใช้ในการทดลอง โดยยุงลายบ้านและยุงก้นปล่อง ใช้จำนวน 25 ฟองต่อซ้ำ สำหรับยุงรำคาญจำนวนไม่น้อยกว่า 100 ฟองต่อซ้ำ

2) ใช้ปิเปตดูดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด แต่ละความเข้มข้น จำนวน 50 ไมโครลิตร หยดลงบนไข่ยุงแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ในข้อ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หลังจากนั้น 3 ชั่วโมง นำไข่ยุงในแต่ละซ้ำมาล้างน้ำที่สะอาด แล้วย้ายไข่ยุงแต่ละซ้ำ ใส่ในถ้วยพลาสติกที่มีน้ำ 150 มิลลิลิตร

4) นับจำนวนลูกน้ำในแต่ละซ้ำ หลังการทดลอง 48 ชั่วโมง บันทึกผลและนำข้อมูลไปหาอัตราการฟักไข่ (Hatching rate)

5) การทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด แต่ละความเข้มข้น ทำการทดลอง 5 ซ้ำ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ (Negative control) ดำเนินการทดลองในวิธีการเดียวกัน เพียงแต่ใช้น้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลืองแทนน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

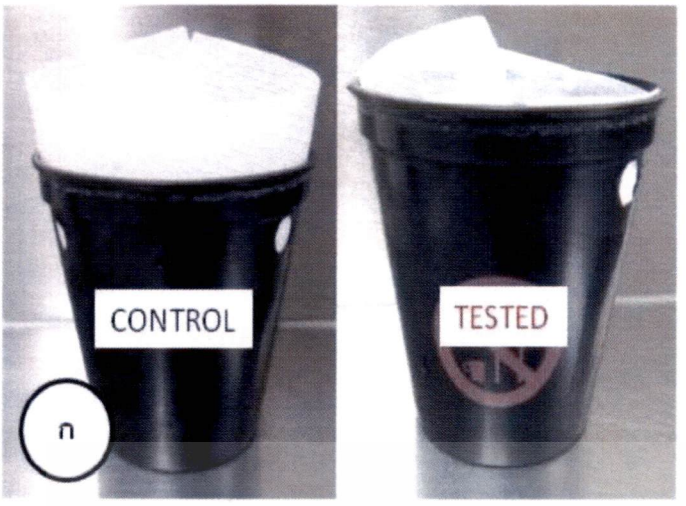
6) นำข้อมูลที่บันทึกทั้งหมดไปวิเคราะห์ผล ดังนี้

6.1 อัตราการฟักไข่ (Hatching rate) = $\frac{\text{จำนวนลูกน้ำที่ฟักออกจากไข่}}{\text{จำนวนไข่ที่ใช้ทดสอบ}} \times 100$

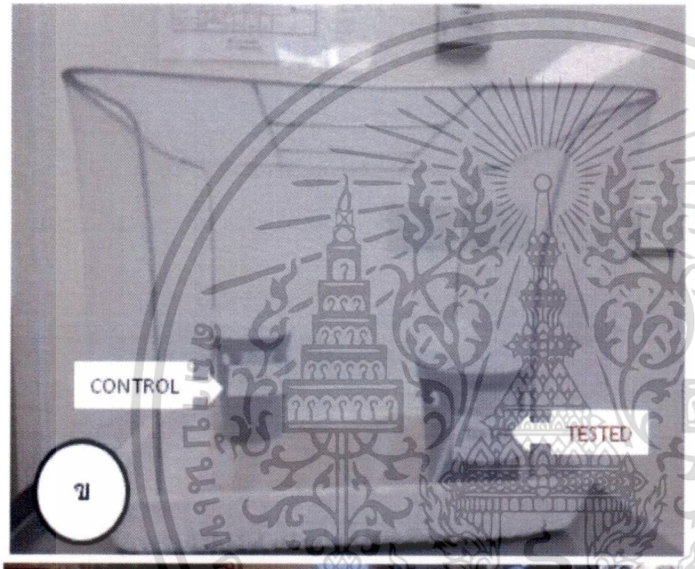
6.2 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการฟักไข่ในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด แต่ละความเข้มข้น โดยการวิเคราะห์ ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

6.3 คำนวณหาค่า EC_{50} (50% Effective Concentration) โดยวิธี Probit analysis

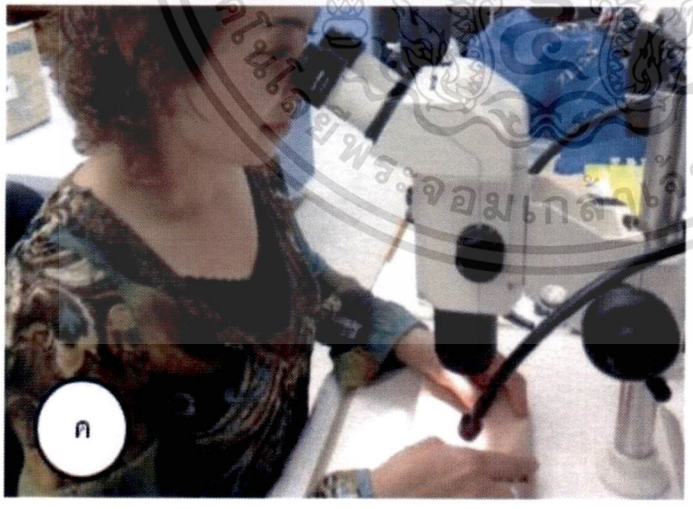
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. เตรียมถ้วยพลาสติกสีดำ เติมน้ำสะอาดปริมาณ 99 มิลลิลิตร และหยดน้ำมันหอมระเหย ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วย หลังจากนั้นบุด้านในของถ้วยด้วยกระดาษกรอง



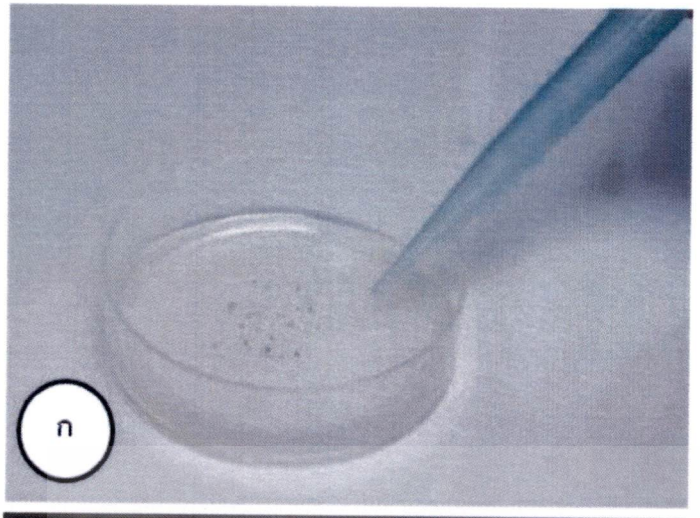
ข. นำตัวเต็มวัยเพศเมียยุงแต่ละชนิด จำนวน 15 ตัว ที่ผ่านการกินเลือดแล้ว ใส่ในกรง แล้ววางถ้วยที่เตรียมไว้จาก ก) วางในกรง ในมุมตรงกันข้าม



ค. หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง นำถ้วยทดลองและถ้วยทดลองเปรียบเทียบออกจากกรง แล้วนำกระดาษกรองที่มีไข่ยุง มานับจำนวนไข่ใต้กล้องสเตอริโอ

ภาพที่ 3.29 ขั้นตอนการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่ของยุงทั้ง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ใช้ปิเปตดูดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด จำนวน 50 ไมโครลิตร หยดลงบนไข่ยุง



ข. หลังการทดลอง 3 ชั่วโมง นำไข่ยุงไปล้างน้ำสะอาด และย้ายไข่ใส่ถ้วยที่มีน้ำ 150 มิลลิลิตร



ค. หลังการทดลอง 48 ชั่วโมง นับจำนวนลูกน้ำในแต่ละถ้วยที่ทำการทดลอง และบันทึกผล

ภาพที่ 3.30 ขั้นตอนการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการยับยั้งการฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

ในการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงแต่ละชนิด แบ่งการทดลองออกเป็น ดังนี้

3.2.6.1 การศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารกำจัดลูกน้ำและตัวโม่ง (Larvicidal and Pupicidal activity)

ดำเนินการทดลองโดยวิธีการ Dipping Bioassay ตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization. 1981) ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบ (ภาพที่ 3.31)

1) การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยพลาสติกใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร เติมน้ำสะอาดใส่ถ้วย 99 มิลลิลิตรต่อถ้วย

2) ใช้หลอดดูด แยกดูดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงแต่ละชนิด ชนิดละ 10 ตัว ใส่ลงในถ้วยทดลอง 1 ถ้วย สำหรับการทดลองเปรียบเทียบดำเนินวิธีการเช่นเดียวกัน เพียงแต่ใช้ทรายอะเบท (Positive control) และน้ำกรอง (Negative control) แทนน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร การทดลองในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด แต่ละความเข้มข้นมี 5 ซ้ำ

3) ทำการบันทึกผลโดยนับจำนวนลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงแต่ละชนิดในแต่ละการทดลอง ภายหลังการทดลอง 1, 3, 6, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง และบันทึกผลการทดลองในแบบฟอร์มการบันทึกระยะเวลาในการฆ่าลูกน้ำยุง (ภาคผนวก ฉ-3) หากมีลูกน้ำหรือตัวโม่งตายใน Negative control จะนำข้อมูลการตายไปหาค่าอัตราการตายที่แท้จริงตามสูตรของ Abbot's formula (Abbott. 1987)

4) นำข้อมูลที่บันทึกทั้งหมดไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for windows (version 16.0) ได้ดังนี้

4.1. ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (Mortality rate) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และประมวลผล

4.2. วิเคราะห์เวลา (LT_{50}) ในการฆ่าลูกน้ำและตัวโม่งได้ร้อยละ 50 โดยวิธี Probit analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.2 การศึกษาพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อลูกน้ำวัยที่ 3 และวัยที่ 4 การทดลองดำเนินวิธีการเดียวกับการทดลองใน 3.2.6.1 บันทึกผลหลังการทดลอง 24 ชั่วโมง โดยการนับจำนวนลูกน้ำที่ตาย และศึกษาการเกิดพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดที่มีผลทำให้ลูกน้ำตายและพิษต่อสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงแต่ละวัยของยุงแต่ละชนิด โดยการจำแนกการเกิดพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีผลทำให้ลูกน้ำตายได้ 8 แบบตาม Ratanatham *et al.* (1994) ดังนี้

แบบที่ 1 Normal larvae (NL): ลักษณะการตายของลูกน้ำแบบปกติ โดยยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาไปเป็นตัวโม่ง (ภาพที่ 3.32)

แบบที่ 2 Deformed larvae (DL): ลักษณะการตายแบบผิดปกติของลูกน้ำที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นลูกน้ำในวัยต่อไปได้อย่างสมบูรณ์ (ภาพที่ 3.33)

แบบที่ 3 Larval-pupal intermediate (LP): ลักษณะการตายที่ผิดปกติของตัวโม่งระยะเริ่มต้น (pre-pupa) พบลูกน้ำวัยที่ 4 ตายในขณะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นตัวโม่ง (ภาพที่ 3.34)

แบบที่ 4 White pupa (WP): ลักษณะการตายที่ผิดปกติของตัวโม่ง โดยสีผิวบริเวณผนังลำตัว มีสีขาวเผือก (albino) ยกเว้นส่วนตาที่ปกติ ซึ่งตัวโม่งตายก่อนที่ผนังลำตัวจะแข็งและเปลี่ยนเป็นสีเข้ม (ภาพที่ 3.35)

แบบที่ 5 Deformed pupa (DP): ลักษณะการตายที่ผิดปกติของตัวโม่งที่ส่วนหัวมีลักษณะขยายใหญ่คล้ายหัวของช้าง จึงเรียกว่า "Elephantoid" (ภาพที่ 3.36)

แบบที่ 6 Dead normal brown pupa (BP): ลักษณะการตายของตัวโม่งในสภาพปกติ (ภาพที่ 3.37)

แบบที่ 7 Adult attached to the pupal stage (PA): ลักษณะการตายที่ผิดปกติของตัวเต็มวัยที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์ ปีกบิดเบี้ยว ลำตัวหงิกงอ (ภาพที่ 3.38)

แบบที่ 8 Normal adult (NA): ตัวเต็มวัยสามารถออกจากตัวโม่งได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.3 การทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตายของลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง

ในการทดลองนี้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทดลองมี 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โดยคัดจากผลการทดลองในข้อ 3.2.6.1 ซึ่งน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดนี้ มีคุณสมบัติดีที่สุดในการกำจัดลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงทั้ง 3 ชนิด สำหรับวิธีการทดลอง ดังนี้

1) ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับ 3.2.6.1 โดยการเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่น้ำสะอาด 99 มิลลิลิตร ในถ้วยพลาสติกใสขนาด 250 มิลลิลิตร ในแต่ละการทดลองมี 5 ซ้ำ โดยวางถ้วยที่หยดน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดไว้ในห้องปฏิบัติการ โดยแยกถ้วยทดลองออกเป็น 4 ชุด แต่ละชุดมี 40 ถ้วย

ชุดที่ 1 คือ หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร แต่ละชนิด 0 วัน
ชุดที่ 2 คือ หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร แต่ละชนิด 1 วัน
ชุดที่ 3 คือ หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร แต่ละชนิด 5 วัน
ชุดที่ 4 คือ หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร แต่ละชนิด 10 วัน

2) ใช้หลอดดูด แยกดูดลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงแต่ละชนิด จำนวน 10 ตัว ใส่ในถ้วยทดลองชุดที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามที่เตรียมไว้ในข้อ 1)

3) ในการทดลองเปรียบเทียบ ดำเนินวิธีการเช่นเดียวกัน เพียงแต่ใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) แทนน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

4) บันทึกผลการทดลองโดยนับจำนวนลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงแต่ละชนิดที่ตาย หลังการทดลอง 24 และ 48 ชั่วโมง

5) นำข้อมูลที่บันทึกทั้งหมดไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for windows (version 16.0) ได้ดังนี้

5.1. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตาย (Mortality rate) ของลูกน้ำและตัวโม่ง ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ภายหลังการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยที่เวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน

5.2. วิเคราะห์เวลา (LT_{50}) ในการฆ่าลูกน้ำและตัวโม่งได้ร้อยละ 50 ภายหลังการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยที่เวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

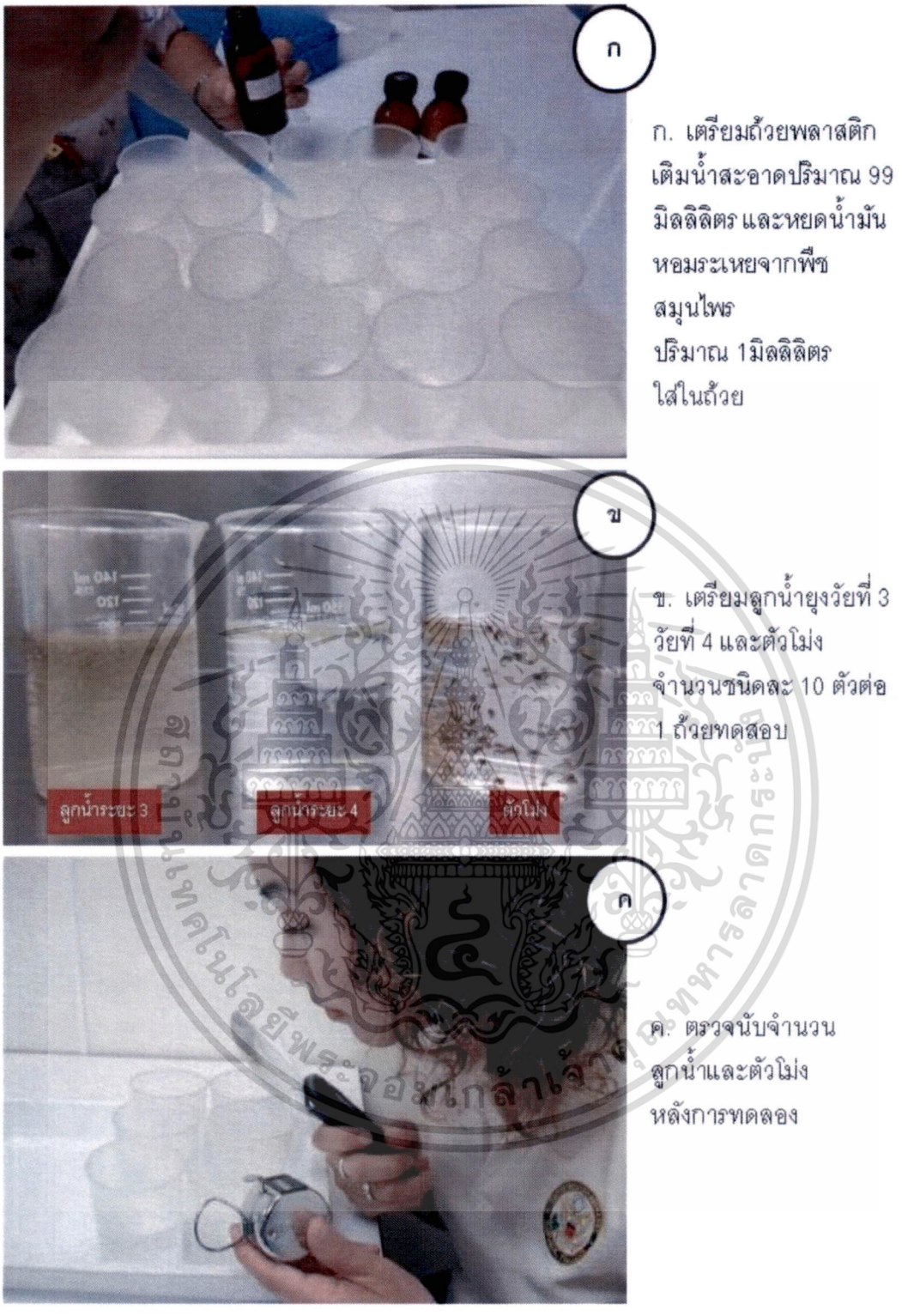
3.3 สถานที่ดำเนินงานวิจัย

ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม ตึกบุนนาค สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

3.4 ระยะเวลาการทดลอง

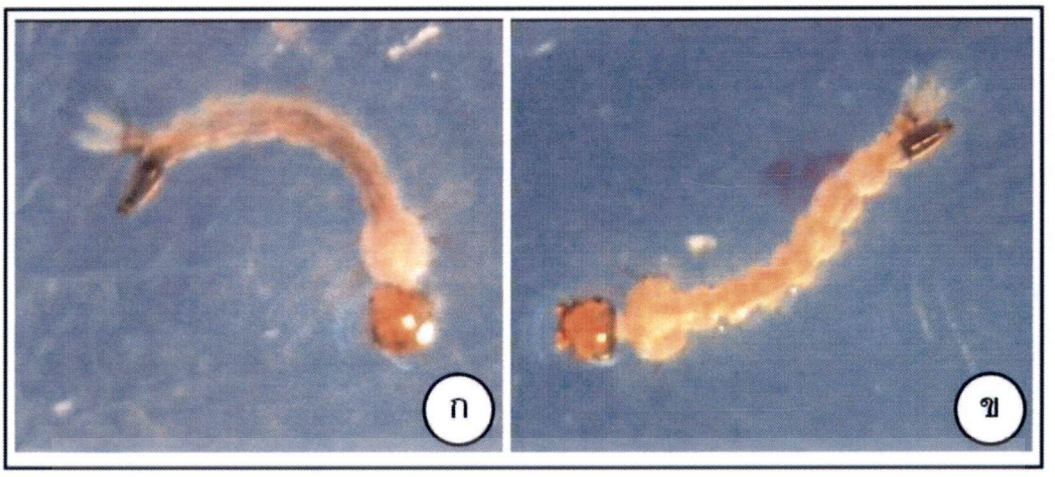
ระยะเวลาในการศึกษา เริ่มตั้งแต่สิงหาคม 2553-กรกฎาคม 2555 (ตารางที่ 3.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

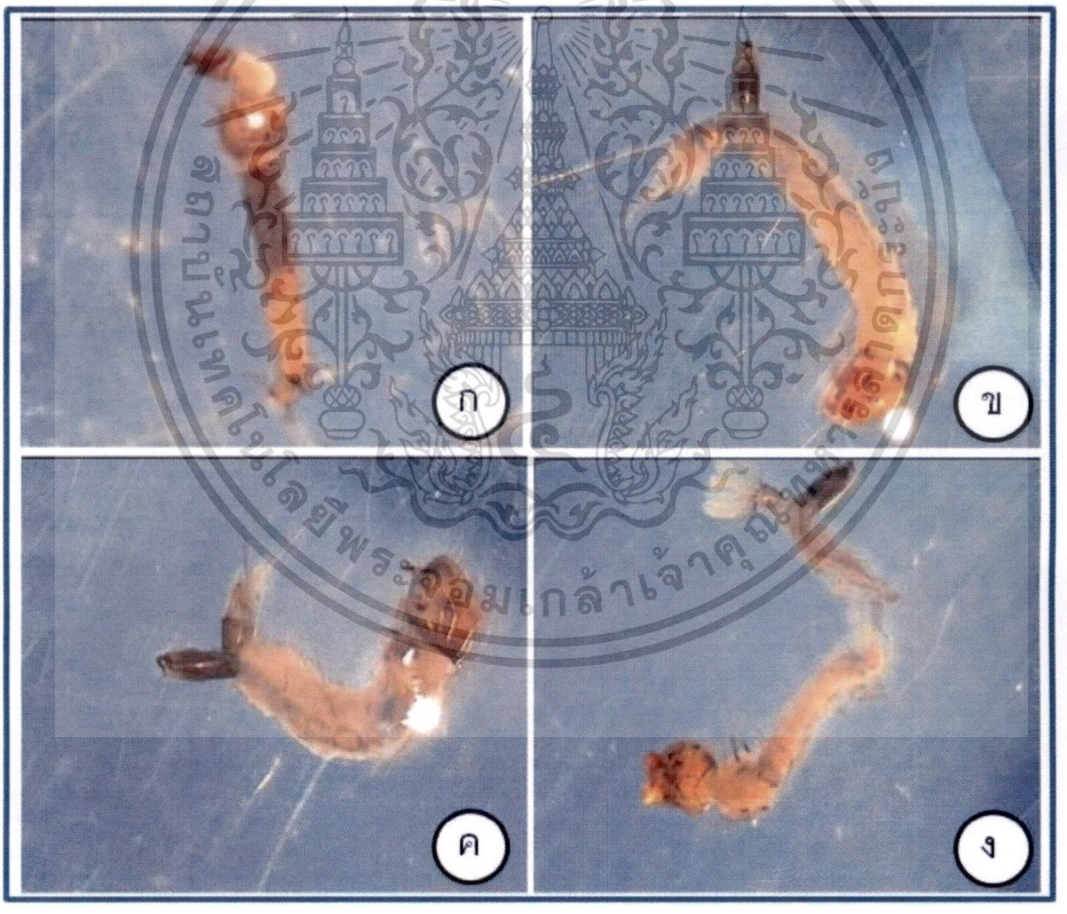


ภาพที่ 3.31 ขั้นตอนการทดลองประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงแต่ละชนิด โดยวิธี Dipping bioassay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

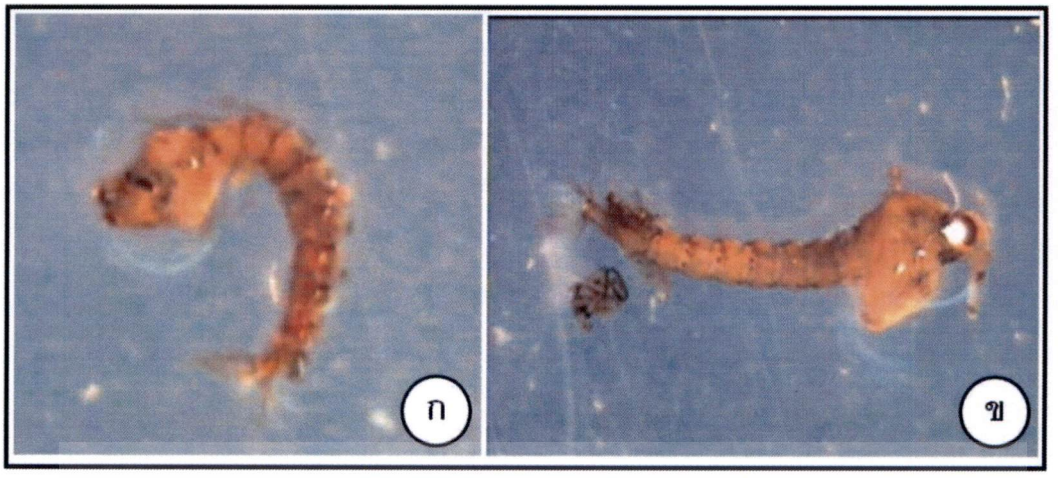


ภาพที่ 3.32 ลักษณะการตายแบบ Normal larvae (NL); ก.-ข. ลักษณะการตายแบบปกติ โดยยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา

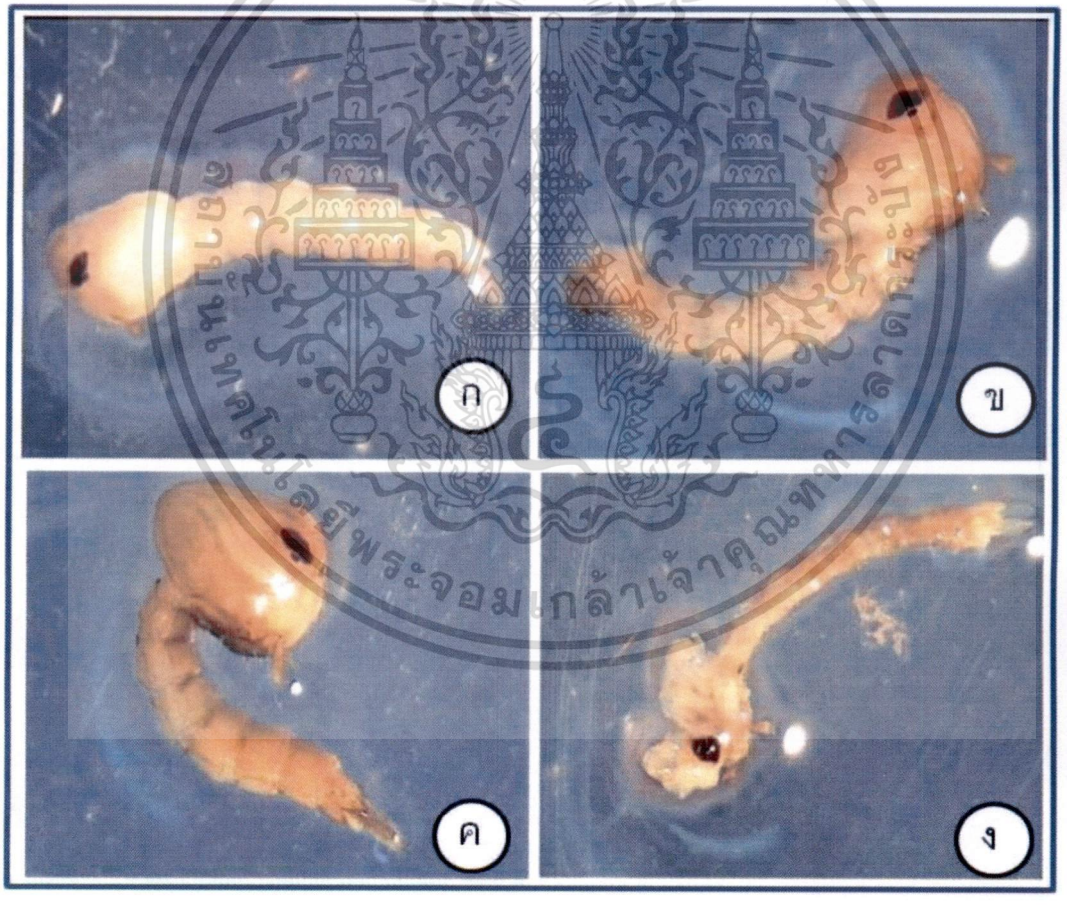


ภาพที่ 3.33 ลักษณะการตายแบบ Deformed larvae (DL); ก.-ง. ลักษณะการตายแบบผิดปกติของลูกน้ำที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นลูกน้ำในวัยต่อไปได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

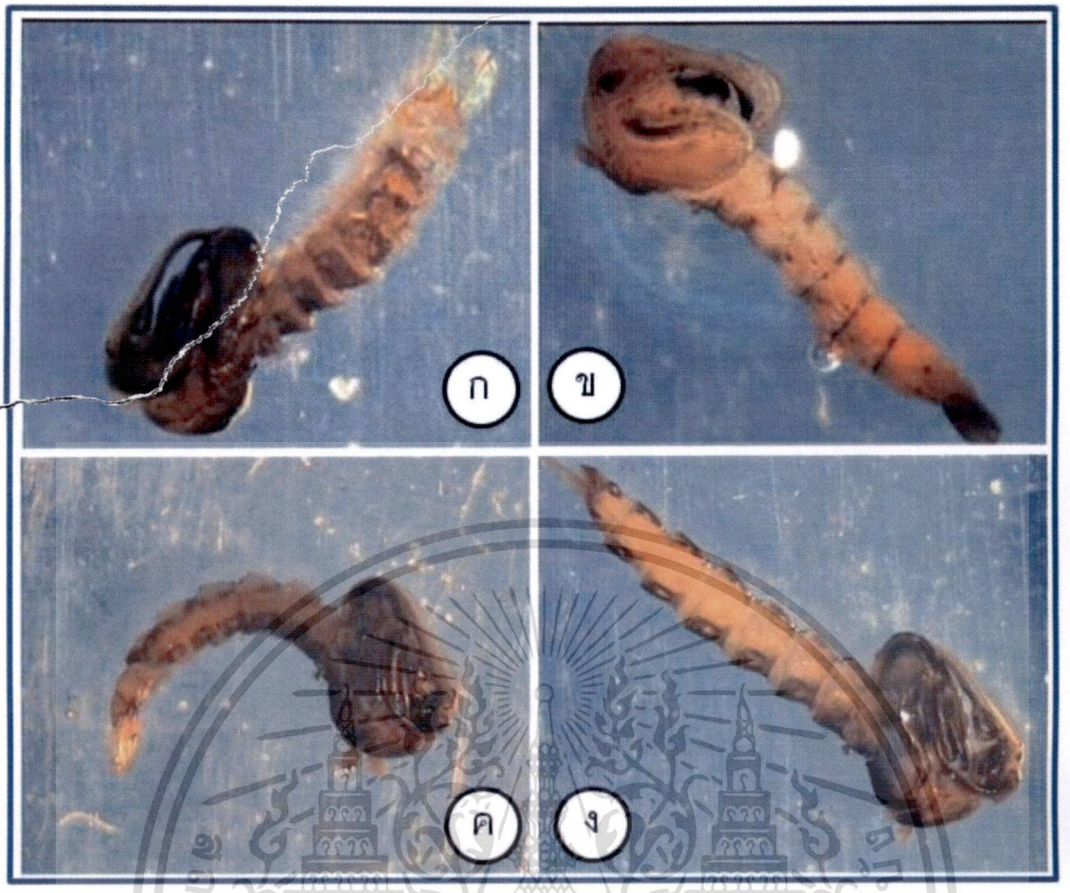


ภาพที่ 3.34 ลักษณะการตายแบบ Larval-pupal intermediate (LP); ก.-ข. ลักษณะหัวบางส่วนของลูกน้ำเกือบจะเปลี่ยนไปเป็นส่วนหัวของตัวโม่ง แต่ไม่สมบูรณ์

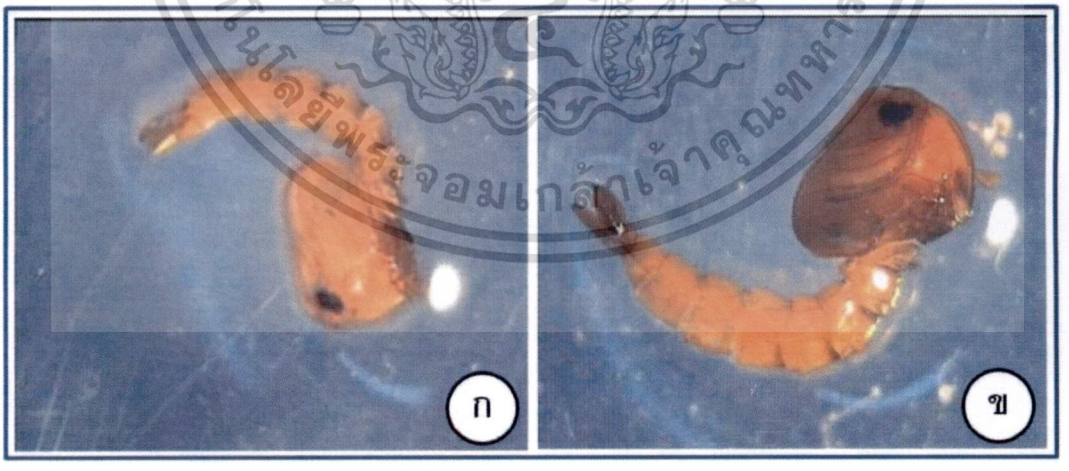


ภาพที่ 3.35 ลักษณะการตายแบบ White pupa (WP); ก.-ง. ลักษณะการตายที่ผิดปกติของตัวโม่ง โดยสีผิวบริเวณผนังลำตัวมีสีขาวเผือกยกเว้นส่วนตาที่ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

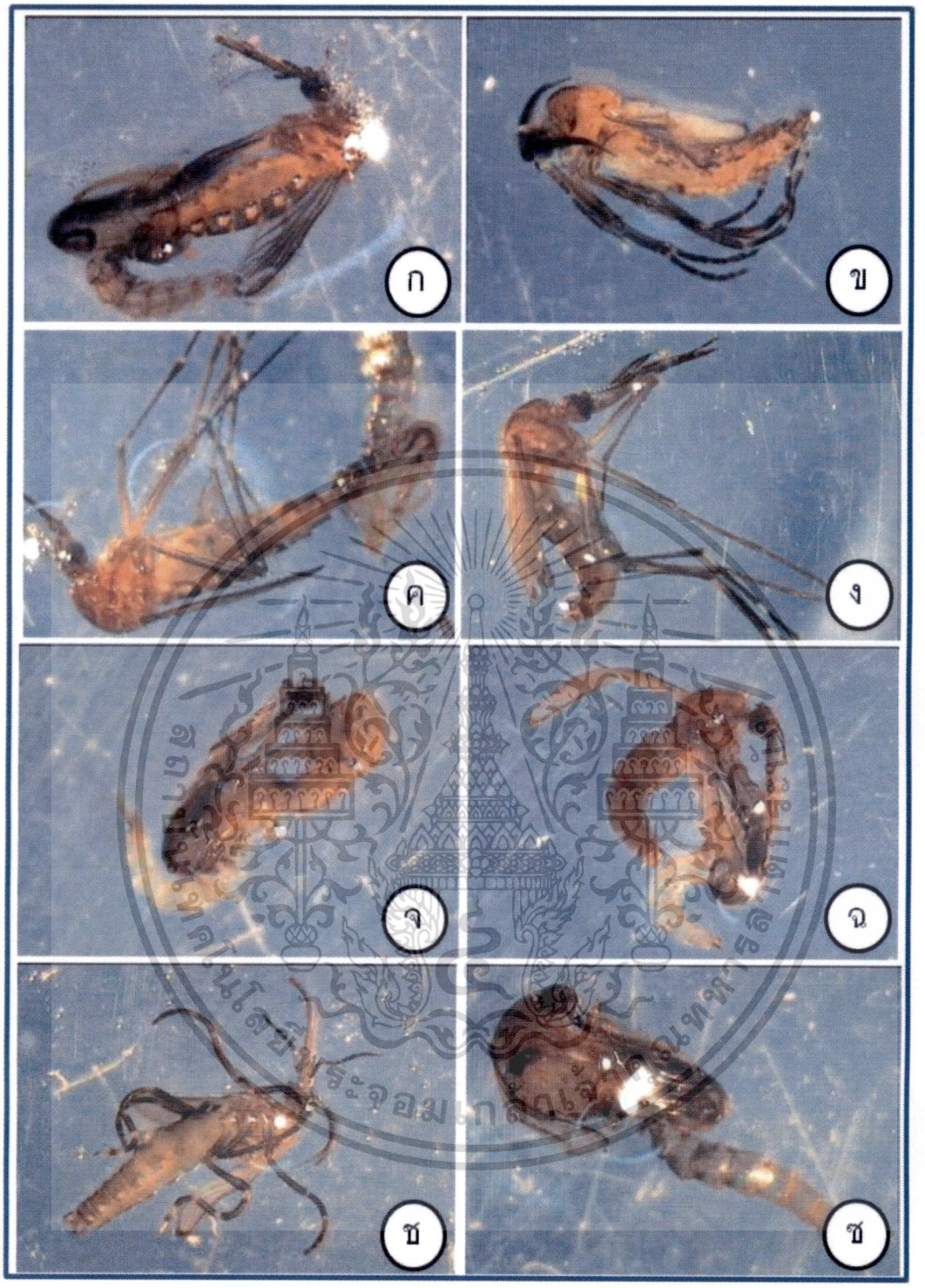


ภาพที่ 3.36 ลักษณะการตายแบบ Deformed pupa (DP); ก.-ง. ลักษณะผิดปกติของตัวโม่งที่ส่วนหัวขยายใหญ่คล้ายส่วนหัวของช้าง (Elephantoid)



ภาพที่ 3.37 ลักษณะการตายแบบ Dead normal brown pupa (BP); ก.-ข. ลักษณะการตายของตัวโม่งแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.38 ลักษณะการตายแบบ Adult attached to the pupal stage (PA); ก.-ซ. ลักษณะการตายแบบผิดปกติของตัวเต็มวัย ที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดแผนงานและระยะเวลาในการศึกษาทดลอง เริ่มตั้งแต่สิงหาคม 2553-กรกฎาคม 2555

แผนงาน	เดือน																							
	ส.ค. 53	ก.ย. 53	ต.ค. 53	พ.ย. 53	ธ.ค. 53	ม.ค. 54	ก.พ. 54	มี.ค. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	มิ.ย. 54	ก.ค. 54	ส.ค. 54	ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54	ม.ค. 55	ก.พ. 55	มี.ค. 55	เม.ย. 55	พ.ค. 55	มิ.ย. 55	ก.ค. 55
1. การวางแผนงาน	←	→																						
2. เตรียมอุปกรณ์และเพาะเลี้ยงยุง		←	—	→																				
3. ทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดยุงตัวเต็มวัย โดยใช้อุปกรณ์ทดสอบความไวของยุง		←	—	—	→																			
4. ทดสอบประสิทธิภาพ โดยวิธี Dose-response study						←	—	→																
5. ทดสอบประสิทธิภาพ โดยศึกษาระยะเวลาป้องกันยุง (Protection time)									←	—	→													
6. การทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย (Biological stability test)									←	···	→	←	→											
									←	···	···	···	···	···	→	←	→							
7. การทดสอบการป้องกันการวางไข่และยับยั้งการฟักไข่																←	—	→						
8. การทดสอบฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำและตัวโม่ง																			←	—	→			
9. จัดสรุปผลการทดลอง					x			x			x				x			x			x			
10. วิเคราะห์ข้อมูล เขียนและส่งรายงาน																				←	—	—	—	→

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร (Susceptibility test)

4.1.1 ผลการทดสอบความไวของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ผลการทดลองในตารางที่ 4.1, 4.2 และภาพที่ 4.1 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบและการตายของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30, 60 นาทีและ 24 ชั่วโมง โดยปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 1% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียสลบสูงถึง 96.8% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} = 27 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกานพลูและตะไคร้หอม มีผลทำให้ยุงสลบ 76.8 และ 54.4% รวมทั้งมีค่า KT_{50} = 38 และ 53 นาที ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส กระดังงา ส้ม และโหระพานั้น มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบ 2.4-21.6% และมีค่า KT_{50} ระหว่าง 108-340 นาที ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียตาย 74.4% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส และกานพลู มีผลทำให้ยุงลายบ้านตาย 60.0, 59.2 และ 58.4% ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยโหระพา ส้ม และ กระดังงา มีผลทำให้ยุงตาย 8.8-23.2% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียตายน้อยกว่า 80% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1% จึงไม่สามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงลายบ้านได้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 5% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} = 11 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และกานพลู มี

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลทำให้ยุงสลบ 99.2 และ 98.4% ตามลำดับ รวมทั้งมีค่า KT_{50} เท่ากันคือ 16 นาที สำหรับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ส้ม กระดังงา และโหระพานั้น มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบ 13.6-60.0% และมีค่า KT_{50} ระหว่าง 42-209 นาที ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียตาย 86.4% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม และกานพลู มีผลทำให้ยุงลายตาย 76.8, 69.6 และ 68.8% ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยส้ม โหระพา และ กระดังงา มีผลทำให้ยุงตาย 14.4-55.2% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่ามีเพียงน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ระดับความเข้มข้น 5% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียตายระหว่าง 80-97% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ระดับความเข้มข้น 5% จึงสามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงลายบ้านได้ในระดับปานกลาง

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 10% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} = <1, 1 และ 3 นาที ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกระดังงา และยูคาลิปตัส มีผลทำให้ยุงสลบ 96.0 และ 91.2% รวมทั้งมีค่า KT_{50} = 20 และ 21 นาที ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยโหระพา และส้มนั้น มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบ 46.4 และ 36.8% และมีค่า KT_{50} = 62 และ 77 นาที ตามลำดับ ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียตายสูงสุด 100% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส และกานพลู มีผลทำให้ยุงลายตาย 97.6, 95.2 และ 93.6% ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยส้มโหระพา และ กระดังงา มีผลทำให้ยุงตาย 54.4-79.2% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่ามีเพียงน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ระดับความเข้มข้น 10% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านเพศเมียตายระหว่าง 98-100% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ระดับความเข้มข้น 10% จึงสามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงลายบ้านได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน (%) [1/]											
	ความเข้มข้น 1%				ความเข้มข้น 5%				ความเข้มข้น 10%			
	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)
กระดังงา *(C. odorata)*	5.6bc [1/]	8.8c	15.2c	152.0	5.6d	11.2c	14.4cd	168.0	27.2b	69.6b	96.0a	21.0
กานพลู *(S. aromaticum)*	16.0ab	41.6b	76.8a	38.0	76.0a	92.8a	98.4a	16.0	92.8a	96.0a	100.0a	3.0
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	11.2abc	61.6a	96.8a	27.0	48.0b	86.4a	100.0a	11.0	99.2a	100.0a	100.0a	<1.0
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	24.8a	35.2b	54.4b	53.0	34.4bc	83.2a	99.2a	16.0	92.8a	100.0a	100.0a	1.0
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	5.6bc	9.6c	21.6c	108.0	22.4cd	49.6b	60.0b	42.0	28.8b	73.6b	91.2a	20.0
ส้ม *(C. sinensis)*	3.2bc	3.2c	5.6c	340.0	9.6d	18.4c	28.0c	101.0	12.0c	34.4c	36.8b	77.0
โหระพา *(O. basilicum)*	0.8bc	1.6c	2.4c	307.0	7.2d	8.8c	13.6cd	209.0	15.2c	33.6c	46.4b	62.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c	0c	0c		0d	0c	0d		0d	0d	0c	
CV (%)	54.6	66.3	50.7		63.2	30.3	26.0		18.5	25.2	19.6	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] KT_{50} = Knockdown Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านสลบลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น 1%		ความเข้มข้น 5%		ความเข้มข้น 10%		LC_{50} [3/]
	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	(%)
กระดังงา *(C. odorata)*	8.8bc	R	14.4d	R	54.4d	R	9.8
กานพลู *(S. aromaticum)*	58.4a	R	68.8ab	R	93.6ab	RS	0.1
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	74.4a	R	86.4a	RS	100.0a	S	<0.1
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	60.0a	R	69.6ab	R	97.6a	RS	0.3
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	59.2a	R	76.8ab	R	95.2ab	RS	<0.1
ส้ม *(C. sinensis)*	16.8bc	R	55.2bc	R	79.2bc	R	5.3
โหระพา *(O. basilicum)*	23.2b	R	41.6c	R	70.4c	R	6.3
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c		0d		0e		
CV (%)	41.7		32.4		16.7		

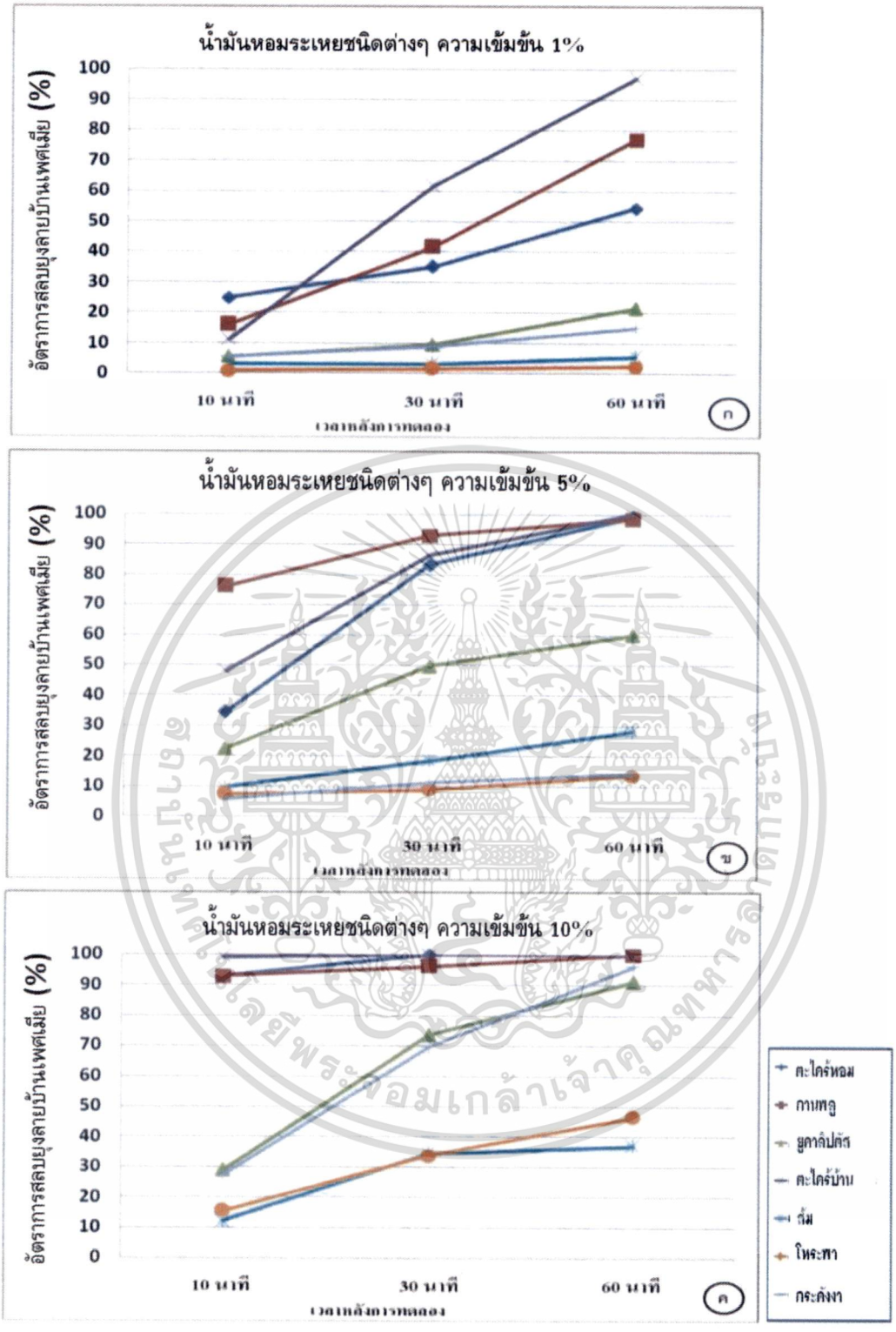
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] S = อัตราการตาย 98-100% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงสูง (Susceptibility) ;

RS = อัตราการตาย 80-97% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงปานกลาง (Resistance suspected);

R = อัตราการตายต่ำกว่า 80% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงต่ำและเกิดการต้านทานต่อสารทดสอบกำจัดแมลงชนิดนั้น (Resistance)

[3/] LC_{50} = Lethal Concentration ; ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่ทำให้ตัวเต็มวัยยุงลายบ้านตายลงครึ่งหนึ่ง



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ความเข้มข้น 1% (ก), 5% (ข) และ 10% (ค) ต่อการสลบของยุงลายบ้านเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบความไวของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ผลการทดลองในตารางที่ 4.3, 4.4 และภาพที่ 4.2 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบและการตายของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30, 60 นาทีและ 24 ชั่วโมง โดยปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 1% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} = 10.9 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกานพลูและตะไคร้บ้าน มีผลทำให้ยุงสลบ 96.8 และ 95.2% รวมทั้งมีค่า KT_{50} = 9.1 และ 2.4 นาที ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส โหระพา ส้ม และกระดังงานั้น มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบ 8.8-50.4% และมีค่า KT_{50} ระหว่าง 54.6-196.9 นาที ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียตาย 92.8% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมีผลทำให้ยุงก้นปล่องตาย 76.8% สำหรับน้ำมันหอมระเหยโหระพา ยูคาลิปตัส กานพลู กระดังงา และส้ม มีผลทำให้ยุงตาย 23.2-60.8% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่ามีเพียงน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ระดับความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียตายระหว่าง 80-97% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ระดับความเข้มข้น 1% จึงสามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องได้ในระดับปานกลาง

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 5% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} น้อยกว่า 1 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน และกานพลู มีผลทำให้ยุงสลบ 99.2 และ 97.6% ตามลำดับ และมีค่า KT_{50} เท่ากันคือน้อยกว่า 1 นาที ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยกระดังงา โหระพาและส้ม มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบ 39.2-74.4% และมีค่า KT_{50} ระหว่าง 17.1-110.2 นาที ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ยูคาลิปตัส และตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียตาย 97.6, 95.2 และ 93.6% ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกานพลู โหระพา กระดังงา และส้ม มีผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุงก้นปล่องตาย 54.4, 53.6, 40.8 และ 40.0% ตามลำดับ ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ยูคาลิปตัส และตะไคร้หอมที่ระดับความเข้มข้น 5% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียตายระหว่าง 80-97% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ยูคาลิปตัส และตะไคร้หอมที่ระดับความเข้มข้น 5% จึงสามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องได้ในระดับปานกลาง

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 10% พบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส กานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} เท่ากันคือ น้อยกว่า 1 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกระดังงา และโหระพา มีผลทำให้ยุงสลบ 98.4 และ 96.8% รวมทั้งมีค่า KT_{50} น้อยกว่า 1 และ 2.4 นาที ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยส้มมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบ 80.8% และมีค่า KT_{50} = 14.9 นาที ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียหลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียตายเท่ากันคือ 100% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และกระดังงามีผลทำให้ยุงก้นปล่องตาย 91.2 และ 89.6% ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยส้ม และโหระพา มีผลทำให้ยุงตาย 83.2 และ 76.8% ตามลำดับ ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 10% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องเพศเมียตายระหว่าง 98-100% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 10% จึงสามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง (%) [1/]											
	ความเข้มข้น 1%				ความเข้มข้น 5%				ความเข้มข้น 10%			
	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)
กระดังงา *(C. odorata)*	0c [1/]	5.6c	8.8c	127.8	20.8bc	44.8bc	74.4b	36.5	88.0ab	95.2a	98.4a	2.4
กานพลู *(S. aromaticum)*	45.6ab	92.8a	96.8a	9.1	91.2a	97.6a	97.6a	<1.0	96.8ab	99.2a	100.0a	<1.0
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	56.0a	87.2a	95.2a	2.4	72.8a	94.4a	99.2a	<1.0	82.4ab	99.2a	100.0a	<1.0
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	40.8ab	100.0a	100.0a	10.9	92.0a	96.0a	100.0a	<1.0	95.2ab	96.0a	100.0a	<1.0
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	28.8abc	44.8b	50.4b	54.6	74.4a	96.8a	100.0a	<1.0	100.0a	100.0a	100.0a	<1.0
ส้ม *(C. sinensis)*	12.0bc	20.0bc	20.0c	196.9	29.6bc	37.6c	39.2b	110.2	68.8b	80.8a	80.8b	14.9
โหระพา *(O. basilicum)*	27.2abc	37.6b	48.8b	61.3	40.0b	67.2b	72.8a	17.1	72.8ab	85.6a	96.8a	<1.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c	0c	0c		0c	0d	0c		0c	0b	0c	
CV (%)	54.2	43.4	34.9		44.4	30.6	25.7		28.1	17.7	12.8	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] KT_{50} = Knockdown Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องสลบลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.4 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงก้นปล่อง หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น 1%		ความเข้มข้น 5%		ความเข้มข้น 10%		LC_{50} [3/]
	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	(%)
กระดังงา *(C. odorata)*	24.0c	R	40.8b	R	89.6ab	RS	5.0
กานพลู *(S. aromaticum)*	51.2b	R	54.4b	R	100.0a	S	2.1
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	92.8a	RS	97.6a	RS	100.0a	S	<0.1
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	76.8ab	R	93.6a	RS	100.0a	S	<0.1
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	59.2b	R	95.2a	RS	91.2ab	RS	<0.1
ส้ม *(C. sinensis)*	23.2c	R	40.0b	R	83.2b	RS	5.5
โหระพา *(O. basilicum)*	60.8b	R	53.6b	R	76.8b	R	<0.1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c		0c		0c		
CV (%)	41.7		26.7		13.9		

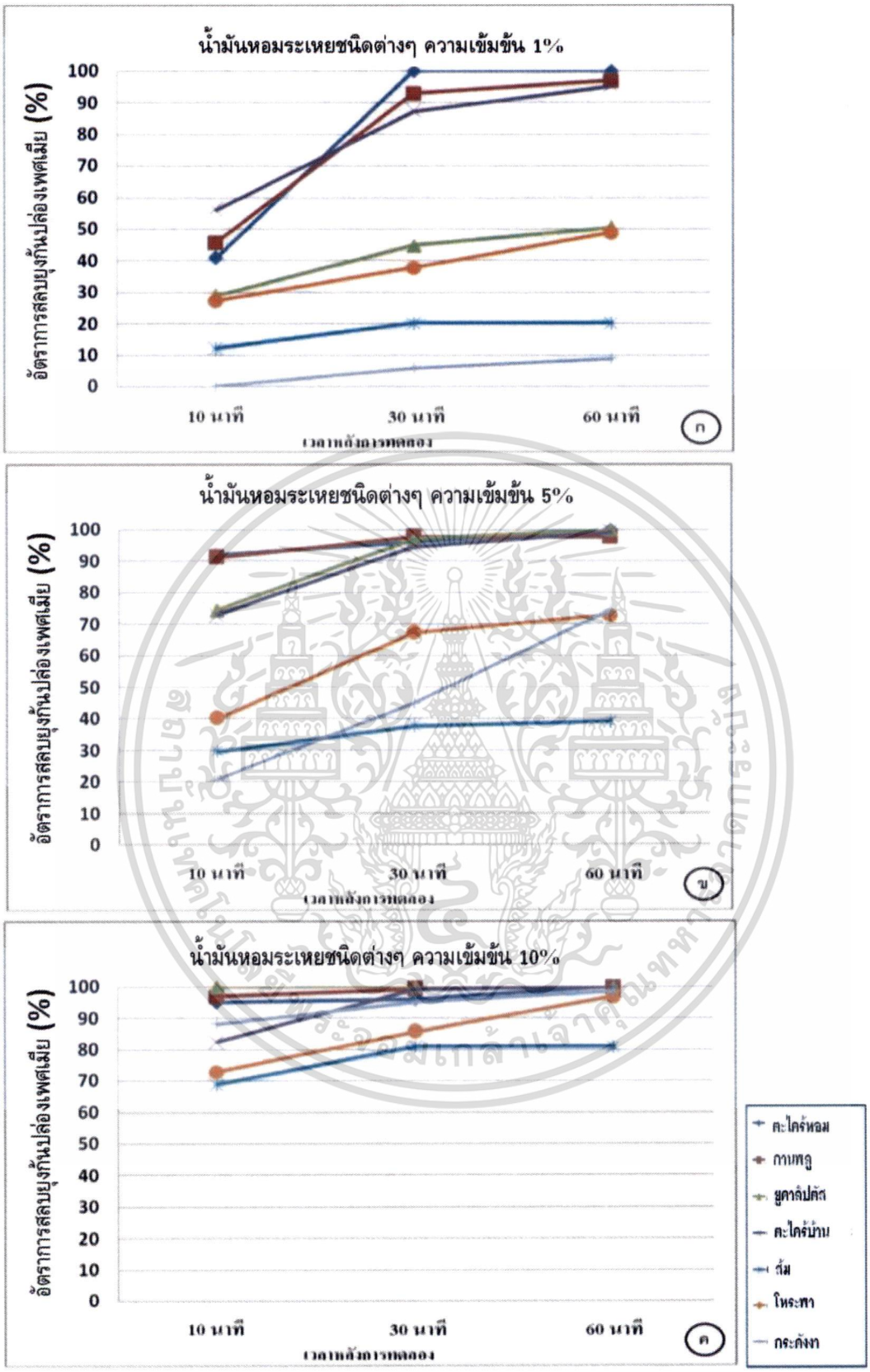
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] S = อัตราการตาย 98-100% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงสูง (Susceptibility) ;

RS = อัตราการตาย 80-97% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงปานกลาง (Resistance suspected);

R = อัตราการตายต่ำกว่า 80% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงต่ำและเกิดการต้านทานต่อสารทดสอบกำจัดแมลงชนิดนั้น (Resistance)

[3/] LC_{50} = Lethal Concentration ; ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่ทำให้ตัวเต็มวัยยุงก้นปล่องตายลงครึ่งหนึ่ง



ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ความเข้มข้น 1% (ก), 5% (ข) และ 10% (ค) ต่อการสลบของยุงก้นปล่องเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดสอบความไวของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ผลการทดลองในตารางที่ 4.5, 4.6 และภาพที่ 4.3 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบและการตายของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30, 60 นาทีและ 24 ชั่วโมง โดยปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 1% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} = 29.2 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน และกานพลู มีผลทำให้ยุงสลบ 93.6 และ 89.6% รวมทั้งมีค่า KT_{50} = 20.1 และ 21.5 นาที ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยโหระพา ยูคาลิปตัส และส้ม มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบเท่ากับ 58.4, 18.4 และ 2.4% และมีค่า KT_{50} = 48.2, 100.2 และ 83.5 นาที ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยกระดังงาและการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียตาย 38.4% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และกานพลู มีผลทำให้ยุงรำคาญตาย 28.0 และ 16.0% ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยโหระพา ยูคาลิปตัส กระดังงา และส้ม มีผลทำให้ยุงตาย 2.4-12.8% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียตายน้อยกว่า 80% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1% จึงไม่สามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงรำคาญได้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 5% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} = 7.0 และ 11.2 นาที ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกานพลู มีผลทำให้ยุงสลบ 95.2% รวมทั้งมีค่า KT_{50} = 16 นาที ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยโหระพา ยูคาลิปตัส กระดังงา และส้ม มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียสลบระหว่าง 8.0-73.6% และมีค่า KT_{50} ระหว่าง 18.2-170.9 นาที ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการสลบของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียตาย 75.2% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และกานพลู มีผลทำให้ยุงรำคาญตาย 43.2 และ 35.2% ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยส้ม กระดังงา โหระพา และยูคาลิปตัส มีผลทำให้ยุงตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.6-22.4% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 5% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียตายน้อยกว่า 80% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 5% จึงไม่สามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงรำคาญได้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 10% พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กานพลู โหระพา กระดังงา และยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียสลบสูงสุดถึง 100% หลังการทดลอง 60 นาที และมีค่า KT_{50} ระหว่าง <1-5.8 นาที ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยส้มนั้น มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียสลบได้น้อย โดยมีอัตราการสลบ 40.8% และมีค่า KT_{50} = 72.3 นาที ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่ออัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมีย หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียตายเท่ากันคือ 100% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกระดังงา มีผลทำให้ยุงรำคาญตาย 60.0% สำหรับน้ำมันหอมระเหยโหระพา ยูคาลิปตัส และส้มมีผลทำให้ยุงรำคาญตายระหว่าง 16.8-47.2% ตามลำดับ ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง) ไม่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมีย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 10% มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญเพศเมียตายระหว่าง 98-100% ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 10% จึงสามารถที่จะใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยยุงรำคาญได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการสลบของตัวเต็มวัยยุงรำคาญ หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการสลบของตัวเต็มวัยยุงรำคาญ (%) [1/]											
	ความเข้มข้น 1%				ความเข้มข้น 5%				ความเข้มข้น 10%			
	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)	10 นาที	30 นาที	60 นาที	KT_{50} [2/] (นาที)
กระดังงา *(C. odorata)*	0b [1/]	0c	0d	***	19.2bc	32.8c	34.4c	100.9	76.0a	99.2a	100.0a	1.7
กานพลู *(S. aromaticum)*	19.2b	84.0a	89.6a	21.5	83.2a	94.4a	95.2a	16.0	72.8a	88.0a	100.0a	<1.0
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	2.4b	40.0b	93.6a	20.1	36.0b	92.8a	100.0a	7.7	97.6a	100.0a	100.0a	<1.0
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	46.4a	95.2a	100.0a	29.2	46.4b	92.8a	100.0a	11.2	98.4a	100.0a	100.0a	<1.0
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	2.4b	4.8c	18.4c	100.2	19.2bc	42.4bc	67.2b	41.1	83.2a	100.0a	100.0a	5.8
ส้ม *(C. sinensis)*	0b	0c	2.4d	83.5	1.6c	5.6d	8.0d	170.9	16.0b	33.6b	40.8b	72.3
โหระพา *(O. basilicum)*	11.2b	40.8b	58.4b	48.2	40.8b	64.0b	73.6b	18.2	72.0a	97.6a	100.0a	1.7
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0b	0c	0d		0c	0d	0d		0b	0c	0c	
CV (%)	90.1	54.3	26.1		78.2	35.9	26.4		29.0	12.9	11.8	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] KT_{50} = Knockdown Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญสลบลงครึ่งหนึ่ง

*** ไม่สามารถคำนวณหาค่าได้

ตารางที่ 4.6 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงรำคาญ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น 1%		ความเข้มข้น 5%		ความเข้มข้น 10%		LC_{50} [3/]
	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	อัตราการตาย (%) [1/]	สถานะความไว[2/]	(%)
กระดังงา *(C. odorata)*	5.6c	R	20.8bcd	R	60.0b	R	8.8
กานพลู *(S. aromaticum)*	16.0bc	R	35.2bc	R	100.0a	S	5.0
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	38.4a	R	75.2a	R	100.0a	S	2.2
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	28.0ab	R	43.2b	R	100.0a	S	4.1
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	8.0c	R	13.6cd	R	40.0c	R	12.2
ส้ม *(C. sinensis)*	2.4c	R	22.4bcd	R	16.8d	R	20.8
โหระพา *(O. basilicum)*	12.8bc	R	18.4cd	R	47.2bc	R	11.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c	R	0d	R	0d	R	
CV (%)	97.9		57.5		24.2		

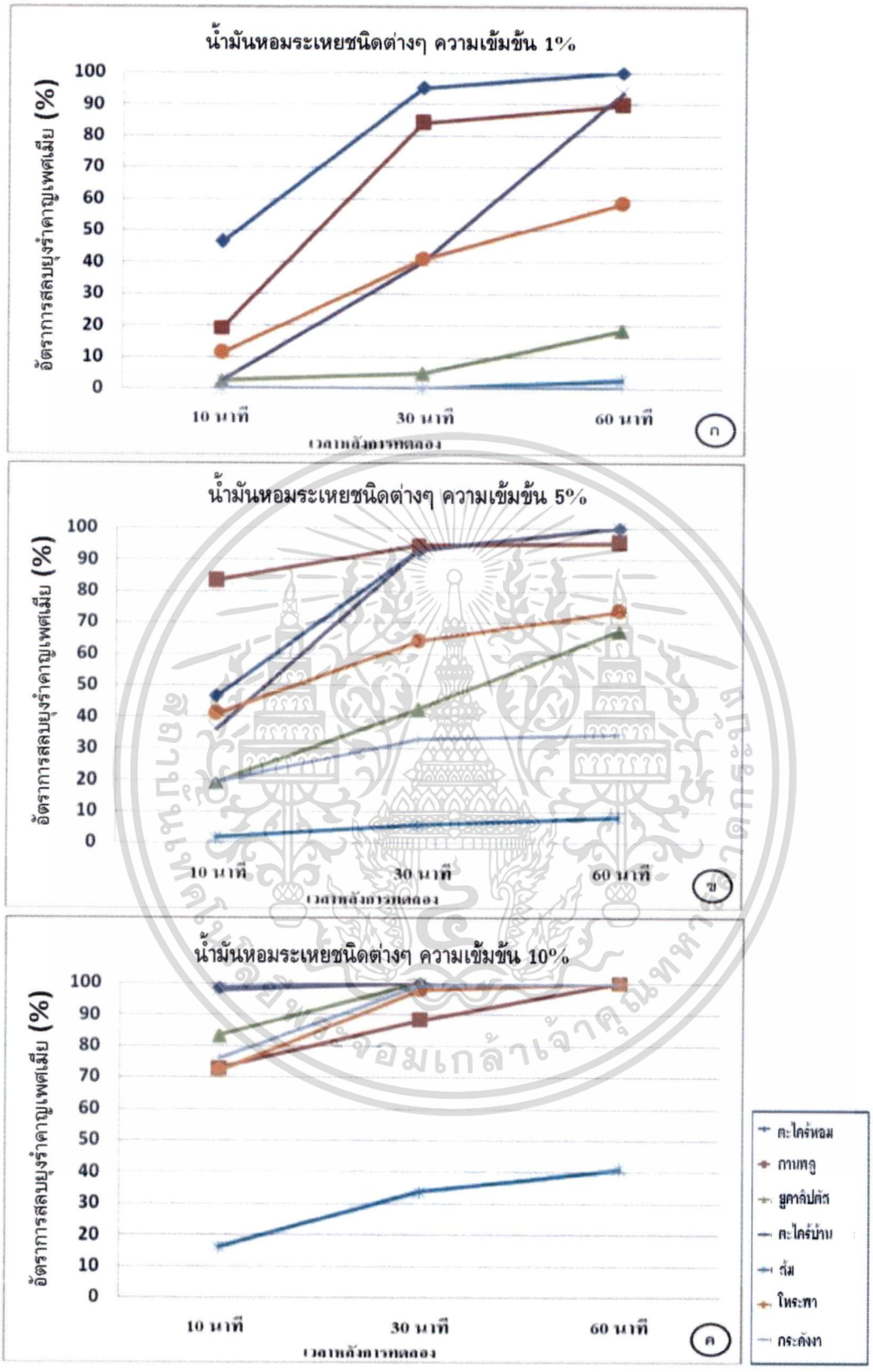
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] S = อัตราการตาย 98-100% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงสูง (Susceptibility) ;

RS = อัตราการตาย 80-97% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงปานกลาง (Resistance suspected);

R = อัตราการตายต่ำกว่า 80% หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารทดสอบกำจัดแมลงต่ำและเกิดการต้านทานต่อสารทดสอบกำจัดแมลงชนิดนั้น (Resistance)

[3/] LC_{50} = Lethal Concentration ; ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่ทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญตายลงครึ่งหนึ่ง



ภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ความเข้มข้น 1% (ก), 5% (ข) และ 10% (ค) ต่อการสลบของยุงรำคาญเพศเมีย หลังการทดลอง 10, 30 และ 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด

4.2.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการไล่ยุงแบบ Dose-response study

4.2.1.1 ผลการทดสอบในยุงลายบ้าน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.4 พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงลายบ้านในระดับที่แตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 0.02 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ผลปรากฏว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดสอบ โดยมีผลในการไล่ยุงลายบ้านได้สูงสุดคือ 80% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม โหระพา ส้ม กระดังงา และยูคาลิปตัส ซึ่งมีผลในการไล่ยุงลายบ้านดังนี้คือ 66, 60, 54, 50, 46 และ 10% ตามลำดับ สำหรับการทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 0.10 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการไล่ยุงลายบ้านได้สูงสุดคือ 94% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม โหระพา กระดังงา ส้ม และยูคาลิปตัส ซึ่งมีผลในการไล่ยุงลายบ้านดังนี้คือ 86, 70, 58, 50 และ 16% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองในระดับความเข้มข้น 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถไล่ยุงลายบ้านได้สูงสุด 100% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม โหระพา กระดังงา ส้ม และยูคาลิปตัส ซึ่งมีผลในการไล่ยุงลายบ้านดังนี้คือ 96, 88, 84, 66, 48 และ 36% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ระดับความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงลายบ้านได้แตกต่างกัน โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และโหระพา มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการไล่ โดยมีค่า ED_{50} <0.05 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ส้ม และยูคาลิปตัส ซึ่งมีค่า ED_{50} เท่ากับ 0.05, 0.05 และ 0.29 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย						ED_{50} [2/] (ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร)
	0.02 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		0.10 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		
	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	
กระดังงา *(C. odorata)*	2.7±1.4b	46.0	2.1±1.4b	58.0	1.7±1.1b	66.0	0.05
กานพลู *(S. aromaticum)*	1.7±1.5bc	66.0	0.3±0.7d	94.0	0.2±0.4c	96.0	<0.05
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1.0±0.6c	80.0	0.3±0.5d	94.0	0c	100.0	<0.05
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	2.0±1.5bc	60.0	0.7±0.8cd	86.0	0.6±0.7c	88.0	<0.05
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	4.5±0.9a	10.0	4.2±0.8a	16.0	3.2±1.4a	36.0	0.29
ส้ม *(C. sinensis)*	2.5±1.2b	50.0	2.5±1.4b	50.0	2.6±1.5a	48.0	0.05
โหระพา *(O. basilicum)*	2.3±1.7bc	54.0	1.5±1.6bc	70.0	0.8±0.8c	84.0	<0.05
CV (%)	56.2		66.2		74.9		

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] ED_{50} = Effective Dose ; ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไปครึ่งหนึ่ง

4.2.1.2 ผลการทดสอบในยุงก้นปล่อง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.5 พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงก้นปล่องในระดับที่แตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 0.02 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ผลปรากฏว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดสอบ โดยมีผลในการไล่ยุงก้นปล่องได้สูงสุดคือ 94% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู ตะไคร้บ้าน โหระพา ยูคาลิปตัส และส้ม ซึ่งมีผลในการไล่ยุงก้นปล่อง ดังนี้คือ 92, 82, 76, 66, 52 และ 40% ตามลำดับ สำหรับการทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 0.10 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม และกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการไล่ยุงก้นปล่องได้สูงสุดคือ 92% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ยูคาลิปตัส โหระพา และส้ม ซึ่งมีผลในการไล่ยุงก้นปล่องได้ 82, 74, 74 และ 54% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองในระดับความเข้มข้น 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถไล่ยุงก้นปล่องได้สูงสุด 98% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา กระดังงา ยูคาลิปตัส และส้ม ซึ่งมีผลในการไล่ยุงก้นปล่อง ดังนี้คือ 96, 92, 86 และ 84% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ระดับความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงก้นปล่องได้แตกต่างกัน โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการไล่ โดยมีค่า ED_{50} <0.07 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากส้ม โหระพา ยูคาลิปตัส และกระดังงา ซึ่งมีค่า ED_{50} เท่ากับ 0.07, 0.63, 1.04 และ 2.15 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย						ED_{50} [2/] (ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร)
	0.02 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		0.10 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		
	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	
กระดังงา *(C. odorata)*	0.3±0.5d	94.0	0.4±0.7b	92.0	0.4±0.7a	92.0	2.15
กานพลู *(S. aromaticum)*	0.9±0.7cd	82.0	0.4±0.5b	92.0	0.1±0.3a	98.0	<0.07
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1.2±1.0cd	76.0	0.9±1.3b	82.0	0.1±0.3a	98.0	<0.07
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0.4±0.7d	92.0	0.4±1.0b	92.0	0.1±0.3a	98.0	<0.07
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	2.4±1.3ab	52.0	1.3±1.3ab	74.0	0.7±1.3a	86.0	1.04
ส้ม *(C. sinensis)*	3.0±1.6a	40.0	2.3±2.1a	54.0	0.8±1.1a	84.0	0.07
โหระพา *(O. basilicum)*	1.7±0.8bc	66.0	1.3±0.5ab	74.0	0.2±0.4a	96.0	0.63
CV (%)	72.1		58.6		55.0		

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] ED_{50} = Effective Dose ; ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องไปครึ่งหนึ่ง

4.2.1.3 ผลการทดสอบในยุงรำคาญ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.6 พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงรำคาญในระดับที่แตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 0.02 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ผลปรากฏว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดสอบ โดยมีผลในการไล่ยุงรำคาญได้สูงสุดคือ 92% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม กานพลู โหระพา กระดังงา และส้ม ซึ่งมีผลในการไล่ยุงรำคาญ ดังนี้คือ 88, 82, 76, 76, 58 และ 56% ตามลำดับ สำหรับการทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 0.10 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการไล่ยุงรำคาญได้สูงสุดคือ 98% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม กานพลู โหระพา และส้ม ซึ่งมีผลในการไล่ยุงรำคาญได้ 88, 86, 84, 82, 78 และ 66% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองในระดับความเข้มข้น 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถไล่ยุงรำคาญได้สูงสุด 98% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู กระดังงา โหระพา ส้ม และยูคาลิปตัส ซึ่งมีผลในการไล่ยุงรำคาญ ดังนี้คือ 94, 92, 90, 90, 88 และ 86% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ระดับความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการไล่ยุงรำคาญได้แตกต่างกัน โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และโหระพา มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการไล่ โดยมีค่า ED_{50} <0.003 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากส้ม และยูคาลิปตัส ซึ่งมีค่า ED_{50} เท่ากับ 0.003 และ 2.53 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

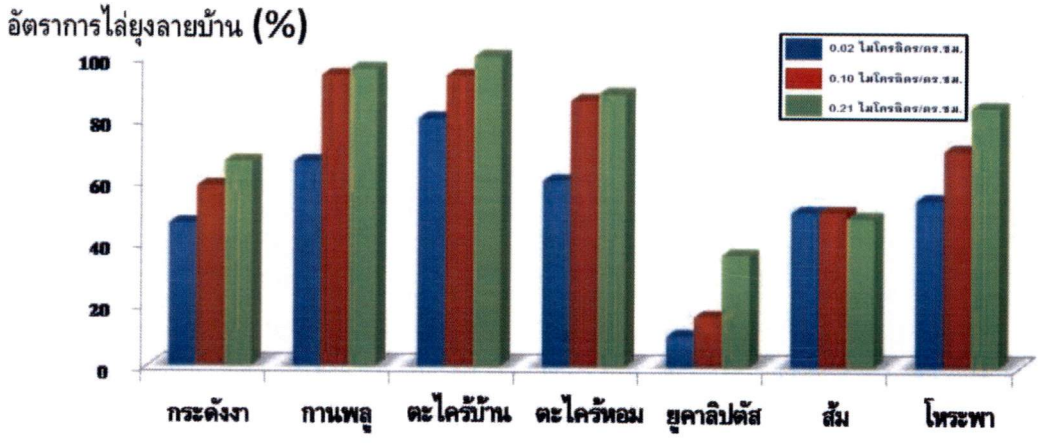
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

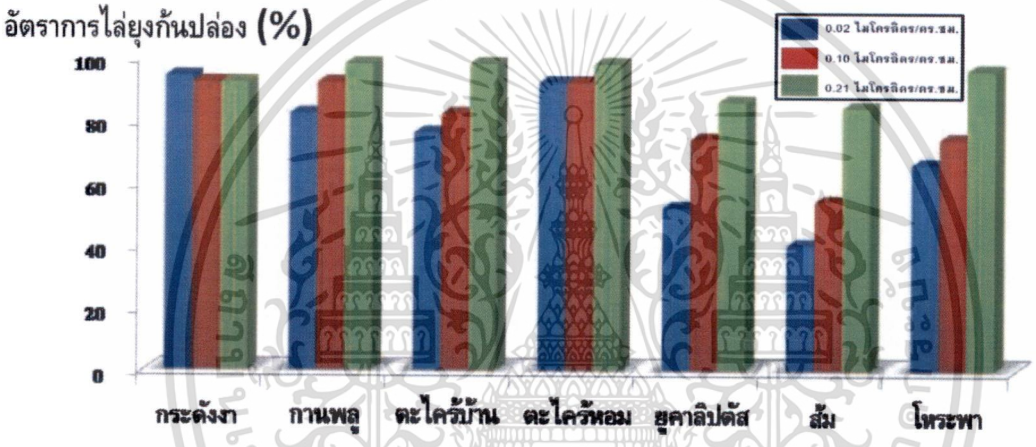
ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย						ED_{50} [2/] (ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร)
	0.02 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		0.10 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร		
	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	จำนวนยุงลายบ้านกัด ± SD[1/]	อัตราการไล่ (% Repellency)	
กระดังงา *(C. odorata)*	2.1±1.0a	58.0	0.6±0.7bc	88.0	0.5±0.5a	90.0	<0.003
กานพลู *(S. aromaticum)*	1.2±0.9b	76.0	0.9±0.7b	82.0	0.4±0.7a	92.0	<0.003
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0.4±0.7b	92.0	0.1±0.32c	98.0	0.1±0.3a	98.0	<0.003
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0.9±0.9b	82.0	0.8±0.8bc	84.0	0.3±0.5a	94.0	<0.003
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0.6±0.7b	88.0	0.7±0.8bc	86.0	0.7±0.8a	86.0	2.53
ส้ม *(C. sinensis)*	2.2±0.6a	56.0	1.7±0.7a	66.0	0.6±0.7a	88.0	0.003
โหระพา *(O. basilicum)*	1.2±1.3b	76.0	1.1±0.9ab	78.0	0.5±0.5a	90.0	<0.003
CV (%)	73.5		85.7		41.8		

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

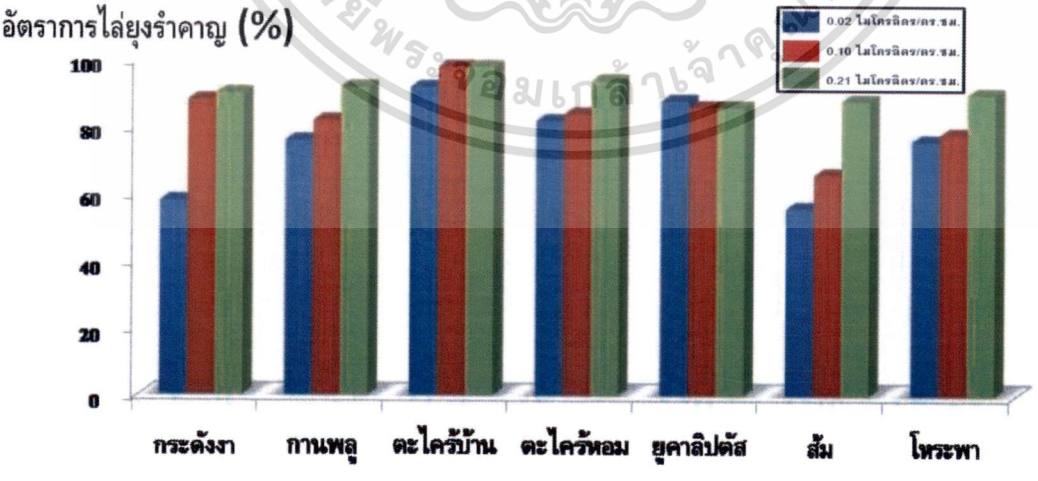
[2/] ED_{50} = Effective Dose ; ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไปครึ่งหนึ่ง



ภาพที่ 4.4 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน



ภาพที่ 4.5 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง



ภาพที่ 4.6 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 0.02, 0.10 และ 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดสอบหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด (Protection time)

4.2.2.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการไล่ การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน

ผลการทดลองในตารางที่ 4.10; ภาพที่ 4.7 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่ การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน โดยใช้ DEET เป็นการทดลองเปรียบเทียบ (Positive control) ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีระยะเวลาในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน ได้นานที่สุดคือ 72.0±16.4 นาที รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู โหระพา กระดังงา ยูคาลิปตัส และส้ม โดยมีระยะเวลาในการไล่ ดังนี้ 60.0±21.2, 54.0±13.4, 30.0±0, 8.4±12.1, 3.0±0 และ 3.0±0 นาที ตามลำดับ ในขณะที่ การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มีระยะเวลาในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านได้นานมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดคือ 102.0±16.4 นาที

สำหรับผลในการป้องกันการกัดพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดรวมทั้ง DEET สามารถป้องกันตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านกัดได้เป็นอย่างดียิ่ง โดยมีอัตราการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านระหว่าง 2.4-4.6% และปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาและตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีอัตราการกัดต่ำสุดคือ 2.4±0.6 และ 2.6±0.6% ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากส้ม กานพลู โหระพา ตะไคร้หอม และยูคาลิปตัส มีอัตราการกัดดังนี้ 3.1±0.9, 3.7±0.9, 3.8±1.0, 4.2±1.3 และ 4.6±1.6% ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มีอัตราการกัดเท่ากับ 3.2±0%

นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการป้องกันการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านเช่นกัน โดยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม และยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุดในการทดลอง ซึ่งมีอัตราการเกาะต่ำสุดคือ 0.5±0.4 และ 0.5±1.1% ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน กระดังงา โหระพา ส้ม และกานพลู โดยมีอัตราการเกาะดังนี้ 0.8±0.8, 1.4±1.4, 1.4±1.5, 1.5±1.7 และ 2.2±1.1% ตามลำดับ ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (DEET) พบอัตราการเกาะเท่ากับ 3.2±0%

ผลการทดลองในตารางที่ 4.11 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านกัดหลังการทดลอง 3, 30, 60, 90 และ 120 นาที ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมียุงเริ่มกัด 4.4±4.0 ตัว และ 2.2±3.2 ตัว หลังการทดลอง 60 และ 90 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 120 นาที คือ 6.6±1.5 ตัว สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม และโหระพา มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 30 นาที โดยมีจำนวนยุงกัด 2.4±5.4, 3.0±6.7 และ 9.4±2.4 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 120 นาที คือ 9.2±2.3, 10.4±3.2 และ 9.4±2.4 ตัว ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ยูคาลิปตัส และส้ม ไม่สามารถป้องกันยุงกัดได้ โดยยุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 3 นาที มีจำนวนยุงกัดดังนี้ 3.6±3.4, 11.4±3.9 และ 7.8±2.3 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงกัดหลังการทดลอง 120 นาทีคือ 6.0±1.6, 11.4±3.9 และ 7.8±2.3 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มียุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 60, 90 และ 120 นาที ซึ่งมีจำนวนยุงกัดดังนี้ 0.2±0.5, 1.4±1.3 และ 1.0±1.4 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงกัดหลังการทดลอง 120 นาที คือ 2.6±0.5 ตัว

ผลการทดลองในตารางที่ 4.12 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านเกาะหลังการทดลอง 3, 30, 60, 90 และ 120 นาที ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมียุงเริ่มเกาะหลังการทดลอง 30 นาที มีจำนวนยุงเกาะ 0.4±0.9 และ 0.8±1.1 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา ไม่สามารถป้องกันการเกาะของยุงได้ โดยมียุงเกาะหลังการทดลอง 3 นาที มีจำนวนยุงเกาะ 2.6±3.3, 0.6±0.9, 1.2±2.7, 3.8±4.2 และ 2.8±2.6 ตัว ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ (DEET) พบว่าสามารถป้องกันยุงเกาะได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิด โดยยุงเริ่มเกาะหลังการทดลอง 60 นาที และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงเกาะหลังการทดลอง 120 นาที คือ 1.8±0.4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ระยะเวลาในการไล่ยุง (Protection Time)± SD[1/] (นาที)	อัตราการกัด (% Biting)± SD[1/]	อัตราการเกาะ (% Landing)± SD[1/]
กระดังงา (*C. odorata*)	8.4±12.1e	2.4±0.6a	1.4±1.4ab
กานพลู (*S. aromaticum*)	54.0±13.4c	3.7±0.9abc	2.2±1.1bc
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	72.0±16.4b	2.6±0.6a	0.8±0.8ab
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	60.0±21.2bc	4.2±1.3bc	0.5±0.4a
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	3.0±0e	4.6±1.6c	0.5±1.1a
ส้ม (*C. sinensis*)	3.0±0e	3.1±0.9ab	1.5±1.7ab
โหระพา (*O. basilicum*)	30.0±0d	3.8±1.0abc	1.4±1.5ab
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	102.0±16.4a	3.2±0abc	3.2±0c
CV (%)	30.9	1.0	1.2

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านกัด หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90 และ 120 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	จำนวนยุงกัดเฉลี่ย (ตัว)±SD[1/]/เวลาหลังการทดลอง (นาที)					ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัด (ตัว)±SD[1/] /หลังการทดลอง 120 นาที
	3 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที	
กระดังงา (*C. odorata*)	3.6±3.4c	2.4±3.6b	0b	0a	0b	6.0±1.6c
กานพลู (*S. aromaticum*)	0d	2.4±5.4b	6.8±4.2a	0a	0b	9.2±2.3abc
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	0d	0b	4.4±4.0a	2.2±3.2a	0b	6.6±1.5c
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	0d	3.0±6.7b	6.0±5.7a	1.4±3.1a	0b	10.4±3.2ab
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	11.4±3.9a	0b	0b	0a	0b	11.4±3.9a
ส้ม (*C. sinensis*)	7.8±2.3b	0b	0b	0a	0b	7.8±2.3bc
โหระพา (*O. basilicum*)	0d	9.4±2.4a	0b	0a	0b	9.4±2.4abc
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	0d	0b	0.2±0.5b	1.4±1.3a	1.0±1.4a	2.6±0.5d
CV (%)	69.9	158.1	131.8	101.2	44.4	30.6

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.12 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านเกาะ หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90 และ 120 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	จำนวนยุงเกาะเฉลี่ย (ตัว)±SD[1]/เวลาหลังการทดลอง (นาที)					ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่เกาะ (ตัว)±SD[1] /หลังการทดลอง 120 นาที
	3 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที	
กระดังงา (*C. odorata*)	2.6±3.3ab	1.0±1.4b	0c	0a	0a	3.6±3.6a
กานพลู (*S. aromaticum*)	0.6±0.9ab	2.6±2.1a	2.2±1.5a	0a	0a	5.4±2.7a
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	0b	0.4±0.9b	1.6±1.5ab	0a	0a	2.0±2.1a
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	0b	0.8±1.1b	0.2±0.5c	0.2±0.5a	0a	1.2±1.1a
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	1.2±2.7ab	0b	0c	0a	0a	1.2±2.7a
ส้ม (*C. sinensis*)	3.8±4.2a	0b	0c	0a	0a	3.8±4.1a
โหระพา (*O. basilicum*)	2.8±2.6ab	0.8±1.8b	0c	0a	0a	3.6±3.8a
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	0b	0b	0.6±0.6bc	1.0±0.7a	0.2±0.5a	1.8±0.4a
CV (%)	168.0	171.3	137.5	53.4	29.4	100.7

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

4.2.2.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการไล่ การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.13; ภาพที่ 4.8 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่ การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง โดยใช้ DEET เป็นการทดลองเปรียบเทียบ (Positive control) ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีระยะเวลาในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง ได้นานที่สุดคือ 132.0±16.4 นาที รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส โหระพา กระดังงา และส้ม โดยมีระยะเวลาในการไล่ ดังนี้ 96.0±13.4, 90.0±30.0, 30.0±0, 30.0±0, 24.6±12.1 และ 24.6±12.1 นาที ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มีระยะเวลาในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องได้นานมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดคือ 144.0±13.4 นาที

สำหรับผลในการป้องกันการกัดพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดรวมทั้ง DEET สามารถป้องกันตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องกัดได้เป็นอย่างดียิ่ง โดยมีอัตราการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องระหว่าง 1.0-1.4% และปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาและยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีอัตราการกัดต่ำสุดเท่ากันคือ 1.0±0.2% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กานพลู ส้ม และโหระพา มีอัตราการกัดดังนี้ 1.1±0.3, 1.1±0.3, 1.4±0.7, 1.4±0.7 และ 1.4±0.7% ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มีอัตราการกัดเท่ากับ 3.2±0%

นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการป้องกันการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องเช่นกัน โดยน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา และโหระพา ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง ซึ่งมีอัตราการเกาะต่ำสุดเท่ากันคือ 0.2±0.2% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ส้ม กานพลู ตะไคร้หอม และตะไคร้บ้าน โดยมีอัตราการเกาะดังนี้ 0.5±0.3, 0.5±0.4, 1.2±0.8, 1.5±1.6 และ 3.3±1.9% ตามลำดับ ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (DEET) พบอัตราการเกาะเท่ากับ 3.2±0%

ผลการทดลองในตารางที่ 4.14 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องกัดหลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมียุงเริ่มกัด 1.6±1.7 ตัว และ 1.2±1.6 ตัว หลังการทดลอง 120 และ 150 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 150 นาที คือ 2.8±0.8 ตัว สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มียุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 90 นาที โดยมีจำนวนยุงกัด 3.0±2.2 ตัว และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาที คือ 3.4±1.7 ตัว ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม มียุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 60 นาที โดยมีจำนวนยุงกัด 1.0±1.4 ตัว และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 150 นาที คือ 2.8±0.8 ตัว สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และโหระพา มียุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 30 นาที โดยมีจำนวนยุงกัด 2.4±0.6 และ 3.4±1.3 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 150 นาที คือ 2.4±0.5 และ 3.4±1.3 ตัว ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา และส้มไม่สามารถป้องกันยุงกัดได้ โดยยุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 3 นาที มีจำนวนยุงกัดเท่ากันคือ 0.4±0.9 ตัว และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงกัดหลังการทดลอง 150 นาทีคือ 2.4±0.5 และ 3.6±1.8 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มียุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 90, 120 และ 150 นาที ซึ่งมีจำนวนยุงกัดดังนี้ 0.2±0.5, 0.8±0.8 และ 1.6±0.9 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงกัดหลังการทดลอง 150 นาที คือ 2.6±0.5 ตัว

ผลการทดลองในตารางที่ 4.15 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องเกาะหลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมียุงเริ่มเกาะหลังการทดลอง 30 นาที มีจำนวนยุงเกาะ 0.4±0.9, 0.4±0.9 และ 1.2±1.1 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา ไม่สามารถป้องกันการเกาะของยุงได้ โดยมียุงเกาะหลังการทดลอง 3 นาที มีจำนวนยุงเกาะ 0.2±0.5, 0.2±0.5, 1.2±1.1 และ 0.6±0.9 ตัว ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ (DEET) พบว่าสามารถป้องกันยุงเกาะได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิด โดยยุงเริ่มเกาะหลังการทดลอง 90 นาที และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงเกาะหลังการทดลอง 150 นาที คือ 2.0±0.7 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่ การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ระยะเวลาในการไล่ยุง (Protection Time)±SD[1/] (นาที)	อัตราการกัด (% Biting)±SD[1/]	อัตราการเกาะ (% Landing)±SD[1/]
กระดังงา (*C. odorata*)	24.6±12.1c	1.0±0.2a	0.2±0.2a
กานพลู (*S. aromaticum*)	96.0±13.4b	1.4±0.7a	1.2±0.8a
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	132.0±16.4a	1.1±0.3a	3.3±1.9b
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	90.0±30.0b	1.1±0.3a	1.5±1.6a
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	30.0±0c	1.0±0.2a	0.5±0.3a
ส้ม (*C. sinensis*)	24.6±12.1c	1.4±0.7a	0.5±0.4a
โหระพา (*O. basilicum*)	30.0±0c	1.4±0.5a	0.2±0.2a
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	144.0±13.4a	3.2±0b	3.2±0b
CV (%)	21.1	0.5	1.0

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องกัด หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	จำนวนยุงกัดเฉลี่ย (ตัว)±SD[1]/เวลาหลังการทดลอง (นาที)						ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัด (ตัว)±SD[1]
	3 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที	150 นาที	/หลังการทดลอง 150 นาที
กระดังงา (*C. odorata*)	0.4±0.9a	2.0±1.2a	0b	0b	0b	0b	2.4±0.5a
กานพลู (*S. aromaticum*)	0a	0b	0b	3.0±2.2a	0.4±0.9ab	0b	3.4±1.7a
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	0a	0b	0b	0b	1.6±1.7a	1.2±1.6a	2.8±0.8a
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	0a	0b	1.0±1.4a	0.8±1.8b	1.0±1.4ab	0b	2.8±0.8a
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	0a	2.4±0.6a	0b	0b	0b	0b	2.4±0.5a
ส้ม (*C. sinensis*)	0.4±0.9a	3.2±2.4a	0b	0b	0b	0b	3.6±1.8a
โหระพา (*O. basilicum*)	0a	3.4±1.3a	0b	0b	0b	0b	3.4±1.3a
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	0a	0b	0b	0.2±0.5b	0.8±0.8ab	1.6±0.9a	2.6±0.5a
CV (%)	40.7	78.4	44.4	68.6	186.8	188.9	38.6

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.15 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องเกาะ หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	จำนวนยุงเกาะเฉลี่ย (ตัว)±SD[1]/เวลาหลังการทดลอง (นาที)						ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่เกาะ (ตัว)±SD[1]
	3 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที	150 นาที	/หลังการทดลอง 150 นาที
กระดังงา (*C. odorata*)	0.2±0.5b	0.4±0.6ab	0c	0c	0b	0b	0.6±0.5b
กานพลู (*S. aromaticum*)	0b	0.4±0.9ab	2.0±1.2ab	0.6±0.9bc	0b	0b	3.0±2.1b
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	0b	0.4±0.9ab	2.6±1.3a	2.6±0.6a	2.6±2.6a	0b	8.2±4.7a
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	0b	1.2±1.1a	1.0±2.2bc	1.2±1.8b	0.4±0.9b	0b	3.8±4.0b
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	0.2±0.5b	1.0±1.0ab	0c	0c	0b	0b	1.2±0.8b
ส้ม (*C. sinensis*)	1.2±1.1a	0b	0c	0c	0b	0b	1.2±1.1b
โหระพา (*O. basilicum*)	0.6±0.9ab	0b	0c	0c	0b	0b	0.6±0.9b
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	0b	0b	0c	0.6±0.6bc	0.6±0.6b	0.8±0.8a	2.0±0.7b
CV (%)	199.2	168.4	145.5	121.3	90.2	142.3	93.5

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

4.2.2.3 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการไล่ การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

ผลการทดลองในตารางที่ 4.16; ภาพที่ 4.9 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่ การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ โดยใช้ DEET เป็นการทดลองเปรียบเทียบ (Positive control) ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีระยะเวลาในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ ได้นานที่สุดคือ 84.0±25.1 นาที รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู กระดังงา โหระพา ยูคาลิปตัส และส้ม โดยมีระยะเวลาในการไล่ ดังนี้ 78.0±26.8, 72.0±16.4, 60.0±0, 42.0±16.4, 30.0±0 และ 30.0±0 นาที ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มีระยะเวลาในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญได้นานมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดคือ 138.0±16.4 นาที

สำหรับผลในการป้องกันการกัดพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดรวมทั้ง DEET สามารถป้องกันตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญกัดได้เป็นอย่างดียิ่ง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีอัตราการกัดต่ำสุดคือ 1.2±0.5% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา ส้ม และ ยูคาลิปตัส มีอัตราการกัดดังนี้ 1.5±0.8, 1.7±1.2, 1.7±1.2, 1.7±1.2, 1.8±1.2 และ 1.9±1.1% ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มีอัตราการกัดเท่ากับ 3.2±0%

นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการป้องกันการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญเช่นกัน โดยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส และกระดังงา ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง ซึ่งมีอัตราการเกาะต่ำสุด ดังนี้ 0.2±0.2, 0.3±0.2 และ 0.3±0.3% ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ส้ม กานพลู และโหระพา โดยมีอัตราการเกาะดังนี้ 0.5±0.3, 0.6±0.5, 1.1±0.2 และ1.5±1.2% ตามลำดับ ส่วนการทดลองเปรียบเทียบ (DEET) พบอัตราการเกาะเท่ากับ 3.2±0%

ผลการทดลองในตารางที่ 4.17 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญกัดหลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมียุงเริ่มกัด 1.0±1.4 ตัว และ 2.0±2.1 ตัว หลังการทดลอง 60 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 150 นาที คือ 4.2±2.9 ตัว สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ยูคาลิปตัส และส้ม มียุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 30 นาที โดยมีจำนวนยุงกัด 0.2±0.5, 0.2±0.5, 4.8±2.8 และ 4.4±2.9 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัดหลังการทดลอง 150 นาที คือ 3.0±1.2, 3.8±1.9, 4.8±2.8 และ 4.4±2.9 ตัว ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหระพาไม่สามารถป้องกันยุงกัดได้ โดยยุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 3 นาที มีจำนวนยุงกัด 0.4±0.6 ตัว และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงกัดหลังการทดลอง 150 นาทีคือ 4.2±2.4 ตัว ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบ (DEET) มียุงเริ่มกัดหลังการทดลอง 120 และ 150 นาที ซึ่งมีจำนวนยุงกัดดังนี้ 1.0±1.4 และ 1.6±1.5 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงกัดหลังการทดลอง 150 นาที คือ 2.6±0.5 ตัว

ผลการทดลองในตารางที่ 4.18 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญเกาะหลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมียุงเริ่มเกาะหลังการทดลอง 90, 120 และ 150 นาที มีจำนวนยุงเกาะดังนี้ 0.2±0.5, 0.2±0.5 และ 0.5±0.1 ตัว ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงเกาะหลังการทดลอง 150 นาที คือ 0.4±0.5 ตัว สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน และยูคาลิปตัส ยุงเริ่มเกาะหลังการทดลอง 30 นาที โดยมีจำนวนยุงเกาะดังนี้คือ 0.2±0.5, 0.8±1.3, 0.2±0.5 และ 0.8±0.5 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจาก ส้ม และโหระพา ไม่สามารถป้องกันการเกาะของยุงได้ โดยมียุงเกาะหลังการทดลอง 3 นาที มีจำนวนยุงเกาะ 0.2±0.5 และ 1.0±1.4 ตัว ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองเปรียบเทียบ (DEET) พบว่าสามารถป้องกันยุงเกาะได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิด โดยยุงเริ่มเกาะหลังการทดลอง 120 นาที และมีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงเกาะหลังการทดลอง 150 นาที คือ 1.8±1.1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการไล่การกัด และการเกาะของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ระยะเวลาในการไล่ยุง (Protection Time)±SD[1/] (นาที)	อัตราการกัด (% Biting)±SD[1/]	อัตราการเกาะ (% Landing)±SD[1/]
กระดังงา (*C. odorata*)	60.0±0cd	1.2±0.5a	0.3±0.3a
กานพลู (*S. aromaticum*)	72.0±16.4bc	1.5±0.8a	1.1±0.2bc
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	84.0±25.1b	1.7±1.2a	0.5±0.3ab
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	78.0±26.8bc	1.7±1.2a	0.2±0.2a
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	30.0±0e	1.9±1.1a	0.3±0.2a
ส้ม (*C. sinensis*)	30.0±0e	1.8±1.2a	0.6±0.5ab
โหระพา (*O. basilicum*)	42.0±16.4de	1.7±1.2a	1.5±1.2c
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	138.0±16.4a	3.2±0b	3.2±0d
CV (%)	24.6	1.0	0.5

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญกัด หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที

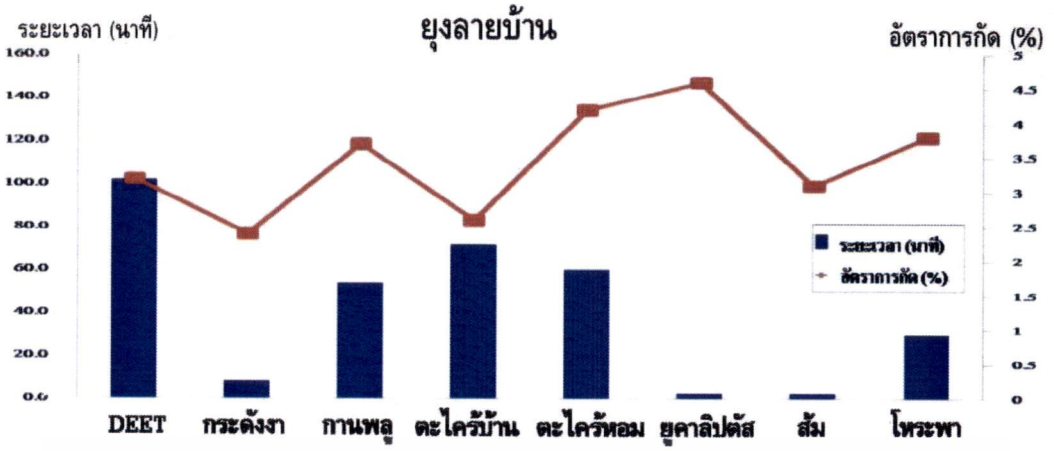
ชนิดน้ำมันหอมระเหย	จำนวนยุงกัดเฉลี่ย (ตัว)±SD[1/]/เวลาหลังการทดลอง (นาที)						ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่กัด (ตัว)±SD[1/]
	3 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที	150 นาที	/หลังการทดลอง 150 นาที
กระดังงา (*C. odorata*)	0b	0.2±0.5b	2.8±0.8a	0a	0a	0b	3.0±1.2a
กานพลู (*S. aromaticum*)	0b	0.2±0.5b	2.4±2.7a	1.2±1.6a	0a	0b	3.8±1.9a
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	0b	0b	1.00±1.4ab	2.2±3.9a	1.0±2.2a	0b	4.2±2.9a
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	0b	0b	2.0±2.1ab	0.4±0.9a	1.8±4.0a	0b	4.2±2.9a
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	0b	4.8±2.8a	0b	0a	0a	0b	4.8±2.8a
ส้ม (*C. sinensis*)	0b	4.4±2.9a	0b	0a	0a	0b	4.4±2.9a
โหระพา (*O. basilicum*)	0.4±0.6a	2.8±3.0a	1.0±1.4ab	0a	0a	0b	4.2±2.4a
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	0b	0b	0b	0a	1.0±1.4a	1.6±1.5a	2.6±0.5a
CV (%)	30.1	114.3	124.9	104.9	115.5	44.7	60.5

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

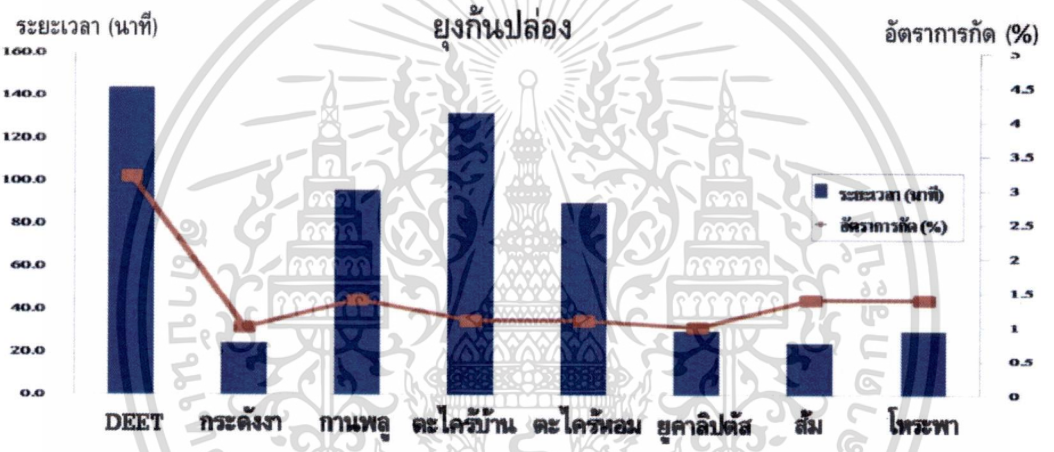
ตารางที่ 4.18 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญเกาะ หลังการทดลอง 3, 30, 60, 90, 120 และ 150 นาที

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	จำนวนยุงเกาะเฉลี่ย (ตัว)±SD[1]/เวลาหลังการทดลอง (นาที)						ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงที่เกาะ (ตัว)±SD[1]
	3 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที	150 นาที	/หลังการทดลอง 150 นาที
กระดังงา (*C. odorata*)	0b	0.2±0.5b	0.6±0.9ab	0b	0b	0b	0.8±0.8c
กานพลู (*S. aromaticum*)	0b	0.8±1.3b	1.2±1.3a	0.8±1.1a	0b	0b	2.8±0.4ab
ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	0b	0.2±0.5b	0.8±0.5ab	0.2±0.5b	0b	0b	1.2±0.8bc
ตะไคร้หอม (*C. nardus*)	0b	0b	0b	0.2±0.5b	0.2±0.5b	0.5±0.1a	0.4±0.5c
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	0b	0.8±0.5b	0b	0b	0b	0b	0.8±0.4c
ส้ม (*C. sinensis*)	0.2±0.5b	1.4±1.1ab	0b	0b	0b	0b	1.6±1.3bc
โหระพา (*O. basilicum*)	1.0±1.4a	2.4±2.5a	0.4±0.6ab	0b	0b	0b	3.8±1.1a
การทดลองเปรียบเทียบ (DEET)	0b	0b	0b	0b	1.8±0.5a	0.8±1.1a	1.8±1.1bc
CV (%)	44.3	153.4	163.3	52.6	167.3	52.4	82.4

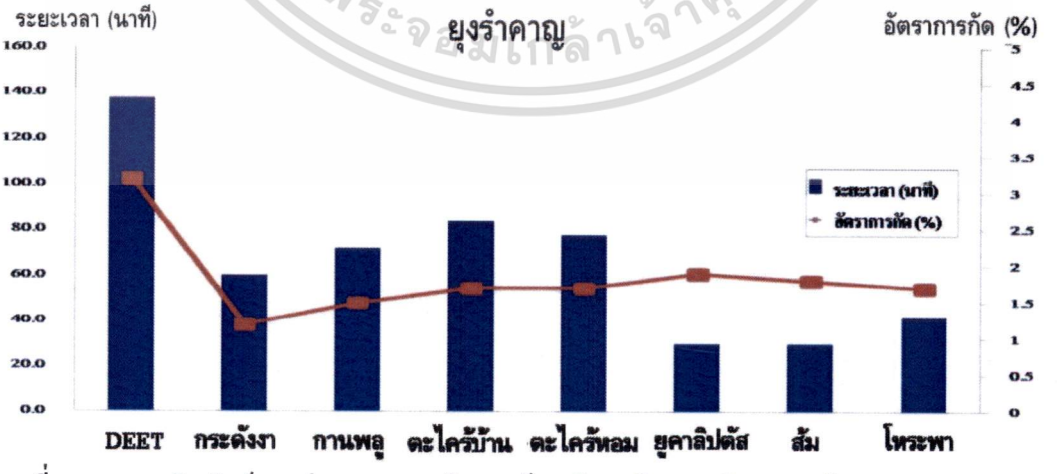
[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ กัน

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ กระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา โดยวิธีทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงแบบ Dose-response study และการทดสอบเพื่อหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด (Protection time) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันยุงกัดคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลู ที่ความเข้มข้น 10% ดังนั้นจึงนำน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด มาทดสอบความคงตัวทางชีวภาพ โดยเปรียบเทียบเวลาในการป้องกันยุงกัดหลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่าง ๆ กัน

4.2.3.1 ผลการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน

ผลการทดลองในตารางที่ 4.19 คือ ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ความเข้มข้น 10% ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดหลังการเก็บรักษาในเวลา 3 และ 6 เดือน ที่ระดับอุณหภูมิ 4 และ 30 °ซ นั้น สามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู พบว่าหลังการเก็บรักษาในระยะเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลในการป้องกันการกัดของยุงดีที่สุด คือ 54 นาที รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยมีผลในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านได้ 48, 48 และ 42 นาที ตามลำดับ และให้ผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านนั้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านได้ 66 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยสามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านได้ 48, 42 และ 36 นาที ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านได้ 48 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยมีผลในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านได้ 36, 30 และ 30 นาที ตามลำดับ

ตารางที่ 4.19 ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (°ซ)	ระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัด[1/] (นาที)		
		กานพลู (*S. aromaticum*)	ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	ตะไคร้หอม (*C. nardus*)
3 เดือน	4 °ซ	54a	66a	48a
3 เดือน	30 °ซ	48a	48ab	36ab
6 เดือน	4 °ซ	48a	42b	30b
6 เดือน	30 °ซ	42a	36b	30b
CV (%)		32.8	28.5	29.5

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 ผลการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.20 คือ ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ความเข้มข้น 10% ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดหลังการเก็บรักษาในเวลา 3 และ 6 เดือน ที่ระดับอุณหภูมิ 4 และ 30 °ซ นั้น สามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู พบว่าหลังการเก็บรักษาในระยะเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลในการป้องกันการกัดของยุงดีที่สุด คือ 96 นาที รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยมีผลในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องได้ 90, 84 และ 60 นาที ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านนั้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องได้เท่ากันคือ 102 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยสามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องได้ 90 และ 78 นาที ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องได้ 90 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยมีผลในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องได้ 84, 84 และ 78 นาที ตามลำดับ และให้ผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (°ซ)	ระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัด[1/] (นาที)		
		กานพลู (*S. aromaticum*)	ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	ตะไคร้หอม (*C. nardus*)
3 เดือน	4°ซ	96a	102a	90a
3 เดือน	30°ซ	84a	90ab	84a
6 เดือน	4°ซ	90a	102a	84a
6 เดือน	30°ซ	60b	78b	78a
CV (%)		17.2	15.3	14.9

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 ผลการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

ผลการทดลองในตารางที่ 4.21 คือ ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ความเข้มข้น 10% ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดหลังการเก็บรักษาในเวลา 3 และ 6 เดือน ที่ระดับอุณหภูมิ 4 และ 30 °ซ นั้น สามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู พบว่าหลังการเก็บรักษาในระยะเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลในการป้องกันการกัดของยุงดีที่สุด คือ 168 นาที รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยมีผลในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญได้ 90, 90 และ 78 นาที ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านนั้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญได้ 150 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยสามารถป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญได้ 138, 78 และ 40 นาที ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญได้ 96 นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บรักษาในเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °ซ โดยมีผลในการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญได้ 84, 78 และ 72 นาที ตามลำดับ และให้ผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ผลของเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ต่อการป้องกันการกัดของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (°ซ)	ระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัด[1/] (นาที)		
		กานพลู (*S. aromaticum*)	ตะไคร้บ้าน (*C. citratus*)	ตะไคร้หอม (*C. nardus*)
3 เดือน	4°ซ	168a	150a	96a
3 เดือน	30°ซ	90b	138a	78a
6 เดือน	4°ซ	90b	78b	84a
6 เดือน	30°ซ	78b	40c	72a
CV (%)		10.9	15.9	22.3

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่และการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

4.3.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

4.3.1.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการวางไข่ของยุงลายบ้าน

ผลการทดลองในตารางที่ 4.22 และภาพที่ 4.10 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5%, และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีผลในการป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน และน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด ที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีดังนี้

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 0.3±0.8 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ย 3.6±3.9 และ 32.6±22.3 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยในทุกความเข้มข้นมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) รวมทั้งยังพบว่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) ของน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาทุกระดับความเข้มข้นมีค่า -0.8, -1.0 และ -1.0 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาทุกระดับความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 5% และ 10% นั้นมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ 99.4 และ 99.4% ตามลำดับ แต่ให้ผลของจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัวแตกต่างกัน คือ 0.02 และ 0.2 ฟอง ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู พบว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด 36.6±29.1 ฟองต่อถ้วย และมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% มีจำนวนไข่เฉลี่ย 180.4±105.6 และ 337.2±114.7 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังปรากฏว่า ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) คือ -0.9, -0.3 และ 0.1 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่ความเข้มข้น 5% และ 10% มีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ 41.8 และ 93.3% ตามลำดับ และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว 12.0 และ 2.4 ฟอง ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 1% มีคุณสมบัติเป็นสารดึงดูดตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านให้มาวางไข่ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว คือ 22.5 ฟอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด 25.6±24.9 ฟอง รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% มีจำนวนไข่เฉลี่ย 89.2±28.9 และ 341.6±78.4 ฟอง ตามลำดับ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5% และ 10% มีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อถ้วย แตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 1.7, 5.9 และ 22.8 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ดัชนีชี้วัดการวางไข่ที่ความเข้มข้น 1% มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 1% มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารดึงดูดและสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ 0.8% ในขณะที่ความเข้มข้น 5 และ 10% มีดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.6 และ -0.9 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 5% และ 10% มีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ 77.9 และ 94.2% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม พบว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 122.2±59.1 ฟองต่อถ้วย ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 292.4±97.2 และ 316.0±85.1 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 8.1, 19.5 และ 21.1 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.6, -0.1 และ -0.1 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 77.7, 12.9 และ 13.5% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 124.4±82.4 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ย 227.2±67.9 และ 304.0±84.5 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 8.3, 15.1 และ 37.3 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 5% และ 10% มีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.2 และ -0.3 ตามลำดับ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ 30.7 และ 30.9% ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้น 1% มีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ 0.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการดึงดูด 9.3%

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากส้ม พบว่าความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 105.4±50.9 ฟองต่อถ้วย และมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ย 119.2±50.8 และ 204.2±63.4 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 7.0, 7.9 และ 13.6 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากส้มความเข้มข้น 5% และ 10% มีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.3 และ -0.4 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ 34.5 และ 55.3% ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้น 1% มีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ 0.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการดึงดูด 21.6%

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา พบว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 86.0±55.4 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 94.0±36.4 และ 267.8±106.5 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5% และ 10% มีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อถ้วย แตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 5.7, 6.3 และ 17.9 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากโหระพาทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ ดังนี้ -0.7, -0.3 และ -0.2 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 79.4, 48.8 และ 30.4% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	จำนวนไข่±SD (ฟอง/ถ้วย)		OAI[1/]	ER%[2/]	EA%[3/]	จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว[4/]
		ถ้วยมีสาร	ถ้วยไม่มีสาร				
กระดังงา (*C. odorata*)	1%	32.6±22.3*	282.4±96.4	-0.8	87.5	-	2.2
	5%	3.6±3.9*	513.6±186.0	-1.0	99.4	-	0.2
	10%	0.3±0.8*	92.5±84.3	-1.0	99.4	-	0.02
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	337.2±114.7	292.2±96.0	0.1	-	3.6	22.5
	5%	180.4±105.6	382.8±129.9	-0.3	41.8	-	12.0
	10%	36.6±29.1*	520.6±103.7	-0.9	93.3	-	2.4
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	341.6±78.4	348.6±40.0	0	0.8	-	22.8
	5%	89.2±28.9*	406.0±37.2	-0.6	77.9	-	5.9
	10%	25.6±24.9*	494.8±64.4	-0.9	94.2	-	1.7
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	316.0±85.1	375.8±48.6	-0.1	13.5	-	21.1
	5%	292.4±97.2	376.4±107.4	-0.1	12.9	-	19.5
	10%	122.2±59.1*	557.6±63.3	-0.6	77.7	-	8.1
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	1%	304.0±84.5	255.0±31.3	0.1	-	9.3	37.3
	5%	227.2±67.9	338.0±56.3	-0.2	30.9	-	15.1
	10%	124.4±82.4	215.8±93.9	-0.3	30.7	-	8.3
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	204.2±63.4	146.0±30.4	0.1	-	21.6	13.6
	5%	119.2±50.8	256.8±117.0	-0.3	34.5	-	7.9
	10%	105.4±50.9*	235.6±56.1	-0.4	55.3	-	7.0
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	267.8±106.5	411.8±66.3	-0.2	30.4	-	17.9
	5%	94.0±36.4*	201.2±88.0	-0.3	48.8	-	6.3
	10%	86.0±55.4*	409.8±76.0	-0.7	79.4	-	5.7

* ค่าเฉลี่ยระหว่างการทดลองและการทดลองเปรียบเทียบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี paired t-test ($P< 0.05$)

[1/] OAI = ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (Oviposition Active Index)

[2/] ER = ประสิทธิภาพในการไล่ (Effective Repellency)

[3/] EA = ประสิทธิภาพในการดึงดูด (Effective Attractancy)

[4/] ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ต่อยุงเพศเมีย 1 ตัวในถ้วยมีสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการวางไข่ของยุงก้นปล่อง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.23 และภาพที่ 4.11 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5%, และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีผลในการป้องกันการวางไข่ของยุงก้นปล่อง และน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด ที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการวางไข่ของยุงก้นปล่อง รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีดังนี้

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 32.2±39.8 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ย 103.4±151.0 และ 162.8±71.6 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยในทุกความเข้มข้นมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 2.1, 6.9 และ 10.9 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) ของน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาทุกระดับความเข้มข้นมีค่า -0.9, -0.9 และ -0.7 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาทุกระดับความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 97.1, 91.3 และ 79.5% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 137.2±51.8 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ย 199.2±131.0 และ 304.4±204.6 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยในทุกความเข้มข้นมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 9.1, 13.3 และ 20.3 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) ของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูทุกระดับความเข้มข้นมีค่า -0.4, -0.4 และ -0.1 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูทุกระดับความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 54.0, 52.5 และ 22.7% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด 109.8±46.5 ฟอง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% มีจำนวนไข่เฉลี่ย 275.6±286.9 และ 228.0±288.3 ฟอง ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 7.3, 18.4 และ 15.2 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านทั้ง 3 ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.8, -0.4 และ -0.3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 85.6, 32.5 และ 14.1% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม พบว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 124.6±152.3 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 266.2±102.8 และ 252.2±164.0 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5% และ 10% มีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อถ้วย แตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 8.3, 17.7 และ 16.8 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.7, -0.4 และ -0.4 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 71.9, 59.1 และ 33.6% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 129.0±138.8 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ย 132.2±36.8 และ 279.0±192.5 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10% มีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อถ้วย แตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 8.6, 8.8 และ 18.6 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.6, -0.4 และ -0.1 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 75.3, 57.3 และ 12.4% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากส้ม พบว่าความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% มีจำนวนไข่เฉลี่ยในถ้วยการทดลองมากกว่าการทดลองเปรียบเทียบ คือ 358.5±123.6, 513.4±184.3 และ 482.2±361.0 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5% มีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อถ้วย แตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 23.9, 34.2 และ 32.1 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากส้มทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ 0.4, 0.3 และ 0.2 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการดึงดูด คือ 32.0, 42.9 และ 14.3% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา พบว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 44.0±28.6 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 และ 1% ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 66.2±42.1 และ 109.6±107.6 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยในทุกความเข้มข้นมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ ($P<0.05$) และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 2.9, 4.4 และ 7.3 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) ของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาทุกระดับความเข้มข้นมีค่า -0.7, -0.6 และ -0.6 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาทุกระดับความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 81.6, 73.3 และ 66.1% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	จำนวนไข่±SD (ฟอง/ถ้วย)		OAI[1/]	ER%[2/]	EA%[3/]	จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว[4/]
		ถ้วยมีสาร	ถ้วยไม่มีสาร				
กระดังงา (*C. odorata*)	1%	162.8±71.6*	903.8±259.0	-0.7	79.5	-	10.9
	5%	103.4±151.0*	1030.2±275.1	-0.9	91.3	-	6.9
	10%	32.2±39.8*	1060.0±63.8	-0.9	97.1	-	2.1
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	304.4±204.6*	374.2±180.2	-0.1	22.7	-	20.3
	5%	199.2±131.0*	514.2±138.3	-0.4	52.5	-	13.3
	10%	137.2±51.8*	291.2±63.3	-0.4	54.0	-	9.1
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	228.0±288.3	303.0±124.9	-0.3	14.1	-	15.2
	5%	275.6±286.9	503.6±226.3	-0.4	32.5	-	18.4
	10%	109.8±46.5*	859.6±228.4	-0.8	85.6	-	7.3
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	252.2±164.0	645.4±272.8	-0.4	33.6	-	16.8
	5%	266.2±102.8*	716.8±229.4	-0.4	59.1	-	17.7
	10%	124.6±152.3*	962.8±479.1	-0.7	71.9	-	8.3
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	1%	279.0±192.5	331.4±124.4	-0.1	12.4	-	18.6
	5%	132.2±36.8*	375.6±236.0	-0.4	57.3	-	8.8
	10%	129.0±138.8*	494.2±69.3	-0.6	75.3	-	8.6
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	358.5±123.6	307.8±456.7	0.4	-	32.0	23.9
	5%	513.4±184.3*	273.0±130.7	0.3	-	42.9	34.2
	10%	482.2±361.0	279.4±170.6	0.2	-	14.3	32.1
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	109.6±107.6*	341.8±148.3	-0.6	66.1	-	7.3
	5%	66.2±42.1*	419.0±261.1	-0.6	73.3	-	4.4
	10%	44.0±28.6*	294.6±156.4	-0.7	81.6	-	2.9

* ค่าเฉลี่ยระหว่างการทดลองและการทดลองเปรียบเทียบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี paired t-test ($P< 0.05$)

[1/] OAI = ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (Oviposition Active Index)

[2/] ER = ประสิทธิภาพในการไล่ (Effective Repellency)

[3/] EA = ประสิทธิภาพในการดึงดูด (Effective Attractancy)

[4/] ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ต่อยุงเพศเมีย 1 ตัวในถ้วยมีสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.3 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการวางไข่ของยุงรำคาญ

ผลการทดลองในตารางที่ 4.24 และภาพที่ 4.12 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5%, และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีผลในการป้องกันการวางไข่ของยุงรำคาญ และน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด ที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการวางไข่ของยุงรำคาญ รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีดังนี้

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยไม่พบจำนวนไข่ยุงในถ้วยทดลองแต่อย่างใด รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 5 และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ย 5.0±11.2 และ 19.4±43.4 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยที่ความเข้มข้น 5% และ 10% มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0, 0.3 และ 1.3 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) ของน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาทุกระดับความเข้มข้นมีค่า -1.0, -1.0 และ -0.9 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาทุกระดับความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 10% นั้นมีประสิทธิภาพในการไล่ได้สูงสุดถึง 100%

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู พบว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด 7.8±11.4 ฟองต่อถ้วย และมีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% มีจำนวนไข่เฉลี่ย 15.4±23.1 และ 104.6±59.5 ฟอง ตามลำดับ และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.5, 1.0 และ 7.0 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังปรากฏว่า ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) คือ -1.0, -0.7 และ -0.3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูทุกระดับความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ 98.4, 74.3 และ 34.6% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยไม่พบจำนวนไข่ยุงในถ้วยทดลองแต่อย่างใด รองลงมาคือ ที่ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ย 145.0±85.3 และ 336.4±54.2 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยที่ความเข้มข้น 5% และ 10% มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0, 9.7 และ 22.4 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่า ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (OAI) ของน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาทุกระดับความเข้มข้นมีค่า -1.0, -0.7 และ -0.3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านทุกระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 10% นั้นมีประสิทธิภาพในการไล่ได้สูงสุดถึง 100%

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม พบว่าที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 11.0±24.6 ฟองต่อถ้วย รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 123.0±178.3 และ 155.4±97.9 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยที่ความเข้มข้น 1% และ 10% มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.7, 8.2 และ 10.4 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -1.0, -0.6 และ -0.5 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 98.9, 40.0 และ 59.4% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10%, 5% และ 1% พบว่ามีจำนวนไข่เฉลี่ยดังนี้ 48.0±63.5, 77.4±74.0 และ 41.4±68.5 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ ซึ่งจำนวนไข่เฉลี่ยที่ความเข้มข้น 5% และ 10% มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 3.2, 5.2 และ 2.8 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.9, -0.8 และ -0.4 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ คือ 92.3, 84.9 และ 58.1% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากส้ม พบว่าความเข้มข้น 10% มีจำนวนไข่เฉลี่ยเท่ากับ 159.4±59.2 ฟองต่อถ้วย และมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว คือ 10.6 ฟอง รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากส้มความเข้มข้น 10% มีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ -0.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ 10.6% ในขณะที่ความเข้มข้น 5% และ 1% พบว่ามีจำนวนไข่เฉลี่ยดังนี้ 119.2±88.0 และ 228.0±183.8 ฟองต่อถ้วย ตามลำดับ มีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ คือ 0.1 และ 0.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญให้มาวางไข่ และมีประสิทธิภาพในการดึงดูด 24.3 และ 6.2% ตามลำดับ

ผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 10% และ 5% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยไม่พบจำนวนไข่ยุงในถ้วยทดลองแต่อย่างใด รองลงมาคือ ความเข้มข้น 1% โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 11.0±24.6 ฟองต่อถ้วย โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10% มีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อถ้วย แตกต่างทางสถิติกับการทดลองเปรียบเทียบ (P<0.05) และจำนวนไข่เฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0, 0.7 และ 10.6 ฟอง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากโหระพาทั้ง 3 ความเข้มข้นมีค่าดัชนีชี้วัดการวางไข่ ดังนี้ -1.0, -1.0 และ -0.9 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาทุกความเข้มข้นมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 5% และ 10% นั้นมีประสิทธิภาพในการไล่สูงสุดถึง 100 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	จำนวนไข่±SD (ฟอง/ถ้วย)		OAI[1/]	ER%[2/]	EA%[3/]	จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว[4/]
		ถ้วยมีสาร	ถ้วยไม่มีสาร				
กระดังงา (*C. odorata*)	1%	19.4±43.4	277.8±244.9	-0.9	89.9	-	1.3
	5%	5.0±11.2*	446.4±313.1	-1.0	99.2	-	0.3
	10%	0*	909.8±490.8	-1.0	100.0	-	0
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	104.6±59.5	223.0±125.6	-0.3	34.6	-	7.0
	5%	15.4±23.1	337.0±325.5	-0.7	74.3	-	1.0
	10%	7.8±11.4*	359.0±134.0	-1.0	98.4	-	0.5
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	336.4±54.2	689.0±360.2	-0.3	23.5	-	22.4
	5%	145.0±85.3*	841.0±166.4	-0.7	82.1	-	9.7
	10%	0*	1112.8±285.7	-1.0	100.0	-	0
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	155.4±97.9*	382.2±81.7	-0.5	59.4	-	10.4
	5%	123.0±178.3	277.6±161.5	-0.6	40.0	-	8.2
	10%	11.0±24.6*	1222.6±142.6	-1.0	98.9	-	0.7
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	1%	41.4±68.5	345.4±367.1	-0.4	58.1	-	2.8
	5%	77.4±74.0*	720.8±216.1	-0.8	84.9	-	5.2
	10%	48.0±63.5*	710.4±468.1	-0.9	92.3	-	3.2
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	228.0±183.8	163.4±223.8	0.5	-	6.2	15.2
	5%	119.2±88.0	79.6±79.8	0.1	-	24.3	7.9
	10%	159.4±59.2	247.2±91.2	-0.2	16.6	-	10.6
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	11.0±24.6	376.4±466.8	-0.9	95.2	-	0.7
	5%	0*	477.6±332.2	-1.0	100.0	-	0
	10%	0*	150.6±102.9	-1.0	100.0	-	0

* ค่าเฉลี่ยระหว่างการทดลองและการทดลองเปรียบเทียบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี paired t-test ($P< 0.05$)

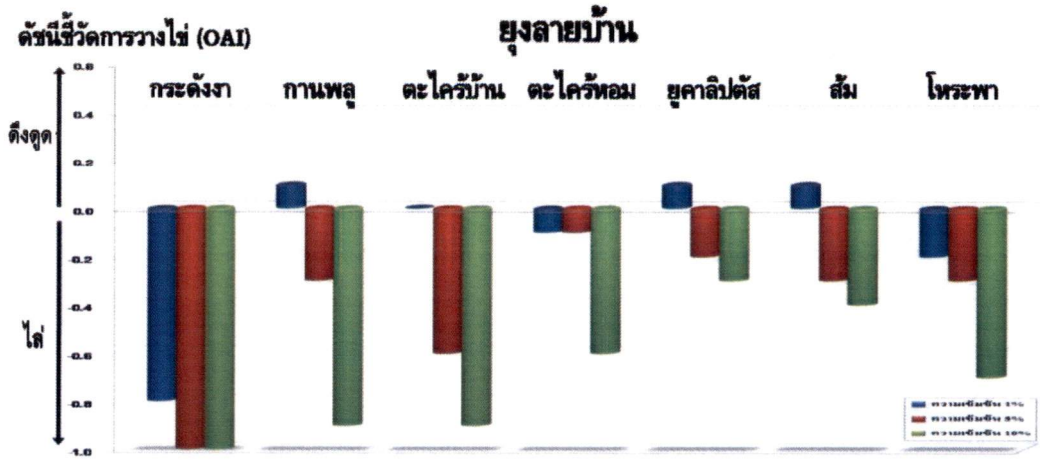
[1/] OAI = ดัชนีชี้วัดการวางไข่ (Oviposition Active Index)

[2/] ER = ประสิทธิภาพในการไล่ (Effective Repellency)

[3/] EA = ประสิทธิภาพในการดึงดูด (Effective Attractancy)

[4/] ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ต่อยุงเพศเมีย 1 ตัวในถ้วยมีสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อการดึงดูด และการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้าน



ภาพที่ 4.11 คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อการดึงดูด และการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่อง



ภาพที่ 4.12 คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดต่อการดึงดูด และการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการฟักไข่

4.3.2.1 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้าน

ผลการทดลองในตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.13 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้าน และที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา และโหระพา ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านได้สูงสุด ซึ่งมีอัตราการฟักไข่ 20.8±20.3 และ 22.4±3.6% ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กานพลู ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีอัตราการฟักไข่ 28.8±22.5, 46.4±36.8, 52.8±33.4, 69.6±11.5 และ 88.0±11.0% ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 97.4±1.5 และ 94.2±0.8% ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านได้สูงสุด โดยมีอัตราการฟักไข่เพียง 12.8±18.2% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กานพลู ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีอัตราการฟักไข่ 16.8±3.3, 20.0±17.4, 25.6±23.6, 40.8±46.0, 43.2±20.1 และ 86.4±10.8% ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 90.4±4.6 และ 88.0±6.3% ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านได้สูงสุด โดยมีอัตราการฟักไข่เพียง 10.4±9.2% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กานพลู ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีอัตราการฟักไข่ 16.8±1.8, 18.4±7.3, 22.4±24.3, 26.4±36.2, 26.4±9.6 และ 85.6±10.0 % ตามลำดับ โดยการทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 95.2±5.2 และ 85.6±8.3% ตามลำดับ

สำหรับค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้าน 50% หลังการทดลอง 48 ชั่วโมง (EC_{50}) นั้น ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดังงา ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และโหระพาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านได้สูงสุด และมีค่า EC_{50} <1.9% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ส้ม และยูคาลิปตัส มีค่า EC_{50} ดังนี้ 1.9, 4.5 และ 96.6% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.25 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงลายบ้าน

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการฟักไข่ (%) ± SD[1/]			EC_{50} [2/]
	ความเข้มข้น 1%	ความเข้มข้น 5%	ความเข้มข้น 10%	(%)
กระดังงา (*C. odorata*)	20.8±20.3d	12.8±18.2c	10.4±9.2b	<1.9
กานพลู *(S. aromaticum)*	52.8±33.4bc	40.8±46.0bc	26.4±36.2b	1.9
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	28.8±22.5cd	20.0±17.4bc	18.4±7.3b	<1.9
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	46.4±36.8bcd	25.6±23.6bc	22.4±24.3b	<1.9
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	88.0±11.0a	86.4±10.8a	85.6±10.0a	96.6
ส้ม *(C. sinensis)*	69.6±11.5ab	43.2±20.1b	26.4±9.6b	4.5
โหระพา *(O. basilicum)*	22.4±3.6d	16.8±3.3bc	16.8±1.8b	<1.9
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำเปล่า)	97.4±1.5a	90.4±4.6a	95.2±5.2a	-
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	94.2±0.8a	88.0±6.3a	85.6±8.3a	-
CV (%)	34.9	44.2	37.4	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] EC_{50} = Effective Concentration ; ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายบ้านครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่อง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.26 และภาพที่ 4.14 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงก้นปล่อง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่อง และที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา และกระดังงา ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องได้สูงสุด ซึ่งมีอัตราการฟักไข่ 28.8±15.3 และ 33.6±7.8% ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู ยูคาลิปตัส ตะไคร้บ้าน และส้ม โดยมีอัตราการฟักไข่ 53.6±5.4, 65.6±14.6, 66.4±14.3, 72.0±22.3 และ 72.0±11.0% ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 89.6±8.3 และ 80.0±5.7% ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องได้สูงสุด โดยมีอัตราการฟักไข่เพียง 3.2±3.3% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ตะไคร้หอม กานพลู ส้ม ตะไคร้บ้าน และยูคาลิปตัส โดยมีอัตราการฟักไข่ 26.4±12.5, 37.6±11.9, 44.8±10.4, 46.4±8.3, 47.2±17.1 และ 48.8±16.3% ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 84.8±6.6 และ 83.2±11.1% ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องได้สูงสุด โดยมีอัตราการฟักไข่เพียง 0.8±1.8% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ตะไคร้บ้าน ส้ม กานพลู ตะไคร้หอม และยูคาลิปตัส โดยมีอัตราการฟักไข่ 5.6±4.6, 23.2±7.7, 28.8±1.8, 31.2±5.9, 35.2±6.6 และ44.8±19.1% ตามลำดับ โดยการทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 78.4±9.6 และ 73.6±9.6% ตามลำดับ

สำหรับค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่อง 50% หลังการทดลอง 48 ชั่วโมง (EC_{50}) นั้น ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา และโหระพาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงสุด และมีค่า EC_{50}<1.4% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู ตะไคร้บ้าน ส้ม และยูคาลิปตัส มีค่า EC_{50} ดังนี้ 1.4, 4.6, 4.8, 5.1 และ 6.8% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.26 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงก้นปล่อง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการฟักไข่ (%) ± SD[1/]			EC_{50}[2/]
	ความเข้มข้น 1%	ความเข้มข้น 5%	ความเข้มข้น 10%	(%)
กระดังงา (*C. odorata*)	33.6±7.8d	3.2±3.3d	0.8±1.8d	<1.4
กานพลู *(S. aromaticum)*	65.6±14.6bc	44.8±10.4b	31.2±5.9c	4.6
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	72.0±22.3b	47.2±17.1b	23.2±7.7c	4.8
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	53.6±5.4c	37.6±11.9bc	35.2±6.6bc	1.4
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	66.4±14.3bc	48.8±16.3b	44.8±19.1b	6.8
ส้ม *(C. sinensis)*	72.0±11.0b	46.4±8.3b	28.8±1.8c	5.1
โหระพา *(O. basilicum)*	28.8±15.3d	26.4±12.5c	5.6±4.6d	<1.4
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำกรอง)	89.6±8.3a	84.8±6.6a	78.4±9.6a	-
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	80.0±5.7ab	83.2±11.1a	73.6±9.6a	-
CV (%)	20.4	24.7	24.9	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] EC_{50} = Effective Concentration ; ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงก้นปล่องครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.3 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญ

ผลการทดลองในตารางที่ 4.27 และภาพที่ 4.15 คือ ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงรำคาญ ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญ และที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง รองลงมาคือ ความเข้มข้น 5% และ 1% ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยสามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญได้สูงสุด ซึ่งมีอัตราการฟักไข่ 13.3±12.5% ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กานพลู โหระพา ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีอัตราการฟักไข่ 28.6±17.0, 32.3±24.4, 32.7±7.4, 33.2±8.9, 44.8±15.1 และ 50.8±11.2% ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 93.2±5.7 และ 86.6±5.3% ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญได้สูงสุด โดยมีอัตราการฟักไข่เพียง 3.9±7.8% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน โหระพา ยูคาลิปตัส ส้ม ตะไคร้หอม และกานพลู โดยมีอัตราการฟักไข่ 11.4±8.5, 22.2±20.7, 23.2±10.6, 23.7±6.1, 24.1±14.0 และ 28.4±15.3% ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 92.6±6.4 และ 90.7±6.1% ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญได้สูงสุด โดยมีอัตราการฟักไข่เพียง 1.1±2.4% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส โหระพา ส้ม และกานพลู โดยมีอัตราการฟักไข่ 9.8±8.0, 12.2±9.1, 16.0±13.3, 19.7±12.5, 22.5±12.9 และ26.7±8.6% ตามลำดับ โดยการทดลองเปรียบเทียบทั้งน้ำกรอง และน้ำมันถั่วเหลืองไม่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญได้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการฟักไข่สูงถึง 87.2±3.7 และ 81.7±8.3% ตามลำดับ

สำหรับค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีผลในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญ 50% หลังการทดลอง 48 ชั่วโมง (EC_{50}) นั้น ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ส้ม และ โหระพาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญได้สูงสุด และมีค่า EC_{50} <0.5% มีเพียงน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส มีค่า EC_{50} คือ 0.5%

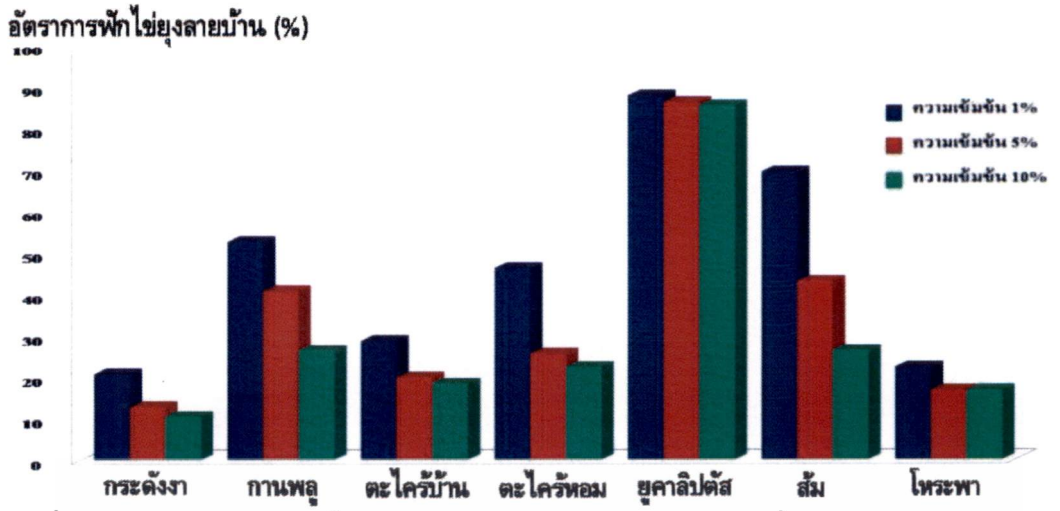
ตารางที่ 4.27 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการฟักไข่ของยุงรำคาญ

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการฟักไข่ (%) ± SD[1/]			EC_{50} [2/]
	ความเข้มข้น 1%	ความเข้มข้น 5%	ความเข้มข้น 10%	(%)
กระดังงา (*C. odorata*)	13.3±12.5d	3.9±7.8d	1.1±2.4d	<0.5
กานพลู *(S. aromaticum)*	32.7±7.4bc	28.4±15.3b	26.7±8.6b	<0.5
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	28.6±17.0cd	11.4±8.5cd	9.8±8.0cd	<0.5
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	32.3±24.4bc	24.1±14.0bc	12.2±9.1cd	<0.5
ยูคาลิปตัส (*E. citriodora*)	50.8±11.2b	23.2±10.6bc	16.0±13.3bc	0.5
ส้ม *(C. sinensis)*	44.8±15.1bc	23.7±6.1bc	22.5±12.9bc	<0.5
โหระพา *(O. basilicum)*	33.2±8.9bc	22.2±20.7bc	19.7±12.5bc	<0.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำกรอง)	93.2±5.7a	92.6±6.4a	87.2±3.7a	-
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	86.6±5.3a	90.7±6.1a	81.7±8.3a	-
CV (%)	24.9	32.7	30.8	

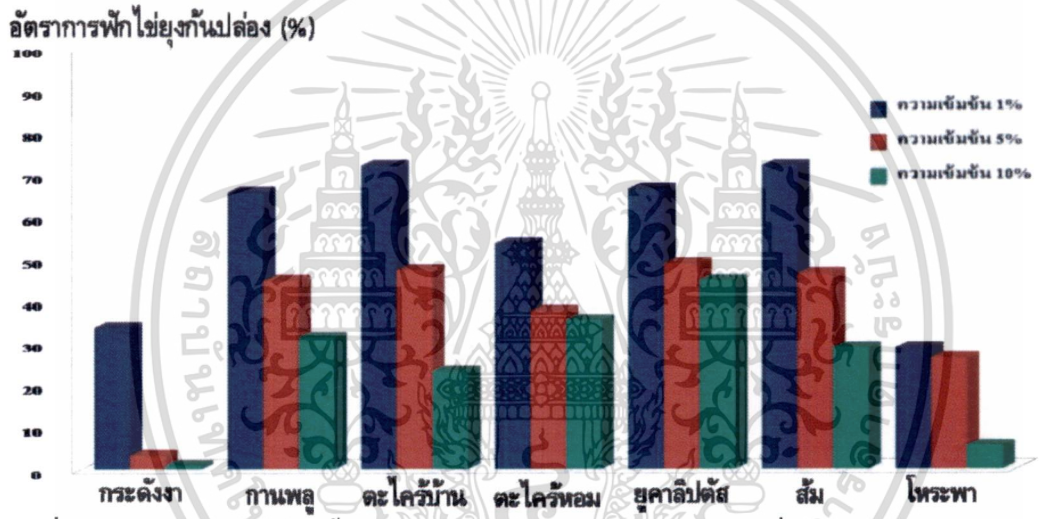
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] EC_{50} = Effective Concentration ; ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยในน้ำมันถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักไข่ของยุงรำคาญครึ่งหนึ่ง

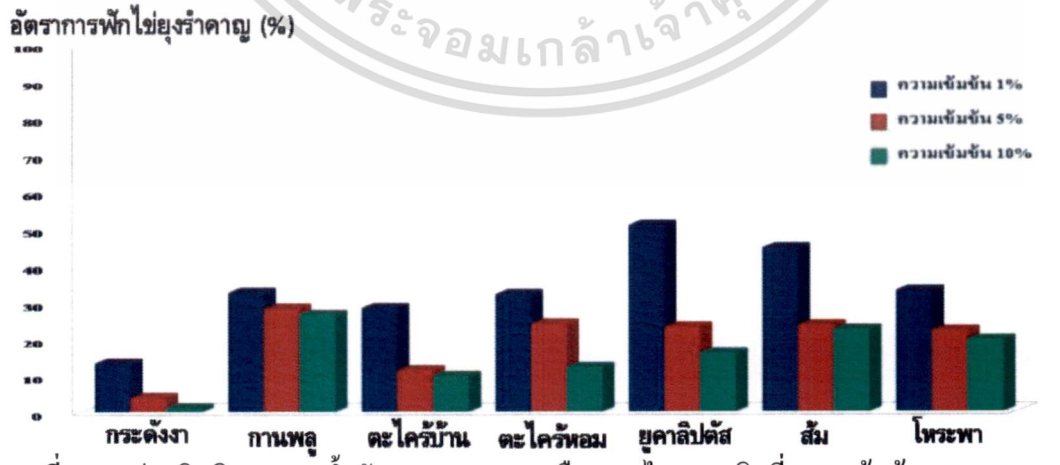
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ที่มีผลต่ออัตราการฟักไข่ยุงลายบ้าน



ภาพที่ 4.14 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ที่มีผลต่ออัตราการฟักไข่ยุงก้นปล่อง



ภาพที่ 4.15 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ที่มีผลต่ออัตราการฟักไข่ยุงรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

4.4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารกำจัดลูกน้ำยุงและตัวโม่ง (Larvicidal and Pupicidal activity)

4.4.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน

ผลการทดลองในตารางที่ 4.28, 4.29 และ 4.30 และภาพที่ 4.16, 4.17 และ 4.18 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 88.0±8.4% และมีค่า LT_{50} 62.8 ชั่วโมง รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กระดังงา โหระพา ยูคาลิปตัส และส้ม โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 66.0±15.2, 70.0±14.1, 84.0±15.2, 48.0±24.9, 46.0±5.5 และ 40.0±10.0% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 77.1, 77.5, 78.6, 91.5, 95.7 และ 97.6 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 1.0 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 42.9 ชั่วโมง รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กระดังงา โหระพา ยูคาลิปตัส และส้ม โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 84.0±5.5, 88.0±16.4, 54.0±27.0, 82.0±14.4, 56.0±30.5 และ 52.0±13.0% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 55.3, 68.1, 75.2, 79.0, 83.7 และ 95.3 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 1.0 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู และตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 6.3 และ 14.7 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กระดังงา โหระพา ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5, 84.0±15.2, 88.0±11.0, 82.0±8.4 และ 62.0±13.0% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 18.3, 47.6, 52.1, 79.3 และ 83.0 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 1.0 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0	0	2.0±4.5c	28.0±30.3b	28.0±30.3c	84.0±15.2ab	78.6 (72.1-86.6)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0	0	14.0±5.5b	32.0±14.8b	64.0±20.7b	88.0±8.4ab	62.8 (58.2-68.0)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0	0	16.0±11.4b	26.0±11.4bc	42.0±17.9bc	66.0±15.2cd	77.1 (70.9-84.6)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0	0	6.0±5.5b	24.0±5.5bc	38.0±19.2bc	70.0±14.1bc	77.5 (71.4-84.8)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0	0	0c	8.0±17.9d	8.0±17.9d	46.0±5.5de	95.7 (83.4-113.5)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0	0	8.0±13.0b	16.0±15.2c	28.0±14.8c	40.0±10.0e	97.6 (88.1-110.6)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0	0	2.0±4.5c	16.0±18.2c	16.0±18.2c	48.0±24.9de	91.5 (83.1-102.4)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	100.0±0	100.0±0	100.0±0	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0	0	0c	0d	0.1±0.1d	0.1±0.1f	-
CV (%)	-	-	-	42.7	35.6	36.1	24.6	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.29 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0	0	12.0±11.0c	36.0±16.7cd	48.0±23.9cd	54.0±27.0b	75.2 (69.9-81.3)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0	0	34.0±18.2b	80.0±15.8ab	80.0±15.8ab	100.0±0a	42.9 (39.4-46.9)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0	0	48.0±26.8b	62.0±20.5bc	62.0±20.5bc	84.0±5.5a	55.3 (49.2-62.8)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0	0	12.0±11.0c	40.0±29.2cd	40.0±29.2cd	88.0±16.4a	68.1 (63.2-73.7)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0	0	14.0±13.4c	20.0±15.8de	28.0±13.0de	56.0±30.5b	83.7 (78.9-89.5)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0	0	10.0±7.1c	26.0±8.9de	44.0±15.2cd	52.0±13.0b	95.3 (88.5-105.5)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0	0	8.0±4.5d	22.0±8.4de	28.0±14.8de	82.0±14.4a	79.0 (73.9-85.0)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	100.0±0	100.0±0	100.0±0	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0	0	0e	0f	0.1±0.1f	0.1±0.1c	-
CV (%)	-	-	-	49.3	46.1	46.07	16.8	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

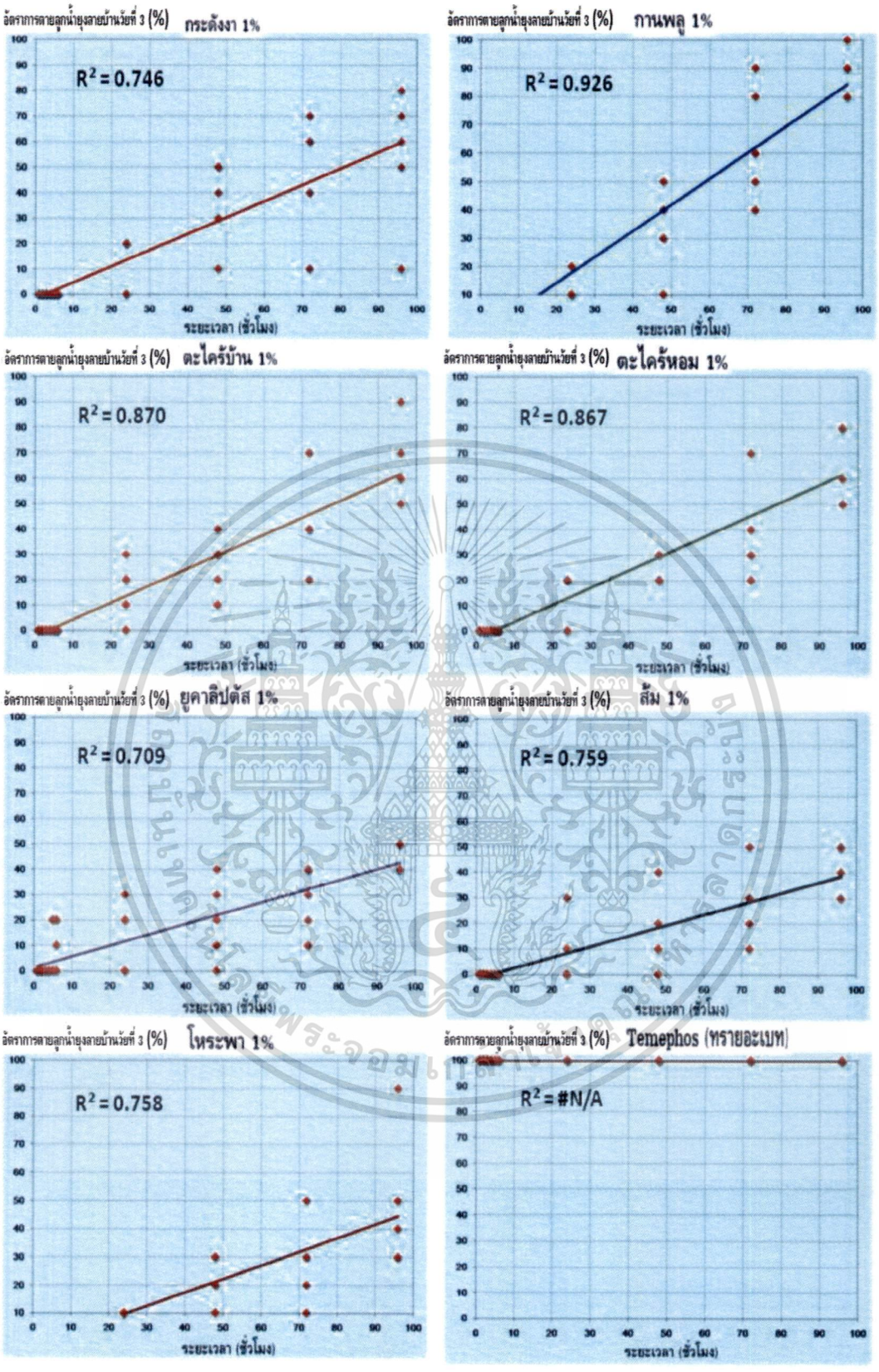
[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.30 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0	16.0±5.5e	54.0±5.5b	56.0±5.5b	74.0±5.5b	84.0±15.2a	47.6 (41.7-54.1)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0	34.0±8.9d	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.3 (5.9-7.0)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0	60.0±14.1c	92.0±13.0a	96.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	14.7 (4.0-32.4)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0	82.0±8.4b	92.0±4.5a	94.0±5.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	18.3 (5.0-37.7)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0	0f	12.0±11.0d	28.0±19.2d	40.0±20.0d	62.0±13.0c	83.0 (76.0-91.7)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0	0f	10.0±7.1d	10.0±7.1d	10.0±7.1e	82.0±8.4a	79.3 (72.6-87.1)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0	0f	36.0±11.4c	42.0±8.4c	56.0±8.9c	88.0±11.0a	52.1 (45.0-82.2)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	100.0±0	100.0±0	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0	0f	0d	0d	0.1±0.1e	0.1±0.1d	-
CV (%)	-	-	17.7	13	13.4	12.7	11.0	

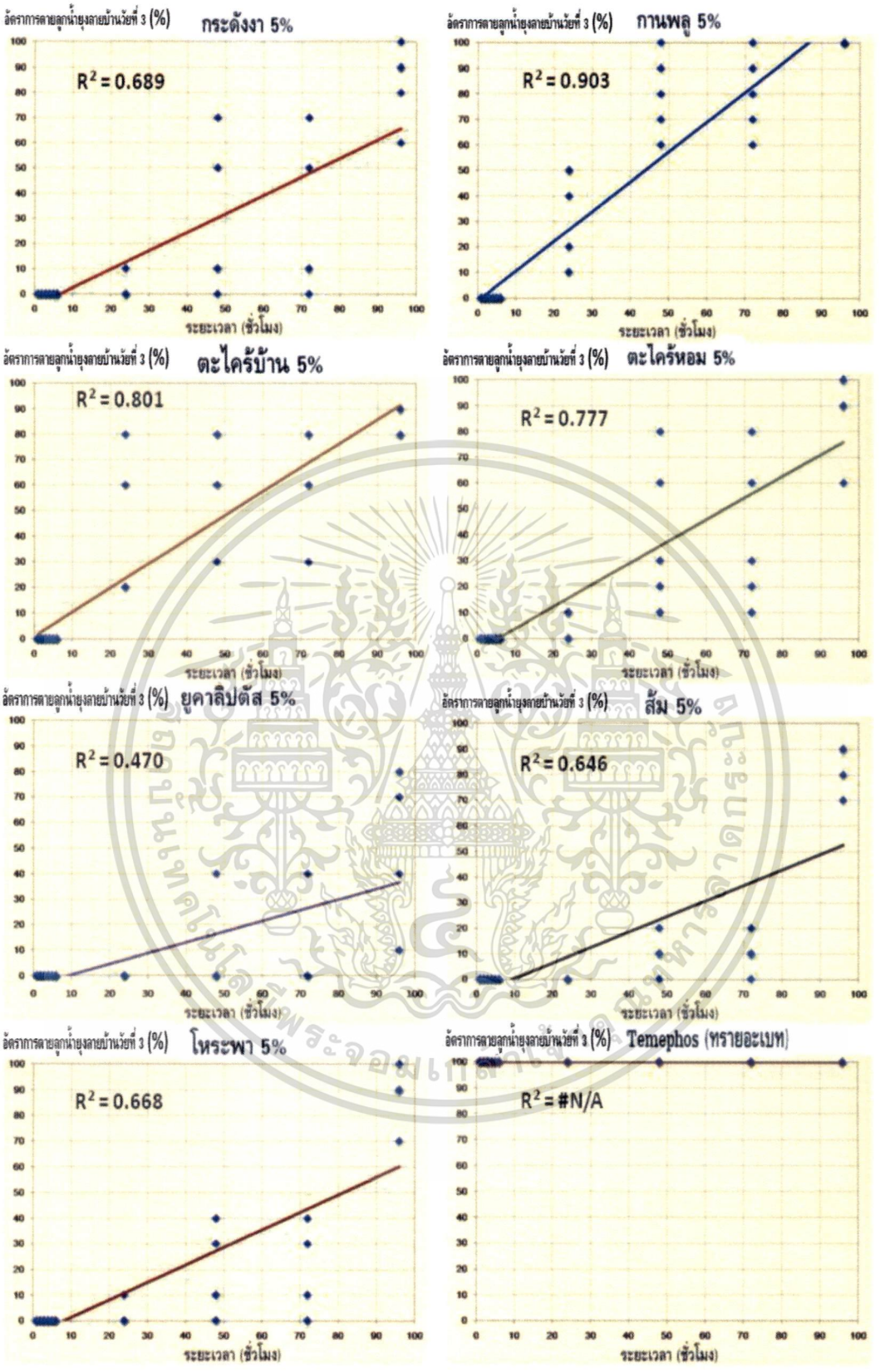
[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง



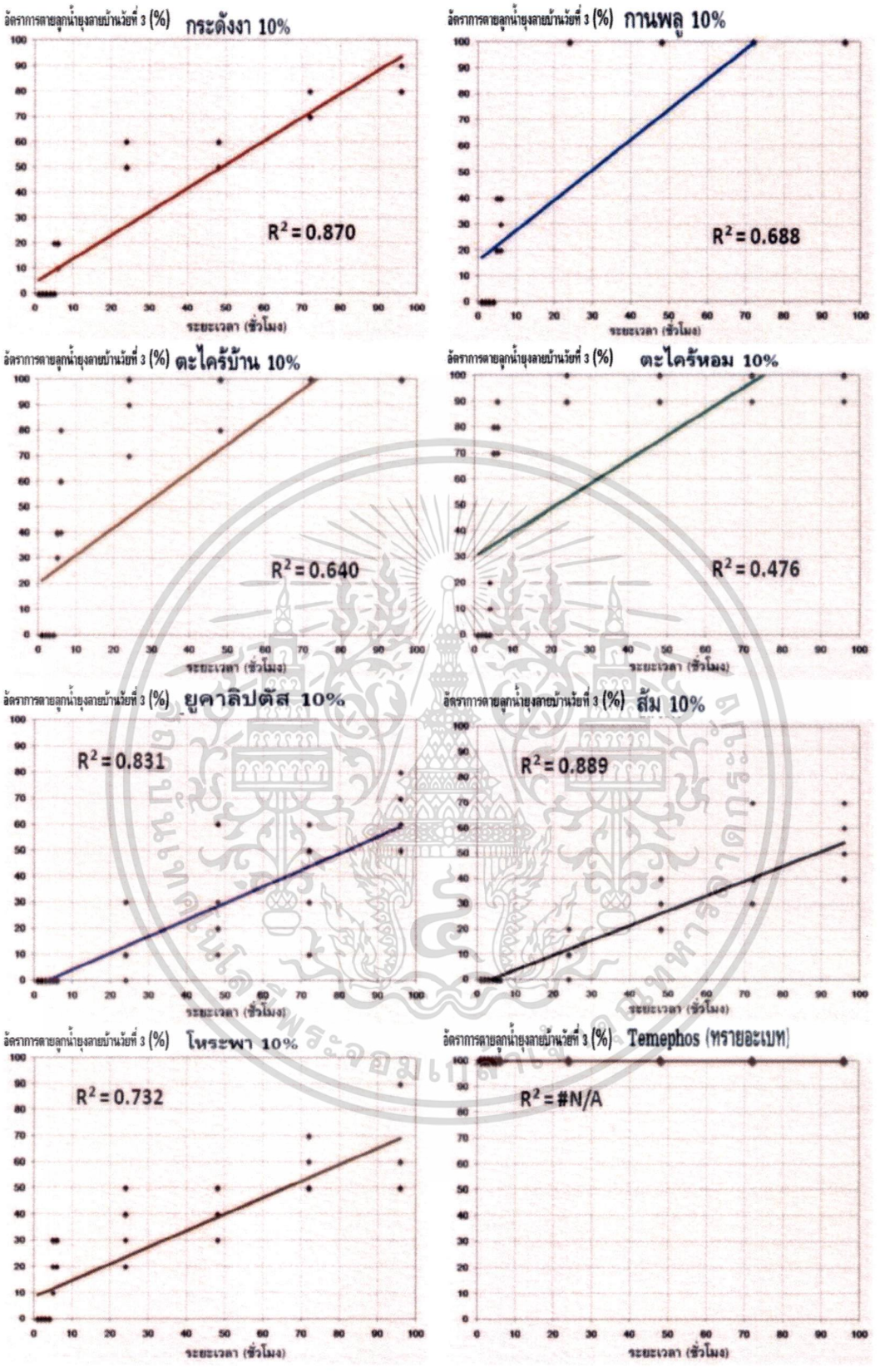
ภาพที่ 4.16 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.31, 4.32 และ 4.33 และภาพที่ 4.19, 4.20 และ 4.21 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 98.0±4.5% และมีค่า LT_{50} 47.5 ชั่วโมง รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยโหระพา ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส กระดังงา และส้ม โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 92.0±4.5, 88.0±13.0, 84.0±11.4, 84.0±5.5, 82.0±14.8 และ 76.0±28.8% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 50.9, 51.5, 54.5, 64.4, 64.8 และ 65.2 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 1.1 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 35.8, 38.8, 40.5 และ 48.4 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ยูคาลิปตัส และส้ม โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 94.0±13.4, 94.0±5.5 และ 88.0±13.0% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 45.8, 47.5 และ 50.5 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 1.1 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กระดังงา และส้มให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 12.0, 15.0, 25.8, 37.9 และ 46.6 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา และยูคาลิปตัส โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 96.0±5.5, และ 94.0±8.9% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 44.0 และ 45.1 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 1.1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0b	0b	0b	6.0±8.9e	22.0±19.2d	76.0±18.2b	82.0±14.8ab	64.8 (59.9-70.2)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0b	0b	2.0±4.5b	14.0±11.4cde	58.0±16.4b	90.0±10.0ab	98.0±4.5a	47.5 (43.7-51.7)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0b	2.0±4.5b	2.0±4.5b	24.0±16.7bcd	52.0±17.9bc	82.0±13.0ab	88.0±13.0ab	51.5 (45.2-61.5)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0b	0b	0b	28.0±13.0bc	50.0±7.1bc	76.0±13.4b	84.0±11.4ab	54.5 (49.3-60.1)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0b	0b	0b	8.0±4.5de	22.0±17.9d	78.0±8.4b	84.0±5.5ab	64.4 (50.8-86.5)
ส้ม *(C. sinensis)*	0b	0b	0b	14.0±13.4cde	34.0±16.7cd	72.0±24.9b	76.0±28.8b	65.2 (60.7-70.3)
โหระพา *(O. basilicum)*	0b	0b	0b	22.0+8.4bcd	52.0±16.4bc	88.0±4.5ab	92.0±4.5ab	50.9 (44.7-57.8)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0b	0b	0b	0f	0e	0c	0.1±0.1c	-
CV (%)	12.9	12.4	17.2	42.8	31.4	16.5	15.1	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.32 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0b	4.0±5.5bc	14.0±11.4cde	24.0±16.7d	26.0±18.2c	90.0±7.1ab	100.0±0a	48.4 (43.6-54.0)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0b	4.0±5.5bc	32.0±19.2b	50.0±10.0bc	54.0±8.9b	98.0±4.5a	100.0±0a	35.8 (23.2-39.5)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0b	2.0±4.5bc	16.0±11.4cd	54.0±15.2b	56.0±15.2b	90.0±12.2ab	100.0±0a	38.8 (31.4-44.0)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0b	2.0±4.5bc	24.0±8.9bc	46.0±11.4bc	48.0±11.0b	92.0±8.4ab	100.0±0a	40.5 (35.7-49.3)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0b	8.0±8.4b	26.0±11.4bc	36.0±18.2bcd	38.0±19.2bc	84.0±8.9b	94.0±5.5ab	47.5 (38.1-52.2)
ส้ม *(C. sinensis)*	0b	0c	0e	32.0±19.2cd	58.0±16.4b	88.0±13.0ab	88.0±13.0b	50.5 (45.4-56.3)
โหระพา *(O. basilicum)*	0b	4.0±5.5bc	8.0±4.5de	34.0±18.2cd	54.0±11.4b	90.0±10.0ab	94.0±13.4a	45.8 (41.8-50.4)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0b	0c	0e	0e	0e	0c	0.1±0.1c	-
CV (%)	12.9	32.3	37.7	30.2	25.5	9.8	5.5	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

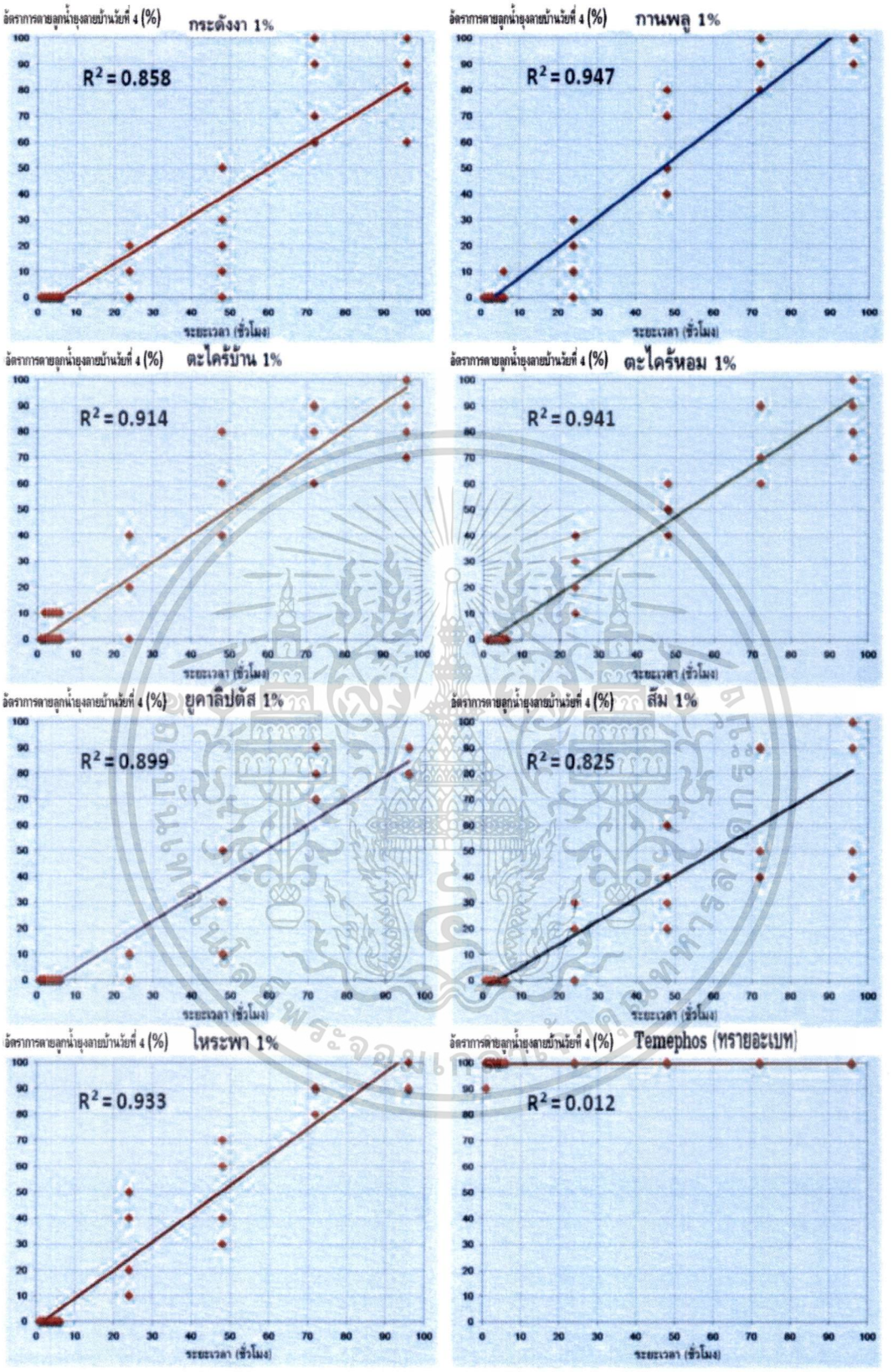
[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.33 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0b	0e	14.0±15.2d	46.0±19.5bc	52.0±21.7b	100.0±0a	100.0±0a	37.9 (33.7-43.1)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0b	30.0±10.0b	78.0±11.0b	84.0±11.4a	96.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	12.0 (6.7-32.7)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0b	22.0±16.4bc	58.0±22.8c	86.0±11.4a	94.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	15.0 (11.1-22.3)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0b	14.0±15.2cd	40.0±20.0c	62.0±13.0b	78.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	25.8 (21.6-31.6)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0b	2.0±4.5de	8.0±8.4d	42.0±8.4bc	54.0±15.2b	94.0±8.9ab	94.0±8.9a	45.1 (39.2-49.7)
ส้ม *(C. sinensis)*	0b	0e	8.0±8.4d	26.0±16.7c	40.0±23.5b	90.0±10.0b	100.0±0a	46.6 (42.6-51.1)
โหระพา *(O. basilicum)*	0b	6.0±8.9de	16.0±16.7d	34.0±26.1c	46.0±34.4b	94.0±13.4ab	96.0±5.5a	44.0 (38.9-53.1)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0b	0e	0e	0d	0c	0c	0.1±0.1b	-
CV (%)	12.9	43.0	36.1	25.3	25.8	6.9	5.8	

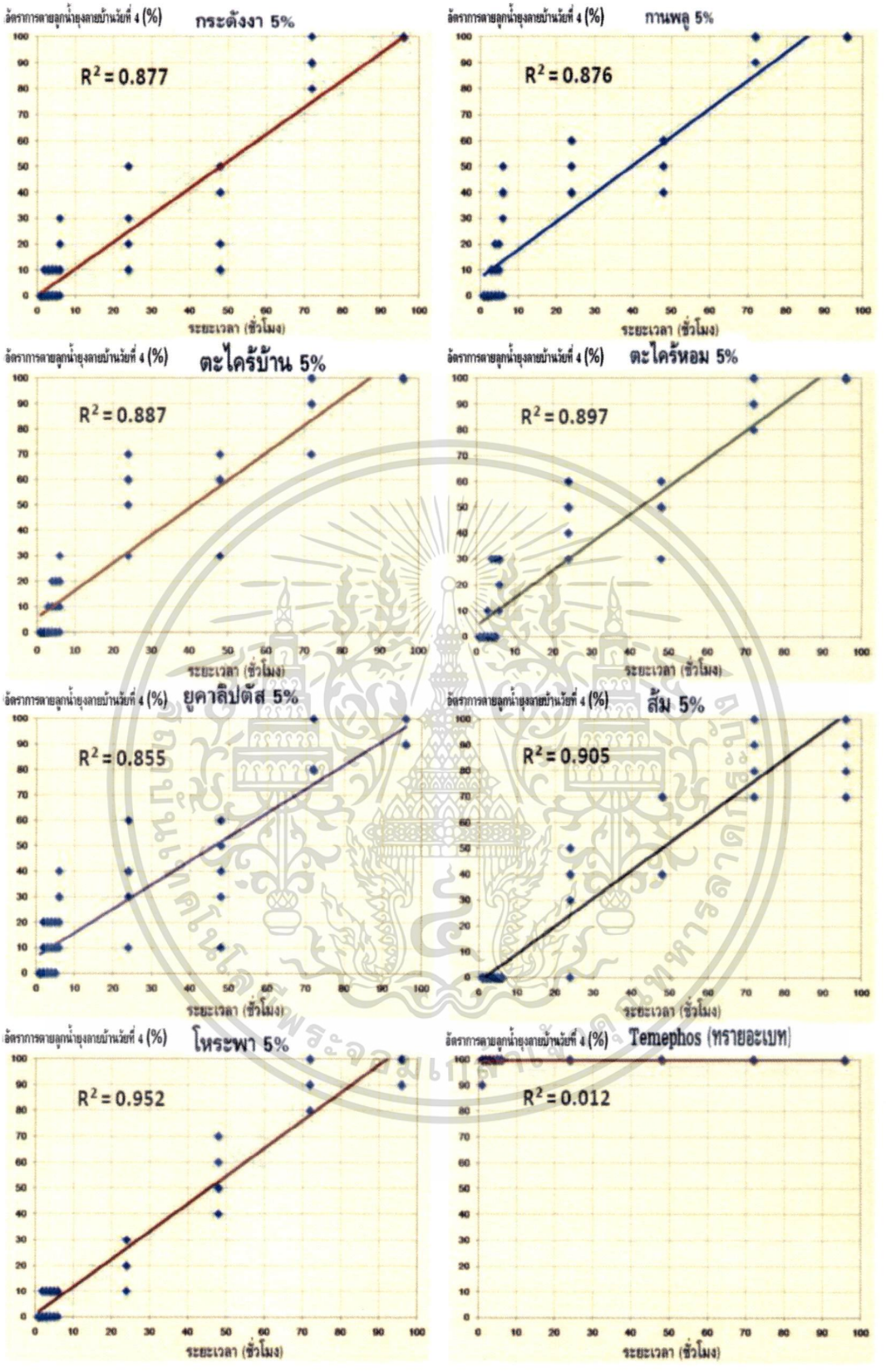
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง



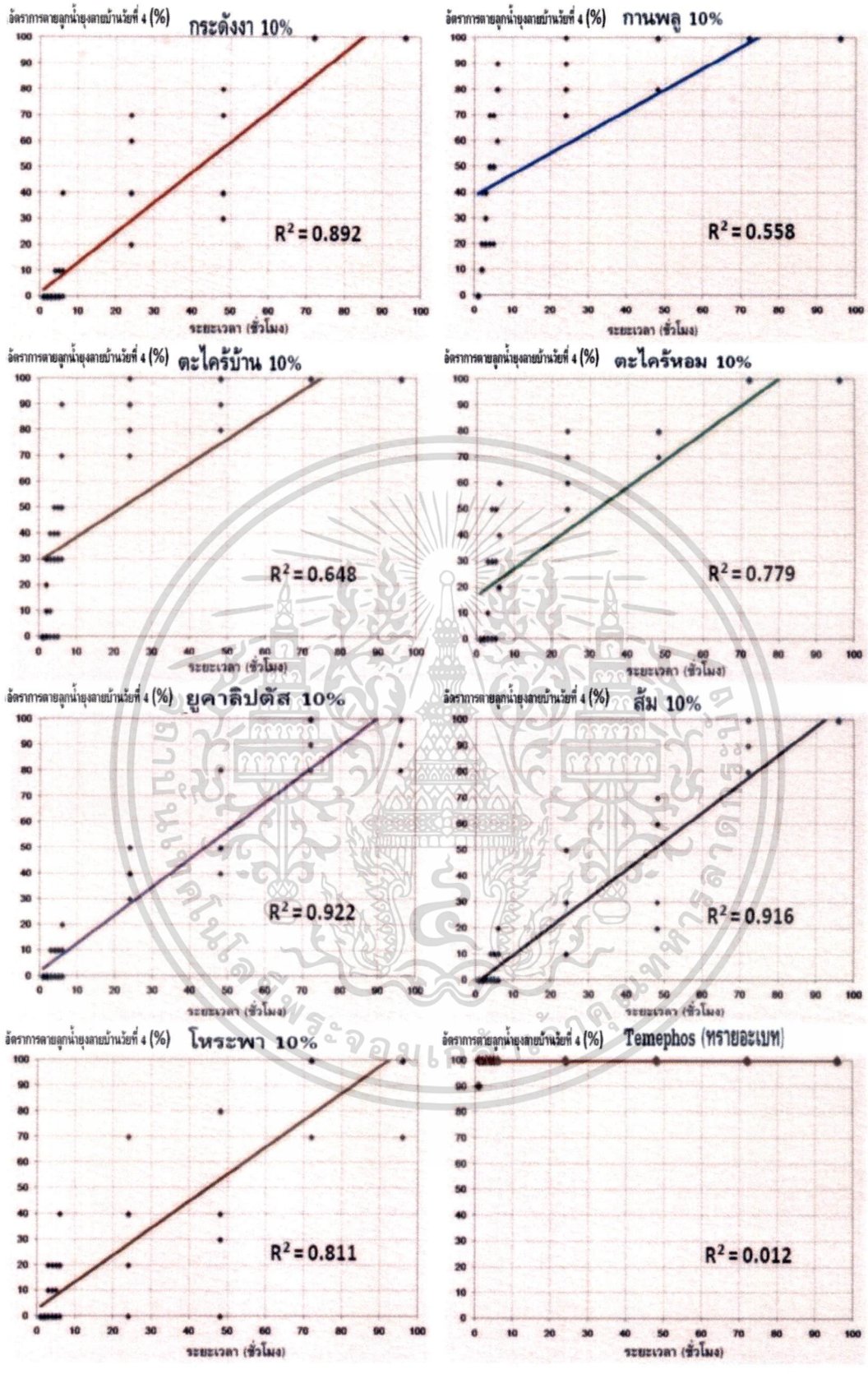
ภาพที่ 4.19 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.34, 4.35 และ 4.36 และภาพที่ 4.22, 4.23 และ 4.24 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 35.4 ชั่วโมง รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยโหระพา ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กระดังงา ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 98.0±4.5, 98.0±4.5, 96.0±5.5, 96.0±5.5, 94.0±8.9 และ 86.0±5.5% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 39.1, 39.5, 41.9, 42.3, 54.8 และ 56.5 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่าไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด โดยมีอัตราการตายตัวโม่ง 4.0±5.5% และมีค่า LT_{50} 168.5 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้หอม และตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 32.3, 34.5 และ 36.3 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากโหระพา กระดังงา ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 99.0±4.5, 98.0±4.5, 98.0±4.5 และ 88.0±11.0% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 37.2, 39.1, 40.9 และ 48.9 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่าไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด โดยมีอัตราการตายตัวโม่ง 4.0±5.5% และมีค่า LT_{50} 168.5 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน โหระพา และกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 21.3, 22.4, 22.8, 23.0 และ 24.0 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 98.0±4.5, และ 94.0±5.5% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 38.2 และ 47.6 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่าไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด โดยมีอัตราการตายตัวโม่ง 4.0±5.5% และมีค่า LT_{50} 168.5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.34 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงลายบ้าน (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0	0	2.0±4.5b	94.0±5.5a	96.0±5.5a	96.0±5.5a	42.3 (21.8-75.7)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0	0	2.0±4.5b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	35.4 (31.6-40.1)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0	0	0b	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	39.5 (-)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0	0	2.0±4.5b	96.0±5.5a	96.0±5.5a	96.0±5.5a	41.9 (17.3-88.0)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0	0	2.0±4.5b	58.0±41.5b	86.0±5.5b	86.0±5.5b	56.5 (46.0-60.1)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0	0	0b	22.0±43.8c	94.0±8.9a	94.0±8.9a	54.8 (49.8-63.0)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0	0	2.0±4.5b	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	39.1 (-)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0	0	0	0b	0c	4.0±5.5c	4.0±5.5c	168.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0	0	0b	0c	0d	0d	-
CV (%)	-	-	-	282.8	30.6	7.0	6.9	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงลายบ้านตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.35 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงลายบ้าน (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0	0	4.0±5.5b	96.0±5.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	39.1 (-)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0	0	8.0±13.0b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	32.3 (29.0-39.9)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0	0	0b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	36.3 (30.5-41.6)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0	0	4.0±5.5b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	34.5 (31.0-39.3)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0	0	2.0±4.5b	86.0±5.5b	88.0±11.0b	88.0±11.0b	48.9 (44.0-54.4)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0	0	6.0±8.9b	94.0±8.9a	96.0±5.5a	98.0±4.5a	40.9 (29.2-58.8)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0	0	2.0±1.5b	98.0±4.5a	99.0±4.5a	99.0±4.5a	37.2 (31.8-41.0)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0	0	0	0b	0c	4.0±5.5c	4.0±5.5c	168.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0	0	0b	0c	0d	0d	-
CV (%)	-	-	-	106.5	5.3	5.2	5.2	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

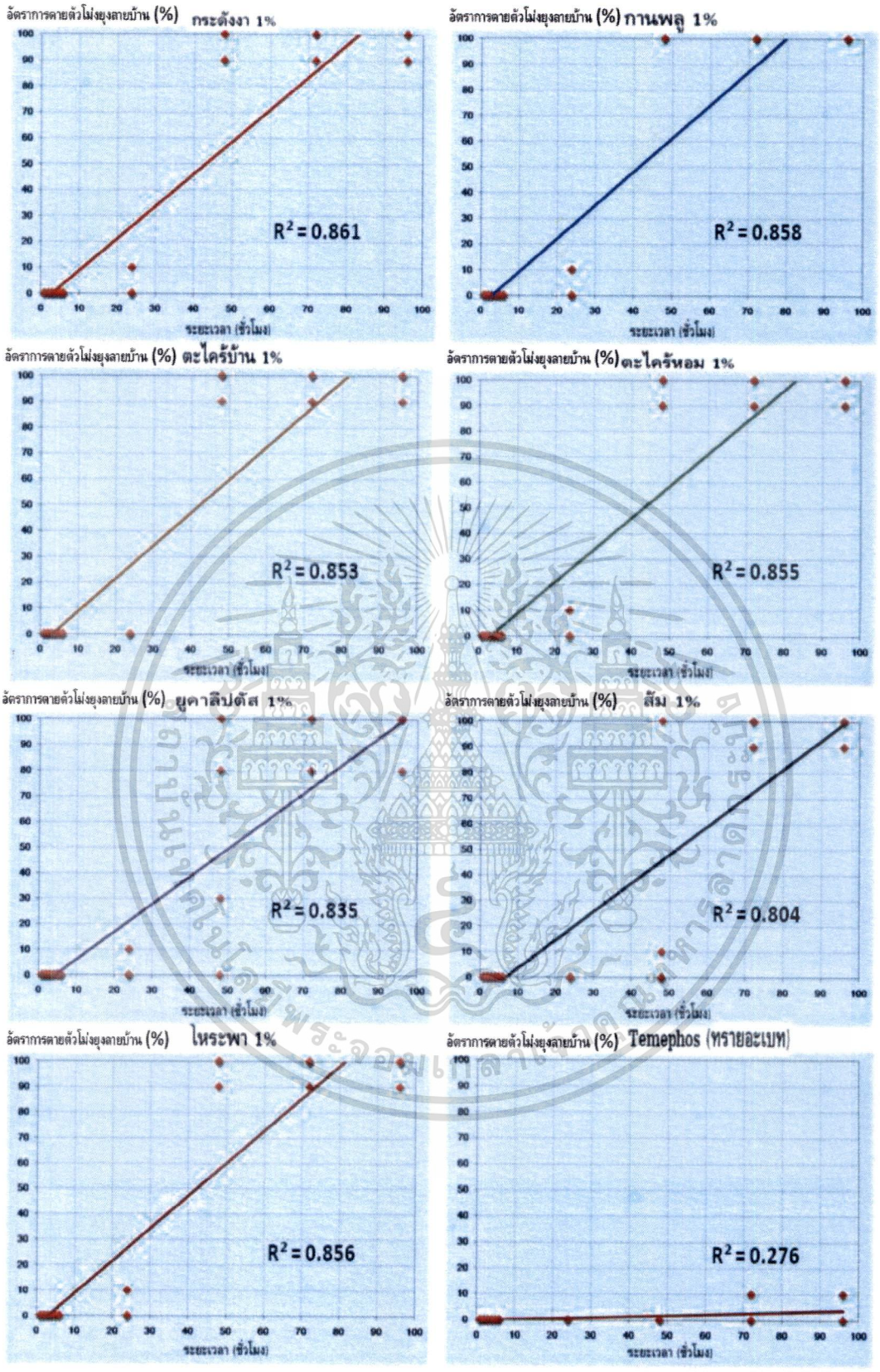
[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงลายบ้านตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.36 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงลายบ้าน (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0a	2.0±4.5ab	2.0±4.5b	48.0±13.0ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	24.0 (21.5-27.3)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0a	4.0±5.5ab	12.0±4.5a	58.0±8.4a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	21.3 (18.9-24.4)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0a	0b	0b	60.0±10.0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	22.8 (-)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0a	0b	4.0±5.5b	58.0±19.2a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	22.4 (20.3-25.0)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0a	0b	0b	20.0±12.2bc	76.0±42.8b	94.0±5.5a	94.0±5.5b	47.6 (41.3-54.6)
ส้ม *(C. sinensis)*	0a	0b	0b	24.0±11.4bc	98.0±4.5a	98.0±4.5ab	98.0±4.5ab	38.2 (-)
โหระพา *(O. basilicum)*	2.0±4.5a	6.0±5.5a	16.0±13.4a	38.0±13.0b	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	23.0 (15.0-55.2)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0a	0b	0b	0c	0c	4.0±5.5c	4.0±5.5c	168.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0a	0b	0b	0c	0c	0d	0d	-
CV (%)	632.5	210.8	131.6	32.8	18.2	4.1	4.1	

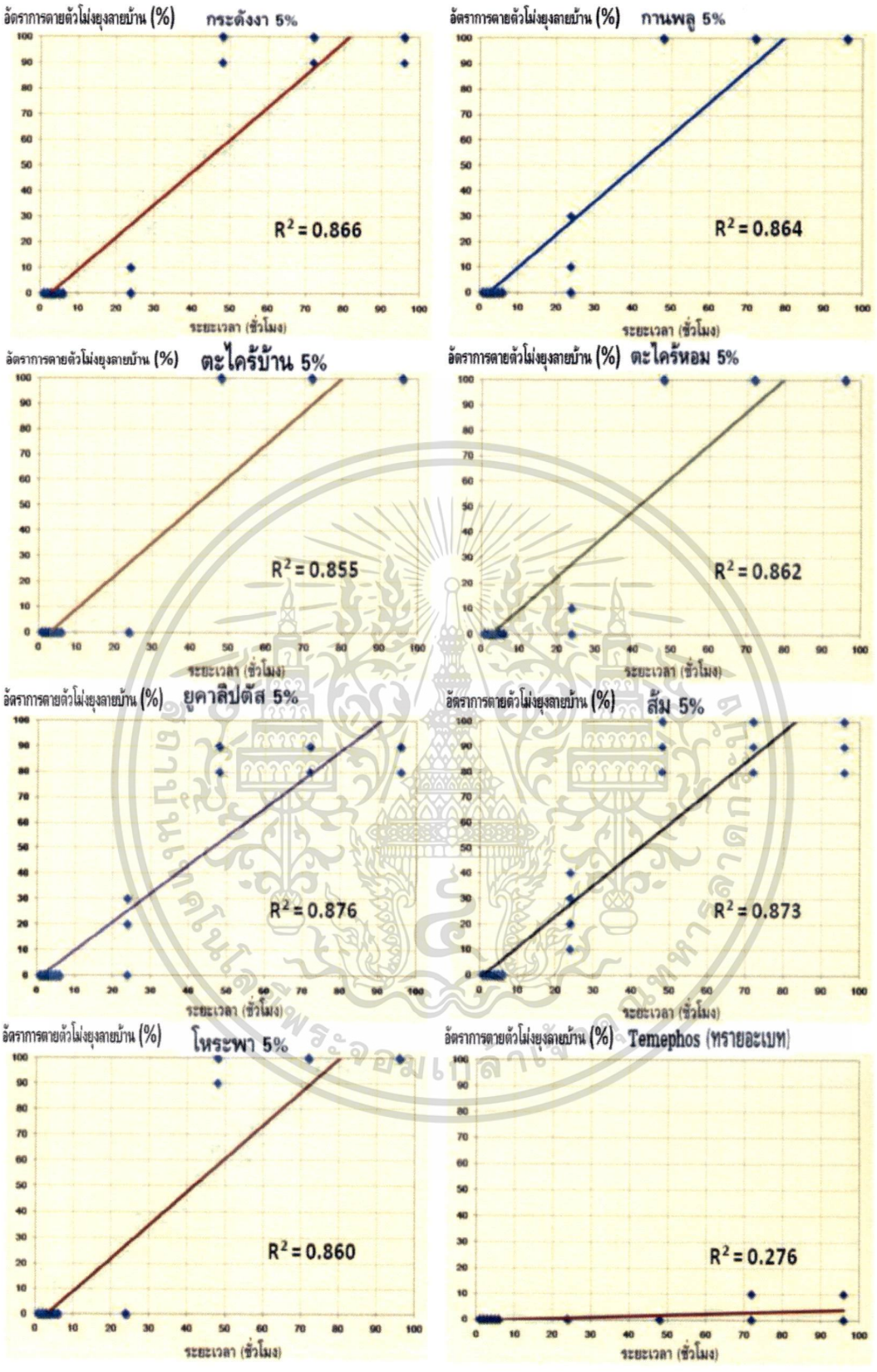
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงลายบ้านตายลงครึ่งหนึ่ง



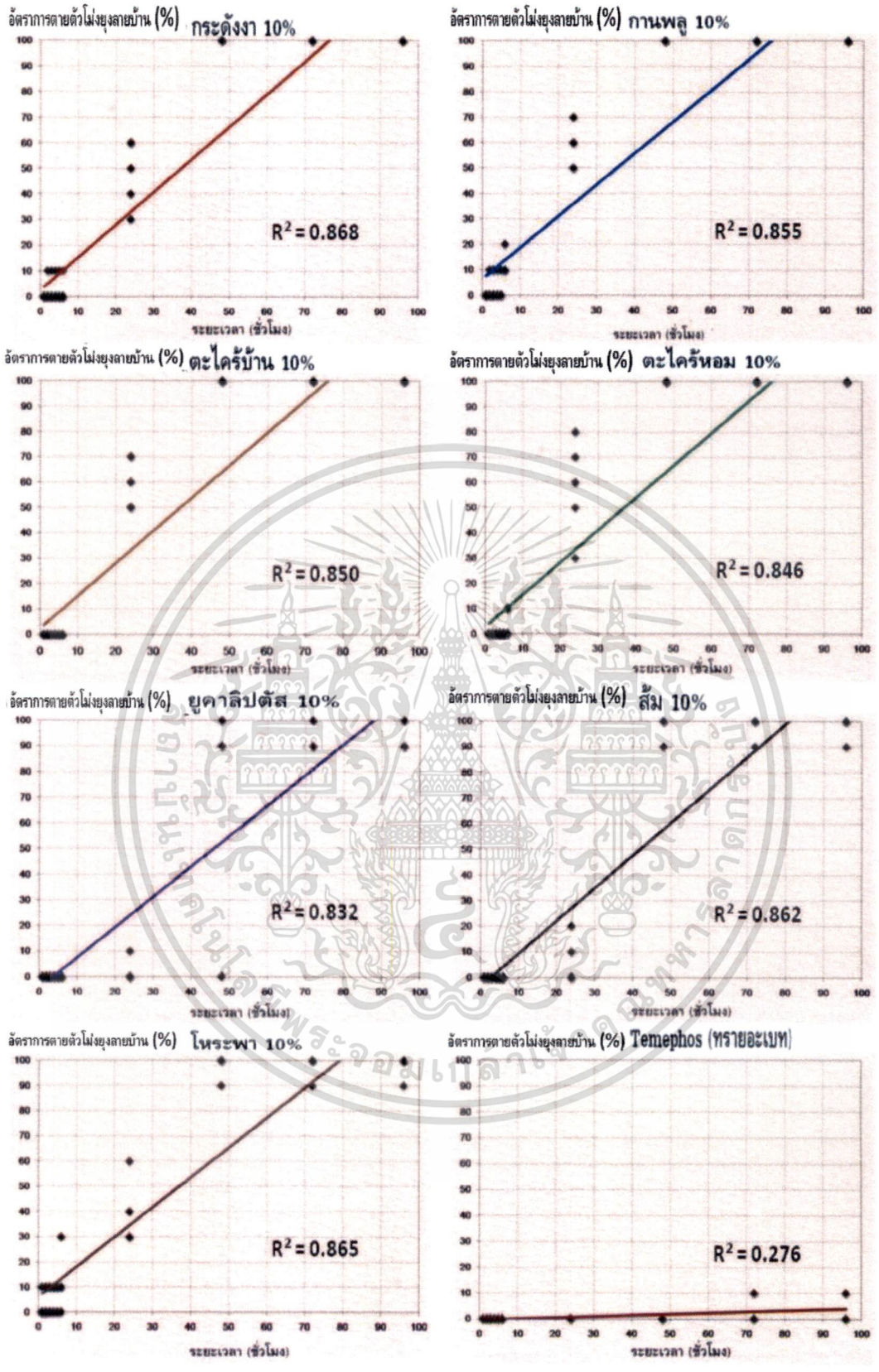
ภาพที่ 4.22 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารกำจัดลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงก้นปล่อง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.37, 4.38 และ 4.39 และภาพที่ 4.25, 4.26 และ 4.27 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กระดังงา และโหระพาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 2.2, 4.2, 4.5, 5.3 และ 8.7 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และส้มโดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5 และ 80.0±44.7% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 9.4 และ 33.5 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5% และมีค่า LT_{50} 28.4 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา กระดังงา และยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 1.6, 2.1, 2.4, 2.5 3.4 และ 4.0 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากส้มมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5 % และมีค่า LT_{50} 4.4 ชั่วโมง สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5% และมีค่า LT_{50} 28.4 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา ยูคาลิปตัส กระดังงา และส้มให้ผลดีในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 0.9, 0.9, 1.4, 1.5, 2.0, 2.2 และ 4.8 ชั่วโมง สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5% และมีค่า LT_{50} 28.4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.37 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0c	22.0±8.4d	62.0±26.8bc	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	5.3 (4.9-5.9)
กานพลู *(S. aromaticum)*	40.0±0a	82.0±8.4a	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.2 (1.9-2.5)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0c	32.0±19.2cd	88.0±13.0ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	4.2 (3.9-4.5)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0c	38.0±13.0bcd	62.0±14.8bc	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	4.5 (4.2-5.0)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	2.0±4.5c	58.0±23.9b	84.0±11.4abc	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	9.4 (1.7-20.4)
ส้ม *(C. sinensis)*	2.0±4.5c	34.0±21.9cd	58.0±37.7bc	76.0±42.8ab	80.0±44.7a	80.0±44.7a	80.0±44.7a	33.5 (22.1-52.4)
โหระพา *(O. basilicum)*	8.0+4.5b	48.0±14.8bc	86.0±16.7abc	94.0±13.4a	94.0±13.4a	100.0±0a	100.0±0a	8.7 (4.4-10.1)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0c	22.0±17.9d	56.0±23.0c	56.0±23.0b	84.0±30.5a	84.0±30.5a	98.0±4.5a	28.4
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c	0e	0d	0.1±0.1c	0.1±0.1b	0.1±0.1b	0.2±0.1b	-
CV (%)	42.1	40.1	28.1	19.8	20.9	20.2	16.5	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.38 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0b	72.0±13.0b	84.0±8.9ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	3.4 (3.1-3.7)
กานพลู *(S. aromaticum)*	40.0±12.2a	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.6 (1.5-1.7)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	28.0±21.7a	88.0±13.0ab	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.1 (1.0-4.1)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0b	92.0±8.4a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.4 (1.5-3.6)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0b	54.0±13.4c	76.0±18.2b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	4.0 (3.7-4.2)
ส้ม *(C. sinensis)*	34.0±32.1a	90.0±10.0a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	4.4 (-)
โหระพา *(O. basilicum)*	6.0±8.9b	72.0±16.4b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.5 (2.4-2.7)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0b	22.0±17.9d	56.0±23.0c	56.0±23.0b	84.0±30.5a	84.0±30.5a	98.0±4.5a	28.4
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0b	0e	0d	0.1±0.1c	0.1±0.1b	0.1±0.1b	0.2±0.1b	-
CV (%)	108.9	17.3	12.4	8.8	11.1	11.1	2.2	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

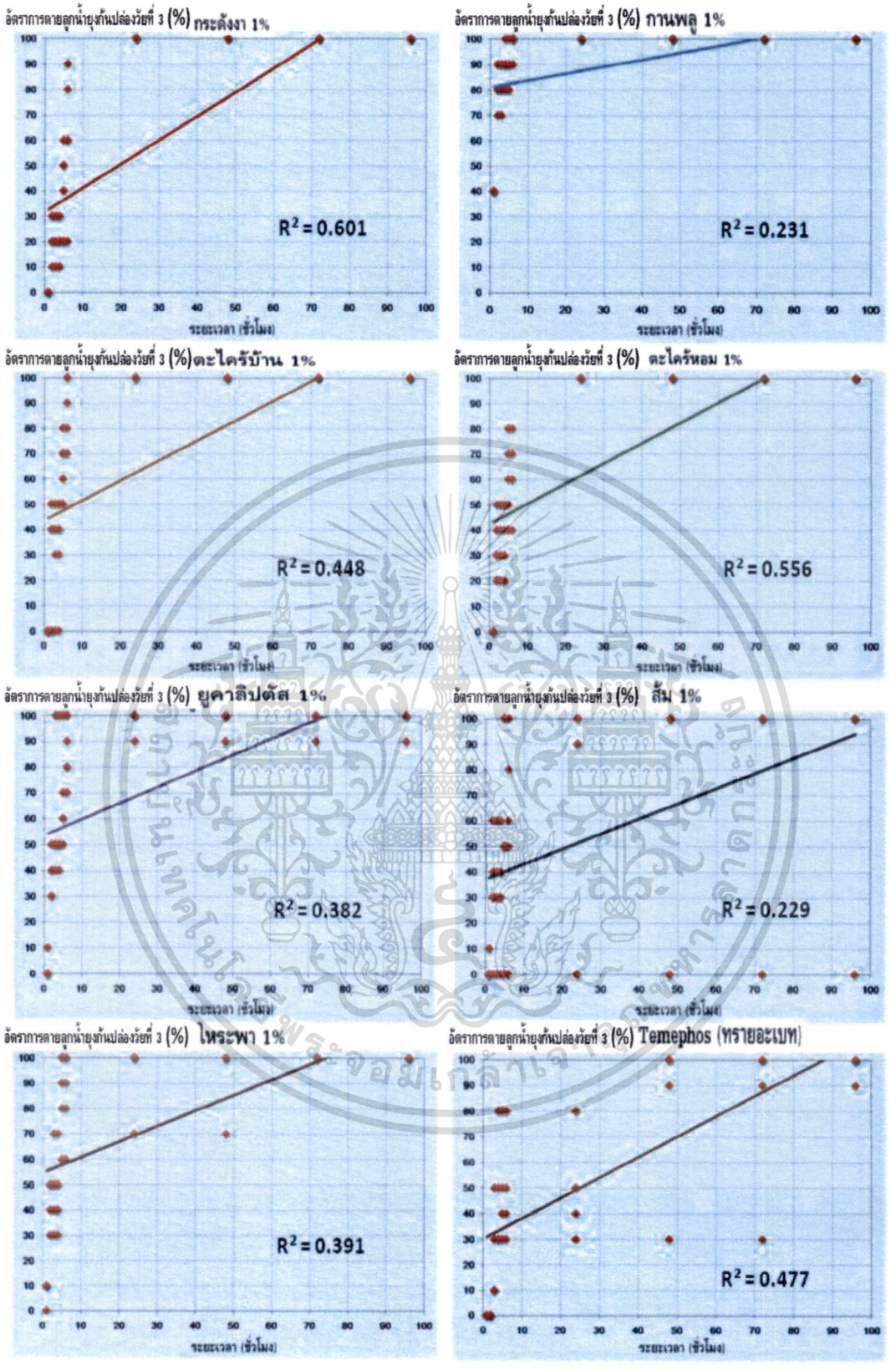
[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.39 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	66.0±37.8bc	72.0±42.1b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.2 (0.8-2.8)
กานพลู *(S. aromaticum)*	96.0±5.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.9 (0.6-2.5)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	90.0±7.1ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.9 (0.8-1.1)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	78.0±11.0abc	88.0±8.4ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.4 (0.9-2.2)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	60.0±22.4c	78.0±21.7ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.0 (0.7-2.4)
ส้ม *(C. sinensis)*	0d	0c	70.0±7.1b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	4.8 (4.5-5.1)
โหระพา *(O. basilicum)*	70.0±18.7bc	88.0±13.0ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.5 (0.9-1.8)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0d	22.0±17.9c	56.0±23.0c	56.0±23.0b	84.0±30.5a	84.0±30.5a	98.0±4.5a	28.4
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0d	0c	0d	0.1±0.1c	0.1±0.1b	0.1±0.1b	0.2±0.1b	-
CV (%)	30.6	27.3	9.4	8.6	11.0	11.0	1.6	

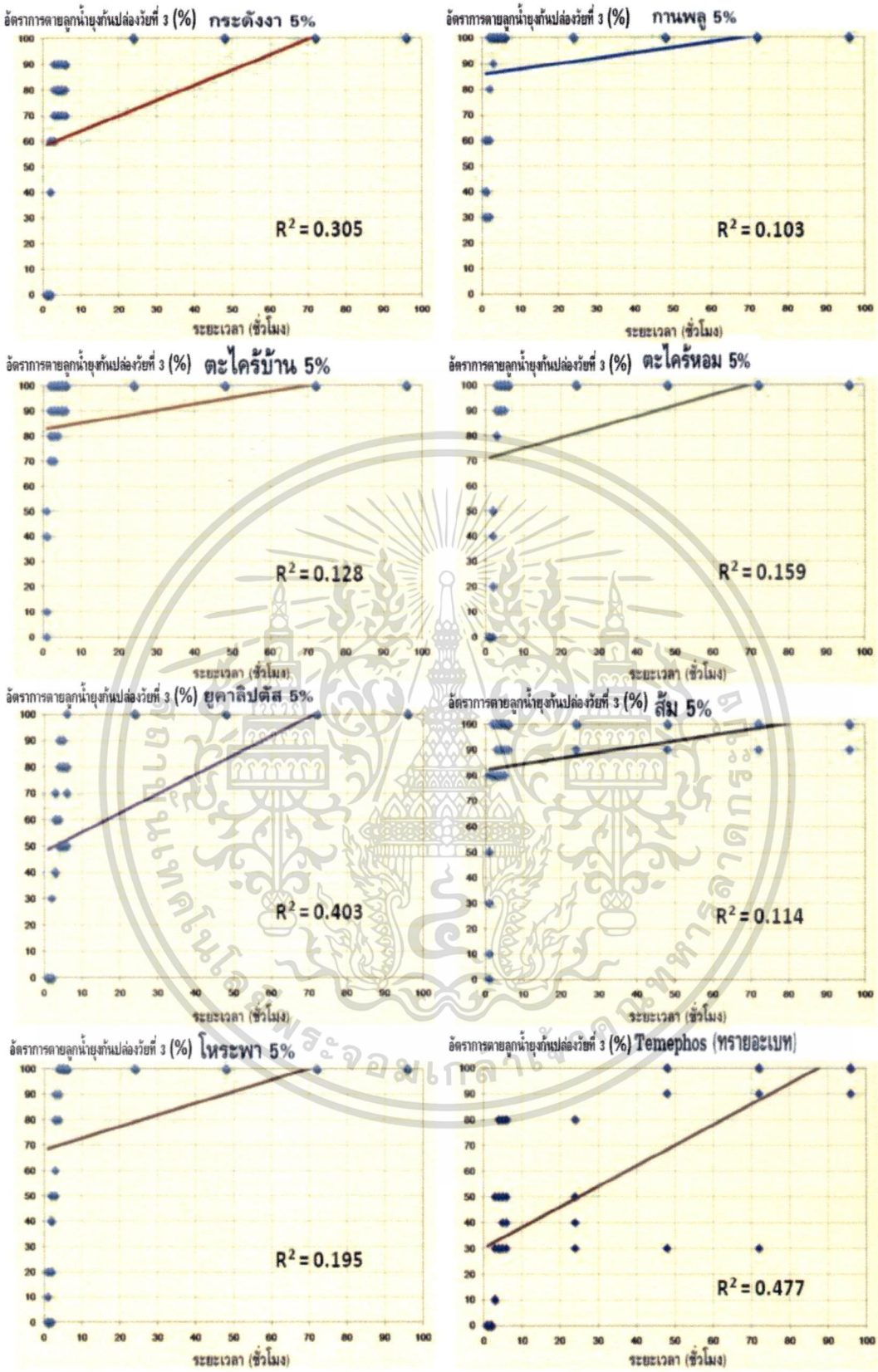
[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง



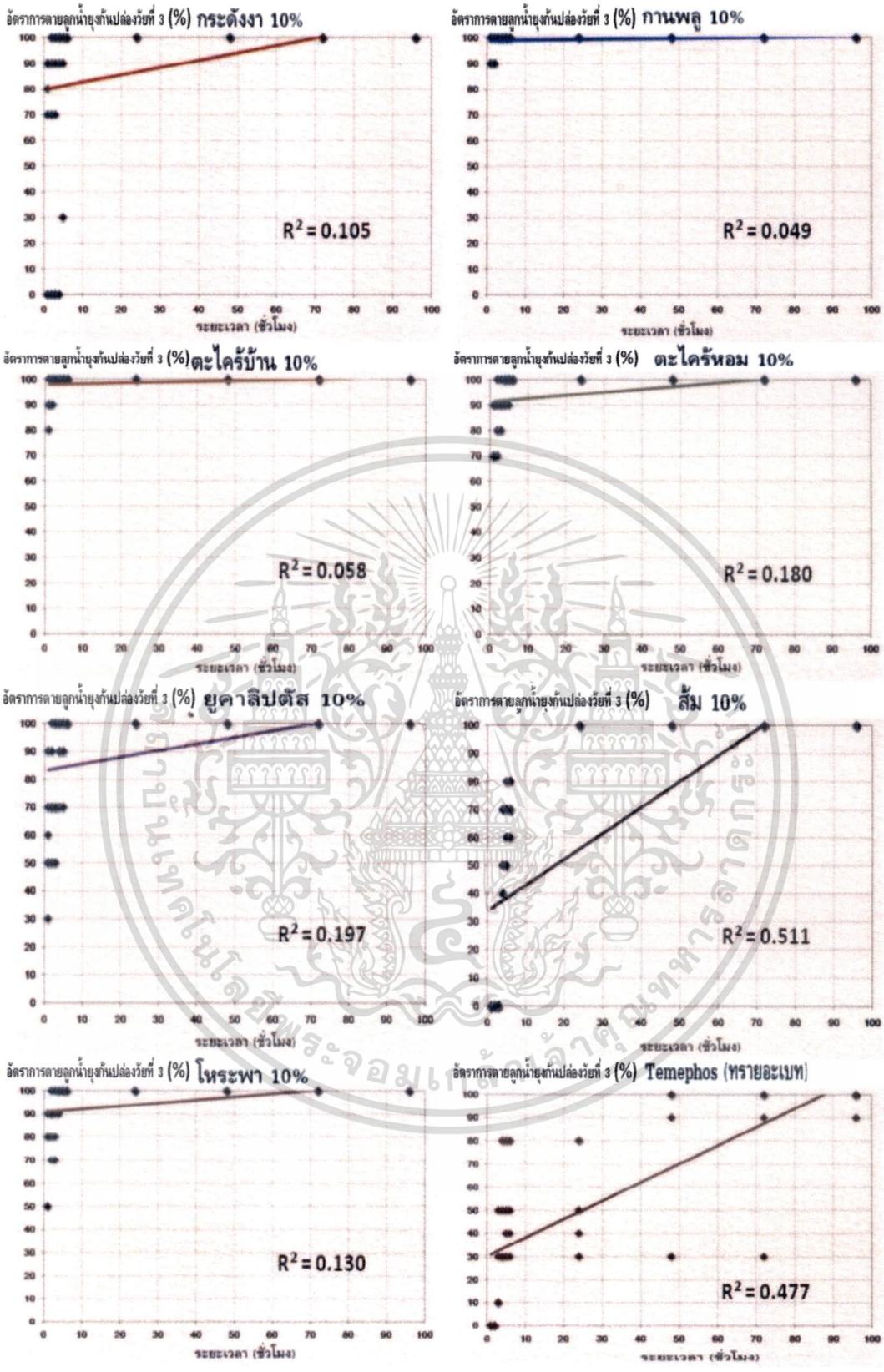
ภาพที่ 4.25 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.26 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.27 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.40, 4.41 และ 4.42 และภาพที่ 4.28, 4.29 และ 4.30 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน กานพลู ตะไคร้หอม และส้มให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 18.5, 19.9, 21.7 และ 22.3 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยโหระพา กระดังงา และยูคาลิปตัส โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5, 98.0±4.5 และ 94.0±5.5% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 25.0, 32.2 และ 33.3 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 6.0 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ส้ม โหระพา ยูคาลิปตัส และกระดังงาให้ผลดีในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 7.2, 13.0, 17.6, 18.2, 21.7, 23.2 และ 25.5 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 6.0 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา ยูคาลิปตัส กระดังงา และส้มให้ผลดีในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 5.0, 5.7, 6.2, 6.3, 7.3 8.1 และ 17.9 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 6.0 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.40 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0	10.0±10.0b	82.0±16.4bc	88.0±16.4b	90.0±14.1b	98.0±4.5a	32.2 (21.6-52.4)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0	0b	84.0±11.4bc	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	19.9 (7.9-22.0)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0	0b	94.0±5.5ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	18.5 (2.3-21.3)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0	2.0±4.5b	92.0±8.4abc	98.0±4.5a	98.0±4.5ab	100.0±0a	21.7 (-)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0	14.0±11.4b	78.0±13.0c	94.0±5.5ab	94.0±5.5ab	94.0±5.5b	33.3 (20.1-62.2)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0	0b	90.0±10.0abc	98.0±4.5a	98.0±4.5ab	100.0±0a	22.3 (-)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0	8.0±11.0b	94.0±5.5ab	98.0±4.5a	98.0±4.5ab	98.0±4.5a	25.0 (-)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0	0	40.0±28.3a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0	0b	0d	0c	0.1±0.1c	0.2±0.1c	-
CV (%)	-	-	130.7	11.2	6.9	6.2	3.0	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.41 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0	12.0±4.5bc	86.0±11.4b	94.0±8.9a	96.0±5.5a	100.0±0a	25.5 (9.5-45.1)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0	24.0±20.7ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	7.2 (6.5-9.5)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0	32.0±16.4a	96.0±5.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	13.0 (11.3-15.3)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0	0c	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	17.6 (-)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0	4.0±5.5c	92.0±8.4ab	94.0±8.9a	98.0±4.5a	100.0±0a	23.2 (-)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0	0c	96.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	18.2 (-)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0	0c	94.0±5.5ab	98.0±4.5a	98.0±4.5a	100.0±0a	21.7 (-)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0	0	40.0±28.3a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0	0c	0c	0b	0.1±0.1b	0.2±0.1b	-
CV (%)	-	-	99.4	6.8	4.8	3.0	0.2	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

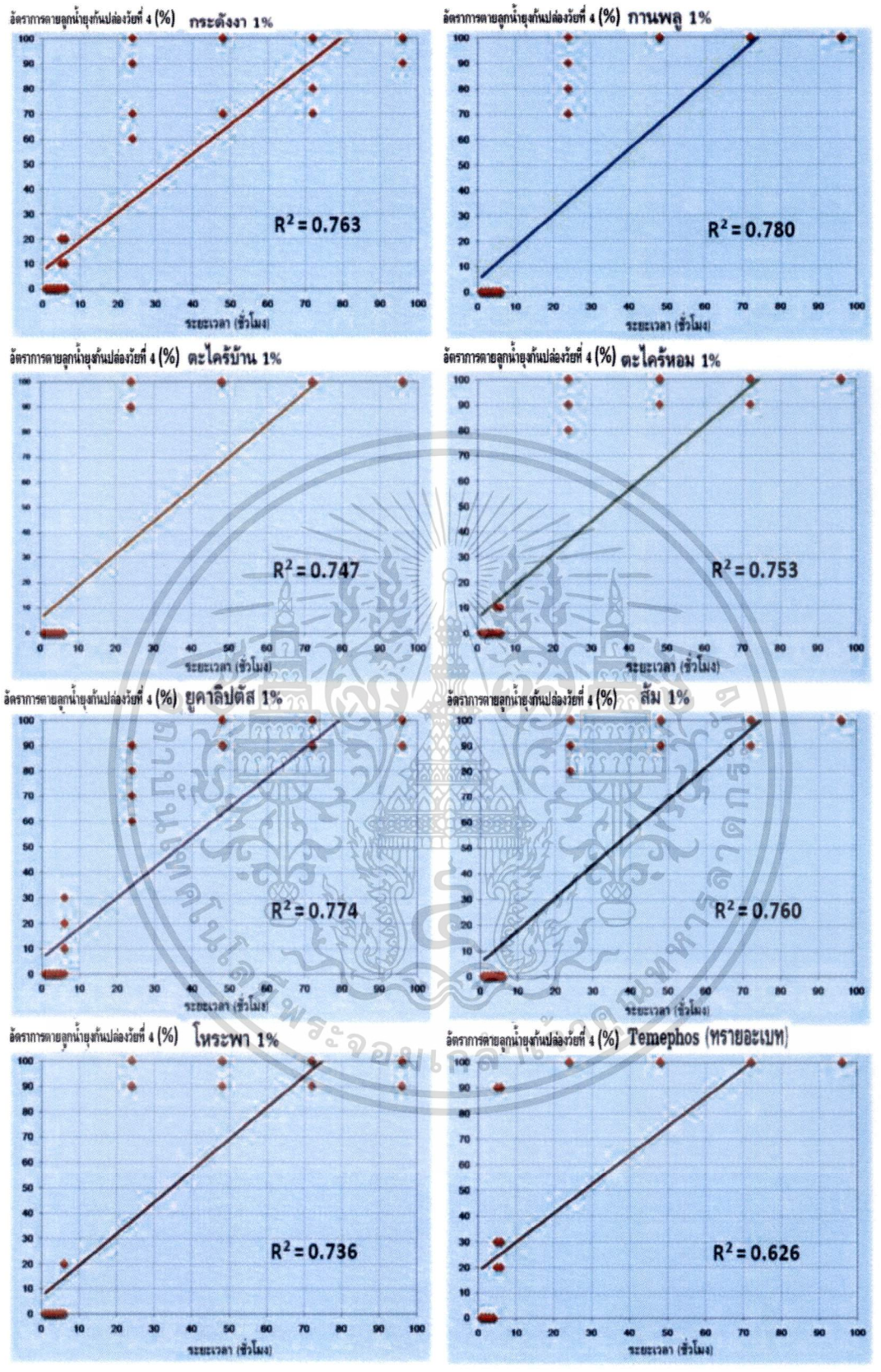
[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.42 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0b	16.0±11.4d	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	8.1 (6.9-13.3)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	30.0±12.2a	80.0±20.0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	5.0 (4.7-5.3)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	38.0±13.0a	76.0±5.5a	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	5.7 (-)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0b	46.0±18.2b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.2 (5.8-6.7)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0b	22.0±14.8cd	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	7.3 (6.5-10.0)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0b	0d	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	17.9 (-)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0b	40.0±18.7bc	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.3 (6.0-7.0)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0	0b	40.0±28.3bc	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.0
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0b	0d	0b	0b	0.1±0.1b	0.2±0.1b	-
CV (%)	-	74.4	42.0	2.2	-	0.1	0.2	

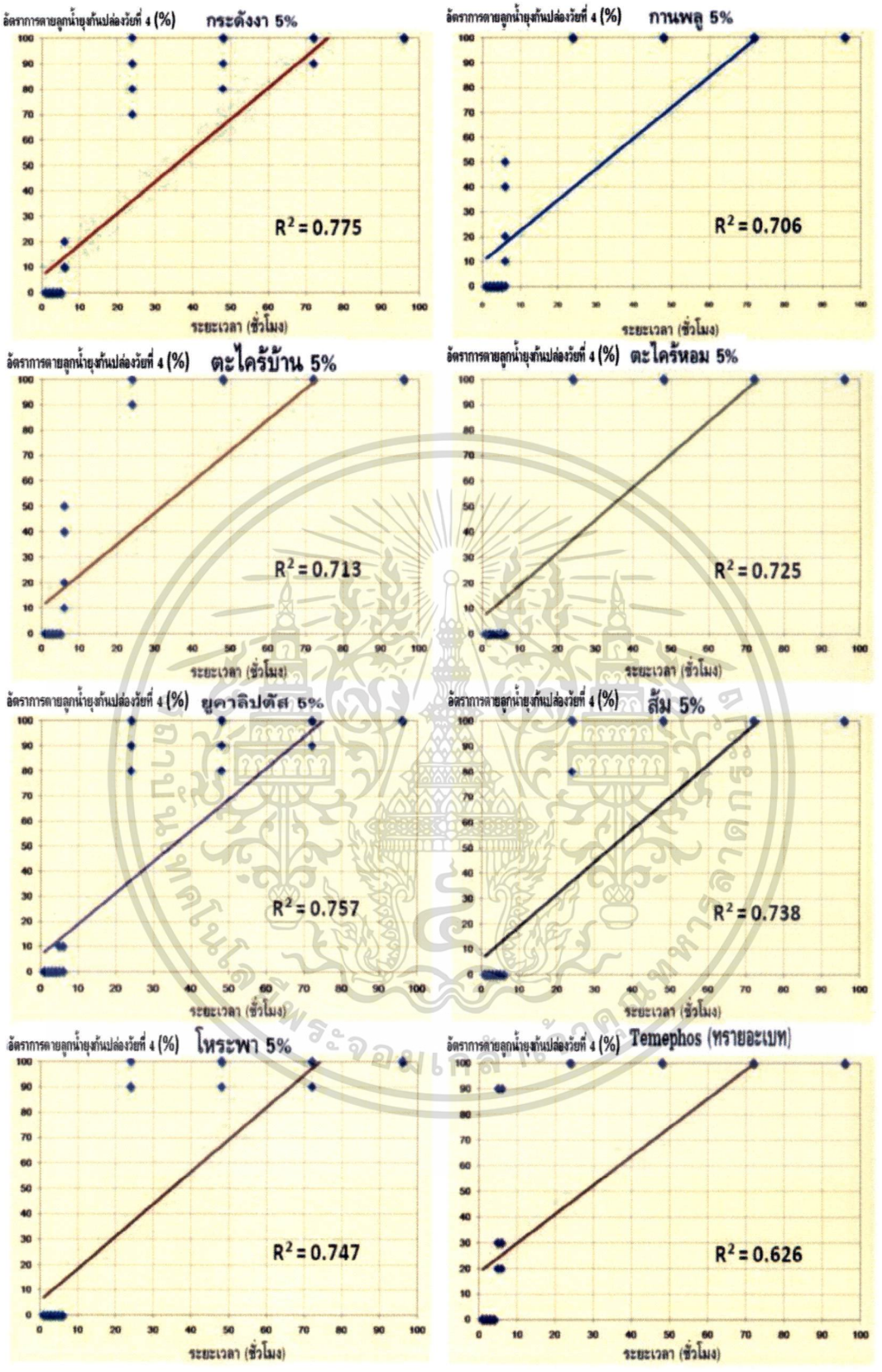
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง



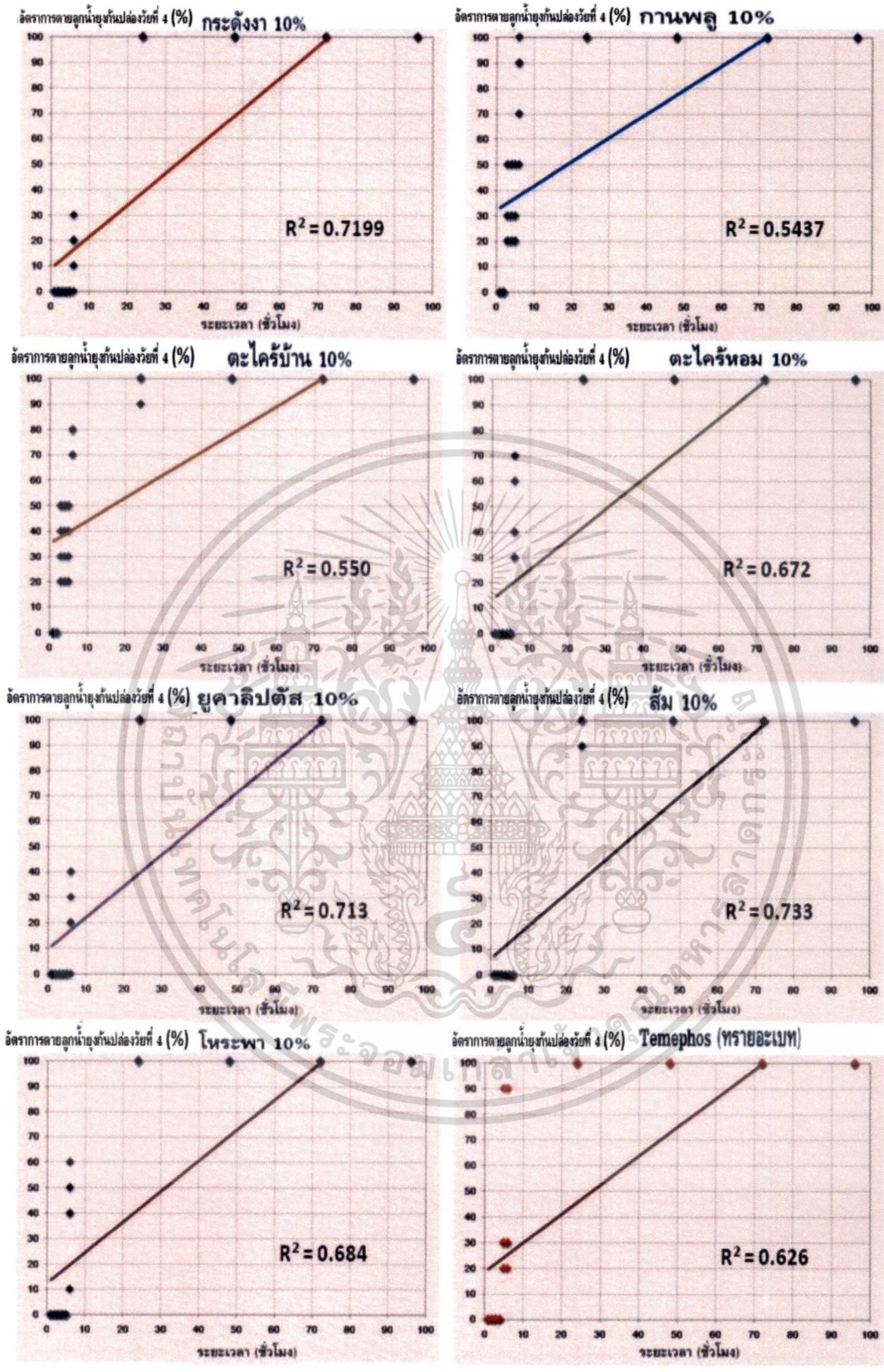
ภาพที่ 4.28 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.30 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.43, 4.44 และ 4.45 และภาพที่ 4.31, 4.32 และ 4.33 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด กานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน ยูคาลิปตัส โหระพา กระดังงา และส้มให้ผลดีในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 0.6, 0.8, 1.1, 2.1, 2.8, 3.6 และ 5.6 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ตัวโม่งตาย 60±14.1% และมีค่า LT_{50} 63.1 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด กานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน ยูคาลิปตัส โหระพา ส้ม และกระดังงาให้ผลดีในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 0.2, 0.6, 0.7, 1.7, 1.8, 2.8 และ 3.6 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ตัวโม่งตาย 60±14.1% และมีค่า LT_{50} 63.1 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด กานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน โหระพา กระดังงา ยูคาลิปตัส และส้มให้ผลดีในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 0.02, 0.1, 0.5, 0.7, 1.0, 1.2 และ 1.8 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ตัวโม่งตาย 60±14.1% และมีค่า LT_{50} 63.1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.43 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงก้นปล่อง (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	28.0±22.8bc	56.0±18.2b	82.0±13.0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	3.6 (3.2-4.1)
กานพลู *(S. aromaticum)*	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.6 (0.5-0.7)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	50.0±36.7b	94.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.1 (0.9-1.3)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	94.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.8 (0.7-0.9)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	52.0±16.4b	80.0±15.8ab	92.0±8.4a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.1 (1.2-2.4)
ส้ม *(C. sinensis)*	22.0±30.3bc	22.0±30.3c	46.0±27.0b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	5.6 (4.4-8.1)
โหระพา *(O. basilicum)*	44.0±27.0b	60.0±31.6b	86.0±16.7a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.8 (2.4-3.3)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0c	0c	0c	60.0±14.1b	60.0±14.1b	60.0±14.1b	60.0±14.1b	63.1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c	0c	0c	0c	0c	0c	0c	-
CV (%)	48.8	28.1	16.5	5.3	5.3	5.3	5.3	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงก้นปล่องตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.44 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงก้นปล่อง (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	28.0±40.9	28.0±40.9b	76.0±32.9b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	3.6 (3.0-4.3)
กานพลู *(S. aromaticum)*	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.2 (-)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	78.0±21.7ab	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.7 (-)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	72.0±31.1ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.6 (0.5-0.8)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0d	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.7 (1.6-1.8)
ส้ม *(C. sinensis)*	10.0±17.3d	76.0±20.7a	86.0±21.9ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.8 (2.4-3.2)
โหระพา *(O. basilicum)*	60.0±39.4bc	80.0±23.5a	80.0±23.5ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.8 (1.1-2.5)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0d	0c	0c	60.0+14.1b	60.0±14.1b	60.0±14.1b	60.0±14.1b	63.1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0d	0c	0c	0c	0c	0c	0c	-
CV (%)	57.2	25.1	20.2	5.3	5.3	5.3	5.3	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

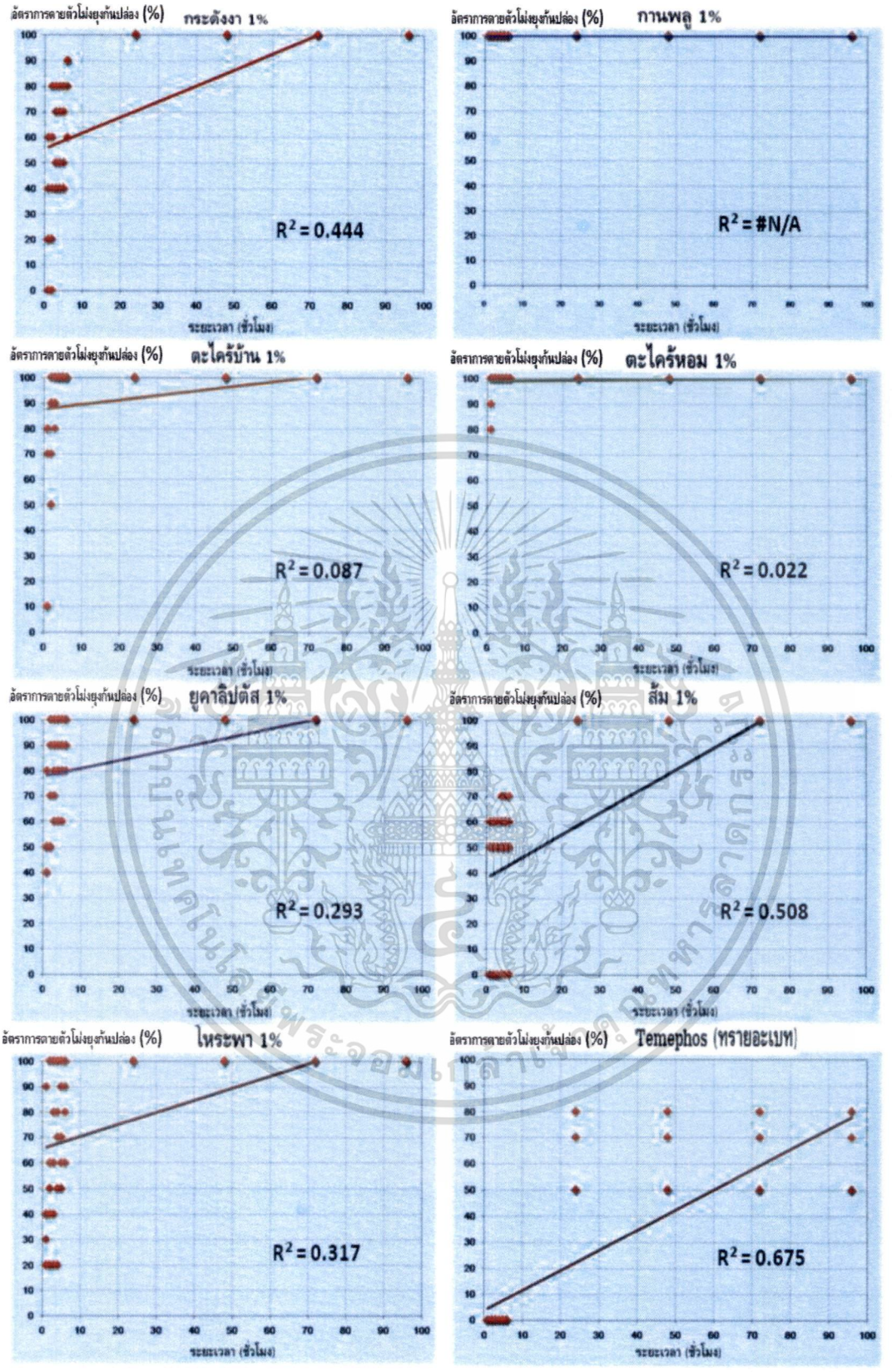
[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงก้นปล่องตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.45 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงก้นปล่อง (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	66.0±37.1b	94.0±8.9ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.0 (0.7-1.2)
กานพลู *(S. aromaticum)*	94.0±8.9a	94.0±8.9ab	94.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.02 (-0.9-0.6)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.5 (0.4-0.6)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.1 (-0.2-0.3)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	84.0±13.4ab	94.0±13.4ab	94.0±13.4a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.2 (0.5-1.9)
ส้ม *(C. sinensis)*	30.0±23.5c	90.0±22.4ab	90.0±22.4a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	1.8 (1.3-2.5)
โหระพา *(O. basilicum)*	78.0±21.7ab	80.0±23.5b	88.0±13.0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.7 (-0.3-1.3)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0d	0c	0b	60.0±14.1b	60.0±14.1b	60.0±14.1b	60.0±14.1b	63.1
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0d	0c	0b	0c	0c	0c	0c	-
CV (%)	26.4	16.2	13.0	5.3	5.3	5.3	5.3	

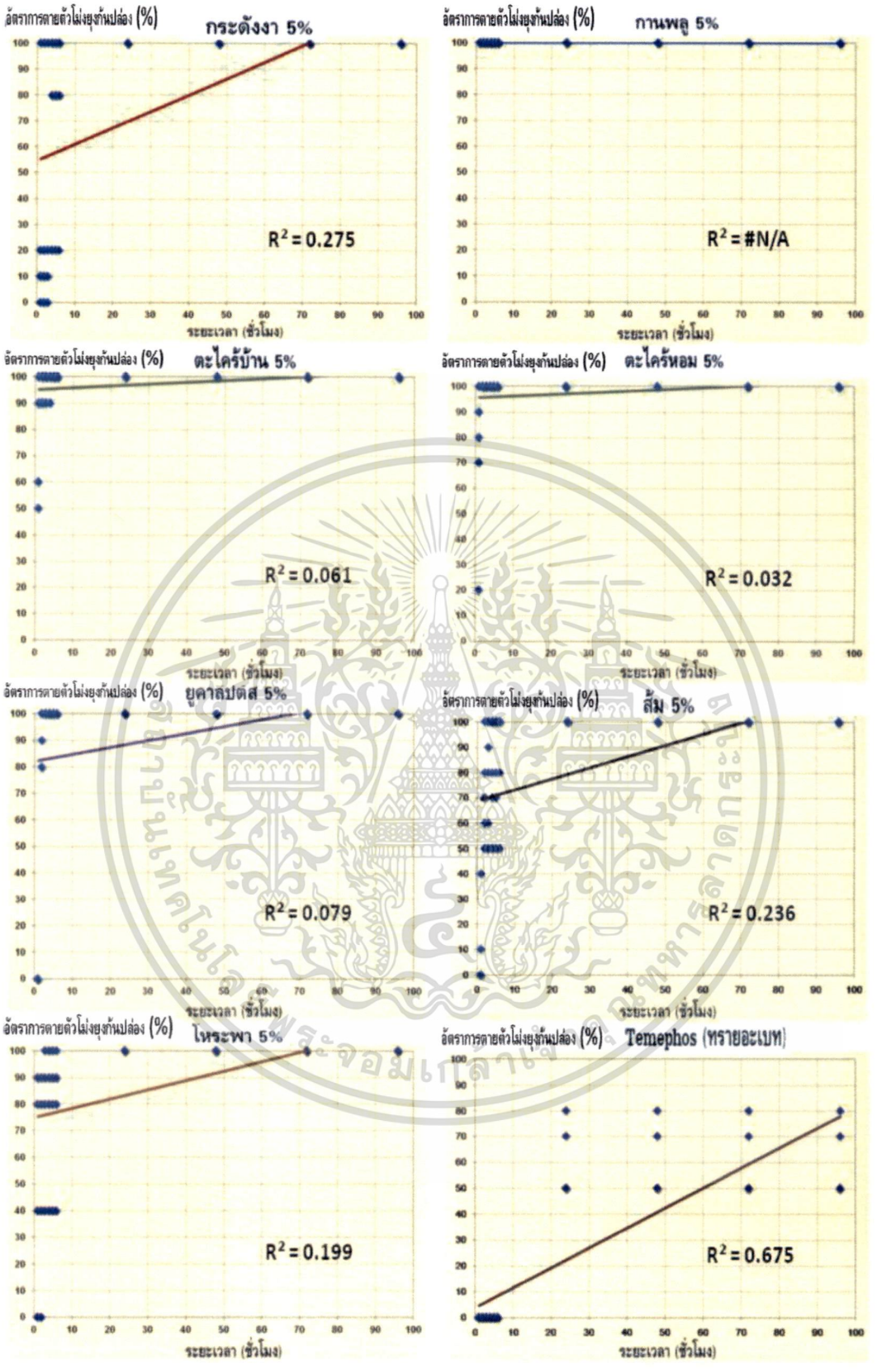
[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงก้นปล่องตายลงครึ่งหนึ่ง



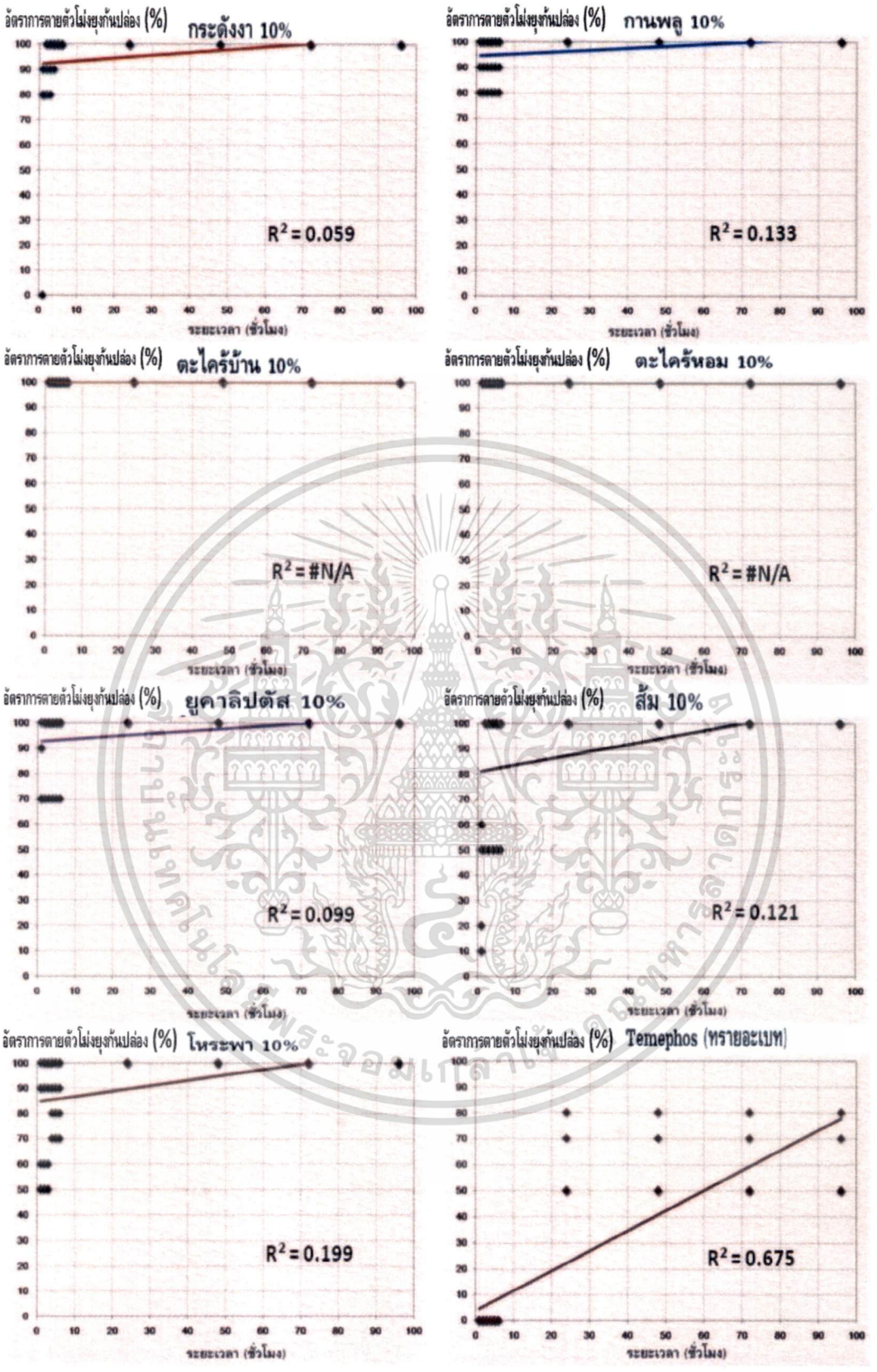
ภาพที่ 4.31 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.32 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.33 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงรำคาญ

ผลการการทดลองในตารางที่ 4.46, 4.47 และ 4.48 และภาพที่ 4.34, 4.35 และ 4.36 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และโหระพาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 14.9, 17.4, 22.5 และ 23.2 ชั่วโมง ตามลำดับรองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกระดังงา ยูคาลิปตัส และส้มโดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 96.0±8.9, 94.0±8.9 และ 90.0±12.2% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 28.5, 29.8 และ 42.2 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 0.5 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้บ้าน โหระพา ตะไคร้หอม กระดังงา และยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 4.3, 7.2, 13.8, 16.8, 24.5 และ 24.8 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากส้มมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5 % และมีค่า LT_{50} 34.4 ชั่วโมง สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 0.5 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม โหระพา กระดังงา และยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 2.8, 2.9, 3.5, 4.2, 13.1 และ 23.0 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากส้มมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 96.0±5.5 % และมีค่า LT_{50} 31.3 ชั่วโมง สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 0.5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.46 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0b	22.0±14.8cd	78.0±19.2ab	94.0±8.9ab	96.0±8.9ab	96.0±8.9ab	28.5 (20.64-242.7)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	0b	42.0±8.4b	80.0±7.1ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	14.9 (12.5-17.2)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0b	6.0±8.9e	88.0±17.9ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	17.4 (15.6-19.4)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0b	12.0±13.0de	70.0±7.1b	96.0±5.5ab	100.0±0a	100.0±0a	22.5 (19.5-26.5)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	4.0±8.9b	30.0±10.0bc	76.0±32.9b	94.0±8.9ab	94.0±8.9ab	94.0±8.9ab	29.8 (19.1-46.2)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0b	8.0±8.4de	28.0±8.4c	90.0±12.2b	90.0±12.2b	90.0±12.2b	42.2 (36.0-50.1)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0b	12.0±13.0de	76.0±15.2b	98.0±4.5ab	98.0±4.5ab	100.0±0a	23.2 (-)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	100.0±0	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0b	0f	0.1±0.1d	0.1±0.1c	0.1±0.1c	0.1±0.1c	-
CV (%)	-	24.3	36.2	22.1	7.0	6.6	6.4	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.47 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0c	0c	12.0±17.9d	68.0±29.5b	92.0±8.4a	100.0±0a	100.0±0a	24.5 (21.5-28.5)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0c	38.0±21.7b	96.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	4.3 (4.0-4.6)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	4.0±5.5	10.0±12.2c	66.0±23.0b	96.0±5.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	7.2 (6.1-11.5)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0c	12.0±13.0c	40.0±18.7c	86.0±11.4ab	98.0±4.5a	98.0±4.5a	100.0±0a	16.8 (-)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0c	0c	14.0±20.7d	64.0±26.1b	92.0±8.4a	100.0±0a	100.0±0a	24.8 (21.5-29.0)
ส้ม *(C. sinensis)*	0c	0c	12.0±11.0d	32.0±22.8c	88.0±21.7a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	34.4 (19.7-78.9)
โหระพา *(O. basilicum)*	0c	12.0±8.4c	32.0±4.5cd	86.0±19.5ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	13.8 (12.1-15.9)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c	0c	0e	0.1±0.1d	0.1±0.1b	0.1±0.1b	0.1±0.1b	-
CV (%)	14.9	48.2	32.7	22.9	9.2	2.2	1.6	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

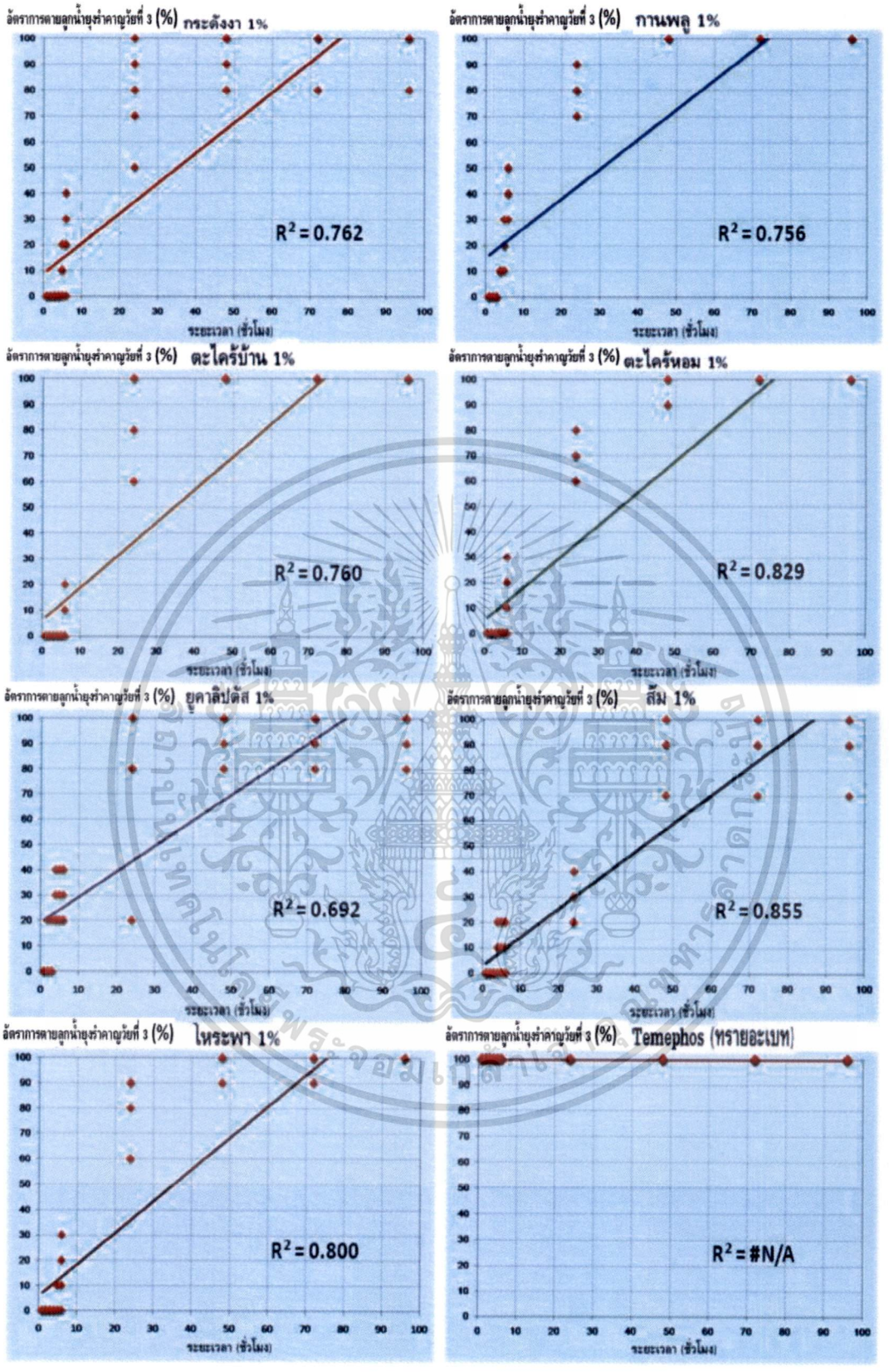
[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.48 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	6.0±8.9d	22.0±19.2c	90.0±12.2a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	13.1 (11.3-15.6)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	56.0±8.9b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.8 (2.6-3.0)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	46.0±11.4b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.9 (2.7-3.1)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	32.0±17.9c	94.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	3.5 (3.2-3.7)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	4.0±5.5d	18.0±13.0c	50.0±35.4c	98.0±4.5ab	100.0±0a	100.0±0a	23.0 (20.4-26.3)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0d	14.0±16.7c	70.0±22.4b	96.0±5.5b	96.0±5.5b	96.0±5.5b	31.3 (4.0-67.3)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	44.0±5.5b	62.0±11.0b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	4.2 (3.8-4.5)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	100.0±0	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	0.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0d	0d	0.1±0.1d	0.1±0.1c	0.1±0.1c	0.1±0.1c	-
CV (%)	-	25.4	17.7	17.4	2.5	1.9	1.9	

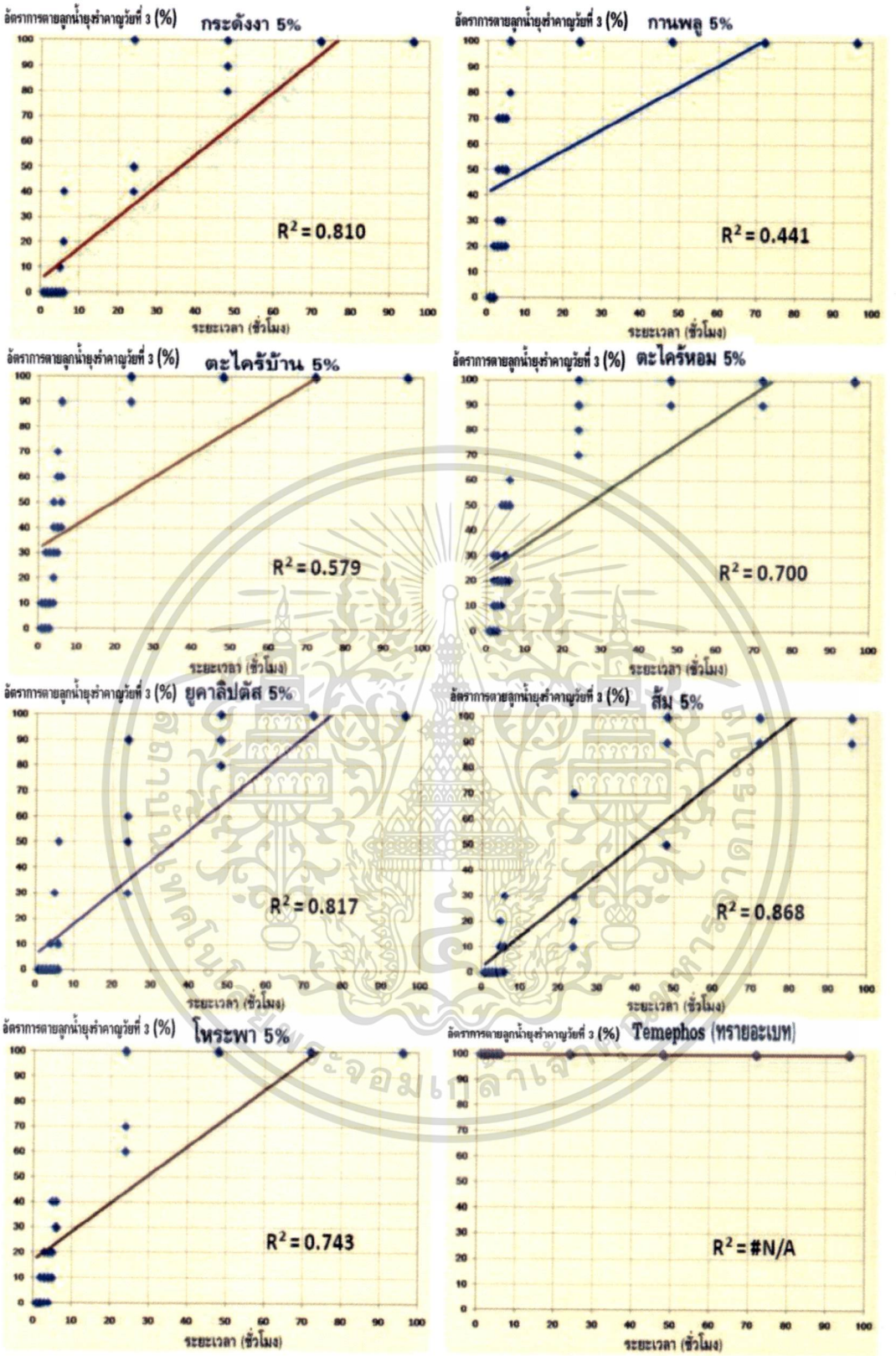
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง



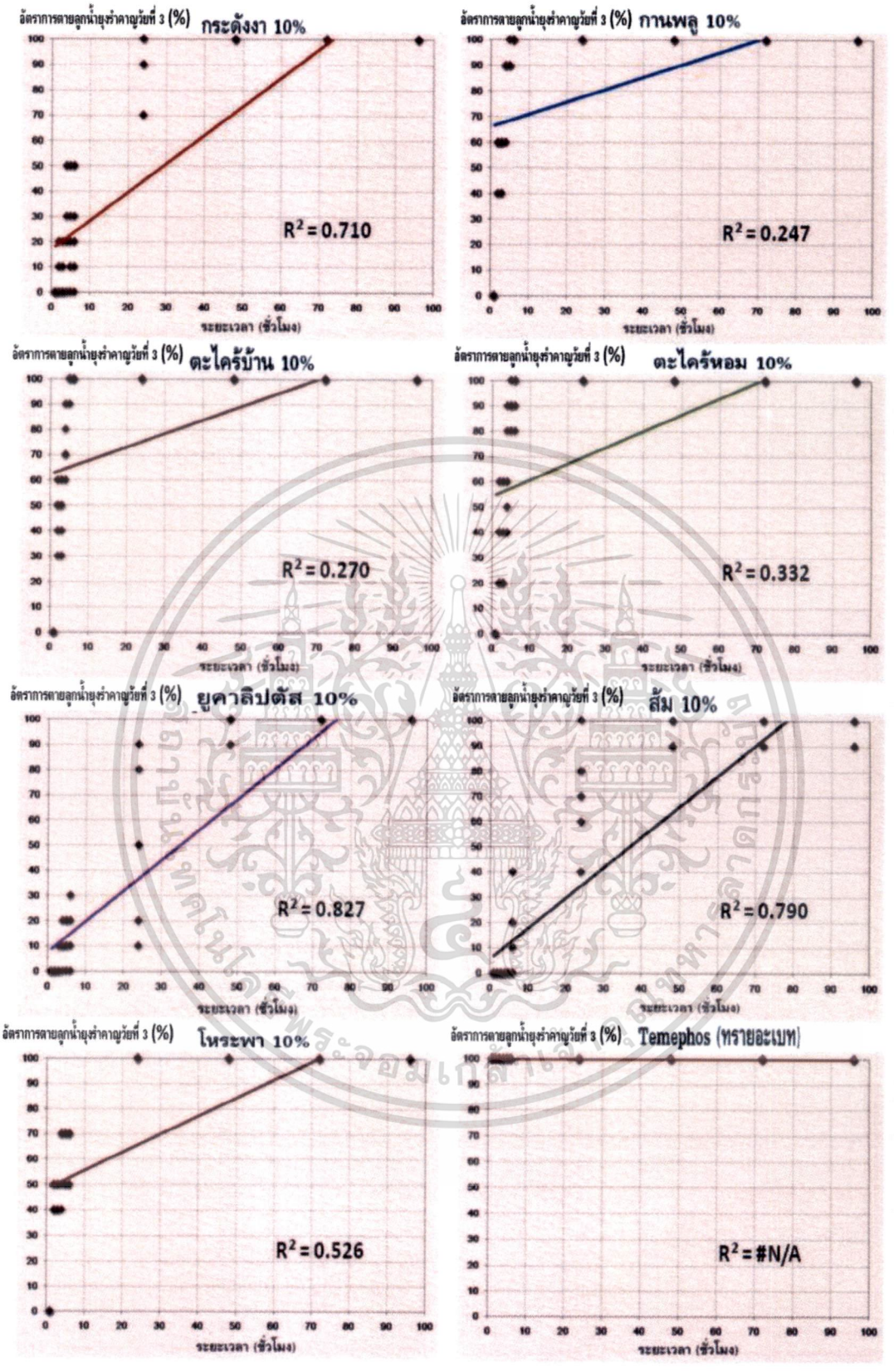
ภาพที่ 4.34 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.35 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.36 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.49, 4.50 และ 4.51 และภาพที่ 4.37, 4.38 และ 4.39 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 5.3, 6.9 และ 8.2 ชั่วโมง รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยโหระพา ส้ม ยูคาลิปตัส และกระดังงา โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5, 98.0±4.5, 94.0±8.9 และ 90.0±12.2% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 18.2, 21.6, 23.9 และ 27.0 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 94.0±8.9% และมีค่า LT_{50} 6.4 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และยูคาลิปตัส ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 4.1, 6.1, 7.8 และ 11.1 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ส้ม และโหระพาโดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5, 98.0±4.5 และ 94.0±13.4% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 9.4, 16.9 และ 20.9 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 94.0±8.9% และมีค่า LT_{50} 6.4 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน กานพลู ส้ม และกระดังงาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 2.2, 2.3, 6.9 และ 8.6 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส และโหระพา โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 98.0±4.5, 98.0±4.5 และ 88.0±21.7% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 6.4, 8.0 และ 20.6 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่ามีผลทำให้ลูกน้ำตาย 94.0±8.9% และมีค่า LT_{50} 6.4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.49 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0a	14.0±15.2b	30.0±23.0b	44.0±11.4b	90.0±12.2a	90.0±12.2b	90.0±12.2b	27.0 (19.1-38.9)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0a	20.0±7.1b	58.0±20.5b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	5.3 (4.9-5.7)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	8.0±8.4a	34.0±11.4b	45.0±15.8b	92.0+8.4ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.9 (4.8-12.8)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0a	22.0±14.8b	50.0±18.7b	96.0+5.5ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	8.2 (5.9-15.5)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0a	26.0±20.7b	34.0±32.9b	56.0±16.7b	92.0±13.0a	94.0±8.9ab	94.0±8.9ab	23.9 (15.2-39.9)
ส้ม *(C. sinensis)*	0a	16.0±15.2b	42.0±24.9b	90.0±12.2ab	92.0±8.4a	98.0±4.5ab	98.0±4.5ab	21.6 (-)
โหระพา *(O. basilicum)*	0a	18.0±11.0b	48.0±24.9b	94.0±8.9ab	98.0±4.5a	98.0±4.5ab	98.0±4.5ab	18.2 (-)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	6.0±13.4a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	94.0±8.9ab	94.0±8.9a	94.0±8.9ab	94.0±8.9ab	6.6
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0a	0c	0c	0c	0b	0.1±0.2c	0.1±0.2c	-
CV (%)	319.4	44.7	36.9	11.0	8.2	6.8	6.8	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.50 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0a	30.0±20.0cd	44.0±8.9cd	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	9.4 (-)
กานพลู *(S. aromaticum)*	2.0±4.5a	44.0±18.2bc	74.0±15.2ab	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	4.1 (3.8-4.4)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0a	10.0±10.0d	42.0±19.2cd	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.1 (5.6-6.8)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0a	22.0±16.4cd	48.0±21.2bcd	96.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	7.8 (6.7-12.0)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0a	8.0±8.4d	26.0±27.9d	96.0±5.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	11.1 (9.3-13.4)
ส้ม *(C. sinensis)*	2.0±4.5a	20.0±18.7cd	34.0±13.4d	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	16.9 (-)
โหระพา *(O. basilicum)*	0a	32.0±32.7cd	38.0±28.6cd	90.0±17.3a	92.0±17.9a	94.0±13.4a	94.0±13.4a	20.9 (10.3-44.6)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	6.0±13.4a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	6.6
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0a	0d	0e	0b	0b	0.1±0.2b	0.1±0.2b	-
CV (%)	419.5	50.4	30.8	8.4	7.6	6.2	6.2	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

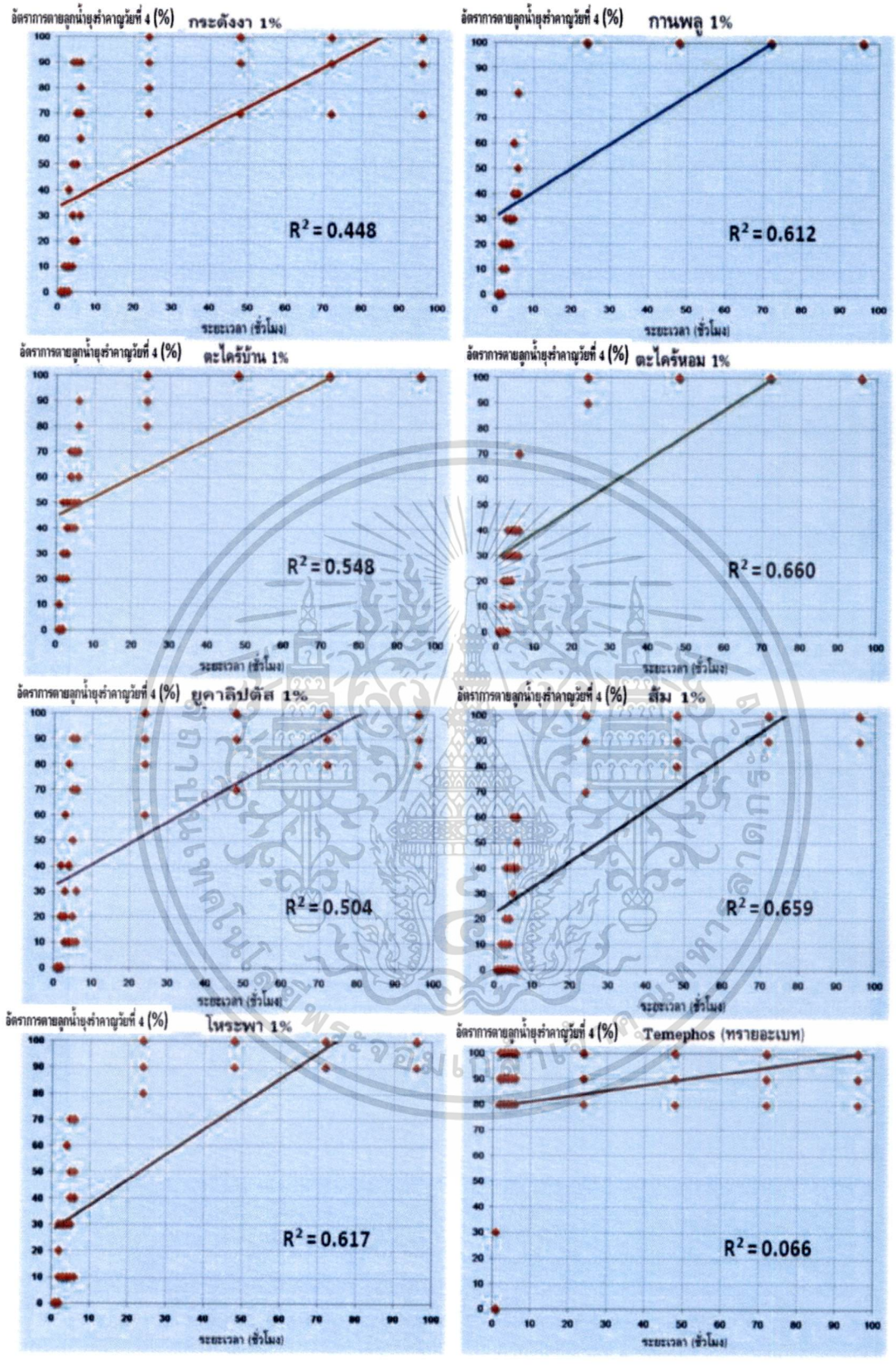
[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.51 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0a	42.0±36.3b	72.0±17.9c	96.0±5.5a	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	8.6 (-)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0a	84.0±11.4a	98.0±15.2a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.3 (1.2-4.3)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0a	96.0±5.5a	98.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	2.2 (-)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0a	36.0±11.4bc	49.0±4.5c	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	6.4 (3.8-24.1)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	2.0±4.5a	38.0±14.8bc	78.0±14.8b	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	8.0 (-)
ส้ม *(C. sinensis)*	0a	30.0±15.8c	62.0±13.0c	94.0±8.9a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	6.9 (4.3-8.2)
โหระพา *(O. basilicum)*	0a	30.0±18.7c	45.0±24.5c	88.0±21.7a	88.0±21.7a	88.0±21.7a	88.0±21.7a	20.6 (7.0-24.1)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	6.0±13.4a	94.0±8.9a	94.0±8.9ab	94.0±8.9a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	94.0±8.9a	6.6
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0a	0d	0d	0b	0b	0.1±0.2b	0.1±0.2b	-
CV (%)	500.0	26.7	15.8	9.7	9.0	8.7	8.7	

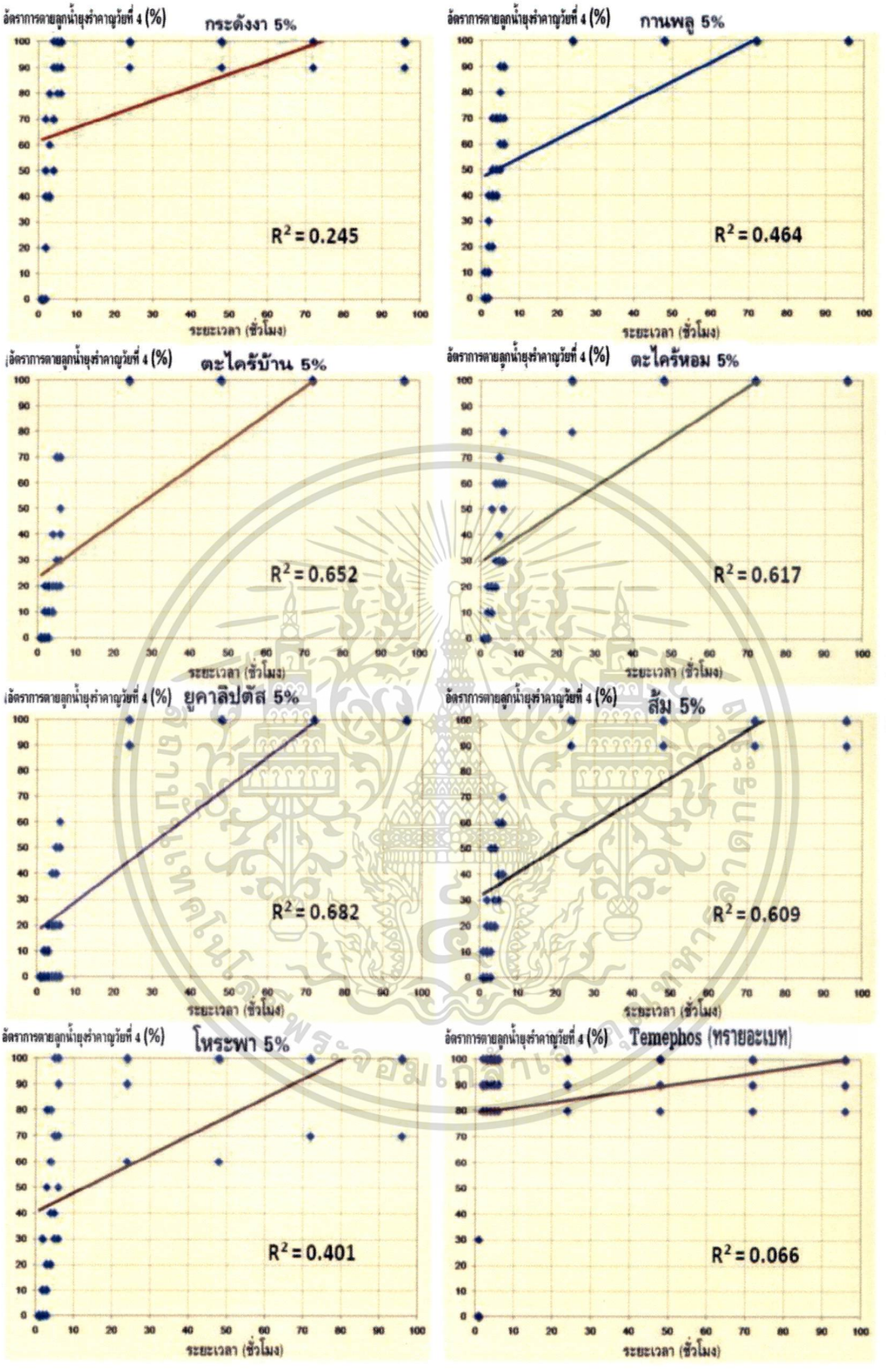
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง



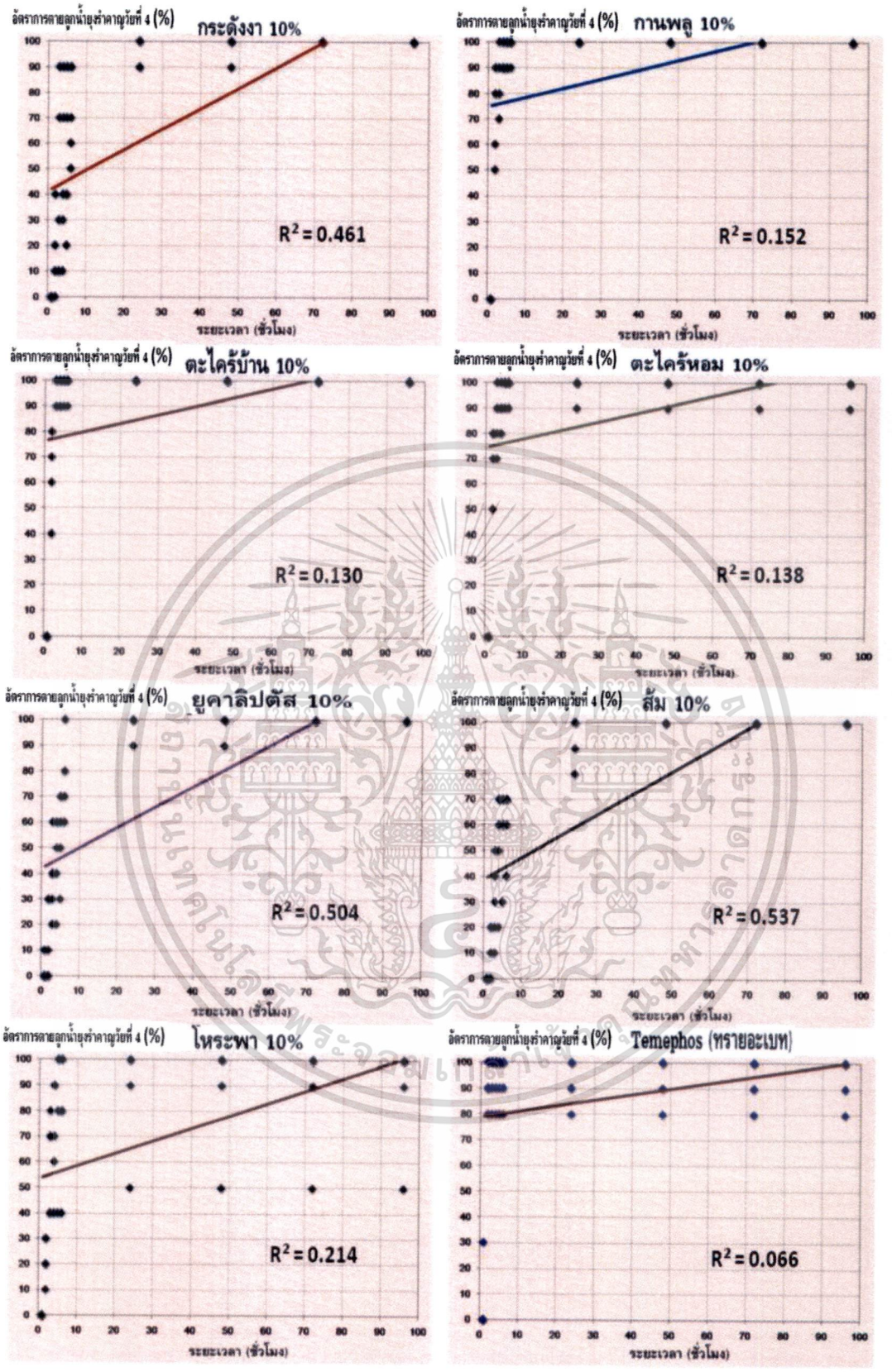
ภาพที่ 4.37 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.38 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.39 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.52, 4.53 และ 4.54 และภาพที่ 4.40, 4.41 และ 4.42 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุง รำคาญปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 1% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยจากโหระพาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 90.0±10.0% และมีค่า LT_{50} 39.3 ชั่วโมง รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหย กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม กระดังงา ส้ม และยูคาลิปตัส โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 88.0±8.4, 84.0±13.4, 78.0±4.5, 74.0±13.4, 70.0±22.4 และ 50.0±15.8% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 28.4, 29.5, 33.6, 42.5, 46.6 และ 73.5 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่าไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด โดยมีอัตราการตายตัวโม่ง 8.0±8.4% และมีค่า LT_{50} 163.5 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 5% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู และตะไคร้บ้านให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 19.1 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กระดังงา ส้ม ยูคาลิปตัส และโหระพา โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 96.0±5.5, 88.0±8.4, 86.0±15.2, 84.0±15.2 และ 82.0±16.4% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 30.1, 35.6, 42.2, 42.2 และ 44.3 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่าไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด โดยมีอัตราการตายตัวโม่ง 8.0±8.4% และมีค่า LT_{50} 163.5 ชั่วโมง

ผลการทดลองความเข้มข้น 10% หลังการทดลอง 96 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และโหระพาให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายได้สูงสุดคือ 100.0±0% และมีค่า LT_{50} 12.6, 12.9, 13.5 และ 18.4 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ยูคาลิปตัส และส้ม โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 98.0±4.5, 88.0±11.0 และ 88.0±8.4% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} ดังนี้ 25.6, 39.4 และ 39.4 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดลองเปรียบเทียบ โดยใช้ Temephos (ทรายอะเบท®) พบว่าไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด โดยมีอัตราการตายตัวโม่ง 8.0±8.4% และมีค่า LT_{50} 163.5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.52 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 1% ต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงรำคาญ (%) ± SD [1]							LT_{50} [2] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	6.0±5.5bc	32.0±19.2ab	34.0±20.7ab	42.0±21.7ab	74.0±13.4ab	74.0±13.4ab	74.0±13.4ab	42.5 (34.5-53.4)
กานพลู *(S. aromaticum)*	6.0±5.5bc	36.0+23.0a	44.0±21.7a	48.0±8.9a	88.0±8.4ab	88.0±8.4ab	88.0±8.4ab	28.4 (21.9-38.1)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	20.0±10.0a	34.0±20.7a	44.0±25.1a	47.0±14.1a	84.0±13.4ab	84.0±13.4ab	84.0±13.4ab	29.5 (22.9-38.0)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	12.0±4.5b	40.0±12.2a	42.0±11.0a	46.0±15.2a	78.0±4.5ab	78.0±4.5ab	78.0±4.5ab	33.6 (22.4-43.0)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0c	10.0±12.2bc	16.0±18.2bc	36.0±11.4b	40.0±15.8c	50.0±15.8c	50.0±15.8c	73.5 (62.2-90.1)
ส้ม *(C. sinensis)*	8.0±8.4b	26.0±24.1ab	34.0±28.8ab	40.0±27.4ab	60.0±22.4b	70.0±22.4b	70.0±22.4b	46.6 (36.7-61.4)
โหระพา *(O. basilicum)*	0c	0c	0c	42.0±8.4ab	90.0±10.0a	90.0±10.0a	90.0±10.0a	39.3 (30.9-51.0)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0c	0c	0c	4.0±5.5c	8.0±8.4d	8.0±8.4d	8.0±8.4d	163.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0c	0c	0c	0c	0e	0.1±0.2e	0.1±0.2e	-
CV (%)	86.0	74.7	65.8	28.1	67.8	19.3	19.3	

[1] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงรำคาญตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.53 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 5% ต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงรำคาญ (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0a	0b	0b	42.0±8.4c	88.0±8.4ab	88.0±8.4ab	88.0±8.4ab	35.6 (28.7-44.8)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0a	0b	2.0±4.5b	90.0±7.1a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	19.1 (17.2-21.2)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0a	0b	2.0±4.5b	78.0±13.0b	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	19.1 (15.5-22.1)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0a	0b	0b	90.0±14.1a	96.0±5.5ab	96.0±5.5ab	96.0±5.5ab	30.1 (-)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0a	2.0±4.5b	4.0±5.5b	44.0±11.4c	54.0±15.2c	84.0±15.2b	84.0±15.2b	42.2 (35.6-50.6)
ส้ม *(C. sinensis)*	0a	0b	0b	38.0±11.1c	86.0±15.2ab	86.0±15.2ab	86.0±15.2ab	42.2 (34.3-52.5)
โหระพา *(O. basilicum)*	2.0±4.5a	30.0±15.8a	35.0±5.5a	40.0±11.4c	52.0±16.4c	82.0±16.4b	82.0±16.4b	44.3 (36.8-50.0)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0a	0b	0b	4.0±5.5d	8.0±8.4d	8.0±8.4c	8.0±8.4c	163.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0a	0b	0b	0e	0d	0.1±0.2d	0.1±0.2d	-
CV (%)	632.5	145.2	54.4	15.9	13.2	13.2	13.2	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

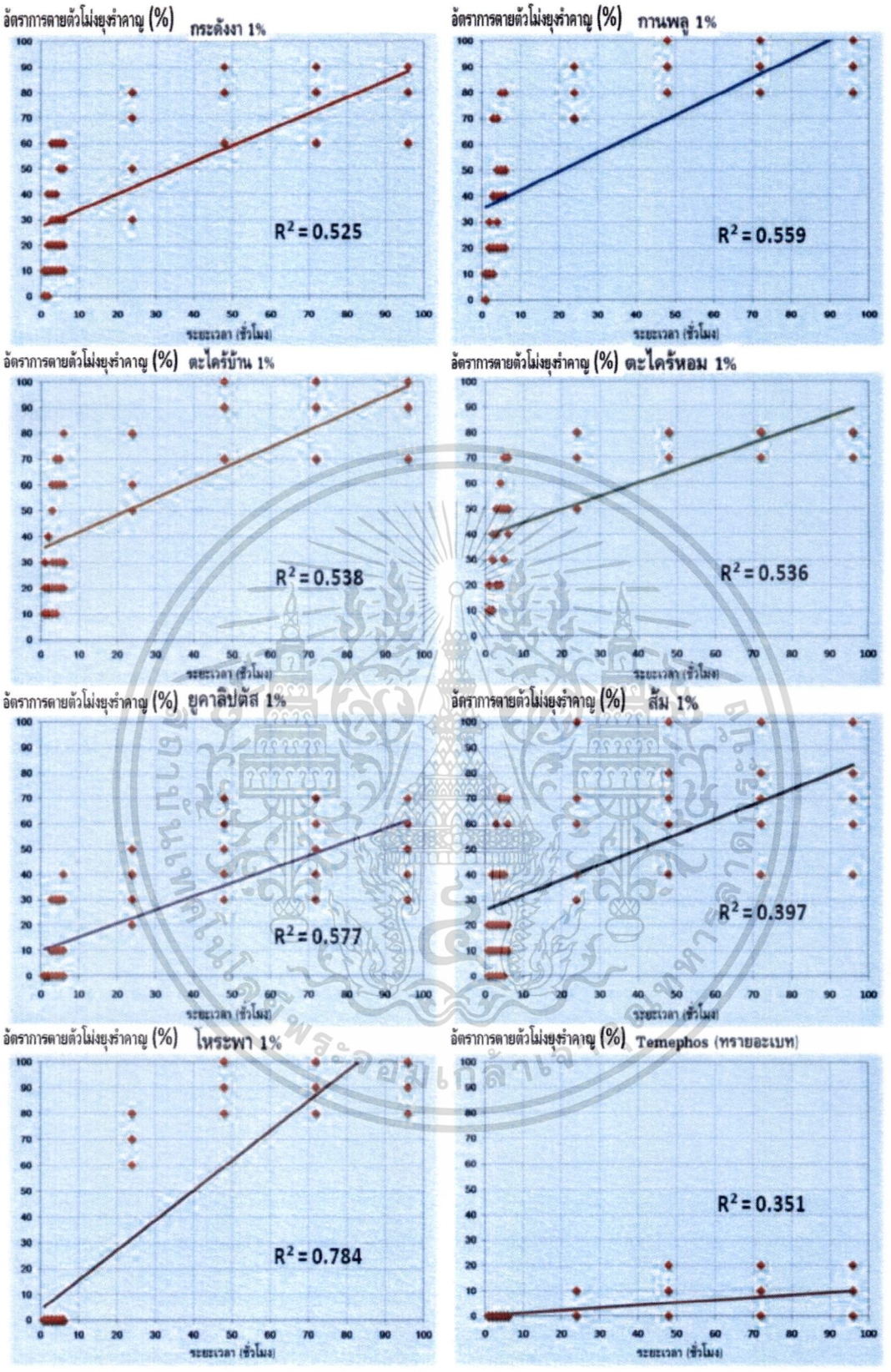
[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงรำคาญตายลงครึ่งหนึ่ง

ตารางที่ 4.54 ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	อัตราการตายเฉลี่ยตัวโม่งยุงรำคาญ (%) ± SD [1/]							LT_{50} [2/] (ชั่วโมง)
	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	(ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)
กระดังงา *(C. odorata)*	0	0a	0a	54.0±5.5b	98.0±4.5a	98.0±4.5a	98.0±4.5a	25.6 (-)
กานพลู *(S. aromaticum)*	0	2.0±4.5a	2.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	12.6 (10.0-18.4)
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	0	0a	2.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	12.9 (9.8-22.9)
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	0	0a	2.0±4.5a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	13.5 (10.2-24.0)
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	0	0a	0a	40.0±11.0c	88.0±11.0b	88.0±11.0b	88.0±11.0b	39.4 (31.2-50.7)
ส้ม *(C. sinensis)*	0	0a	0a	38.0±8.4c	88.0±8.4b	88.0±8.4b	88.0±8.4b	39.4 (31.7-49.9)
โหระพา *(O. basilicum)*	0	0a	6.0±8.9a	82.0±40.2a	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	18.4 (16.6-20.5)
การทดลองเปรียบเทียบ (Temephos; ทรายอะเบท®)	0	0a	0a	4.0±5.5d	8.0±8.4c	8.0±8.4c	8.0±8.4c	163.5
การทดลองเปรียบเทียบ (น้ำมันถั่วเหลือง)	0	0a	0a	0e	0d	0.1±0.2d	0.1±0.2d	-
CV (%)	-	632.5	278.9	18.6	6.9	6.9	6.9	

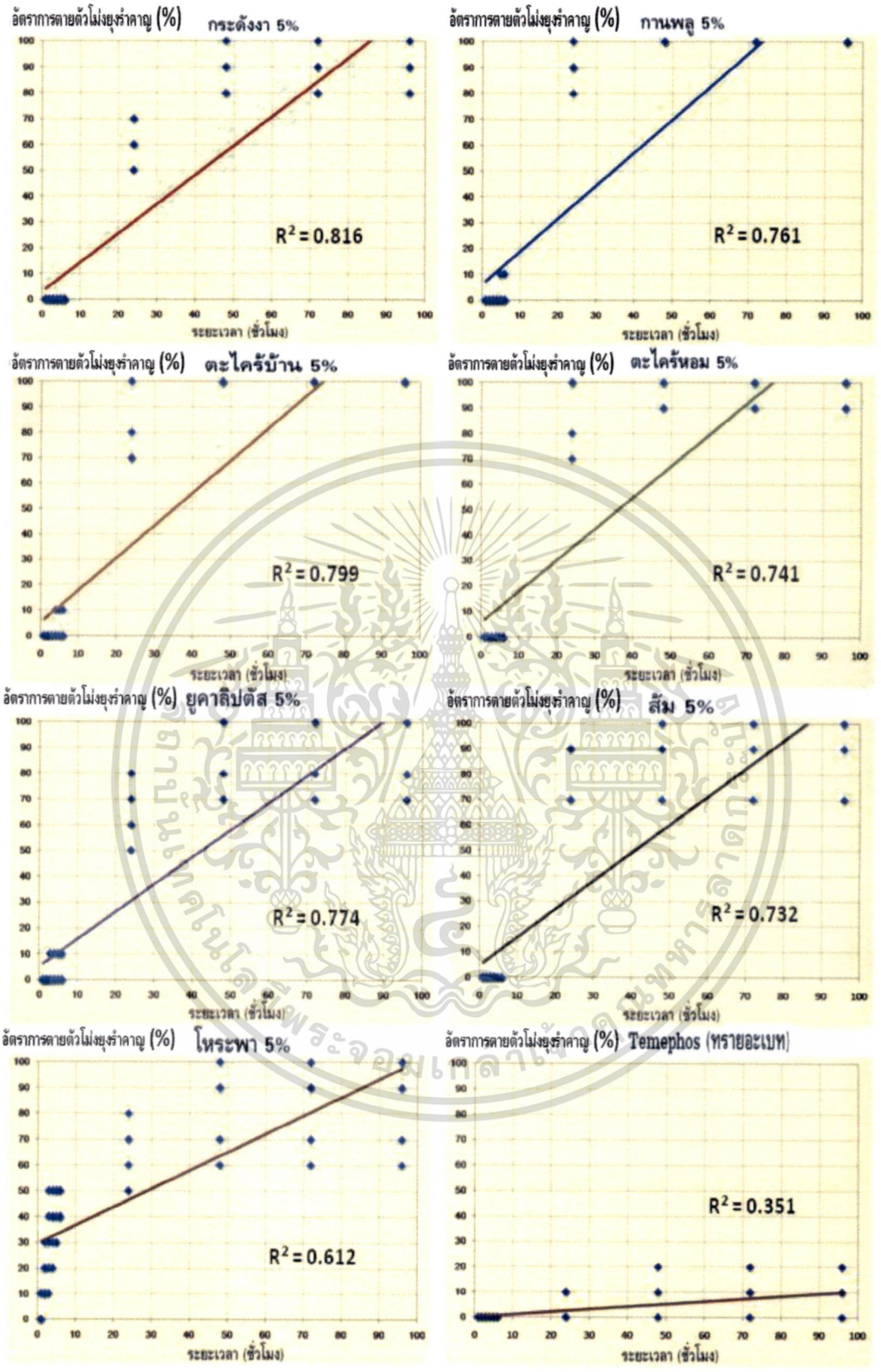
[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงรำคาญตายลงครึ่งหนึ่ง



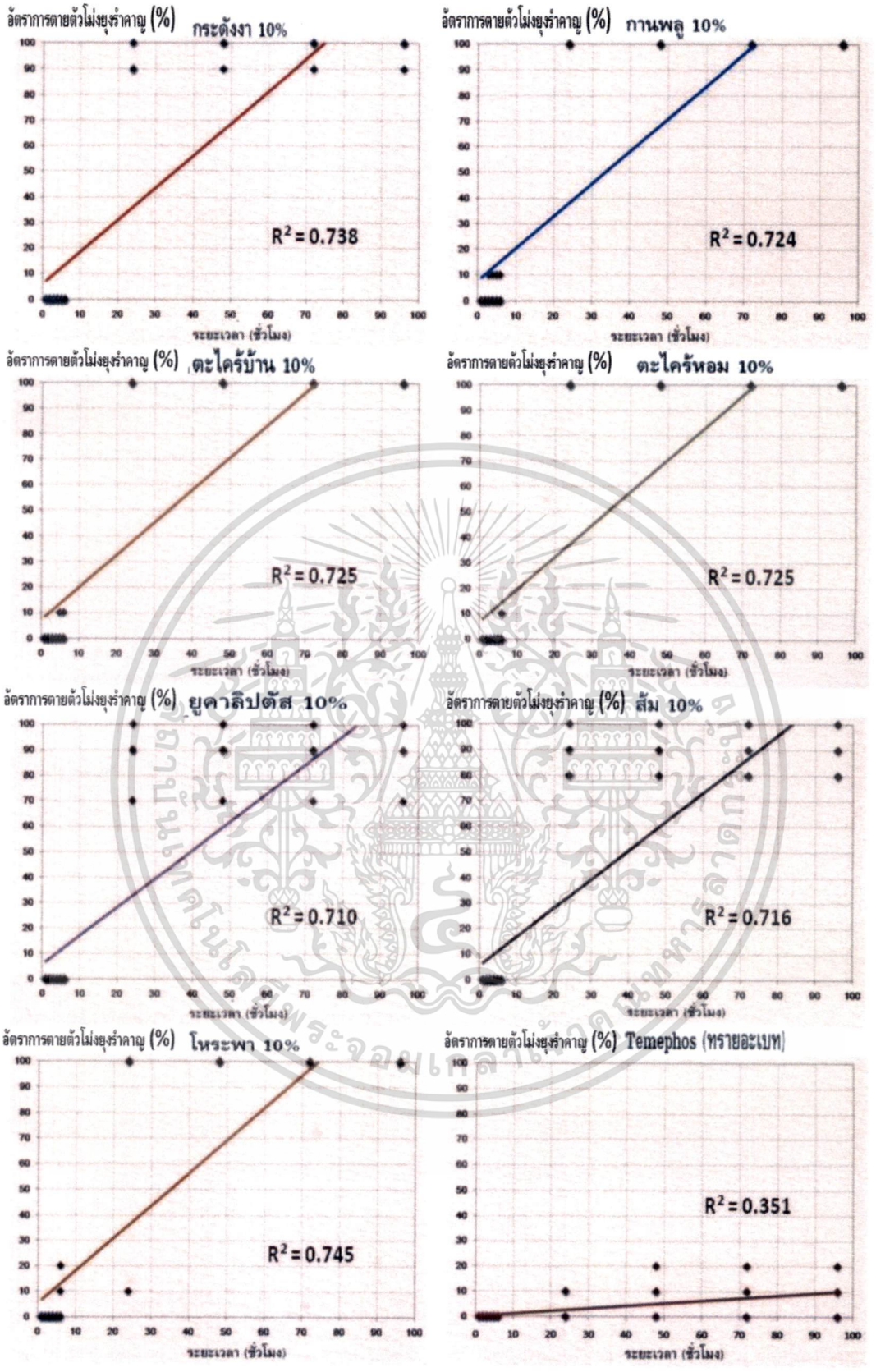
ภาพที่ 4.40 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.41 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 5% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.42 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 10% ที่มีผลต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อลูกน้ำวัยที่ 3 และวัยที่ 4 ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

4.4.2.1 ผลการศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 และวัยที่ 4

ผลการทดลองในตารางที่ 4.55 คือ ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายในลักษณะ Deformed larvae (DL) คือลูกน้ำตายโดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นลูกน้ำวัยต่อไปได้มากที่สุด คือ 73.0% รองลงมาคือการตายแบบปกติ (Normal larvae; NL) และการตายแบบผิดปกติของตัวโม่งในระยะเริ่มต้น (Larval-pupal intermediate; LP) ดังนี้คือ 14.0 และ 13.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 32.5% รองลงมาคือ แบบ Deformed pupa (DP) โดยเป็นการตายผิดปกติของตัวโม่งที่มีหัวขยายใหญ่คล้ายหัวของช้าง แบบ LP, แบบ Dead normal brown pupa (BP) คือตัวโม่งตายในสภาพปกติ, แบบ White pupa (WP) คือตัวโม่งตายผิดปกติมีผนังลำตัวเป็นสีขาวเผือก และแบบ NL ดังนี้คือ 26.7, 23.3, 8.0, 7.0 และ 2.5% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 56.5% รองลงมาคือแบบ DL, แบบ LP และแบบ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 29.0, 12.5, และ 2.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP สูงสุด คือ 40.2% รองลงมาคือแบบ DL, NL, BP, LP และ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 19.9, 16.4, 11.9, 7.0 และ 4.4% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 46.0% รองลงมาคือ แบบ NL, DP, BP และ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 34.0, 14.0, 4.0 และ 2.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP มากที่สุดคือ 31.5% รองลงมาคือแบบ NL, LP, DL, WP และ BP โดยมีผลการตายดังนี้ 24.0, 23.0, 15.7, 2.9 และ 2.9% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 55.3% รองลงมาคือ แบบ DL, LP, DP และ WP ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 18.3, 16.7, 7.2 และ 2.5% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 88.0% รองลงมาคือ แบบ DL และ DP มีผลการตายดังนี้ 8.0 และ 4.0% ตามลำดับ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP มากที่สุดคือ 34.7% รองลงมาคือ แบบ LP, DL, NL, WP และ BP มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 24.8, 18.8, 16.7, 2.5 และ 2.5% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านตายแบบ DP มากที่สุดคือ 40.0% รองลงมาคือแบบ DL, BP, NL และ WP ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 24.7, 15.6, 7.8 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 94.0% รองลงมาคือแบบ LP และ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ NL สูงสุดคือ 32.0% รองลงมาคือแบบ DP, LP, DL, WP และ BP โดยมีผลการตายดังนี้ 28.0, 18.0, 14.0, 4.0 และ 4.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP มากที่สุดคือ 73.6% รองลงมาคือ แบบ BP และ DL โดยมีผลการตายดังนี้ 16.4 และ 10.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP สูงสุดคือ 29.0% รองลงมาคือแบบ DL, NL, BP, LP และ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 24.1, 20.7, 12.0, 8.3 และ 5.8% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากส้มที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP มากที่สุดคือ 25.3% รองลงมาคือแบบ DL, LP, NL, BP และ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 19.7, 19.7, 17.0, 11.7 และ 6.7% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP มากที่สุดคือ 56.3% รองลงมาคือ แบบ LP, DL, WP และ BP ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 18.9, 12.9, 6.9 และ 5.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 30.9% รองลงมาคือ แบบ DP, NL, LP และ WP มีผลการตายดังนี้ 24.2, 22.3, 19.7 และ 2.9% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 33.4% รองลงมาคือแบบ DP, NL, BP และ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 32.1, 20.6, 8.9 และ 5.0% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ DP มากที่สุดคือ 49.9% รองลงมาคือ แบบ BP, DL, LP, WP และ NL ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 15.6, 14.9, 11.4, 6.2 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 61.6% รองลงมาคือ แบบ DP, LP, DL และ WP มีผลการตายดังนี้ 14.4, 10.7, 8.9 และ 4.4% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.55 ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 (%)							
		NL[1/]	DL	LP	WP	DP	BP	PA	NA
กระดังงา *(C. odorata)*	1%	14.0	73.0	13.0	-	-	-	-	-
	5%	2.5	32.5	23.3	7.0	26.7	8.0	-	-
	10%	56.5	29.0	12.5	2.0	-	-	-	-
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	16.4	19.9	7.0	4.4	40.2	11.9	-	-
	5%	34.0	46.0	-	2.0	14.0	4.0	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	24.0	15.7	23.0	2.9	31.5	2.9	-	-
	5%	55.3	18.3	16.7	2.5	7.2	-	-	-
	10%	88.0	8.0	-	-	4.0	-	-	-
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	16.7	18.8	24.8	2.5	34.7	2.5	-	-
	5%	7.8	34.7	-	2.0	40.0	15.6	-	-
	10%	94.0	2.0	4.0	-	-	-	-	-
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	1%	32.0	14.0	18.0	4.0	28.0	4.0	-	-
	5%	-	10.0	-	-	73.6	16.4	-	-
	10%	20.7	24.1	8.3	5.8	29.0	12.0	-	-
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	17.0	19.7	19.7	6.7	25.3	11.7	-	-
	5%	-	12.9	18.9	6.9	56.3	5.0	-	-
	10%	22.3	30.9	19.7	2.9	24.2	-	-	-
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	20.6	33.4	-	5.0	32.1	8.9	-	-
	5%	2.0	14.9	11.4	6.2	49.9	15.6	-	-
	10%	61.6	8.9	10.7	4.4	14.4	-	-	-
ค่าเฉลี่ย		32.6	22.2	11.0	3.2	25.3	5.6	-	-

[1/] NL=Normal larvae, DL=Deformed larvae, LP=Larval-pupal intermediate, WP=White pupa, DP=Deformed pupa, BP=Dead normal brown pupa, PA=Adult attached to the pupal stage, NA= Normal adult

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.56 คือ ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายในลักษณะ Adult attached to the pupal stage (PA) โดยมีลักษณะการตายแบบผิดปกติของตัวเต็มวัยที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์มากที่สุดคือ 36.0% รองลงมาคือการตายแบบผิดปกติของตัวโม่งในระยะเริ่มต้น (LP), ตัวเต็มวัยสามารถออกจากตัวโม่งได้อย่างสมบูรณ์ (NA), แบบลูกน้ำตายโดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นลูกน้ำวัยต่อไปได้ (DL), แบบการตายผิดปกติของตัวโม่งที่มีหัวขยายใหญ่คล้ายหัวของช้าง (DP) และการตายแบบปกติ (NL) ดังนี้คือ 24.0, 18.0, 10.0, 10.0 และ 2.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านตายแบบ NL และ BP มากที่สุดคือ 24.0% รองลงมาคือแบบ DP, PA, WP และ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 22.0, 22.0, 6.0 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 46.0% รองลงมาคือแบบ BP, DP, PA และ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 22.0, 16.0, 10.0 และ 6.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ DL สูงสุด คือ 42.0% รองลงมาคือแบบ DP, NL, PA, BP, LP และ NA โดยมีผลดังนี้ 22.0, 14.0, 12.0, 6.0, 2.0 และ 2.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 50.0% รองลงมาคือ แบบ DP, PA, BP และ DL โดยมีผลการตายดังนี้ 20.0, 16.0, 10.0 และ 4.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 80.0% รองลงมาคือแบบ DL, DP, BP และ PA ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 6.0, 6.0, 4.0 และ 4.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 28.0% รองลงมาคือแบบ NL, PA, BP, NA และ DP โดยมีผลดังนี้ 24.0, 18.0, 14.0, 12.0 และ 4.0% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 54.0% รองลงมาคือ แบบ BP, PA, DP, WP และ DL ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 18.0, 14.0, 10.0, 2.0 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 80.0% รองลงมาคือแบบ DL, LP, DP และ WP มีผลการตายดังนี้ 8.0, 6.0, 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 30.4% รองลงมาคือ แบบ PA, LP, DP, DL, NA และ BP มีผลดังนี้ 17.2, 12.4, 11.0, 10.7, 10.0 และ 8.2% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านตายแบบ PA มากที่สุดคือ 38.0% รองลงมาคือแบบ NL, DL, DP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ BP ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 36.0, 12.0, 8.0 และ 6.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 42.0% รองลงมาคือแบบ DL, DP, LP, BP, PA และ WP ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 20.0, 16.0, 12.0, 4.0, 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ PA สูงสุดคือ 45.5% รองลงมาคือแบบ BP, DL, NA, NL, DP และ LP โดยมีผลการตายดังนี้ 16.0, 12.5, 12.0, 8.0, 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL และ PA มากที่สุดเท่ากันคือ 28.0% รองลงมาคือ แบบ DP, BP, DL, NA และ LP โดยมีผลดังนี้ 16.0, 12.0, 8.0, 6.0 และ 2.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ PA สูงสุดคือ 32.0% รองลงมาคือแบบ NL, DL, LP, BP, NA, WP และ DP โดยมีผลดังนี้ 30.0, 12.0, 10.0, 8.0, 4.0, 2.0 และ 2.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากส้มที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 สามารถออกจากตัวโม่งและเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยได้อย่างสมบูรณ์ (NA) มากที่สุดคือ 24.0% รองลงมาคือแบบ DL, BP, NL, DP และ PA โดยมีผลการตายดังนี้ 20.0, 18.0, 14.0, 14.0 และ 10.0% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 32.0% รองลงมาคือ แบบ DL, BP, NA, PA และ DP ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 26.0, 16.0, 12.0, 8.0 และ 6.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 26.0% รองลงมาคือ แบบ BP, DP, PA และ DL มีผลการตายดังนี้ 22.0, 20.0, 18.0 และ 14.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 32.0% รองลงมาคือแบบ DP, NL, PA, LP, BP และ NA โดยมีผลดังนี้ 26.0, 16.0, 12.0, 8.0, 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 44.0% รองลงมาคือ แบบ DP, BP, PA, DL, LP และ WP ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 28.0, 12.0, 6.0, 4.0, 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 80.0% รองลงมาคือ แบบ LP, DL, WP และ BP มีผลการตายดังนี้ 8.0, 4.0, 4.0 และ 4.0% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.56 ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 (%)							
		NL[1/]	DL	LP	WP	DP	BP	PA	NA
กระดังงา *(C. odorata)*	1%	2.0	10.0	24.0	-	10.0	-	36.0	18.0
	5%	24.0	2.0	-	6.0	22.0	24.0	22.0	-
	10%	46.0	6.0	-	-	16.0	22.0	10.0	-
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	14.0	42.0	2.0	-	22.0	6.0	12.0	2.0
	5%	50.0	4.0	-	-	20.0	10.0	16.0	-
	10%	80.0	6.0	-	-	6.0	4.0	4.0	-
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	24.0	28.0	-	-	4.0	14.0	18.0	12.0
	5%	54.0	2.0	-	2.0	10.0	18.0	14.0	-
	10%	80.0	8.0	6.0	2.0	4.0	-	-	-
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	30.4	10.7	12.4	-	11.0	8.2	17.2	10.0
	5%	36.0	12.0	-	-	8.0	6.0	38.0	-
	10%	42.0	20.0	12.0	2.0	16.0	4.0	4.0	-
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	1%	8.0	12.5	2.0	-	4.0	16.0	45.5	12.0
	5%	28.0	8.0	2.0	-	16.0	12.0	28.0	6.0
	10%	30.0	12.0	10.0	2.0	2.0	8.0	32.0	4.0
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	14.0	20.0	-	-	14.0	18.0	10.0	24.0
	5%	32.0	26.0	-	-	6.0	16.0	8.0	12.0
	10%	26.0	14.0	-	-	20.0	22.0	18.0	-
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	16.0	32.0	8.0	-	26.0	4.0	12.0	2.0
	5%	44.0	4.0	4.0	2.0	28.0	12.0	6.0	-
	10%	80.0	4.0	8.0	4.0	-	4.0	-	-
ค่าเฉลี่ย		36.2	13.5	4.3	1.0	12.6	10.9	16.7	4.9

[1/] NL=Normal larvae, DL=Deformed larvae, LP=Larval-pupal intermediate, WP=White pupa, DP=Deformed pupa, BP=Dead normal brown pupa, PA=Adult attached to the pupal stage, NA= Normal adult

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2.2 ผลการศึกษาลักษณะการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 และวัยที่ 4

ผลการทดลองในตารางที่ 4.57 คือ ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายในลักษณะแบบปกติ (NL) มากที่สุดคือ 98.0% รองลงมาคือ แบบ DL คือลูกน้ำตายโดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นลูกน้ำวัยต่อไปได้ ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 2.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5 และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากส้มที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.57 ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 11%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	อัตราการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 (%)							
		NL[1/]	DL	LP	WP	DP	BP	PA	NA
กระดังงา *(C. odorata)*	1%	98.0	2.0	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	1%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย		99.9	0.1	-	-	-	-	-	-

[1/] NL=Normal larvae, DL=Deformed larvae, LP=Larval-pupal intermediate, WP=White pupa, DP=Deformed pupa, BP=Dead normal brown pupa, PA=Adult attached to the pupal stage, NA= Normal adult

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.58 คือ ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายในลักษณะแบบปกติ (NL) มากที่สุดคือ 83.3% รองลงมาคือ แบบ PA โดยมีลักษณะการตายแบบผิดปกติของตัวเต็มวัยที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์, แบบ DL คือลูกน้ำตายโดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นลูกน้ำวัยต่อไปได้ และแบบ DP โดยเป็นการตายผิดปกติของตัวโม่งที่มีหัวขยายใหญ่คล้ายหัวของช้าง ดังนี้คือ 8.4, 6.2 และ 2.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องตายแบบ NL มากที่สุดคือ 86.0% รองลงมาคือแบบ DL, LP, PA และ BP ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 4.0, 4.0, 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 90.0% รองลงมาคือแบบ PA ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 2.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL สูงสุด คือ 84.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลการตายคือ 16.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5 และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลการตายของลูกน้ำยุงคือ 4.0% ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 88.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลการตายคือ 12.0% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 98.0% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลการตายคือ 2.0%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 92.0% รองลงมาคือแบบ DL และ PA ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 6.0 และ 2.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5 และ 10% พบว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL สูงสุดคือ 82.9% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลการตายคือ 17.1% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 92.0% รองลงมาคือแบบ WP, DL และ BP โดยมีผลการตายลูกน้ำยุงดังนี้ 4.0, 2.0 และ 2.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่ายุงก้นปล่องตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากส้มที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลการตาย 4.0% ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 98.0% รองลงมาคือ แบบ DL ซึ่งมีผลการตาย 2.0% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 94.0% รองลงมาคือแบบ DL มีผลการตายคือ 6.0%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 4.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 94.0% รองลงมาคือ แบบ DL และ PA ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 4.0 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.58 ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	อัตราการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 (%)							
		NL[1/]	DL	LP	WP	DP	BP	PA	NA
กระดังงา *(C. odorata)*	1%	83.3	6.2	-	-	2.0	-	8.4	-
	5%	86.0	4.0	4.0	-	-	2.0	4.0	-
	10%	90.0	-	-	-	-	-	2.0	-
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	84.0	16.0	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	96.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	5%	88.0	12.0	-	-	-	-	-	-
	10%	98.0	2.0	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	92.0	6.0	-	-	-	-	2.0	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	1%	82.9	17.1	-	-	-	-	-	-
	5%	92.0	2.0	-	4.0	-	2.0	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	96.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	5%	98.0	2.0	-	-	-	-	-	-
	10%	94.0	6.0	-	-	-	-	-	-
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	96.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	5%	94.0	4.0	-	-	-	-	2.0	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย		93.8	4.6	0.2	0.2	0.1	0.2	0.9	-

[1/] NL=Normal larvae, DL=Deformed larvae, LP=Larval-pupal intermediate, WP=White pupa, DP=Deformed pupa, BP=Dead normal brown pupa, PA=Adult attached to the pupal stage, NA= Normal adult

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2.3 ผลการศึกษาลักษณะการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 และวัยที่ 4

ผลการทดลองในตารางที่ 4.59 คือ ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายในลักษณะแบบปกติ (NL) มากที่สุด คือ 80.5% รองลงมาคือการตายแบบ DL คือลูกน้ำตายโดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นลูกน้ำวัยต่อไปได้ และการตายแบบผิดปกติของตัวโม่งในระยะเริ่มต้น (LP) ดังนี้คือ 17.5 และ 2.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 76.0% รองลงมาคือแบบ DL, แบบ LP, แบบ WP, แบบ DP ดังนี้คือ 16.0, 4.0, 2.0 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 90.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 10.0%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL สูงสุด คือ 80.0% รองลงมาคือแบบ DL และ LP โดยมีผลการตายดังนี้ 18.0 และ 2.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5 และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 88.0% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลการตาย 12.0% ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลการตายของลูกน้ำยุง 4.0% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 70.0% รองลงมาคือแบบ DL และ LP มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 26.0 และ 4.0% ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญตายแบบ NL มากที่สุดคือ 86.0% รองลงมาคือแบบ DL และ WP ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 12.0 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL สูงสุดคือ 78.8% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลการตายลูกน้ำยุง 21.2% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 63.5% รองลงมาคือแบบ DL, LP และ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 28.5, 6.0 และ 2.0% สำหรับผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL สูงสุดคือ 49.6% รองลงมาคือแบบ DL, LP และ DP โดยมีผลการตายดังนี้ 42.5, 4.0 และ 3.8% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากส้มที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 63.9% รองลงมาคือแบบ NL และ LP โดยมีผลการตายดังนี้ 31.7 และ 4.4% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ DL มากที่สุดคือ 53.3% รองลงมาคือ แบบ NL, LP และ WP ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 32.2, 12.4 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 72.7% รองลงมาคือแบบ DL มีผลการตายลูกน้ำยุง 27.3%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 76.0% รองลงมาคือแบบ DL และ WP โดยมีผลการตายดังนี้ 22.0 และ 2.0% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 86.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลการตายลูกน้ำยุง 14.0% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.59 ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 (%)							
		NL[1/]	DL	LP	WP	DP	BP	PA	NA
กระดังงา *(C. odorata)*	1%	80.5	17.5	2.0	-	-	-	-	-
	5%	76.0	16.0	4.0	2.0	2.0	-	-	-
	10%	90.0	10.0	-	-	-	-	-	-
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	80.0	18.0	2.0	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	88.0	12.0	-	-	-	-	-	-
	5%	96.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	70.0	26.0	4.0	-	-	-	-	-
	5%	86.0	12.0	-	2.0	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	1%	78.8	21.2	-	-	-	-	-	-
	5%	63.5	28.5	6.0	2.0	-	-	-	-
	10%	49.6	42.5	4.0	-	3.8	-	-	-
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	31.7	63.9	4.4	-	-	-	-	-
	5%	32.2	53.3	12.4	2.0	-	-	-	-
	10%	72.7	27.3	-	-	-	-	-	-
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	76.0	22.0	-	2.0	-	-	-	-
	5%	86.0	14.0	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย		78.9	18.5	1.9	0.5	0.3	-	-	-

[1/] NL=Normal larvae, DL=Deformed larvae, LP=Larval-pupal intermediate, WP=White pupa, DP=Deformed pupa, BP=Dead normal brown pupa, PA=Adult attached to the pupal stage, NA= Normal adult

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.60 คือ ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิดที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาความเข้มข้น 1% มีผลทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 93.6% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 6.4% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL และ BP ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตายเท่ากันคือ 2.0% ตามลำดับ

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 92.0% รองลงมาคือแบบ DL มีผลทำให้ลูกน้ำตาย 8.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5 และ 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 4.0% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL ซึ่งมีผลทำให้ลูกน้ำตาย 4.0% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL สูงสุดคือ 95.0% รองลงมาคือแบบ DL และ DP โดยมีผลการตายลูกน้ำยุงเท่ากันคือ 2.5% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 4.0% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL สูงสุดคือ 98.0% รองลงมาคือแบบ DP ซึ่งมีผลการตายลูกน้ำยุง 2.0%

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากส้มที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL สูงสุดคือ 92.0% รองลงมาคือแบบ DP และ DL โดยมีผลการตายลูกน้ำยุง 6.0 และ 2.0% ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100% สำหรับผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 96.0% รองลงมาคือแบบ DL โดยมีผลการตายลูกน้ำยุง 6.0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาที่ความเข้มข้น 1% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 95.8% รองลงมาคือแบบ DP โดยมีผลการตายลูกน้ำยุง 4.2% ซึ่งผลการทดลองที่ความเข้มข้น 5% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL มากที่สุดคือ 95.1% รองลงมาคือแบบ DP และ DL ซึ่งมีผลการตายดังนี้ 2.9 และ 2.0% ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ความเข้มข้น 10% ปรากฏว่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายแบบ NL ทั้งหมดคือ 100%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.60 ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ต่อการตายและความผิดปกติด้านสัณฐานและสรีรวิทยาของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น	อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 (%)							
		NL[1/]	DL	LP	WP	DP	BP	PA	NA
กระดังงา *(C. odorata)*	1%	93.6	6.4	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	96.0	2.0	-	-	-	2.0	-	-
กานพลู *(S. aromaticum)*	1%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้บ้าน *(C. citratus)*	1%	92.0	8.0	-	-	-	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ตะไคร้หอม *(C. nardus)*	1%	96.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	5%	96.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ยูคาลิปตัส *(E. citriodora)*	1%	95.0	2.5	-	-	2.5	-	-	-
	5%	96.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	10%	98.0	-	-	-	2.0	-	-	-
ส้ม *(C. sinensis)*	1%	92.0	2.0	-	-	6.0	-	-	-
	5%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
	10%	94.0	6.0	-	-	-	-	-	-
โหระพา *(O. basilicum)*	1%	95.8	4.2	-	-	-	-	-	-
	5%	95.1	2.0	-	-	2.9	-	-	-
	10%	100.0	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย		97.1	2.2	-	-	0.6	0.1	-	-

[1/] NL=Normal larvae, DL=Deformed larvae, LP=Larval-pupal intermediate, WP=White pupa, DP=Deformed pupa, BP=Dead normal brown pupa, PA=Adult attached to the pupal stage, NA= Normal adult

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตายของลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

4.4.3.1 ผลการศึกษาฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตายของลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน

ผลการทดลองในตารงที่ 4.61 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีฤทธิ์คงทนมากที่สุดในการทดลอง มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 6.1-6.3 ชั่วโมง รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายหลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้ 10 วัน คือ 82.0±24.9 และ 66.0±32.1% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} 18.3 และ 26.6 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยด Temephos (ทรายอะเบท®) ทิ้งไว้ 10 วัน และมีค่า LT_{50} คือ 1.7 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.61 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3

ระยะเวลา หลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	100.0±0a	6.3	92.0±13.0a	14.7	92.0±4.5a	18.3	100.0±0a	1.0
ที่ 1	100.0±0a	6.3	90.0±4.5a	14.9	70.0±15.8a	18.1	100.0±0a	1.0
ที่ 5	100.0±0a	6.3	88.0±4.5a	15.0	68.0±28.6a	23.7	100.0±0a	1.0
ที่ 10	100.0±0a	6.1	82.0±24.9a	18.3	66.0±32.1a	26.6	100.0±0a	1.7
CV (%)	-		15.6		31.1		-	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.62 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีฤทธิ์คงทนมากที่สุดในการทดลอง หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 84.0±11.4, 82.0±11.0, 80.0±7.1 และ 72.0±25.9% และมีค่า LT_{50} 12.0, 12.4, 15.5 และ 23.0 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านและตะไคร้หอม โดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายหลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้ 10 วัน คือ 52.0±14.8 และ 40.0±27.7% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} 39.0 และ 53.8 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 84.0±16.7% หลังการหยด Temephos (ทรายอะเบท®) ทิ้งไว้ 10 วัน และมีค่า LT_{50} คือ 3.2 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.62 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4

ระยะเวลาหลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	84.0±11.4a	12.0	86.0±11.4a	15.0	62.0±13.0a	25.8	100.0±0a	1.0
ที่ 1	82.0±11.0a	12.4	76.0±15.2ab	15.3	58.0±23.9a	40.3	100.0±0a	1.0
ที่ 5	80.0±7.1a	15.5	74.0±27.0ab	28.0	42.0±4.5a	54.1	100.0±0a	1.0
ที่ 10	72.0±25.9a	23.0	52.0±14.8b	39.0	40.0±27.7a	53.8	84.0±16.7b	3.2
CV (%)	19.2		25.1		38.3		8.7	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.63 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของตัวโม่งยุงลายบ้าน ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีฤทธิ์คงทนมากที่สุดในการทดลอง หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน มีผลทำให้ตัวโม่งตาย 58.0±8.4, 56.0±15.8, 20.0±20.0 และ 10.0±17.3% และมีค่า LT_{50} 21.3, 35.3, 36.1 และ 39.9 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายหลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้ 10 วัน คือ 14.0±11.4 และ 30.0±30.07% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} 39.0 และ 53.8 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) ไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด

ตารางที่ 4.63 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายตัวโม่งยุงลายบ้าน

ระยะเวลาหลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	58.0±8.4a	21.3	60.0±10.0a	22.8	58.0±19.2ab	22.4	0a	-
ที่ 1	56.0±15.8a	35.3	55.0±20.5a	24.1	55.0±25.1a	23.0	0a	-
ที่ 5	20.0±20.0b	36.1	24.0±26.1b	38.4	44.0±8.9a	32.0	6.0±4.5a	175.0
ที่ 10	10.0±17.3b	39.9	14.0±11.4b	42.2	30.0±30.0b	34.0	2.0±5.5a	247.7
CV (%)	43.2		43.9		39.4		158.1	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงลายบ้านตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3.2 ผลการศึกษาฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตายของลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงก้นปล่อง

ผลการทดลองในตารงที่ 4.64 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 0.9-1.5 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 0.9-1.8 ชั่วโมง และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 1.4-1.8 ชั่วโมง นอกจากนี้การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยด Temephos (ทรายอะเบท®) ทิ้งไว้ 10 วัน และมีค่า LT_{50} คือ 53.6 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.64 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3

ระยะเวลา หลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	100.0±0a	0.9	100.0±0a	0.9	100.0±0a	1.4	64.0±18.2a	28.4
ที่ 1	100.0±0a	1.1	100.0±0a	1.7	100.0±0a	1.7	56.0+23.0ab	47.6
ที่ 5	100.0±0a	1.4	100.0±0a	1.8	100.0±0a	1.8	40.0±18.7ab	52.7
ที่ 10	100.0±0a	1.5	100.0±0a	1.8	100.0±0a	1.8	28.0±21.7b	53.6
CV (%)	-		-		-		43.6	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.65 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วันต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีฤทธิ์คงทนมากที่สุดในการทดลอง มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 5.0-11.3 ชั่วโมง รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมโดยมีผลทำให้ลูกน้ำตายหลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้ 10 วัน คือ 88.0±11.0 และ 66.0±16.7% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} 16.3 และ 20.6 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 88.0±13.0% หลังการหยด Temephos (ทรายอะเบท®) ทิ้งไว้ 10 วัน และมีค่า LT_{50} คือ 19.7 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.65 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4

ระยะเวลาหลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	100.0±0a	5.0	98.0±4.5ab	5.7	100.0±0a	6.2	100.0±0a	6.0
ที่ 1	100.0±0a	5.0	95.0±0.5a	6.0	96.0±5.5a	7.1	100.0±0a	5.6
ที่ 5	100.0±0a	5.1	92.0±11.0ab	13.1	86.0±21.9a	9.1	92.0±13.0a	9.7
ที่ 10	100.0±0a	11.3	88.0±11.0b	16.3	66.0±16.7b	20.6	88.0±13.0a	19.7
CV (%)	-		8.5		16.2		9.7	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.66 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของตัวโม่งยุงก้นปล่อง ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} 0.1 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 0.5-0.9 ชั่วโมง และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีผลทำให้ตัวโม่งตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 0.1-0.3 ชั่วโมง ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) ไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด

ตารางที่ 4.66 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายตัวโม่งยุงก้นปล่อง

ระยะเวลา หลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	100.0±0a	0	100.0±0a	0.5	100.0±0a	0.1	60.0±14.1a	63.1
ที่ 1	100.0±0a	0.1	100.0±0a	0.5	100.0±0a	0.2	34.0±11.4b	63.9
ที่ 5	100.0±0a	0.1	100.0±0a	0.5	100.0±0a	0.3	12.0±4.5c	96.8
ที่ 10	100.0±0a	0.1	100.0±0a	0.9	100.0±0a	0.3	8.0±11.0c	124.5
CV (%)	-		-		-		38.0	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงก้นปล่องตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3.3 ผลการศึกษาฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการตายของลูกน้ำวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงรำคาญ

ผลการทดลองในตารงที่ 4.67 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีฤทธิ์คงทนมากที่สุดในการทดลอง มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 2.8-3.9 ชั่วโมง และ 2.9-3.9 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีผลทำให้ลูกน้ำตายหลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้ 10 วัน คือ 98.0±4.5% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} 7.3 ชั่วโมง นอกจากนี้การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยด Temephos (ทรายอะเบท®) ทิ้งไว้ 10 วัน และมีค่า LT_{50} คือ 0.7 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.67 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3

ระยะเวลา หลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	100.0±0a	2.8	100.0±0a	2.9	100.0±0a	3.5	100.0±0a	0.5
ที่ 1	100.0±0a	3.0	100.0±0a	2.9	100.0±0a	3.5	100.0±0a	0.6
ที่ 5	100.0±0a	3.0	100.0±0a	3.3	100.0±0a	3.6	100.0±0a	0.6
ที่ 10	100.0±0a	3.9	100.0±0a	3.9	98.0±4.5a	7.3	100.0±0a	0.7
CV (%)	-		-		2.2		-	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.68 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และตะไคร้บ้านมีฤทธิ์คงทนมากที่สุดในการทดลอง มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 100% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน และมีค่า LT_{50} ระหว่าง 2.3-2.4 ชั่วโมง และ 2.2-3.1 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีผลทำให้ลูกน้ำตายหลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้ 10 วัน คือ 96.0±5.5% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} 9.9 ชั่วโมง นอกจากนี้การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®) มีผลทำให้ลูกน้ำยุงตาย 82.0±29.5% หลังการหยด Temephos (ทรายอะเบท®) ทิ้งไว้ 10 วัน และมีค่า LT_{50} คือ 15.8 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.68 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4

ระยะเวลา หลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	100.0±0a	2.3	100.0±0a	2.2	98.0±4.5a	6.4	94.0±8.9a	6.6
ที่ 1	100.0±0a	2.4	100.0±0a	2.3	98.0±0.7a	6.5	94.0±13.4a	8.4
ที่ 5	100.0±0a	2.4	100.0±0a	2.8	96.0±5.5a	7.9	96.0±8.9a	12.2
ที่ 10	100.0±0a	2.4	100.0±0a	3.1	96.0±5.5a	9.9	82.0±29.5a	15.8
CV (%)	-		-		4.6		19.0	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.69 คือผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน ต่อการตายของตัวโม่งยุงรำคาญ ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีฤทธิ์คงทนมากที่สุดในการทดลอง หลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 วัน มีผลทำให้ตัวโม่งตาย 100.0±0, 94.0±5.5, 38.0±21.7 และ 14.0±15.2% และมีค่า LT_{50} 12.6, 14.6, 30.7และ 31.0 ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอม โดยมีผลทำให้ตัวโม่งตายหลังการหยดน้ำมันหอมระเหยทิ้งไว้ 10 วัน คือ 32.0±4.5 และ 20.0±7.1% ตามลำดับ และมีค่า LT_{50} 29.4 และ 30.6 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบคือ Temephos (ทรายอะเบท®)ไม่มีผลทำให้ตัวโม่งตายแต่อย่างใด

ตารางที่ 4.69 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ความเข้มข้น 10% ต่อการตายตัวโม่งยุงรำคาญ

ระยะเวลา หลังการหยดน้ำมันหอมระเหย (วัน)	ชนิดน้ำมันหอมระเหย							
	กานพลู		ตะไคร้บ้าน		ตะไคร้หอม		Temephos (ทรายอะเบท®)	
	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)	อัตราการตายเฉลี่ย (%) ± SD[1/]	LT_{50}[2/] (ชั่วโมง)
ที่ 0	100.0±0a	12.6	100.0±0a	12.9	100.0±0a	13.5	4.5±5.5a	163.5
ที่ 1	94.0±5.5a	14.6	82.0±8.4b	18.1	88.0±8.4a	16.4	4.0±4.5a	160.4
ที่ 5	38.0±21.7b	30.7	34.0±5.5c	26.5	38.0±19.2b	28.6	2.0±4.3a	216.3
ที่ 10	14.0±15.2c	31.0	32.0±4.5c	29.4	20.0±7.1c	30.6	1.5+0.5a	247.7
CV (%)	21.9		8.8		17.9		139.4	

[1/] ตัวเลขค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 95% โดยวิธี DMRT

[2/] LT_{50} = Lethal Time ; เวลาหลังการทดลองที่ทำให้ตัวโม่งยุงรำคาญตายลงครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันการวางไข่ การกำจัดตัวอ่อนและตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) ยุงรำคาญ (*Cx. quinquefasciatus*) และยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) ในครั้งนี้ เพื่อมุ่งหวังที่จะคิดค้นเป็นผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดยุงที่เป็นปัญหาสำคัญในประเทศ โดยมุ่งเน้นให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารกำจัดยุงตัวเต็มวัยและลูกน้ำ, สารทาป้องกันยุงกัด, สารไล่ยุง รวมทั้งเป็นสารที่สามารถป้องกันการวางไข่และยับยั้งการฟักไข่ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นจำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้ และจากผลการทดสอบที่ได้ เมื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สามารถแยกเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

5.1 การทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

พบว่า การศึกษาความไวของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ โดยน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพในการฆ่ายุงตัวเต็มวัยสูงกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 5% และ 1% โดยน้ำมันหอมระเหยจาก ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอมและกานพลู มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่ายุงทั้ง 3 ชนิด โดยพบอัตราการตาย 100%, 97.6% และ 93.6% ตามลำดับ ในขณะที่ ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ พบการตายถึง 100% อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีคุณสมบัติในการกำจัดแมลงได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hanifah *et al.* (2011) รายงานว่าสารสกัดหยาบจากตะไคร้บ้าน (*C. citratus*) ที่ความเข้มข้น 50% มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นสารฆ่าไร โดยสามารถฆ่าไรฝุ่น *Dermatophagoides farina* และ *D. pteronyssinus* ได้มากกว่าสารสกัดจากสะเดา (*Azadirachta indica*) ซึ่งใช้วิธีในการทดสอบ 2 แบบคือ วิธีแบบสัมผัส (Contact method) และวิธีแบบหยด (Topical method)

นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Samarasekera *et al.* (2006) พบว่าน้ำมันจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพสูงในการทำให้แมลงวันบ้าน *Musca domestica* สลบและตาย โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 1.71 ไมโครกรัม/แมลงวัน นอกเหนือจากน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่มีคุณสมบัติในการกำจัดยุงได้ดีแล้ว ยังมีน้ำมันหอมระเหยอีก 1 ชนิด ที่มีคุณสมบัติในการกำจัดยุงได้ดีเช่นกัน คือ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Makhaik *et al.* (2005) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงรำคาญ โดยมีค่า LC_{50} และ LC_{95} ที่เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60 นาทีเท่ากับ 0.5% และ 0.9% ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงลาย โดยมีค่า LC_{50} และ LC_{95} ที่เวลา 60 นาทีเท่ากับ 2.7% และ 5.3% ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อคำนึงถึงเรื่องการใช้ยุงในการทดสอบ หากเป็นยุงสายพันธุ์ที่เลี้ยงในห้องทดลองจะมีความไวต่อน้ำมันหอมระเหยหรือสารที่ใช้ทดสอบมากกว่ายุงที่นำมาจากภาคสนาม ดังเช่น การทดลองของ Chaiyasit *et al.* (2006) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ ยี่หร่า ขมิ้นอ้อย ต้นขึ้นฉ่าย ดีปลี และโป๊ยกั๊ก ที่นำมาทดสอบการเป็นสารกำจัดยุง โดยทดสอบเปรียบเทียบระหว่างยุงลายในห้องทดลองและยุงลายในภาคสนาม พบว่า ยุงลายในห้องทดลองมีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.44, 5.94, 5.96, 6.21 และ 8.52 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความไวต่อน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิดมากกว่ายุงลายในภาคสนามที่มีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.54, 6.02, 6.14, 6.35 และ 8.83 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกับการทดลองในครั้งนี้ได้นำยุงมาจากห้องทดลองเพื่อมาทดสอบ ดังนั้นงานทดลองที่ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต คือ การทดสอบน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการกำจัดยุงในภาคสนามต่อไป

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด

จากผลการศึกษาน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการไล่ทั้ง 7 ชนิด โดยใช้วิธีการทดสอบแบบหยด (Topical method) พบว่า ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด ยังคงมีระยะเวลาอันสั้น ถึงแม้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม และกานพลูจะให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันยุงกัดก็ตาม แต่ผลการทดลองที่ได้ยังคงมีระยะเวลาสั้นกว่า เมื่อเทียบกับงานทดลองอื่นๆ เช่น การศึกษาของ Karunamoorthi *et al.* (2010) พบว่า สารสกัดจากตะไคร้บ้านเมื่อนำมาทดสอบเพื่อไล่ยุงก้นปล่อง *An. arabiensis* มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงกัดได้ 78.83% ที่ 2.5 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ 68.06% ที่ 2.0 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

จากรายงานของ Santiwitchaya (2004) พบว่าน้ำมันหอมระเหยของใบสดของตะไคร้, ใบสดของตะไคร้หอม และใบสดของตะไคร้ต้นมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญสูงกว่ายุงลาย โดยประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้, ตะไคร้หอม และตะไคร้ต้น มีค่า 28.2-68.2%, 33.3-80.7% และ 48.1-68.2% ตามลำดับ ในขณะที่ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายเท่ากับ 4.7-23.6%, 0-32.3% และ 20.5-28.9% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด

สำหรับรูปแบบที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นสารไล่ยุง นอกเหนือจากน้ำมันหอมระเหยแล้ว ยังมีรูปแบบอื่นๆ อีกเช่น รูปแบบครีมของตะไคร้บ้าน จากการศึกษาของ Adeniran and Fabiyi (2012) พบว่าครีมตะไคร้บ้าน เมื่อนำมาทดสอบบริเวณแขนและขาของผู้ถูกทดสอบสามารถป้องกันยุงกัดได้นานถึง 3-5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่มีรายงานการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำมันกานพลูในการเป็นสารไล่ยุง อาทิเช่น การศึกษาโดย Barnard (1999) พบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้าน 90-225 นาที และยุงก้นปล่อง *An. albimanus* ได้นานถึง 75-213 นาที เช่นเดียวกับ Trongtokit *et al.* (2005a) รายงานว่า น้ำมันจากกานพลู 10% ผสมกับน้ำมันมะแขว่น 10% เมื่อนำมาทดสอบโดยวิธีการยื่นแขนเข้ากรงยุง พบว่าสามารถป้องกันยุงก้นปล่อง *An. stephensi* กัดได้นานถึง 4-5 ชั่วโมง นอกจากนี้ จากรายงานของ Trongtokit *et al.* (2005b) พบว่า น้ำมันกานพลู ความเข้มข้น 10% มีความสามารถในการป้องกันยุงลายบ้านได้ 30 นาที ความเข้มข้น 50% สามารถป้องกันได้นาน 70 นาที และความเข้มข้น 100% ป้องกันได้นาน 120 นาที เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญ พบว่าที่ความเข้มข้น 10% สามารถป้องกันได้ 80 นาที ความเข้มข้น 50% สามารถป้องกันได้นาน 120 นาที และความเข้มข้น 100% ป้องกันได้นาน 240 นาที และยังทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงก้นปล่อง *(An. dirus)* พบว่าป้องกันได้นาน 80-210 นาที ขึ้นกับความเข้มข้น และสรุปว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงทั้ง 3 ชนิดได้มากที่สุดจากน้ำมันหอมระเหยทั้ง 38 ชนิดที่ทำการทดสอบ

อย่างไรก็ตาม ยังมีรายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีคุณสมบัติในการไล่ได้ไม่นานมากนัก เช่น รายงานการวิจัยของ Aisien *et al.* (2004) พบว่า เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน 10 % มาทดสอบการขับไล่กับริ้นดำ (*Simulium damnosum*) สามารถไล่ริ้นดำได้นานเพียง 30 นาที-1 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน 20 % สามารถไล่ริ้นดำได้นาน 2 ชั่วโมง ในขณะที่ Trongtokit *et al.* (2005b) ซึ่งทำการศึกษาประสิทธิภาพของตะไคร้หอม (*C. nardus*) ในการป้องกันยุงรำคาญ พบว่าน้ำมันความเข้มข้น 10% ป้องกันยุงรำคาญได้นานเพียง 40 นาที น้ำมันความเข้มข้น 50% ป้องกันได้นาน 80 นาที และน้ำมันความเข้มข้น 100% ป้องกันยุงรำคาญได้นาน 100 นาที

จากการผลการทดลอง เมื่อนำมาคำนวณหาค่าระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด (Protection time) และอัตราการกัด (% Biting) พบว่าค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในเรื่องประสิทธิภาพของสารในการป้องกันยุงกัดและการยับยั้งการกัดของยุง และจากการศึกษาของ Amer and Mehlhorn (2006) รายงานว่าถ้าระยะเวลาในการป้องกันการกัดของสารยาวนาน และอัตราการกัดต่ำ หมายถึงสารไล่ดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงในการไล่และมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการกัดของยุง แต่ถ้าสารนั้นมีระยะเวลาในการป้องกันการกัดสั้น และมีอัตราการกัดต่ำ หมายถึงสารไล่ดังกล่าวมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการกัดมากกว่าการไล่ ในทางกลับกัน เมื่อระยะเวลาในการป้องกันการกัดของสารยาวนาน แต่อัตราการกัดสูง หมายถึงสารไล่ดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงมากกว่าการยับยั้งการกัด สำหรับผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านกัดได้นาน 72 นาที ในขณะที่อัตราการกัดต่ำถึง 2.6% จึงกล่าวได้ว่า น้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีคุณสมบัติเป็นทั้งสารไล่และยับยั้งการกัดของยุงลายบ้านได้ดี ในขณะที่ระยะเวลาในการป้องกันการกัดของยุงลายบ้าน โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมและกานพลูนั้น มีค่าเท่ากับ 60 และ 54 นาที ตามลำดับ แต่อัตราการการกัดมีค่าเท่ากับ 4.2% และ 3.7% ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราลดลง เมื่อเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีค่าความแตกต่างทางสถิติ จึงอาจกล่าวได้ว่าน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 2 ชนิดนี้คุณสมบัติในการไล่มากกว่าคุณสมบัติการยับยั้งการกัด

นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพของสารไล่ยุงให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดของยุงให้ได้ระยะเวลานานหลายชั่วโมง โดยการผสมสารออกฤทธิ์ต่างๆ อาทิ เช่น วานิลลิน (Vanillin), กรดซาลิไซลิค (Salicylic acid), น้ำมันมัสตาร์ด หรือน้ำมันมะพร้าว ดังเช่น รายงานของ Stuart *et al.* (2000) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของกรดซาลิไซลิค (Salicylic acid) ในสารทดสอบต่างๆ เพื่อป้องกันการกัดของริ้นน้ำเค็ม (*Culicoides impunctatus*) พบว่า สารที่มีส่วนผสมของกรดซาลิไซลิคสามารถป้องกันการกัดได้นานและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกัดของริ้นน้ำเค็มได้ผลดี นอกจากนี้ Tawatsin *et al.* (2001) ได้ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (*C. winterianus*) ความเข้มข้น 25% โดยปริมาตร พบว่าป้องกันยุงลายบ้านกัดได้นาน 3 ชั่วโมง แต่ถ้าผสมกับวานิลลิน (vanillin) ความเข้มข้น 5% พบว่าสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานขึ้นเป็น 6.5 ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหยที่ไม่ได้ผสมวานิลลิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และยังพบว่า DEET ความเข้มข้น 25% ที่ผสมและไม่ผสมวานิลลินความเข้มข้น 5% สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้อย่างน้อย 8 ชั่วโมง ส่วนประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญนั้น พบว่าน้ำมันตะไคร้หอมทั้งแบบที่แบบผสมและไม่ผสมวานิลลินสามารถป้องกันยุงรำคาญกัดได้นานอย่างน้อย 8 ชั่วโมง ซึ่งป้องกันได้เท่ากับ DEET โดยการเติมวานิลลินไม่ได้ทำให้ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำมาแทนการใช้สารเคมี DEET ที่ใช้กันในปัจจุบันได้

จากรายงานการศึกษาของ Das *et al.* (2003) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากมะแขว่น (*Zanthoxylum limonella*), มะนาว (*Citrus aurantifolia*) เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันมัสตาร์ด (mustard oil) และน้ำมันมะพร้าว เพื่อทดสอบสารไล่กับยุงลายสวน (*Ae. albopictus*) ที่ความเข้มข้น 10, 20 และ 30% พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ผสมกับน้ำมันมัสตาร์ดจะให้ประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ผสมกับน้ำมันมะพร้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำมันหอมระเหยที่ผสมในน้ำมันมัสตาร์ดที่ความเข้มข้น 30% สามารถป้องกันการกัดของยุงลายสวนได้นานถึง 296-304 นาที ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยที่ผสมในน้ำมันมะพร้าวสามารถป้องกันยุงกัดได้นานเพียง 223.5–245 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพและระยะเวลาของการไล่ของสารทดสอบขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เป็นองค์ประกอบ อาทิเช่น สารประกอบและรูปแบบของสารที่นำมาทดสอบ, รูปแบบของการใช้, ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้น และแรงลม, ความดึงดูดของแต่ละบุคคลที่มีต่อแมลง, (Mehr *et al.* 1985; Gupta and Rutledge. 1989) ความไวของแมลงต่อสารทดสอบ (Rutledge *et al.* 1983; Curtis *et al.* 1987) นอกเหนือจากนั้น ชนิดของยุงที่ทดสอบ ขนาดลำตัวของยุง ความหนาแน่นของยุงภายในกรงที่ทดสอบ และอายุของยุง ก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบประสิทธิภาพของสารไล่เช่นกัน (Barnard *et al.* 1998)

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด พบว่ายังคงมีระยะเวลาค่อนข้างสั้น คือ น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา มีข้อกำหนดร่วมกันว่าผลิตภัณฑ์สารทาป้องกันยุงที่จะขอจดทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเพื่อจำหน่ายในประเทศไทยนั้น จะต้องสามารถป้องกันการกัดของยุงลายบ้านซึ่งทดสอบตามวิธีการที่กำหนด ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2553)

แม้ว่าประสิทธิภาพในการป้องกันยุงกัดของ DEET ซึ่งเป็นสารเคมีสังเคราะห์จะดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรก็ตาม แต่ก็ยังมีอันตรายมากกว่า คือ DEET สามารถระเหยได้จนทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อตาและจมูก และถ้าได้รับพิษโดยการกินจะทำริมฝีปาก ลิ้น และภายในช่องปากปวดแสบปวดร้อนในทันทีหลังดื่มสารเข้าไป และอาจเป็นพิษต่อสมองได้ (Briassoulis *et al.* 2001) นอกจากนี้มีรายงานว่า DEET มีอันตรายต่อทารก และเด็กเล็ก ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค Encephalopathy เป็นกลุ่มความผิดปกติในการทำงานของสมอง (Abdel-Rahman *et al.* 2001)

5.3 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ ในการป้องกันการวางไข่ของยุงตัวเต็มวัยและการฟักตัวของไข่ลูกน้ำยุง

จากการผลการศึกษา พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงามีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการวางไข่ของยุงตัวเต็มวัย และมีผลต่อการฟักไข่ต่อยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ได้แก่ phenols, eugenol, methyleugenol, isoeugenol, limonene, geraniol, cinnamaldehyde (Burdock and Carabin. 2008) และสารสำคัญดังกล่าว มีคุณสมบัติในการทำให้เกิดพิษ การยับยั้งการกิน และการยับยั้งการวางไข่ต่อแมลงศัตรู (Koul *et al.* 2008) จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการวางไข่และการฟักไข่ต่อยุงทั้ง 3 ชนิด คือยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ โดยน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงามีความปลอดภัย ไม่มีพิษตกค้าง หากได้นำมาศึกษาเพื่อทำผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ได้ปีนอย่างดี จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณาในการศึกษาต่อไป

จากรายงานการวิจัยได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา อาทิเช่น Chu *et al.* (1998) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากดอกกระดังงาที่เก็บจากทางตอนใต้ของเอเชีย พบว่า มีประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อรา Acanthamoeba 3 ชนิดได้แก่ *A. culbertsoni*, *A. castellanii*, และ *A. polyphaga* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค Granulomatous amebic encephalitis และ Amebic kera ซึ่งได้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติของพืชที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงามีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี

ในขณะที่ Maudsley and Kerr (1999) ได้รายงานผลการศึกษาวิจัยถึงความปลอดภัยของน้ำมันหอมระเหยจากพืชจำนวน 8 ชนิดซึ่งรวมถึงกระดังงาที่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อรา และแบคทีเรีย โดยพบว่า *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในน้ำมันกระดังงาน้อยกว่า 48 ชั่วโมงเท่านั้น นอกจากนี้ Caballero-Gallardo *et al.* (2011) ได้รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาและ *Lippia alba* มีประสิทธิภาพในการไล่ มอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม มีรายงานการวิจัยที่ได้กล่าวถึงเรื่อง การศึกษาวิจัยการยับยั้งการวางไข่และการฟักไข่ที่ไม่ประสบผลสำเร็จ โดยข้อมูลของน้ำมันหอมระเหยที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการฟักไข่ของยุงนั้นยังคงมีน้อย อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายปัจจัย โดยมี 2 ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบสำคัญต่อการศึกษา คือ พืชและไข่ของยุงที่นำมาทดสอบ โดยปัจจัยแรก Tawatsin *et al.* (2001) รายงานว่าปัจจัยของพืชที่มีผลกระทบต่อการศึกษา ได้แก่ คุณภาพของน้ำมันหอมระเหย ชนิดของพืช แหล่งเพาะพันธุ์ วิธีการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บรักษา การเตรียมพืช และวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสม เป็นต้น ในขณะที่ ปัจจัยเรื่องไข่ของยุง Chenniappan and Kadarkarai (2008) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความคงทนของไข่ยุงกับระยะลูกน้ำต่อสารฆ่าแมลงนั้นผลปรากฏว่า ไข่ยุงมีความคงทนมากกว่าลูกน้ำ โดยมีสาเหตุมาจากความแข็งของเปลือกไข่ และอายุของไข่ยุง

5.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง

การใช้สารกำจัดลูกน้ำยุงเป็นแนวทางที่ดีและประสบผลสำเร็จในการลดจำนวนประชากรยุงในแหล่งเพาะพันธุ์ก่อนที่ลูกน้ำจะเปลี่ยนไปเป็นระยะตัวเต็มวัย ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้บ้าน และตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง จากผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมา อาทิเช่น Nazar *et al.* (2009) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีคุณสมบัติในการเป็นสารไล่ และสารกำจัดลูกน้ำยุงได้ดี จากผลการทดลองพบว่าสามารถกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญได้ดี และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 24 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Pushpanathan *et al.* (2006) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 2 วัยที่ 3 และวัยที่ 4 โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 144.54 ± 2.3, 165.70 ± 1.2 และ 184.18 ± 0.8 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ Cavalcanti *et al.* (2004) ได้รายงานถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและ *Lippia sidoides* ที่มีคุณสมบัติในการกำจัดลูกน้ำยุงลายที่มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับ ใบแมงลัก (*Ocimium americanum*) และใบยี่หร่า (*O. gratissimum*) ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายได้ 100% ที่ความเข้มข้น 100 ppm อย่างไรก็ตาม Mgbemena (2010) มีความคิดเห็นที่ไม่เห็นด้วย โดยรายงานว่าใบยี่หร่า (*O. gratissimum*) มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงมากกว่าตะไคร้บ้าน ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างพืช 3 ชนิดคือ สะเดา ตะไคร้บ้าน และยี่หร่า พบว่าสะเดาบ้านมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 8.32 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ ยี่หร่า และตะไคร้บ้าน ที่มีค่า LC_{50} เท่ากับ 19.50 และ 34.67 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรตามลำดับ

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาคุณสมบัติในการกำจัดแมลงอื่นๆ ด้วย อาทิเช่น Purwal *et al* (2010) ได้ศึกษาเรื่องสารกำจัดเหา โดยใช้ส่วนผสมของพืช 2 ชนิดคือ ตะไคร้บ้านและ เปปเปอร์มินต์ *Mentha piperita* ซึ่งมีคุณสมบัติในการกำจัดเหามนุษย์ (*Pediculus humanus* capitis) ได้ดี โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ยที่ทำให้เหาตายประมาณ 60 นาที และจากรายงานของ Sukumar *et al.* (1991) พบว่า ตะไคร้บ้านมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตและทำให้เกิดการตายในวัยต่างๆ ของยุงลายบ้าน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อจะนำมาใช้เพื่อควบคุมยุงลายในแหล่งเพาะพันธุ์

อย่างไรก็ตาม ผลในการทดลองครั้งนี้ ปรากฏว่า Temephos (ทรายอะเบท®) ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านวัยที่ 3 และวัยที่ 4 มีอัตราการตายเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับลูกน้ำยุงรำคาญ แต่มีผลต่อลูกน้ำยุงก้นปล่องได้ช้ากว่า เนื่องจากลักษณะการเกาะที่ผิวน้ำและนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกันออกไป คือลูกน้ำยุงก้นปล่องไม่มีท่อหายใจมีแต่เพียงรูหายใจข้างลำตัว จึงลอยตัวขนานกับผิวน้ำและหาอาหารที่ผิวน้ำ ในขณะที่ลูกน้ำยุงลายบ้านมีท่อหายใจสั้น เกาะที่ผิวน้ำโดยห้อยหัวอยู่ใต้น้ำและหาอาหารที่ก้นภาชนะกักเก็บน้ำ เช่นเดียวกับลูกน้ำยุงรำคาญที่มีท่อหายใจยาว เกาะที่ผิวน้ำโดยห้อยหัวอยู่ใต้น้ำเช่นเดียวกัน ดังนั้น Temephos (ทรายอะเบท®) ซึ่งอยู่ในรูปของแข็ง มีลักษณะเป็นผงผลึก เมื่อตกลงไปในน้ำก็จะจมลงไปที่ระดับล่างๆ ของน้ำ ลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงรำคาญจะดำน้ำลงไปกินจึงทำให้ลูกน้ำตายอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ลูกน้ำยุงก้นปล่องลอยอยู่ผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไม่ได้ดำลงไปกินอาหารที่ก้นภาชนะ แต่หาอาหารที่แขวนลอยอยู่ผิวน้ำแทน อย่างไรก็ตาม ทรายอะเบท® เคลือบด้วยสาร Temephos 1% ซึ่งเป็นสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จึงมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงก้นปล่องเช่นกัน แต่อาจส่งผลทำให้เกิดการตายที่ช้ากว่า ในขณะเดียวกัน พบว่า Temephos (ทรายอะเบท®) มีผลต่อการตายน้อยกับระยะตัวโม่งของยุงทั้ง 3 ชนิด เพราะว่าระยะตัวโม่งเป็นระยะที่ไม่กินอาหารแต่อย่างใด จึงทำให้เกิดการตายที่ช้ากว่าเช่นกัน

จากการศึกษาวิจัยลักษณะการตายของลูกน้ำยุงวัยที่ 3 และวัยที่ 4 เนื่องจากการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีผลกระทบต่อรูปร่างลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาโดยพบว่าลูกน้ำยุงวัยที่ 3 และวัยที่ 4 ของยุงทั้ง 3 ชนิดจะมีลักษณะการตายคล้ายกัน โดยลักษณะการตายที่พบเป็นส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะการตายแบบปกติ (NL) โดยยังไม่มีการเปลี่ยนไปเป็นตัวโม่งแต่อย่างใด และลักษณะการตายแบบ Deformed larvae (DL) คือลูกน้ำตายโดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นลูกน้ำวัยต่อไปได้ โดยพบว่าลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาการตายของลูกน้ำลักษณะนี้จะมีผิวลำตัวสีคล้ำกว่าปกติ โดยมีสีคล้ำเป็นบางส่วน คือ บริเวณส่วนหัว ส่วนอก และท้องบางส่วน อวัยวะภายในเห็นไม่ชัดเจน ส่วนหัวจะหัก ลักษณะลำตัวเหยียดตรง นอกจากนี้ยังพบว่าลูกน้ำยุงวัยที่ 3 เมื่อได้รับน้ำมันหอมระเหยแล้ว จะใช้ระยะเวลาไม่มากนักที่ทำให้ลูกน้ำตาย ดังนั้นลูกน้ำยุงระยะนี้จึงยังไม่ได้เปลี่ยนไปเป็นระยะอื่นต่อไป และทำให้การตายที่เกิดขึ้นเป็นแบบลักษณะการตายแบบ NL และ DL เป็นส่วนใหญ่ จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่าน้ำมันหอมระเหยมีลักษณะเป็นน้ำมัน ซึ่งจะปกคลุมผิวน้ำทำให้ออกซิเจนไม่สามารถละลายน้ำได้ และน้ำมันจะขัดขวางการเปิดของอวัยวะที่ใช้ในการหายใจ ทำให้ลูกน้ำขาดออกซิเจนและตายในที่สุด นอกจากนี้ลักษณะการตายของลูกน้ำยุงวัยที่ 4 ก็ไม่แตกต่างจากลักษณะการตายของลูกน้ำวัยที่ 3 มากนัก เพราะระยะเวลาที่ทำให้ลูกน้ำตายจะอยู่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมงเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น ลักษณะการตายที่พบจึงเป็นแบบ NL และ DL เป็นส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำยุง จากผลการทดสอบพบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านมีความแข็งแรงมากกว่าลูกน้ำยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ ดังนั้นจะพบลักษณะการตายที่เกิดจากลูกน้ำยุงลายบ้านกำลังเปลี่ยนไปเป็นระยะอื่นๆ เช่น ลักษณะการตายแบบ Larval-pupal intermediate (LP), Deformed pupa (DP), Dead normal brown pupa (BP) และ Adult attached to the pupal stage (PA) มากกว่าลูกน้ำยุงอีก 2 ชนิด

การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรผสมในน้ำมันถั่วเหลือง ถึงแม้จะไม่เป็นที่นิยมเช่นเดียวกับการผสมในแอลกอฮอล์ หรือในน้ำมันอื่นๆ อาทิเช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม หรือน้ำมันมะกอก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติข้อดีต่างๆ ของน้ำมันถั่วเหลือง พบว่า น้ำมันถั่วเหลืองมีราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่ายโดยทั่วไป และไม่ระเหยง่ายเมื่อเทียบกับแอลกอฮอล์ ดังนั้นจึงไม่เกิดปัญหาสารทดสอบแห้งและระเหยรวดเร็วจนเกินไป รวมทั้งน้ำมันถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืองเป็นน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูง เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ เช่นในตู้เย็น พบว่า น้ำมันถั่วเหลืองจะไม่เป็นไขแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันถั่วเหลืองมีคุณสมบัติช่วยไล่แมลงสาบได้ (นิติกรณ์ เผือกบัวขาว. 2555) แต่มีข้อเสียคือ น้ำมันถั่วเหลืองจะมีกลิ่นเหม็นหืนเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูลที่เชื่อถือได้ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ได้จริง จึงจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบปฏิบัติจริงในภาคสนามอีกครั้งหนึ่ง ถึงกระนั้นการใช้สารเคมี หรือสารสกัดต่างๆ รวมถึงการใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมยุงพาหะ โดยมีจุดประสงค์ในการกำจัดหรือไล่ยุง จึงเป็นเพียงวิธีการหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการควบคุมโรคติดต่อจากยุงพาหะให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ จะต้องเกิดจากความร่วมมือของหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและประชาชน โดยภาครัฐควรเป็นหน่วยงานที่ให้ความรู้ทางวิชาการด้านสาธารณสุขแก่ประชาชน รวมทั้งแนะนำวิธีการควบคุมและป้องกันโรคติดต่ออย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ประชาชนต้องให้ความร่วมมือกับหน่วยงานที่เข้ามาให้ความรู้ โดยนำความรู้ที่ได้นำไปใช้ปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นวิธีการพื้นฐานง่ายๆ เช่น การป้องกันตนเองจากยุงพาหะกัด โดยทาสารป้องกันยุง การสร้างเครื่องป้องกันยุงเข้าไปกัด เช่น สร้างบ้านที่มีฝาผนังรอบบ้าน การสร้างมุ้งลวด และการจัดการแหล่งน้ำและสุขาภิบาลเพื่อเป็นการลดอัตราการสัมผัสระหว่างคน ยุง และเชื้อโรคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ กระดังงา กานพลู ตะไคร้บ้าน ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม และโหระพา ที่ความเข้มข้น 1%, 5% และ 10% ในการไล่, การป้องกันการวางไข่และการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน, ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร (Susceptibility test)

พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ที่ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพทำให้ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านสลบได้อย่างรวดเร็วที่สุด โดยมีค่า KT_{50} น้อยกว่า 1 นาที และภายหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพทำให้ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านตายได้ถึง 100% และมีค่า LC_{50} น้อยกว่า 0.1% เช่นเดียวกับผลการศึกษาความไวของตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องต่อน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน พบว่า มีค่า $KT_{50} < 1$ นาที, ค่า LC_{50} <0.1% ในขณะที่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญ มีค่า $KT_{50} < 1$ นาที และค่า LC_{50} เท่ากับ 2.2%

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด

เมื่อเปรียบเทียบการทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงแบบ Dose-response study พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ที่ความเข้มข้น 0.21 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงทั้ง 3 ชนิด โดยมีอัตราการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านเท่ากับ 100% และค่า ED_{50} ต่ำสุด <0.05 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร และอัตราการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงก้นปล่องเท่ากับ 98% และค่า ED_{50} ต่ำสุด <0.07 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร ในขณะที่อัตราการไล่ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญเท่ากับ 98% เช่นกัน และค่า ED_{50} ต่ำสุด <0.003 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร

เมื่อทำการทดสอบหาระยะเวลาป้องกันยุงกัด (Protection time) โดยวิธียื่นมือเข้ากรงยุง พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน ความเข้มข้น 10% ให้ประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดของยุงได้นานสูงสุด เมื่อเทียบกับน้ำมันหอมระเหยทั้ง 7 ชนิด โดยสามารถป้องกันการกัดของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญได้นาน 72 นาที 132 นาที และ 84 นาที ตามลำดับ

เมื่อทำการทดสอบความคงตัวทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหย โดยเปรียบเทียบการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ และ 30 °ซ เป็นระยะเวลา 3 เดือน และ 6 เดือน พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านที่เก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือน ในอุณหภูมิ 4 °ซ มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการทดสอบ โดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤทธิ์ในการป้องกันยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่องและยุงรำคาญได้นานสูงสุดถึง 66 นาที 102 นาที และ 150 นาที ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ในการป้องกันการวางไข่และการฟักไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

เมื่อทดสอบการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อการวางไข่ของยุงทั้ง 3 ชนิด พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกระดังงา ที่ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ โดยมีอัตรายับยั้งการวางไข่ (ER %) เท่ากับ 99.4, 97.1 และ 100% ตามลำดับ แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงามีคุณสมบัติเป็นสารไล่ตัวเต็มวัยยุงเพศเมียในการป้องกันการวางไข่ได้ดี

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการฟักตัวของไข่ยุงทั้ง 3 ชนิด พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงามีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการฟักไข่ โดยไข่ยุงลายบ้านมีอัตราการฟักไข่ต่ำสุดเท่ากับ 10.4% และค่า EC_{50}<1.9% ในขณะที่ การฟักไข่ของยุงก้นปล่องมีอัตราการฟักไข่ยุงต่ำสุดเท่ากับ 0.8% และค่า EC_{50}<1.4% เช่นเดียวกับ ไข่ของยุงรำคาญมีอัตราการฟักไข่ยุงต่ำสุดเท่ากับ 1.1% และค่า EC_{50}<0.5%

4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ในการกำจัดลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่งของยุงลายบ้าน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ

เมื่อทดสอบคุณสมบัติของการเป็นสารกำจัดลูกน้ำยุงและตัวโม่ง (Larvicidal activity) โดยวิธีการหยดสารทดสอบลงในน้ำ (Dipping bioassay) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงทั้ง 3 ชนิด โดยสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 6.3, 12.0 และ 21.3 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่องวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง พบอัตราการตาย 100%โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 0.9, 5.0 และ 0.02 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและตะไคร้บ้าน ความเข้มข้น 10% สามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 3 ได้หมดทั้งสิ้น 100% ภายหลังการทดสอบ 6 ชั่วโมง โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 2.8 และ 2.9 ชั่วโมง ตามลำดับ และออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญวัยที่ 4 ได้หมดทั้งสิ้น 100% ภายหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 2.3 และ 2.2 ชั่วโมง ตามลำดับและสามารถออกฤทธิ์ในการกำจัดตัวโม่งยุงรำคาญ 12.6 และ 12.9 ชั่วโมง ตามลำดับ

เมื่อศึกษาลักษณะการตายของลูกน้ำยุงวัยที่ 3 และวัยที่ 4 เนื่องจากการใช้น้ำมันหอมระเหยที่มีผลกระทบต่อรูปร่างลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยา โดยพบว่าลูกน้ำยุงวัยที่ 3 และวัยที่ 4 ของยุงทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะการตายคล้ายคลึงกัน โดยส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะการตายแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(NL) และในอีกลักษณะคือ ลักษณะการตายแบบผิดปกติของลูกน้ำ (DL) เป็นส่วนใหญ่ และพบลักษณะการตายแบบอื่นบ้าง อาทิเช่น ลักษณะการตายแบบ LP, DP, BP และ PA ในลูกน้ำยุงลายบ้าน

การทดสอบฤทธิ์คงทนของน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อลูกน้ำยุงวัยที่ 3 วัยที่ 4 และตัวโม่ง โดยเปรียบเทียบการหยดสารทิ้งไว้ในระยะเวลาต่างๆ กันคือ 0 วัน, 1 วัน, 5 วัน และ 10 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงทั้ง 3 ชนิด ส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ อาจกล่าวได้ว่าไม่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยต่อลูกน้ำยุงแต่อย่างใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2552. **กานพลู.** [Online]. Available : http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=23. (10/11/2554).

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2553. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ไล่หรือป้องกันแมลงชนิดเหลว.** ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ ๑๕๘๓ (พ.ศ.๒๕๕๓).

กรุงเทพธุรกิจออนไลน์. 2550. "ปฏิบัติการพิฆาตของมาลาเรีย." **กรุงเทพธุรกิจ.** [Online]. Available : http://www. bangkokbiznews.com/2007/07/04/WW06_WW06_ news.php?new sid=82254. (15/10/2554).

ก่องกานดา ชยามฤต. 2540. **สมุนไพรไทย ตอนที่ 6.** กรุงเทพฯ : ไดมอนด์ พริ้นติ้ง จำกัด.

กิตติพันธ์ ตันตระรุ่งโรจน์ และ วรรณา สุวรรณเกิด. 2542. "การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดและผิวเปลือกมะกรูดในการป้องกันยุงกัด." **ข่าวสารสวนสมุนไพร.** 3(3) : 93-102.

จีรพัฒน์ ศิริชัยสินธพ และ วีระพล โพธิจิตติ. 2539. "การศึกษาฤทธิ์ในการไล่ยุงของต้นมอสซี่บัสเตอร์ต่อยุงพาหะนำโรคมาลาเรีย." **วารสารโรคติดต่อ.** 22(3) : 222-226.

ชุลีพร วณิชกุลชัยพร ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ แตงอ่อน มั่นใจตน และ บุญจง ขาวสิทธิวงษ์. 2551. "การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลาย." **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม.** 4(1) : 107-121.

นพพล เกตุประสาท และ ไพร มัทธวรัตน์. 2552. **กระดังงาไทย.** นครปฐม : หน่วยอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พืชพรรณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. [Online]. Available : http://clgc.rdi.ku.ac.th/index.php/resource/61-old-fragrant/162-cananga. (28/10/2554).

นาวิน มหาวงศ์ เมธา คชาภิชาติ ปฏิพัทธ์ อภิธนกุล และ ประโยชน์ บุญปะเสริฐ. 2549. **การทดลองเบื้องต้นในการใช้น้ำมันกานพลู เป็นยาสลบในปลาน้ำจืดที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด.** พะเยา : สำนักงานประมงจังหวัดพะเยา.

นิติกรณ์ เผือกบัวขาว. 2555. "การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงสาบอเมริกัน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิโลบล วานิชชา และ ชวลิต ทัศนสว่าง. 2527. "การศึกษาประสิทธิภาพของสมุนไพรบางชนิดใช้ทาป้องกันยุงพาหะไข้มาลาเรีย." **วารสารโรคติดต่อ.** 10(2) : 135-143.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบญจวรรณ ตื้อตัน. 2546. "ฤทธิ์ไล่ยุงของสารสกัดจากเมล็ดขึ้นฉ่าย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปรสิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประชุมพร ดาษดา. 2542. "ความเป็นพิษของสารสกัดจากดาวเรืองน้อย (*Tagetes patula* Linn.) ที่มีต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti* Linn.)." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เปรมปรี ณ สงขลา. 2544. **ทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ.** กรุงเทพฯ : มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา.

พาลาภ สิงหเสนี. 2540. **พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญนภา ชมะวิต ชำนาญ อภิวัฒนศร นฤมล โกมลมิศร์ ยุวดี ตรงต่อกิจ ขวัญชนก ชูจิตต์ พรพรรณ นฤภัย และ สาวิตรี บุตรี. 2549. "ฤทธิ์ของสารสกัดจากสมุนไพรไทยที่มีต่อลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญ." ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาพืช.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาคภูมิ จิวะนนท์. 2555. **คู่มือการปฏิบัติงานควบคุมไข้มาลาเรีย.** ชัยภูมิ : งานระบาด ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 5.1. [Online]. Available : http://www.chaiyaphum2008.com/malaria1.html. (20/03/2555).

วรรณภา สุวรรณเกิด และ กิตติพันธ์ ตันตระรุ่งโรจน์. 2537. "การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด." **วารสารโรคติดต่อ.** 20(1) : 4-11.

วรรณภา สุวรรณเกิด. 2553. "ยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) พาหะโรคมาลาเรีย (Malaria Vectors)." หน้า 81-97. ใน **ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี : บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด.

วริษฐา เจียมจีรกุล. 2549. **สวนและต้นไม้ Park & Tree 2549.** กรุงเทพฯ : สำนักงานสวนสาธารณะ สำนักสิ่งแวดล้อม.

วิชิต พิพิธกุล และ สุชาติ ปริยานนท์. 2526. **คู่มือประกอบการเรียนกีฏวิทยาทางการแพทย์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บารมี.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2555. **ฐานข้อมูลน้ำมันหอมระเหยไทย.** [Online]. Available : http://www.tistr.or.th/essentialoils/. (05/04/2555).

สมบูรณ์ แสงมณีเดช ขวัญเกศ กนิษฐานนท์ วัฒน์วิทย์ นาคต้อย วารุธ สกุลตาล ศักดา กาบคำ สมจิตร บุษดี และ สายัญ อันภูวงศ์. 2547. "การใช้สารสกัดจากรากหางไหลแห้งในการควบคุมลูกน้ำยุง." **วารสารวิจัย มข.** 9(1) : 10-15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักระบาดวิทยา. 2551. **Chikungunya fact sheet**. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. [Online]. Available : http://203.157.15.4/fact/Chikungunya.htm. (05/04/2555).

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7. 2553. **กีฏวิทยายุงลาย**. [Online]. Available : http://vbdc.dpc7.net/node/108. (28/10/2554).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยาทากันยุง (มอก. 648-2529).** กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชุมพร. 2555. **โรคมาลาเรีย.** จังหวัดชุมพร : กลุ่มงานสนับสนุนวิชาการ. [Online]. Available : http://www.ddccmpo.com/downloads/Epidimiology/Educat_Pop/30.pdf. (05/04/2555).

สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548. **แนวทางการวินิจฉัยและแนวทางการวินิจฉัยและรักษาโรคไข้เลือดออกในระดับโรงพยาบาลศูนย์/โรงพยาบาลทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักระบาดวิทยา. 2554. **สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค.** กรุงเทพฯ : สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. [Online] Available : http://epid.moph.go.th/Annual/Annual%202551/Part1_51/ (05/04/2555).

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2549. **คู่มือในการดำเนินงานป้องกันควบคุมโรคเท้าช้าง**. นนทบุรี : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2551. **โรคไข้เลือดออก โรคเท้าช้าง โรคไข้ปวดข้อยุงลาย โรคมาลาเรีย**. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. [Online] Available : http://www.thaivbd.org/ (05/04/2555).

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2553ก. **โรคไข้เลือดออก แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย**. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2553ข. **ยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรีย.** กรุงเทพฯ : กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. **เศรษฐกิจสมุนไพรไทย ปี 2548/49: กรณีศึกษา ว่านหางจระเข้ ฟ้าทะลายโจร ตะไคร้หอม และไพล**. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สีวิกา แสงธาราทิพย์. 2555. **ความรู้เรื่อง โรคไข้เลือดออก.** [Online]. Available : http://dhf.ddc.moph.go.th/Old/birth.htm. (10/03/2555).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาติ อุปถัมภ์ สมศักดิ์ พันธุวัฒนา วนิดา นาควัชระ เนาวรัตน์ ศุขพันธุ์ ปัทมา กิตยารักษ์ และชูศักดิ์ ประสิทธิสุข. 2526. **กีฏวิทยาทางการแพทย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บารมี.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. 2551. "โหระพา คุณค่าที่มากกว่าความอร่อย." **นิตยสารหมอชาวบ้าน.** ฉบับที่ 356. [Online]. Available : http://www.doctor.or.th/node/5821. (22/03/2555).

สุนทรี สิงหบุตรา. 2536. **สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.

สุภรณ์ โพธิ์เงิน. 2526. **อาร์โทรปอดวิทยา สาขาสัตวแพทย์ศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรัตน์วดี จิวะจินดา. 2552. **ตะไคร้ สมุนไพรมีอันตรายหากใช้ผิด.** [Online]. Available : www.horapa.com/content.php?Category=Herb&No=1005. (10/03/2555).

สุวิภา ศรีเอี่ยม. 2534. "การพัฒนาตำรับยาทากันยุงของน้ำมันตะไคร้หอมและน้ำมันไพล." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หน่วยบริการฐานข้อมูลสมุนไพร. 2555. **สมุนไพรที่ใช้ในงานสาธารณสุขมูลฐาน.** [Online]. Available : http://www.medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/index.asp. (22/03/2555).

หนังสือพิมพ์คมชัดลึก. 2553. "ยุงดื้อยา ร้อยเอ็ด ครองแชมป์." [Online]. Available : http://www.komchadluek.net/detail/20100712/66096/ยุงดื้อยา...ร้อยเอ็ดครองแชมป์.html. (06/07/2554).

อภิวัฏ ธวัชสิน. 2553. "ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) พาหะโรคเท้าช้าง (Bancroftian Filariasis Vector)." หน้า 107-122. ใน **ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี : บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด.

อภิวัฏ ธวัชสิน อุษาวดี ถาวระ และ ประคอง พันธ์อุไร. 2540. "การกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งของยุงพาหะโดยใช้น้ำมันลดแรงตึงผิว (Oil surfactant)." **วารสารกระทรวงสาธารณสุข.** 16(7-9) : 75-82.

อภิวัฏ ธวัชสิน อุษาวดี ถาวระ และ เย็นจิตร เตชะคำรงสิน. 2546. **ขมิ้นชัน: ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดยุง.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ข้อมูลโรคติดเชื้อและพาหะนำโรค. [Online]. Available : http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nih_5_001c.asp?info_id=409. (06/07/2554).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรัญ งามผ่องใส สนั่น ศุภธีรสกุล และ ธีระพล ศรีชนะ. 2552. "การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเมล็ดสะเดาช้างเพื่อควบคุมยุงลายบ้าน" รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาคม สังข์วรานนท์. 2538. **กีฏวิทยาทางสัตวแพทย์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี : สหมิตรพริ้นติ้ง.

อำนวย อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2535. "การใช้สารสกัดจากพืชควบคุมแมลงศัตรูพืช." **วารสารเกษตรก้าวหน้า.** 7(4) : 54-64.

อุษาวดี ถาวระ. 2547. "ยุงพาหะ (Mosquito Vectors)." หน้า 1-22. ใน **ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข.**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี : บริษัท ดีไซร์ จำกัด.

Aarthi, N. and Muruga, K. 2012. "Effect of *Vetiveria zizanioides* L. root extracts on the malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston." **Asian Pacific Journal of Tropical Disease.** 2(2) : 154-158.

Abagli, A. Z. and Alavo, T. B. C. 2011. "Essential oil from bush mint, *Hyptis suaveolens*, is as effective as DEET for personal protection against mosquito bites." **The Open Entomology Journal.** 5(-) : 45-48.

Abbott, W.S. 1987. "A method of computing the effectiveness of an insecticide. 1925." **Journal of the American Mosquito Control Association.** 3(2) : 302-303.

Abdel-Rahman, A., Shetty, A.K. and Abou-Donia, M.B. 2001. "Subchronic dermal application of N,N-diethyl m-toluamide (DEET) and permethrin to adult rats, alone or in combination, causes diffuse neuronal cell death and cytoskeletal abnormalities in the cerebral cortex and the hippocampus, and Purkinje neuron loss in the cerebellum." **Experimental Neurology.** 172(1) : 153-171.

Adeniran, O.I. and Fabiyi, E. 2012. "A cream formulation of an effective mosquito repellent: a topical product from lemongrass oil (*Cymbopogon citratus*) Stapf." **Journal of Natural Product and Plant Resources.** 2(2) : 322-327.

Ahmad, M. 1994. "Analysis of insecticide resistance in Helicoverpa armigera in Thailand." **FAO Plant Protection Bulletin.** 42(1-2) : 63-69.

Aisien, M.S.O., Imasuen, A.A., Wagbatsoma, V.A. and Ayinde, B.A. 2004. "Preliminary evaluation of the repellent activity of some plant essential oils against *Simulium damnosum* S.L., the vector of human onchocerciasis." **International Journal of Tropical Insect Science.** 24(2) : 196-199.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Amer, A. and Mehlhorn, H. 2006. "Repellency effect of forty-one essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* mosquitoes." **Parasitology Research.** 99(4) : 478-490.

American Society for Testing and Materials (ASTM). 2006. Standard test methods for laboratory testing of non-commercial mosquito repellent formulations on the skin, ASTM-E951-94.

Anderson, A.L. 2012. **Eastern North Carolina Online Mosquito Library.** [Online]. Available : http://core.ecu.edu/hhp/andersonal/Mosquito_Library/. (20/05/2012).

Arivoli, S., Ravindran, K.J. and Tennyso, S. 2012. "Larvicidal efficacy of plant extracts against the malarial vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae)." **World Journal of Medical Sciences.** 7(2) : 77-80.

Barnard, D.R. 1999. "Repellency of essential oils to mosquitoes (Diptera: Culicidae)." **Journal of Medical Entomology.** 36(5) : 625-629.

Barnard, D.R., Posey, K.H., Smith, D. and Schreck, C.E. 1998. "Mosquito density, biting rate and cage size effects on repellent tests." **Medical and Veterinary Entomology.** 12(1) : 39-45.

Benner, J. P. 1993. "Pesticidal compounds from higher plants." **Pesticide Science.** 39(2) : 95-102.

Briassoulis, G., Narlioglou, M. and Hatzis, T. 2001. "Toxic encephalopathy associated with use of DEET insect repellents: a case analysis of its toxicity in children." **Human & Experimental Toxicology.** 20(1) : 8-14.

Burdock, G. A. and Carabin, I. G. 2008. "Safety assessment of Ylang-Ylang (*Cananga* spp.) as a food ingredient." **Food and Chemical Toxicology.** 46(2) : 433-445.

Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J. and Stashenko, E.E. 2011. "Repellent activity of essential oils and some of their individual constituents against *Tribolium castaneum* herbst." **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 59(5) : 1690-1696.

Cavalcanti, E.S., Morais, S.M., Lima, M.A. and Santana, E.W. 2004. "Larvicidal activity of essential oils from Brazilian plants against *Aedes aegypti* L. " **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.** 99(5) : 541-544.

Chaiyasit, D., Choochote, W., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Chaiwong, P., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Riyong, D. and Pitasawat, B. 2006. "Essential oils as potential adulticides against two populations of *Aedes aegypti*, the laboratory and natural field strains, in Chiang Mai province, northern Thailand." **Parasitology Research.** 99(6) : 715-721.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chansang, U., Zahiri, N.S., Bansiddhi, J., Boonruad, T., Thongsrirak, P., Mingmuang, J., Benjapong, N. and Mulla, M.S. 2005. "Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*Piper retrofractum* vahl) from Thailand." **Journal of Vector Ecology.** 30(2) : 195-200.

Chenniappan, K. and Kadarkarai, M. 2008. "Oviposition deterrent, ovicidal and gravid mortality effects of ethanolic extract of *Andrographis paniculata* Nees against the malarial vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae)." **Entomological Research.** 38(2) : 119-125.

Child, R.E. 2007. "Insect damage as a function of climate." 57-60. In **Museum Microclimates.** Copenhagen : National Museum of Denmark.

Choochote, W., Chaithong, U., Kamsuk, K., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Tuetun, B., Champakaew, D. and Pitasawat, B. 2007. "Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti*." **Fitoterapia.** 78(5) : 359-364.

Choochote, W., Kanjanapothi, D., Panthong, A., Taesotikul, T., Jitpakdi, A., Chaithong, U. and Pitasawat, B. 1999. "Larvicidal, adulticidal and repellent effects of *Kaempferia galanga*." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 30(3) : 470-476.

Chu, D.M., Miles, H., Toney, D., Ngyuen, C. and Marciano-Cabral, F. 1998. "Amebicidal activity of plant extracts from Southeast Asia on *Acanthamoeba* spp." **Parasitology Research.** 84(9) : 746-752.

Curtis, C.F., Lines, J.D., Ijumba, J., Callaghan, A., Hill, N. and Karimzad, M.A. 1987. "The relative efficacy of repellents against mosquito vectors of disease." **Medical and Veterinary Entomology.** 1(2) : 109-119.

Dadji, G.A.F., Tamesse, J.L. and Boyom F.F. 2011. "Adulticidal effects of essential oils extracts from *Capsicum annuum* (Solanaceae) *Piper nigrum* (Piperaceae) and *Zingiber officinale* (Zingiberaceae) on *Anopheles gambiae* (Diptera-Culiciade), vector of malaria " **Journal of Entomology**. 8(2) : 152-163.

Das, N.G., Baruah, I., Talukdar, P.K. and Das, S.C. 2003. "Evaluation of botanicals as repellents against mosquitoes." **Journal of Vector Borne Diseases.** 40(1-2) : 49-53.

Dengue Virus Net. 2012. **Life cycle of *Aedes aegypti.*** [Online]. Available : http://www.dengue virusnet.com/life-cycle-of-aedes-aegypti.html. (02/05/2012).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dua, V. K., Pandey, A.C. and Dash, A. P. 2010. "Adulticidal activity of essential oil of *Lantana camara* leaves against mosquitoes." **Indian Journal of Medical Research.** 131(3) : 434-439.

Dumbleton, L.J. 1968. "A synopsis of the New Zealand mosquitoes (Diptera Culicidae) and a key to the larvae." **Tuatara.** 16(3) : 167-179.

El-Gendy, N.A. and Shaalan, E.A. 2012. "Oviposition deterrent activity of some volatile oils against the filaria mosquito vector *Culex pipiens*." **Journal of Entomology.** 9(6) : 435-441.

Elango, G., Zahir, A.A., Bagavan, A., Kamaraj, C., Rajakumar, G., Santhoshkumar, T., Marimuthu, S. and Rahuman, A.A. 2011. "Efficacy of indigenous plant extracts on the malaria vector *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera: Culicidae)." **Indian Journal of Medical Research.** 134(3) : 375-383.

Florida Medical Entomology Laboratory. 2012. **Genus Anopheles.** [Online]. Available : http://fmel.ifas.ufl.edu/key/genus/anopheles.shtml. (02/05/2012).

Forest and Kim Starr. 2006. **Plants of Hawaii.** [Online]. Available : http://www.hear.org/starr/images/species/?q=cananga+odorata&o=plants. (02/05/2012).

Gould, D.J., Scanlon, J.E. and Ward, R.A. 1966. "Anopheles vectors of malaria in Southeast Asia." 361-373. In **Army Science Conference Proceedings.** Washington : Walter Reed Army Medical Center.

Govindarajan, M., Jebanesan, A., Pushpanathan, T. and Samidurai, K. 2008. "Studies on effect of *Acalypha indica* L. (Euphorbiaceae) leaf extracts on the malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera:Culicidae)." **Parasitology Research.** 103(3): 691-695.

Gupta, R.K. and Rutledge, L.C. 1989. "Laboratory evaluation of controlled-release repellent formulations on human volunteers under three climatic regimens." **Journal of the American Mosquito Control Association.** 5(1) : 52-55.

Guthmann, J.P., Bonnet, M., Ahoua, L., Dantoine, F., Balkan, S., van Herp, M., Tamrat, A., Legros, D., Brown, V. and Checchi, F. 2007. "Death rates from malaria epidemics, Burundi and Ethiopia." **Emerging Infectious Diseases.** 13(1) : 140-143.

Hanifah, A.L., Awang, S.H., Ming, H.T., Abidin, S.Z. and Omar, M.H. 2011. "Acaricidal activity of *Cymbopogon citratus* and *Azadirachta indica* against house dust mites." **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.** 1(5) : 365-369.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Health On Care. 2012. **Malaria : Definition, causes, symptoms, diagnosis, preventive and treatment.** [Online]. Available : http://www.healthoncare.com/malaria-definition-causes-symptoms-diagnosis-preventive-and-treatment.html. (09/08/2012).

Henriette's Herbal Homepage. 2012. **Henriette's plant photos.** [Online]. Available : http:// www. henriettesherbal.com/pictures/p10/pages/ocimum-basilicum-5.htm. (05/03/2012).

Huang, J., Walker, E.D., Vulule, J. and Miller, J.R. 2006. "Daily temperature profiles in and around Western Kenyan larval habitats of *Anopheles gambiae* as related to egg mortality." **Malaria Journal.** 5(1) : 87-95.

Hurst, C.H. 1890. **The pupal stage of Culex.** Manchester : Guardian Printing Works.

Impoinvil, D.E., Cardenas, G.A., Gihture, J.I., Mbogo, C.M. and Beier, J.C. 2007. "Constant temperature and time period effects on *Anopheles gambiae* egg hatching." **Journal of the American Mosquito Control Association.** 23(2) : 124-130.

Jeffery, G.M. 1956. "Blood meal volume in *Anopheles quadrimaculatus*, *Anopheles albimanus* and *Aedes aegypti*." **Experimental Parasitology.** 5(4) : 371-375.

Kamimura, K., Matsuse, I.T., Takahashi, H., Komuka, J., Fukuda, T., Suzuki, K., Aratani, M., Shirai, Y. and Mogi, M. 2002. "Effect of temperature on the development of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*." **Medical Entomology and Zoology.** 53(1) : 53-58.

Karunamoorthi, K., Ilango, K. and Murugan, K. 2010. "Laboratory evaluation of traditionally used plant-based insect repellent against the malaria vector *Anopheles arabiensis* Patton (Diptera: Culicidae)." **Parasitology Research.** 106(5) : 1217-1223.

Kazembe, T. and Chauruka, D. 2012. "Mosquito repellence of *Astrolochii hepii*, *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* extracts and mixtures." **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences.** 1(8) : 60-64.

Kiang, R., Adimi, F., Soika, V., Nigro, J., Singhasivanon, P., Sirichaisinthop, J., Leemingsawat, S., Apiwathnasorn, C. and Looareesuwan, S. 2006. "Meteorological, environmental remote sensing and neural network analysis of the epidemiology of malaria transmission in Thailand." **Geospatial Health.** 1(1): 71-84.

Kiran, S.R. and Devi, P.S. 2007. "Evaluation of mosquitocidal activity of essential oil and sesquiterpenes from leaves of *Chloroxylon swietenia* DC." **Parasitology Research.** 101(2) : 413-418.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Klun, J.A. and Debboun, M. 2000. "A new module for quantitative evaluation of repellent efficacy using human subjects." **Journal of Medical Entomology.** 37(1) : 177-181.

Kokkinn, M.J., Roberts, D.M. and Williams, C.R. 2012. "Larval development rate of the mosquitoes *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) varies between clutches: implications for population ecology." **Australian Journal of Entomology.** 51(1) : 22-27.

Koul, O., Walia, S. and Dhaliwal, G.S. 2008. "Essential oils as green pesticides: Potential and constraints." **Biopesticides International.** 4(1) : 63-84.

Kramer, L.W. and Mulla, M.S. 1979. "Oviposition attractants and repellents: Oviposition responses of *Culex* mosquito to organic infusions." **Environmental Entomology.** 8(**6**) : : 1111-1117.

Kumar, G., Karthik, L., Rao, K. V. B., Kirthi, A. V. and Rahuman, A. A. 2012. "Larvicidal, repellent and ovicidal activity of *Calotropis gigantea* against *Culex gelidus*, *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae)." **International Journal of Agricultural Technology.** 8(3) : 869-880.

Larrick, S., Blosser, E.M. and Connelly, C.R. 2010. **Featured Creatures.** [Online]. Available : http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/culex_iolambdis05.htm. (09/02/2012).

Lyimo, E.O., Takken, W. and Koella, J.C. 1992. "Effect of rearing temperature and larval density on larval survival pupation and adult size of *Anopheles gambiae*." **Entomologia Experimentalis et Applicata.** 63(3) : 265-271.

Macia, A. 2009. "Effects of larval crowding on development time, survival and weight at metamorphosis in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)." **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina.** 68(1-2) : 107-114.

Maharaj, R., Maharaj, V., Crouch, N.R., Bhagwandin, N., Folb, P.I., Pillay, P. and Gayaram, R. 2011. "Screening for adulticidal bioactivity of South African plants against *Anopheles arabiensis*." **Malaria Journal.** 10(1) : 233-237.

Makhaik, M., Naik, S.N. and Tewary, D.K. 2005. "Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils." **Journal of Scientific and Industrial Research.** 64(-) : 129-133.

Malaria Research and Reference Reagent Resource Center (MR4). 2009. **Methods in *Anopheles* Research.** Fourth edition. Virginia : American Type Culture Collection. [Online]. Available : http://www.mr4.org. (06/12/2012).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mandal, S. 2011. "Repellent activity of *Eucalyptus* and *Azadirachta indica* seed oil against the filarial mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) in India." **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.** 1(Supplement 1) : S109-S112.

Maudsley, F. and Kerr, K.G. 1999. "Microbiological safety of essential oils used in complementary therapies and the activity of these compounds against bacterial and fungal pathogens." **Supportive Care in Cancer.** 7(2) : 100-102.

Mehr, Z.A., Rutledge, L.C., Morales, E.L., Meixsell, V.E. and Korte, D.W. 1985. "Laboratory evaluation of controlled-release insect repellent formulations." **Journal of the American Mosquito Control Association.** 1(2) : 143-147.

Mgbemena, I.C. 2010. "Comparative Evaluation of Larvicidal Potentials of Three Plant Extracts on *Aedes aegypti*." **Journal of American Science.** 6(10) : 435-440.

Muirhead-Thomson, R. C. 1958. "The ecology of vector snail habitants and mosquito breeding-places: the experimental approach to basic problems." **Bulletin of the World Health Organization.** 19(4) : 637-659.

Nazar, S., Ravikumar, S., Prakash, W.G., Syed, A.M. and Suganthi, P. 2009. "Screening of Indian coastal plant extracts for larvicidal activity of *Culex quinquefasciatus*." **Indian Journal of Science and Technology.** 2(3) : 24-27.

Pal, M., Kumar, A. and Tewari, S.K. 2011. "Chemical composition and mosquito repellent activity of the essential oil of *Plectranthus incanus* link." **Facta Universitatis.** 9(1) : 57-64.

Phasomkusolsil, S., Lerdthusnee, K., Khuntirat, B., Kongtak, W., Pantuwatana, K. and Murphy, J.R. 2011. "Effect of temperature on laboratory reared *Anopheles dirus* Peyton and Harrison and *Anopheles sawadwongporni* Rattanarithikul and Green." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 42(1) : 63-70.

Promsiri, S., Naksathit, A., Kruatrachue, M. and Thavara, U. 2006. "Evaluations of larvicidal activity of medicinal plant extracts to *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and other effects on a non target fish." **Journal of Insect Science.** 13(-) : 179-188.

Purwal, L., Shrivastava, V. and Jain, U. 2010. "Assessment of pediculicidal potential of formulation containing essential oils of *Mentha piperita* and *Cymbopogan citratus*." **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.** 1(4) : 366-372.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pushpanathan, T., Jebanesan, A. and Govindarajan, M. 2006. "Larvicidal, ovicidal and repellent activities of *Cymbopogan citratus* Stapf (Graminae) essential oil against the filarial mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera : Culicidae)." **Tropical Biomedicine.** 23(2) : 208-212.

Rabha, B., Gopalakrishnan, R., Baruah, I. and Singh, L. 2012. "Larvicidal activity of some essential oil hydrolates against dengue and filariasis vectors." **E3 Journal of Medical Research.** 1(1) : 14-16.

Rajkumar, S. and Jebanesan, A. 2009. "Larvicidal and oviposition activity of *Cassia obtusifolia* Linn (Family: Leguminosae) leaf extract against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae)." **Parasitology Research.** 104(2) : 337-340.

Rana, I.S. and Rana, A.S. 2012. "Efficacy of essential oils of aromatic plants as larvicide for the management of filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera:Culicidae) with special reference to *Foeniculum vulgare*." **Asian Pacific Journal of Tropical Disease.** 2(3) : 184-189.

Ratanatham, S., Rojanasunan, W. and Upatham, S.E.1994. "Morphological aberrations induced by methoprene, a juvenile hormone analogue, in *Anopheles dirus* s.s. and *An. sawadwongporni* (Diptera : Culicidae)." **Journal of the Science Society of Thailand.** 20(-) : 171-182.

Ravindran, J., Samuel, T., Alex, E. and William, J. 2012. "Adulticidal activity of *Ageratum houstonianum* Mill. (Asteraceae) leaf extracts against three vector mosquito species (Diptera: Culicidae)" **Asian Pacific Journal of Tropical Disease.** 2(3) : 177-179.

Roberts, D.M. 2001. "Egg hatching of mosquitoes *Aedes caspius* and *Ae. vittatus* stimulated by water vibrations." **Medical and Veterinary Entomology.** 15(2) : 215-218.

Rutledge, L.C., Collister, D.M., Meixsell, V.E. and Eisenberg, G.H. 1983. "Comparative sensitivity of representative mosquitoes (Diptera: Culicidae) to repellents." **Journal of Medical Entomology.** 20(5) : 506-510.

Samarasekera, R., Kalhari, K.S. and Weerasinghe, I.S. 2006. "Insecticidal activity of essential oils of *Ceylon cinnamomum* and *Cymbopogon* species against *Musca domestica*." **Journal of Essential Oil Research.** 18(3) : 352-354.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Santiwitchaya, O. 2004. "Efficacy of volatile oils derived from *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus* and *Litsea cubeba* against mosquitoes." M.Sc. Thesis of Environment and Resources Studies. Mahidol University.

Self, L.S. and Pant, C.P. 1968. "Parous/nulliparous condition of unfed *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* captured in exit traps." **Mosquito News.** 28(1) : 62-64.

Service, M.W. 1980. "Effects of wind on the behaviour and distribution of mosquitoes and blackflies." **International Journal of Biometeorology.** 24(4) : 347-353.

Sharma, S.K., Dua, V.K. and Sharma, V.P. 1995. "Field studies on the mosquito repellent action of neem oil." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 26(1) : 180-182.

Silva, I.G., Zanon, V.O., and Silva, H.G. 2003. "Larvicidal activity of *Copaifera reticulata* Duck. Oil -resin against *Culex quinquefasciatus* Say. (Diptera:Culicidae)." **Neotropical Entomology.** 32(4) : 729-732.

Sornmani, S., Butraporn, P., Fungladda, W., Okanurak, K. and Dissapongsa, S. 1983. "Migration and disease problems: a study of pattern of migration in an endemic area of malaria in Thailand." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 14(1) : 64-68.

Stuart, A.E., Brooks, C.J., Prescott, R.J. and Blackwell, A. 2000. "Repellent and antifeedant activity of salicylic acid and related compounds against the biting midge, *Culicoides impunctatus* (Diptera: Ceratopogonidae)." **Journal of Medical Entomology.** 37(2) : 222-227.

Sukumar, K., Perich, M.J. and Boobar, L.R. 1991. "Botanical derivatives in mosquito control: a review." **Journal of the American Mosquito Control Association.** 7(2) : 210-237.

Tawatsin, A., Wratten, S.D., Scott, R.R., Thavara, U. and Techadamrongsin, Y. 2001. "Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors." **Journal of Vector Ecology.** 26(1) : 76-82.

Tewtrakul, S., Itchayapruk, J. and Chaitongruk, P. 1998. "Mosquito larvicidal activity of *Zingiber zerumbet* Smith rhizomes." **Songklanakarin Journal of Science and Technology.** 20(2) : 183-187.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Trongtokit, Y., Curtis, C. F. and Rongsriyam, Y. 2005a. "Efficacy of repellent products against caged and free flying *Anopheles stephensi* mosquitoes." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 36(6) : 1423-1431.

Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N. and Apiwathnasorn, C. 2005b. "Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites." **Phytotherapy Research.** 19(4) : 303-309.

Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., Krisadaphong, P. and Apiwathnasorn, C. 2004. "Laboratory and field trial of developing medicinal local Thai plant products against four species of mosquito vectors." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 35(2): 325-333.

Tun-Lin, W., Burkot, T.R. and Kay, B.H. 2000. "Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia." **Medical and Veterinary Entomology.** 14(1) : 31-37.

UBC Botanical Garden and Centre for Plant Research. 2007. **Botany Photo of the Day**. [Online]. Available : http://www.botanicalgarden.ubc.ca/potd/2007/02/citrus_sinensis_cara_cara.php. (05/03/2012).

USAID's Neglected Tropical Diseases Program. 2011. **Lymphatic Filariasis.** [Online]. Available: http://www.neglecteddiseases.gov/target_diseases/lymphatic_filariasis/index.html. (05/03/2012).

Wahyuni, D. 2012. "Larvicidal activity of essential oils of *Piper betle* from the Indonesian plants against *Aedes aegypti* L." **Journal of Applied Environmental and Biological Science.** 2(6) : 249-254.

Weaving, A.J.S. and Sylvester, N.K. 1967. "Pyrethrum as an insect repellent, part II: a laboratory technique for its evaluation as a mosquito repellent and the influence formulation on persistence." **Pyrethrum Post.** 9(1) : 31-35.

Wigglesworth, V.B. 1933. "The Function of the Anal Gills of the Mosquito Larva." **Journal of Experimental Biology.** 10(1) : 16-26.

World Health Organization. 1963. **Insecticide resistance and vector control: Thirteen report of the WHO Expert Committee on Insecticides.** Geneva : World Health Organization (WHO).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

World Health Organization. 1981. **Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides.** Geneva : World Health Organization (WHO).

World Health Organization. 2005. **World malaria report 2005.** Geneva : World Health Organization (WHO).

World Health Organization. 2009. **Guidelines for efficacy testing of mosquito repellents for human skin.** Geneva : WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES).

Xue, R.D., Barnard, D.R. and Ali, A. 2003. "Laboratory evaluation of 18 repellent compounds as oviposition deterrents of *Aedes albopictus* and as larvicides of *Aedes aegypti*, *Anopheles quadrimaculatus*, and *Culex quinquefasciatus*." **Journal of the American Mosquito Control Association.** 19(4) : 397-403.

Yusuf, U.K. and Sinohin, V.O. 1999. ***Cananga odorata* (Lamk) Hook.f. & Thomson.** Leiden : Backhuys Publishers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสามัคร

ข้าพเจ้า (นาย, นาง, นางสาว)..... นามสกุล..... เพศ.....

อายุ.....ปี อยู่บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ซอย.....ถนน.....

แขวง.....เขต..... จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

ได้รับฟังคำบรรยายจาก นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล เกี่ยวกับการเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการไล่, การป้องกันการวางไข่และการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง

ข้าพเจ้าได้ทราบคำชี้แจงดังนี้แล้ว

1. วิธีการหรือการวางแผนการทดลองที่อาสามัครต้องปฏิบัติ
2. อันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัยและภายหลังการวิจัยตลอดจนการป้องกันที่เตรียมไว้
3. ประโยชน์ที่พึงได้รับจากงานวิจัย

และข้าพเจ้าสามารถถอนตัวจากการทดสอบนี่เมื่อใดก็ได้ ถ้าข้าพเจ้าปรารถนา และถ้าหากมีอาการข้างเคียงขึ้น ข้าพเจ้าจะรายงานให้แพทย์หรือเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในขณะนั้นทราบโดยทันที

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจตามคำอธิบายข้างต้นแล้ว จึงได้ลงนามยินยอมให้ทำการศึกษา

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน.....

(นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสามัคร

ข้าพเจ้า (นาย) นาง, นางสาว) วีระพันธ์ นามสกุล คงมาก เพศ ชาย

อายุ 41 ปี อยู่บ้านเลขที่ 1/87 หมู่ที่ 4 ซอย โกสุมรวมใจ ถนน

แขวง สีกัน เขต ดอนเมือง จังหวัด กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10210

ได้รับฟังคำบรรยายจาก นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล เกี่ยวกับการเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการไล่, การป้องกันการวางไข่และการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง

ข้าพเจ้าได้ทราบคำชี้แจงดังนี้แล้ว

1. วิธีการหรือการวางแผนการทดลองที่อาสามัครต้องปฏิบัติ
2. อันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัยและภายหลังการวิจัยตลอดจนการป้องกันที่เตรียมไว้
3. ประโยชน์ที่พึงได้รับจากงานวิจัย

และข้าพเจ้าสามารถถอนตัวจากการทดสอบนี้เมื่อใดก็ได้ ถ้าข้าพเจ้าปรารถนา และถ้าหากมีอาการข้างเคียงขึ้น ข้าพเจ้าจะรายงานให้แพทย์หรือเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในขณะนั้นทราบโดยทันที

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจตามคำอธิบายข้างต้นแล้ว จึงได้ลงนามยินยอมให้ทำการศึกษา

ลงชื่อ วีระพันธ์ คงมาก

(วีระพันธ์ คงมาก)

พยาน

(นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล)

วันที่ 6 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสามัคร

ข้าพเจ้า (นาย, นาง, นางสาว) ชาญณรงค์ นามสกุล ตั๊ะวงศ์ เพศ หญิง

อายุ 40 ปี อยู่บ้านเลขที่ 115/118 หมู่ที่ 6 ซอย พานิชพัฒนา ถนน พหลโยธิน ซอยพหลโยธิน

แขวง สีกัน เขต ดอนเมือง จังหวัด กทม. รหัสไปรษณีย์ 10210

ได้รับฟังคำบรรยายจาก นางศิริภรณ์ ผสมกุศลศีล เกี่ยวกับการเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการไล่, การป้องกันการวางไข่และการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง

ข้าพเจ้าได้ทราบคำชี้แจงดังนี้แล้ว

1. วิธีการหรือการวางแผนการทดลองที่อาสามัครต้องปฏิบัติ
2. อันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัยและภายหลังการวิจัยตลอดจนการป้องกันที่เตรียมไว้
3. ประโยชน์ที่พึงได้รับจากงานวิจัย

และข้าพเจ้าสามารถถอนตัวจากการทดสอบนี้เมื่อใดก็ได้ ถ้าข้าพเจ้าปรารถนา และถ้าหากมีอาการข้างเคียงขึ้น ข้าพเจ้าจะรายงานให้แพทย์หรือเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในขณะนั้นทราบโดยทันที

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจตามคำอธิบายข้างต้นแล้ว จึงได้ลงนามยินยอมให้ทำการศึกษา

ลงชื่อ ชาญณรงค์ ตั๊ะวงศ์

(ชาญณรงค์ ตั๊ะวงศ์)

พยาน

(นางศิริภรณ์ ผสมกุศลศีล)

วันที่ 6 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสามัคร

ข้าพเจ้า (นาย, นาง, นางสาว) กาญจนา นามสกุล พันธุวัฒนา เพศ หญิง

อายุ 51 ปี อยู่บ้านเลขที่ 80/134 หมู่ที่ 9 ซอย มรมาธชนี 123 ถนน พรมราชชนนี

แขวง ตำบลธรรมสภา เขต ภาษีเจริญ จังหวัด กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10170

ได้รับฟังคำบรรยายจาก นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล เกี่ยวกับการเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการไล่, การป้องกันการวางไข่และการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง

ข้าพเจ้าได้ทราบคำชี้แจงดังนี้แล้ว

1. วิธีการหรือการวางแผนการทดลองที่อาสามัครต้องปฏิบัติ
2. อันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัยและภายหลังการวิจัยตลอดจนการป้องกันที่เตรียมไว้
3. ประโยชน์ที่พึงได้รับจากงานวิจัย

และข้าพเจ้าสามารถถอนตัวจากการทดสอบนี่เมื่อใดก็ได้ ถ้าข้าพเจ้าปรารถนา และถ้าหากมีอาการข้างเคียงขึ้น ข้าพเจ้าจะรายงานให้แพทย์หรือเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในขณะนั้นทราบโดยทันที

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจตามคำอธิบายข้างต้นแล้ว จึงได้ลงนามยินยอมให้ทำการศึกษา

ลงชื่อ กาญจนา พันธุวัฒนา

(น.ส. กาญจนา พันธุวัฒนา)

พยาน

(นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล)

วันที่ 6 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสามัคร

ข้าพเจ้า (นาย, นาง, นางสาว) นันทพร นามสกุล ผลการนา เพศ หญิง

อายุ 40 ปี อยู่บ้านเลขที่ 59/227 หมู่ที่ 4 ซอย กระทุ่มล้ม 27 ถนน พุทธมณฑลสาย 4

แขวง กระทุ่มล้ม เขต ธ. สามพราน จังหวัด นครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73220

ได้รับฟังคำบรรยายจาก นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล เกี่ยวกับการเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการไล่, การป้องกันการวางไข่และการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง

ข้าพเจ้าได้ทราบคำชี้แจงดังนี้แล้ว

1. วิธีการหรือการวางแผนการทดลองที่อาสามัครต้องปฏิบัติ
2. อันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัยและภายหลังการวิจัยตลอดจนการป้องกันที่เตรียมไว้
3. ประโยชน์ที่พึงได้รับจากงานวิจัย

และข้าพเจ้าสามารถถอนตัวจากการทดสอบนี้เมื่อใดก็ได้ ถ้าข้าพเจ้าปรารถนา และถ้าหากมีอาการข้างเคียงขึ้น ข้าพเจ้าจะรายงานให้แพทย์หรือเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในขณะนั้นทราบโดยทันที

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจตามคำอธิบายข้างต้นแล้ว จึงได้ลงนามยินยอมให้ทำการศึกษา

ลงชื่อ .....

(น.ส. นันทพร ผลการนา)

พยาน .....

(นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล)

วันที่ 6 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มใบยินยอมให้ทำการศึกษาของอาสามัคร

ข้าพเจ้า (นาย, นาง, นางสาว) รชกฤษ นามสกุล เกตามณี เพศ ชาย

อายุ 41 ปี อยู่บ้านเลขที่ 129/23 หมู่ที่ 1 ซอย สวนสุข 2 ถนน สุขาภิบาล

แขวง บางศรีเมือง เขต อำเภอเมือง จังหวัด นนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 10100

ได้รับฟังคำบรรยายจาก นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล เกี่ยวกับการเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการไล่, การป้องกันการวางไข่และการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญและยุงก้นปล่อง

ข้าพเจ้าได้ทราบคำชี้แจงดังนี้แล้ว

1. วิธีการหรือการวางแผนการทดลองที่อาสามัครต้องปฏิบัติ
2. อันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัยและภายหลังการวิจัยตลอดจนการป้องกันที่เตรียมไว้
3. ประโยชน์ที่พึงได้รับจากงานวิจัย

และข้าพเจ้าสามารถถอนตัวจากการทดสอบนี้เมื่อใดก็ได้ ถ้าข้าพเจ้าปรารถนา และถ้าหากมีอาการข้างเคียงขึ้น ข้าพเจ้าจะรายงานให้แพทย์หรือเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในขณะนั้นทราบโดยทันที

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจตามคำอธิบายข้างต้นแล้ว จึงได้ลงนามยินยอมให้ทำการศึกษา

ลงชื่อ รชกฤษ เกตามณี

(รชกฤษ เกตามณี)

พยาน .....

(นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล)

วันที่ 6 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมอาหารปลาป่นสำหรับเลี้ยงลูกน้ำยุงก้นปล่อง

1) ชั่งอาหารปลาชนิดเม็ด (HIPRO®) ปริมาณ 50 กรัม

2) ใส่อาหารปลาเม็ดที่ชั่งเรียบร้อยแล้วลงในเครื่องปั่นและบดปั่นประมาณ 5 นาที แล้วบดซ้ำอีกประมาณ 2-3 ครั้ง จนกว่าอาหารปลาจะป่นละเอียด

3) หลังจากนั้นจึงนำอาหารปลาป่นไปร่อนผ่านตะแกรงสแตนเลสขนาดความถี่เบอร์ 40 อีกครั้งหนึ่ง

4) เก็บอาหารปลาป่นดังกล่าวไว้ในภาชนะขวดแก้วและติดฉลากรายละเอียดของอาหารไว้ข้างขวดโดยละเอียด ภาชนะขวดแก้วที่นำมาใช้จะต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้ทุกครั้ง

5) นำภาชนะขวดแก้วไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิระหว่าง 2-8 องศาเซลเซียส เมื่อนำภาชนะขวดแก้วที่มีอาหารปลาป่นออกจากตู้เย็นเพื่อนำมาใช้เลี้ยงลูกน้ำยุงก้นปล่อง อาหารปลาป่นในภาชนะขวดแก้วนั้นจะมีอายุอาหาร (Shelf life) ในการใช้เพียง 1 สัปดาห์เท่านั้น

ภาคผนวก ค

การเตรียมน้ำหวานสำหรับเลี้ยงยุงตัวเต็มวัย

1) เตรียมสารละลายน้ำหวาน 5% ปริมาณ 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำเชื่อมวิตามิน (MULTILIM®) ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ละลายในน้ำดื่มเย็น ปริมาณ 95 มิลลิลิตร

2) แบ่งสารละลายน้ำหวาน 5% ลงในขวดรูปชมพู่ (Flask) ปริมาณ 40 มิลลิลิตร

3) ใช้แท่งไม้ขนาดความยาว 6 นิ้ว พันด้วยสำลีรอบแท่งไม้ แล้วนำไปใส่ในขวดรูปชมพู่ (Flask) ที่มีสารละลายน้ำหวาน 5% ต้องให้สำลีชุบสารละลายน้ำหวานจนทั่วแท่งไม้ แล้วจึงนำไปใส่กรงยุงเพื่อเป็นอาหารยุงตัวเต็มวัยต่อไป

4) สารละลายน้ำหวาน 5% ที่ใช้สำหรับเลี้ยงยุงสามารถเก็บไว้ในกรงยุงได้วันเว้นวันเท่านั้น หลังจากนั้นจะนำขวดใหม่มาเปลี่ยนแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

วิธีการให้เลือดแบบเทียม (Membrane feeding technique)

ง.1 เตรียมอุปกรณ์สำหรับการให้เลือดเทียม

1) ผนังลำไส้หมู
2) กระเปาะแก้ว (Glass feeder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
3) สายยาง (Rubber tube), หนังยาง (Rubber band)
4) เครื่อง Circulating water bath
5) เลือดแกะ
6) หลอดดูดเลือด (Pipette)
7) 10% Clorox
8) ตู้อบ (Hot air oven)

ง.2 ขั้นตอนการให้เลือดเทียม

1) ตัดผนังลำไส้หมูขนาด 8 x 8 เซนติเมตร ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีรอยรั่วเกิดขึ้น แล้วจึงนำไปล้างด้วยน้ำเปล่า เพื่อล้างเกลือออกให้สะอาด หลังจากนั้นดึงแผ่นผนังลำไส้หมูให้ตึง แล้วครอบลงบนกระเปาะแก้วแล้วรัดให้แน่นด้วยหนังยางอีกครั้งหนึ่ง

2) เตรียมเครื่อง Circulating water bath ที่มีน้ำบรรจุอยู่ภายในและต่อกับสายยางซึ่งต่อเข้ากับกระเปาะแก้ว (Glass feeder) หลังจากนั้นเปิดเครื่องให้น้ำไหลเวียนภายในจนทั่ว โดยรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส

3) นำชุดกระเปาะแก้วที่เตรียมเรียบร้อยแล้วมาวางบนกรงยุงซึ่งมียุงเพศเมียอยู่ภายใน โดยให้ยุงเพศเมียอดน้ำหวานอย่างน้อย 12 ชั่วโมง โดยให้สำลีชุบน้ำเปล่าแทน และเอาสำลีออกก่อนเวลาให้เลือดล่วงหน้า 6 ชั่วโมง

4) ใช้หลอดดูดเลือด (Pipette) ดูดเลือดแกะปริมาณ 500 มิลลิลิตร ใส่ในกระเปาะแก้ว โดยใช้เวลาในการให้ยุงได้กินเลือด เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาจึงถอดกระเปาะแก้วออกจากเครื่อง Circulating water bath แล้วนำไปแช่ใน 10% Clorox เป็นเวลา 30 นาที และล้างด้วยน้ำไหลเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที และอบให้แห้งในตู้อบ

5) นับจำนวนยุงที่กินเลือด แล้วนำแท่งไม้พันสำลีชุบน้ำหวานใส่ไว้ในกรงยุงเหมือนเดิม กรณียุงลายบ้านและยุงรำคาญ เมื่อยุงเพศเมียกินเลือดแล้ว ให้เตรียมถ้วยวางไข่และนำมาใส่ไว้ในกรงยุง หลังจากนั้นประมาณ 3-5 วัน ยุงเพศเมียจะเริ่มวางไข่

แต่ในกรณียุงก้นปล่อง *An. dirus* ภายหลังจากยุงกินเลือด 1 วัน จะนำยุงเพศเมียที่ผ่านการกินเลือดแล้วไปผสมพันธุ์กับยุงเพศผู้ โดยวิธี artificial mating technique ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

วิธีการผสมพันธุ์เทียม (Artificial mating technique)

จ.1 เตรียมอุปกรณ์การผสมพันธุ์เทียม (Artificial mating technique)

1) เครื่องจับยุงเพศผู้ (Suction device) ประกอบไปด้วย แท่งแก้วปิเปตต่อด้วยสายยาง ซึ่งต่อเข้ากับปั๊มลม สามารถปรับแรงดันลมได้ตามต้องการ

2) แท่งไม้เสียบยุงเพศผู้ เป็นแท่งไม้เนื้ออ่อน ขนาดความยาว 6 นิ้ว ประกอบด้วยเข็มแหลมอยู่ด้านปลายสุด

3) หลอดดูดยุงตัวเต็มวัย (Aspirator)

4) สำลีชุบสารอีเธอร์ (Ether) ที่เก็บไว้ในขวดแก้ว

5) แก้วน้ำกระดาษ เส้นผ่านศูนย์กลาง เซนติเมตร สูง เซนติเมตร โดยเจาะช่องตรงกลางขนาด 1.5 x 1.5 เซนติเมตร

6) กรงเลี้ยงยุง ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร

จ.2 ขั้นตอนการผสมพันธุ์เทียม

1) คัดเลือกยุงเพศผู้ที่มีอายุระหว่าง 3-6 วัน โดยใช้เครื่องจับยุงเพศผู้ (Suction device)

2) ใช้แท่งไม้เสียบยุงเพศผู้ แทงเข้าไปบริเวณแผ่นหลังของยุงเพศผู้ (Thorax)

3) ดึงหัวและขาของยุงเพศผู้ออก เพื่อให้ยุงเพศผู้พร้อมจะผสมพันธุ์

4) เลือกยุงเพศเมีย โดยใช้หลอดดูดยุงตัวเต็มวัย (Aspirator) นำมาใส่ไว้ในหลอดแก้วที่มีสำลีชุบสารอีเธอร์ (Ether) เพื่อทำให้ยุงเพศเมียสลบ และหงายด้านท้องของยุงเพศเมียขึ้น

5) นำยุงเพศผู้มาประกบด้านบนของยุงเพศเมียโดยให้ปลายอวัยวะเพศของยุงเพศผู้สัมผัสกับส่วนปลายของอวัยวะเพศของยุงเพศเมีย

6) หลังจากนั้นอวัยวะเพศของยุงเพศผู้จะจับยึดกับอวัยวะเพศของยุงเพศเมีย และยุงเพศผู้จะเริ่มถ่ายทอดสเปิรม์ไปสู่ยุงเพศเมีย

7) นำยุงใส่ไว้ในแก้วกระดาษ หลังจากนั้นประมาณ 30 วินาที ยุงเพศผู้จะคลายอวัยวะเพศออก และปล่อยยุงเพศเมียให้หล่นสู่ภายในแก้วกระดาษ

8) เมื่อผสมพันธุ์ยุงจนครบจำนวนที่ต้องการ จึงย้ายยุงเพศเมียทั้งหมดจากแก้วกระดาษไปไว้ในกรงยุง

9) เตรียมถ้วยวางไข่ใส่ไว้ในกรง พร้อมทั้งเตรียมแท่งไม้พันสำลีชุบสารละลายน้ำหวาน 5% ใส่ไว้ในกรงยุงเพื่อเป็นอาหารสำหรับยุงตัวเต็มวัย หลังจากนั้นประมาณ 2 วัน ยุงเพศเมียจะเริ่มวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ-1

แบบฟอร์มการทดสอบความไวของยุงต่อน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	วันที่ทดสอบ	ความเข้มข้นที่ทดสอบ
ชนิดยุงที่ศึกษา	จำนวนยุงที่ทดสอบ	อายุยุงที่ทดสอบ
เวลาที่ทดสอบ		

จำนวนยุงที่สลบภายหลังสัมผัสสารทดสอบ

ระยะเวลา	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5
10 นาที					
20 นาที					
30 นาที					
40 นาที					
50 นาที					
60 นาที					

จำนวนยุงตายที่เวลา 24 ชั่วโมง

24 ชั่วโมง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ-2

แบบฟอร์มการบันทึกระยะเวลาในการป้องกันยุงกัด

วันที่ทำการทดสอบ _____

ชนิดยุง _____

ชนิดน้ำมันหอมระเหย _____

เวลาภายหลังทาน้ำมันหอมระเหย (นาที)	จำนวนยุงที่เกาะ (ตัว)	จำนวนยุงที่กัด (ตัว)
0		
30		
60		
90		
120		
135		
150		
165		
180		
195		
210		
225		
240		

ลงชื่อ _____ ผู้ทำการทดสอบ

ลงชื่อ _____ ผู้ควบคุมดูแลการทดสอบ

(นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ-3

แบบฟอร์มการบันทึกระยะเวลาในการฆ่าลูกน้ำยุง โดยวิธี Dipping Bioassay

วันที่ทดสอบ _____ ชนิดยุงที่ทดสอบ _____

ชนิดน้ำมันหอมระเหย _____ ระยะลูกน้ำยุง/ตัวโม่งที่ทดสอบ _____

เวลาที่สังเกต (ชั่วโมง)	จำนวนลูกน้ำยุง/ตัวโม่งที่ตาย (ตัว)			จำนวนยุงที่รอดชีวิต	หมายเหตุ
	ระยะลูกน้ำ	ระยะตัวโม่ง	ระยะตัวเต็มวัย		
0					
1					
3					
6					
24					
48					
72					
96					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

Publications :

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2010. "Insect repellent activity of medicinal plant oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles minimus* (Theobald) and *Culex quinquefasciatus* Say based on protection time and biting rate." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 41(4) : 831-840.

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2010. "Potential larvicidal and pupacidal activities of herbal essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say and *Anopheles minimus* (Theobald)." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 41(6) : 1342-1351.

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2011. "Comparative mosquito repellency of essential oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say)." **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.** Supplement 1 : S113-S118.

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2011. "Efficacy of herbal essential oils as insecticide against *Aedes aegypti* (Linn.), *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison)." **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.** 42(5) : 1083-1092.

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2012. "The effects of herbal essential oils on the oviposition-deterrent and ovicidal activities of *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say)." **Tropical Biomedicine.** 29(1) : 138-150.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Poster presentations :

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2010. "Larvicidal and Pupacidal Activities of Herbal Essential Oils Against *Aedes aegypti* Linn." 737-740. In **16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology.** Bangkok : Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. 25-27 August 2010.

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2012. "The effects of Thai herbal essential oils on the oviposition-deterrent and ovicidal activities of *Aedes aegypti* (Linn) and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison)." In **2nd ICMM Pan Asia Pacific Congress on Military Medicine.** Centara Grand & Bangkok Convention Centre at Central World, Bangkok, Thailand. 27-30 November 2012.

Phasomkusolsil, S. and Soonwera, M. 2012. "Efficacy of seven Thai herbal essential oils against three immature stages of *Aedes aegypti* (Linn) and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison)." In **Joint International Tropical Medicine Meeting 2012 (JITMM2012).** Centara Grand & Bangkok Convention Centre at Central World, Bangkok, Thailand. 12-14 December 2012.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSECT REPELLENT ACTIVITY OF MEDICINAL PLANT OILS AGAINST *AEDES AEGYPTI* (LINN.), *ANOPHELES MINIMUS* (THEOBALD) AND *CULEX QUINQUEFASCIATUS* SAY BASED ON PROTECTION TIME AND BITING RATE

Siriporn Phasomkusolsil and Mayura Soonwera

Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lad Krabang, Bangkok, Thailand

Abstract. This study investigated insect bite protection and length of the protection with 30 repellents which were divided into 3 categories: plant oil, essential oil and essential oil with ethyl alcohol, tested against three mosquito species, *Aedes aegypti*, *Anopheles minimus* and *Culex quinquefasciatus*, under laboratory conditions. The plant oil group was comprised of Phlai (*Zingiber cassumunar*) and Sweet basil (*Ocimum basilicum*). Both substances were effective as repellents and feeding deterrents against *An. minimus* (205 minutes protection time and a biting rate of 0.9%), *Cx. quinquefasciatus* (165 minutes protection time and 0.9% biting rate) and *Ae. aegypti* (90 minutes protection time and 0.8% biting rate). Essential oil from citronella grass (*Cymbopogon nardus*) exhibited protection against biting from all 3 mosquito species: for *An. minimus*, *Cx. quinquefasciatus* and *Ae. aegypti*, the results were 130 minutes and 0.9%, 140 minutes and 0.8%, and 115 minutes and 0.8%, respectively. The period of protection time against *Ae. aegypti* for all repellent candidates tested was lower than the Thai Industrial Standards Institute (TISI) determined time of greater than 2 hours.

Key words: medicinal plant oil, repellent activity, *Aedes aegypti*, *Anopheles minimus*, *Culex quinquefasciatus*

INTRODUCTION

DEET, a synthetic mosquito repellent, is recognized as one of the few products effective against mosquitoes and biting flies. The efficacy of DEET in providing long-lasting protection against a wide variety of mosquito species has been documented in several studies (Fradin and Day, 2002; Roberts and Reigart, 2004). Although DEET is an effective repellent against mosquitoes, there are concerns associated with its use. Human toxicity has been reported with DEET, with symptoms varying from mild to severe (Briassoulis *et al*, 2001). It is irritating to mucous membranes, and

Correspondence: Siriporn Phasomkusolsil, Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, King Mongkut's Institute of Technology Lad Krabang, Chalong Krung Road, Lad Krabang, Bangkok 10520, Thailand.
Tel: +66 (0) 2326 4314
E-mail: msiriporn@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

concentrated formulations dissolve plastic. DEET may be unsafe for children possibly causing encephalopathy (Abdel-Rahman *et al*, 2001). Research regarding insect repellents derived from plant extracts is needed to find alternatives that are safer but still effective. Some plant species contain insecticidal or repellent substances. Some plant extracts, such as neem (*Azadirachta indica*), sweet basil (*O. basilicum*), and lemon eucalyptus (*Corymbia citriodora*) have been studied as possible mosquito repellents and have demonstrated good efficacy against some mosquito species (Kirton, 2005; Sharma *et al*, 1993). Tawatsin *et al* (2001) reported the volatile oils extracted from turmeric (*Curcuma longa*), kaffir lime (*Citrus hystrix*), citronella grass (*Cy. winterianus*) and hairy basil (*O. americanum*) show strong repellency against three mosquito vectors (*Aedes aegypti, Anopheles dirus* and *Culex quinquefasciatus*) when applied to human skin.

However, the repellent effects of natural oils do not usually last as long as DEET which can protect from mosquito bites for up to 6 hours (Frances, 1987; Debboun *et al*, 2000; Barnard and Xue, 2004). Trongtokit *et al* (2005) found important factors regarding the effective time of repellency depended on concentrations, experimental design and mosquito species after they assessed repellent activity of 38 Thai essential oils. Prolonged protection time is the critical factor for mosquito repellent. Thailand has many plant oils with repellency against mosquito bites, but they do not give protection which lasts as long DEET. The aim of this study was to screen the repellency of various plant oils, essential oils and their combinations against *Ae. aegypti, An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus* mosquitoes using a screen cage method to estimate protection time and biting rate under laboratory conditions.

MATERIALS AND METHODS

Mosquitoes

Ae. aegypti, An. minimus and *Cx. quinquefasciatus* lab bred mosquitoes were used in this study. They were maintained in the laboratory of the Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut Institute of Technology Lad Krabang (KMITL), Bangkok. Mosquitoes were reared at 26-28°C at 70-80% relative humidity; adults were fed with 10% sucrose. Prior to testing, 5- to 7-day-old female mosquitoes were starved by providing them with only water for 12 hours.

Plant materials

Thirty types of repellent were used in this study as shown in Table 1. These oils were provided by the medicinal plant laboratory of KMITL. The repellents were formulated into 3 groups: plant oils, essential oils and essential oils in ethyl alcohol. All formulations were kept at room temperature before testing.

Laboratory test procedure

The oils were screened for repellency against 3 species of mosquitoes under laboratory conditions using a screened cage test method (Barnard, 2005) following TISI guidelines (TISI, 1986). Test times was determined by normal feeding times for each mosquito species. The *Ae. aegypti* testing time was between 8:00 AM to 4:00 PM, while the *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus* testing time was 4:00 PM and 12:00 PM.

For testing, a volunteer used the left arm for treatment and the right arm for control. Both arms were covered with a rubber sleeve with a window 3 x 10 cm on the forearm. One hundred µl of test material was applied to the treatment area and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1
List of repellents tested in this study.

No	Name of material	Formulation
P1	Phlai (*Zingiber cassumunar*)	Plant oil
P2	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + *Curcuma aromatica*	Plant oil
P3	Turmeric (*Curcuma longa*)	Plant oil
P4	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + Turmeric (*Curcuma longa*)	Plant oil
P5	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*)	Plant oil
P6	Turmeric (*Curcuma longa*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*)	Plant oil
P7	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + †Clove (#1)(*Syzygium aromaticum*)	Plant oil
P8	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + †Clove (#2)(*Syzygium aromaticum*)	Plant oil
P9	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + Lavender (*Lavendula angustifolia*)	Plant oil
P10	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + Sweet basil (*Ocimum basilicum*)	Plant oil
P11	Turmeric (*Curcuma longa*) + Peppermint (*Mentha piperita*)	Plant oil
P12	Phlai (*Zingiber cassumunar*) + Ginger (*Zingiber officinale*)	Plant oil
P13	Turmeric (*Curcuma longa*) + Ylang-ylang tree (*Cananga odorata*)	Plant oil
P14	Lemon Grass (*Cymbopogon citratus*) + Turmeric (*Curcuma longa*)	Plant oil
P15	Mah – Khwuaen (*Zanthoxylum limonella*)	Plant oil
E1	Citronella grass (#1) (*Cymbopogon nardus*)	Essential oil
E2	Citronella grass (#2) (*Cymbopogon nardus*)	Essential oil
E3	Orange oil (*Citrus sinensis*)	Essential oil
E4	Eucalyptus (#1) (*Eucalyptus citriodora*)	Essential oil
E5	Eucalyptus (#2) (*Eucalyptus citriodora*)	Essential oil
E6	Clove (*Syzygium aromaticum*)	Essential oil
E7	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*)	Essential oil
E8	Clove (#2) (*Syzygium aromaticum*)	Essential oil
E9	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) + Citronella grass (*Cymbopogon nardus*)	Essential oil
EE1	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	Essential oil with ethyl alcohol
EE2	Clove (*Syzygium aromaticum*)	Essential oil with ethyl alcohol
EE3	Orange oil (*Citrus sinensis*)	Essential oil with ethyl alcohol
EE4	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	Essential oil with ethyl alcohol
EE5	Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	Essential oil with ethyl alcohol
EE6	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	Essential oil with ethyl alcohol

allowed to dry for 5 minutes. The control arm was exposed to mosquitoes before the treated arm. If at least two mosquitoes landed on or bit the arm, the repellency test was continued, otherwise, the test was not stopped. The mosquito cage (30 x 30 x 30 cm) contained 250 nulliparous, 5-7 day old female mosquitoes; the test was conducted for 3 minutes. The total number of mosquitoes biting or landing on the treatment and control areas was recorded. If no mosquitoes bit or landed during the 3 minute study period, the arm was withdrawn from the cage and we waited 30 minutes before attempting to conduct the test again. This was continued until at least two mosquito bites/landings occurred during the 3-minute study period..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The study period was carried out every 30 minutes until fewer than 2 mosquitoes land or bit during the 3 minute study period, at which time the study was stopped. The protection time was the time from repellent application until the study was stopped.

For comparison, a percentage of mosquito bitings/landings was calculated for each test (Amer and Mehlhorn, 2006) using the following formula:

$$\%\ Biting = \frac{B}{250} \times 100$$

Where B is the total number of bitings/landings by the end of the test. The test was carried out 3 times per sample.

Statistical analysis

The mean protection time was used to compare the 30 tested repellents. Differences in significance were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparisons by SPSS for Windows (version 16.0).

RESULTS

The results for plant oil repellency against mosquitoes are summarized in Table 2. There were significant differences in repellency among the repellents by mosquito species ($p<0.05$). The TISI standard determines the repellency time against *Ae. aegypti* mosquitoes should be >2 hours; none of the repellents met this requirement. Some repellents provided nearly 2 hours protection against *Aedes* mosquitoes while providing protection against *Anopheles* and *Culex* mosquito of >2 hours. The repellent P13 [Turmeric (*C. longa*) + Ylang-ylang tree (*Ca. odorata*)] had the best efficiency against *Ae. aegypti*, *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus*, in which the protection times were 100±34.6, 125.0±8.7 and 100±17.3 minutes, respectively. The protection times of P9 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Lavender (*L. angustifolia*)] against *Ae. aegypti*, *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus* were 90±30.0, 145.0±8.7 and 125.0±8.7 minutes, respectively, and P10 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Sweet basil (*O. basilicum*)] were 90±30.0, 205.0±8.7 and 165.0±0.0 minutes, respectively. Repellent P3: [Turmeric (*C. longa*)] and P12: [Phlai (*Z. cassumunar*) + Ginger (*Z. officinale*)] showed no repellency against *Ae. aegypti* (0 minute). The repellencies of the plant oils against the three mosquito species are shown in Fig 1.

The biting/landing percentages for all the tested plant oils are shown in Table 2. There were significant differences in protection against *Ae. aegypti* but not for *An. minimus* or *Cx. quinquefasciatus*. For *Ae. aegypti* the highest biting percentage was 2.3% seen with P4 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Turmeric (*C. longa*)] and the lowest was 0.8%, seen with four plant oils: P5 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*)], P10 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Sweet basil (*O. basilicum*)], P11 [Turmeric (*C. longa*) + Peppermint (*Mentha piperita*)] and P14 [Lemon Grass (*Cy. citratus*) + Turmeric (*C. longa*)]. For *An. minimus* the biting percentage was 0.8% with five oils, 0.9% with seven oils and 1.2% with three oils among the fifteen plant oils tested. For *Cx. quinquefasciatus* the biting percentages ranged from 0.8% to 1.2%.

Table 3 shows the repellency for the 9 essential oils against the three mosquito species. There were significant differences in repellency among the mosquito species ($p<0.05$). The repellency of the 9 essential oils against *Ae. aegypti* was 0-115 minutes, against *An. minimus* was 30-135 minutes and against Cx. *quinquefasciatus* was 30-155 minutes (Fig 2). There was a significant difference between biting/landing of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2
Protection time for each repellent in the plant oil group against three mosquito species (*Ae. aegypti, An. minimus, Cx. quinquefasciatus*) and biting percentages.

	Repellents	*Ae. aegypti*		*An. minimus*		*Cx. quinquefasciatus*	
		Mean±SD[1] (min)	%Biting[1]	Mean±SD[1] (min)	%Biting[2]	Mean±SD[1] (min)	%Biting[2]
P1	Phlai (*Z. cassumunar*)	70.0 ± 17.3^{cde}	2.1^{de}	120.0 ± 0.0^{cd}	0.80	90.0 ± 0.0^{cd}	1.20
P2	Phlai (*Z. cassumunar*) + *C. aromatica*	50.0 ± 17.3^{bc}	1.7^{e}	80.0 ± 17.3^{b}	1.20	70.0 ± 17.3^{bc}	0.90
P3	Turmeric (*C. longa*)	0	1.9^{ab}	60.0 ± 0.0^{ab}	1.20	145.0 ± 8.7^{fg}	0.80
P4	Phlai (*Z. cassumunar*) + Turmeric (*C. longa*)	30.0 ± 0.0^{ab}	2.3^{abcd}	110.0 ± 17.3^{c}	0.90	120.0 ± 0.0^{ef}	0.80
P5	Phlai (*Z. cassumunar*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*)	50.0 + 17.3^{bc}	0.8^{a}	110.0 ± 17.3^{c}	0.80	100.0 ± 17.3^{dc}	1.10
P6	Turmeric (*C. longa*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*)	40.0 ± 17.3^{bc}	1.2^{cde}	140.0 ± 8.7^{d}	0.80	50.0 ± 34.6^{ab}	0.90
P7	Phlai (*Z. cassumunar*) + Clove (#1) (*Syzygium aromaticum*)	60.0 ± 0.0^{bcd}	1.2^{abc}	120.0 ± 0.0^{cd}	1.20	100.0 ± 17.3^{dc}	1.10
P8	Phlai (*Z. cassumunar*) + Clove (#2) (*Syzygium aromaticum*)	60.0 ±0.0^{bcd}	1.6^{a}	70.0 ± 17.3^{b}	0.90	90.0 ± 0.0^{cd}	0.90
P9	Phlai (*Z. cassumunar*) + Lavender (*L. angustifolia*)	90.0 ± 30.0^{de}	1.2^{a}	145.0 ± 8.7^{d}	0.80	125.0 ± 8.7^{ef}	1.20
P10	Phlai (*Z. cassumunar*) + Sweet basil (*O. basilicum*)	90.0 ± 30.0^{de}	0.8^{bcde}	205.0 ± 8.7^{e}	0.90	165.0 ± 0.0^{g}	0.90
P11	Turmeric (*C. longa*) + Peppermint (*Mentha piperita*)	70.0 ± 17.3^{cde}	0.8^{cde}	130.0 ± 8.7^{cd}	0.90	90.0 ± 0.0^{cd}	1.20
P12	*Phlai* (*Z. cassumunar*) + Ginger (*Z. officinale*)	0	1.5^{abc}	80.0 ± 17.3^{b}	0.80	30.0 ± 0.0^{a}	0.90
P13	Turmeric (*C. longa*) + Ylang-ylang tree (*Ca. odorata*)	100.0 ± 34.6^{e}	0.9^{abc}	125.0 ± 8.7^{cd}	0.90	100.0 ± 17.3^{dc}	0.80
P14	Lemon Grass (*Cy. citratus*) + Turmeric (*C. longa*)	30.0 ± 0.0^{ab}	0.8^{a}	120.0 ± 30.0^{cd}	0.90	125.0 ± 8.7^{ef}	0.80
P15	Mah – Khwuaen (*Zanthoxylum limonella*)	30.0 ± 0.0^{ab}	0.9^{ab}	40.0 ± 17.3^{a}	0.90	50.0 ± 17.3^{ab}	0.80

[1]Means in each column against each mosquito species followed by the difference letter are significantly different ($p<0.05$, by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).
[2]Means between groups are not significantly different ($p>0.05$, by one-way ANOVA).

Ae. aegypti and the other 2 species (*An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus*), but there was no significant difference between these 2 species. The essential oil E2 [Citronella grass (*Cy. nardus*)] exhibited good efficiency for adequate times against *An. minimus*, *Cx. quinquefasciatus* and *Ae. aegypti*: for 130 minutes with a 0.9% bite rate, 140 minutes with a 0.8% bite rate, and 115 minutes with a 0.8% bite rate.

The results of repellency of essential oils with ethyl alcohol are given in Table 4. None of the essential oils with alcohol had repellency for at least 2 hours against

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3
Repellency of essential oils against *Ae. aegypti*, *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus*.

	Repellents	*Ae. aegypti*		*An. minimus*		*Cx. quinquefasciatus*	
		Mean±SD[1] (min)	%Biting[1]	Mean±SD[1] (min)	%Biting[2]	Mean±SD[1] (min)	%Biting[2]
E1	Citronella grass (#1) (*Cy. nardus*)	50.0 ± 17.3^{ab}	0.8^{a}	130.0 ± 8.7^{c}	0.90	100.0 ± 17.3^{c}	1.10
E2	Citronella grass (#2) (*Cy. nardus*)	115.0 ± 22.9^{d}	0.8^{a}	130.0 ± 17.3^{c}	0.90	140.0 ± 22.9^{d}	0.80
E3	Orange oil (*Citrus sinensis*)	30.0 ± 0.0^{a}	0.8^{a}	50.0 ± 17.3^{ab}	0.90	60.0 ± 0.0^{ab}	0.80
E4	Eucalyptus (#1) (*Eucalyptus citriodora*)	0	1.2^{a}	30.0 ± 0.0^{a}	0.80	30.0 ± 0.0^{a}	0.80
E5	Eucalyptus (#2) (*Eucalyptus citriodora*)	30.0 ± 0.0^{a}	2.0^{b}	60.0 ± 0.0^{b}	0.80	80.0 ± 17.3^{bc}	0.80
E6	Clove (*Syzygium aromaticum*)	80.0 ± 17.3^{c}	0.8^{a}	120.0 ± 26.0^{c}	0.90	90.0 ± 0.0^{bc}	0.80
E7	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*)	40.0 ± 17.3^{a}	0.8^{a}	30.0 ± 0.0^{a}	0.80	40.0 ± 17.3^{a}	1.20
E8	Clove (#2) (*Syzygium aromaticum*)	70.0 ± 17.3^{bc}	1.1^{a}	60.0 ± 0.0^{b}	1.30	130.0 ± 17.3^{d}	0.80
E9	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) + Citronella grass (*Cy. nardus*)	30.0 ± 0.0^{a}	1.1^{a}	135.0 ± 0.0^{c}	0.80	155.0 ± 31.2^{d}	0.80

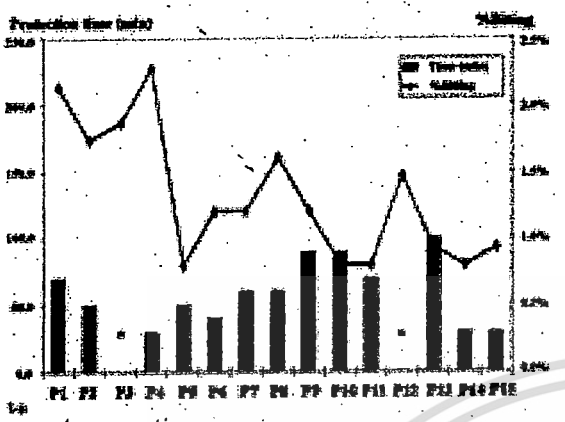
[1]Means in each column against each mosquito species followed by the difference letter are significantly different ($p<0.05$, by one-way ANOVA and Duncan's multiple tange yest).
[2]Means between groups are not significantly different ($p>0.05$, by one-way ANOVA).

Table 4
Repellency of essential oils with ethyl alcohol against *Ae. Aegypti*, *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus*.

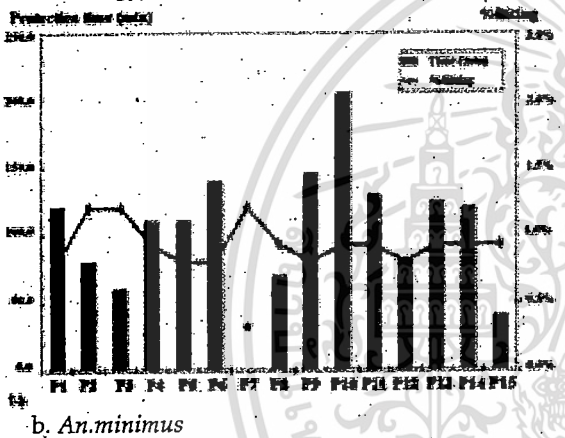
	Repellents	*Ae. aegypti*		*An. minimus*		*Cx. quinquefasciatus*	
		Mean±SD[1] (min)	%Biting[1]	Mean±SD[1] (min)	%Biting[2]	Mean±SD[1] (min)	%Biting[2]
EE1	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	40.0 ± 17.3^{a}	0.8^{a}	80.0 ± 17.3^{b}	0.80	90.0 ± 0.0^{b}	1.90
EE2	Clove (*Syzygium aromaticum*)	70.0 ± 17.3^{b}	0.8^{a}	120.0 ± 0.0^{c}	0.80	90.0 ± 0.0^{b}	0.90
EE3	Orange oil (*Citrus sinensis*)	0	0.8^{a}	0	0.80	0	0.80
EE4	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	0	0.8^{a}	30.0 ± 0.0^{a}	0.80	50.0 ± 17.3^{a}	0.80
EE5	Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	0	1.3^{b}	120.0 ± 0.0^{c}	0.90	50.0 ± 17.3^{a}	1.30
EE6	Orange oil (*Citrus sinensis*) + Clove (*Syzygium aromaticum*)	0	0.8^{a}	130.0 ± 8.7^{c}	0.90	70.0 ± 17.3^{ab}	1.20

[1]Means in each column against each mosquito species followed by the difference letter are significantly different ($p<0.05$, by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).
[2]Means between groups are not significantly different ($p>0.05$, by one-way ANOVA).

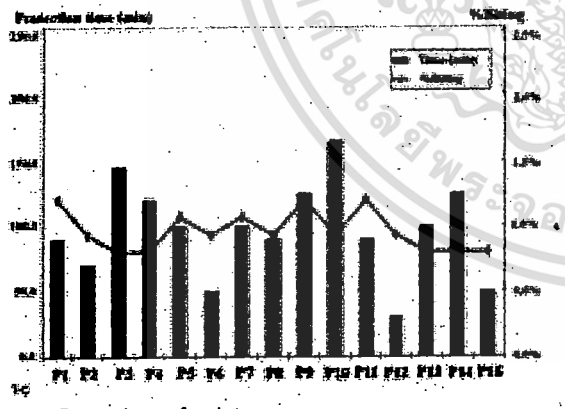
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a. *Ae. aegypti*



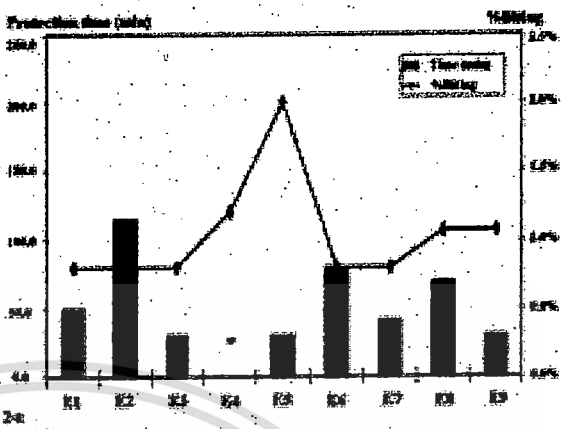
b. *An.minimus*



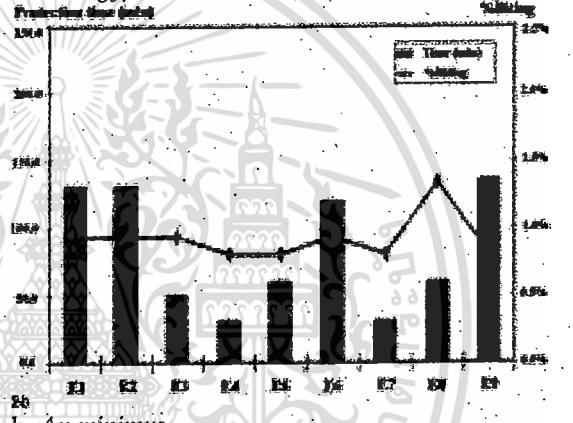
c. *Cx. quinquefasciatus*

*There were two mosquito bites after inserting the treated arm in cage at 0 minute.

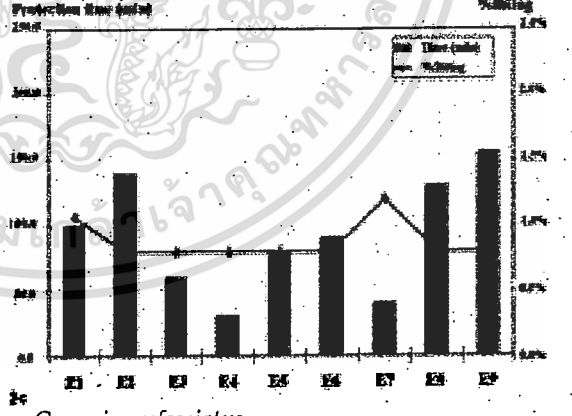
Fig 1–Comparison of protection times (minutes) and biting percentages for each repellent plant oil group against three mosquito species.



a. *Ae. aegypti*



b. *An.minimus*

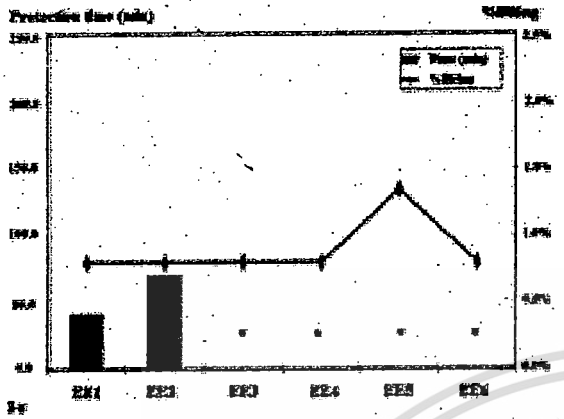


c. *Cx. quinquefasciatus*

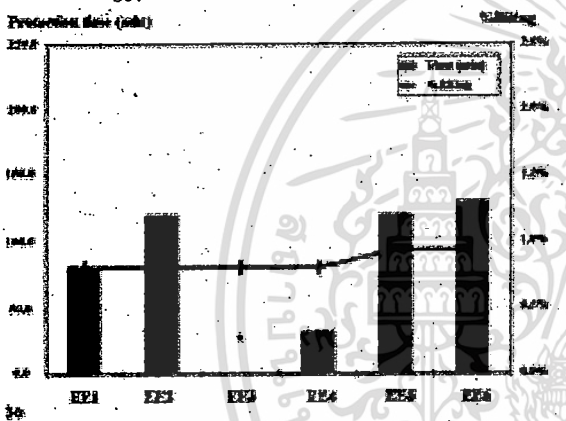
*There were two mosquitoe bites after inserting the treated arm in cage at 0 minute.

Fig 2–Comparison of protection times (minutes) and biting percentages for each repellent essential oil group against three mosquito species.

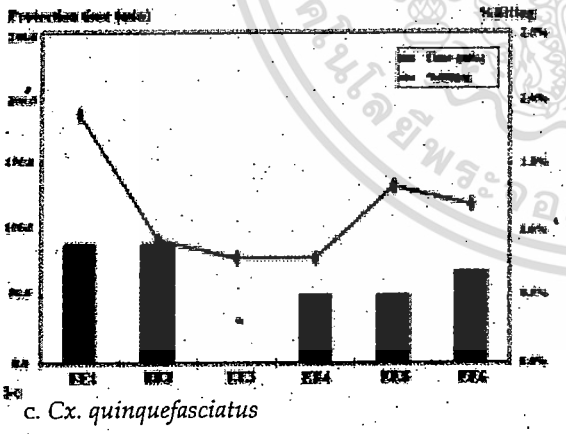
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a. *Ae. aegypti*



b. *An.minimus*



c. *Cx. quinquefasciatus*

*There were two mosquito bites after inserting the treated arm in cage at 0 minute.

Fig 3–Comparison of protection times (minutes) and biting percentages for each repellent essential oil with ethyl alcohol group against three mosquito species.

Ae. aegypti or *Cx. quinquefasciatus*. *An. minimus* was repelled by EE2 [Clove (*S. aromaticum*)], EE5 [Eucalyptus (*E. citriodora*) + Clove (*S. aromaticum*)] and EE6 [Orange oil (*Ci. sinensis*) + Clove (*S. aromaticum*)] for 120, 120 and 130 minutes, respectively (Fig 3).

DISCUSSION

The aim of this study was to investigate repellency based on protection time in terms of the percentage of biting/landing. Even though the biting percentages in this experiment were not high (0.8-2.3%) due to the limited duration of the test (3 minutes exposure), it can be determined these repellents have efficiency against mosquito biting/landing (Amer and Mehlhorn, 2006). Some researchers have defined a repellent as a chemical that causes insects to orientate away from the source (Miller *et al*, 2009), and a deterrent as a chemical that inhibits feeding or oviposition (Bentley and Day, 1989).

If the protection time of a compound is long and the percentage of biting is low, the compound had good efficiency in repelling mosquitoes and deters biting. If the protection time is short but the percentage of biting is low, then the compound is more a feeding deterrent than a repellent. Conversely, if the protection time is long but the biting rate is high, then the compound is more a repellent than a feeding deterrent. P13 [Turmeric (*C. longa*) + Ylang-ylang tree (*Ca. odorata*)] exhibited high repellent efficiency and inhibited feeding by *Ae. aegypti*, as evidenced by the protection time of 100 minutes and the biting rate of 0.9%. P10 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Sweet basil (*O. basilicum*)] exhibited a protection time of 90 minutes against *Ae. aegypti* with a biting rate of 0.8%. Both these repellents had attributes of a repellent and a feeding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

deterrent. E2 [Citronella grass (*Cy. nardus*)] from the essential oil group acted as both a repellent and a feeding deterrent against all 3 species of mosquitoes. P9 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Lavender (*L. angustifolia*)] exhibited only the efficacy of a repellent but not a feeding deterrent. There are more examples in Tables 2-4.

The responses of the three mosquito species to the oil preparations were different. *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus* were sensitive to many oils in each group, while *Ae. aegypti* was tolerant to many oils. None of the oils from any of the 3 tested groups provided protection for more than 2 hours. The short protective duration of oils, such as P13 [Turmeric (*C. longa*) + Ylang-ylang tree (*Ca. odorata*)], P10 [Phlai (*Z. cassumunar*) + Sweet basil (*O. basilicum*)] and E2 [Citronella grass (*Cy. nardus*)] may be improved by developing a formulation that would prolong the retention time of the aromatic constituents of the oil on the skin. Many researchers have demonstrated improved repellency of plant-derived topical repellent products after formulating with a base or fixative materials, such as vanillin, salicylic acid, and mustard and coconut oils (Stuart *et al*, 2000; Tawatsin *et al*, 2001; Das *et al*, 2003).

The present study evaluated various repellents under laboratory conditions. There are many factors that affect the efficacy of repellent against mosquitoes, such as species and density of mosquito (Barnard *et al*, 1998), age of person, sex and biochemical attractiveness to biting mosquitoes (Golenda *et al*, 1999), ambient temperature, humidity, and wind speed (Service, 1980).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS), and the Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Bangkok, Thailand for providing the eggs of *Ae. aegypti*, *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus*. We also wish to express our gratitude to Col Chaiyaphruk Pilakasiri and Dr Thanaporn Runruang for reviewing the manuscript.

REFERRENCES

Abdel-Rahman A, Shetty AK, Abou-Donia MB. Subchronic dermal application of N,N-diethyl m-toluamide (DEET) and permethrin to adult rats, alone or in combination, causes diffuse neuronal cell death and cytoskeletal abnormalities in the cerebral cortex and the hippocampus, and Purkinje neuron loss in the cerebellum. *Exp Neurol* 2001; 172: 153-71.

Amer A, Mehlhorn H. Repellency effect of forty-one essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* mosquitoes. *Parasitol Res* 2006; 99: 478-90.

Barnard DR. Biological assay methods for mosquito repellents. *J Am Mosq Control Assoc* 2005; 21(suppl): 12-6.

Barnard DR, Posey KH, Smith D, Schreck CE. Mosquito density, biting rate and cage size effects on repellent tests. *Med Vet Entomol* 1998; 12: 39-45.

Barnard DR, Xue RD. Laboratory evaluation of mosquito repellents against *Aedes albopictus*, *Culex nigripalpus*, and *Ochlerotatus triseriatus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 2004; 41: 726-30.

Bentley MD, Day JF. Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Annu Rev Entomol* 1989; 34: 401-21.

Briassoulis G, Narlioglou M, Hatzis T. Toxic encephalopathy associated with use of DEET insect repellents: a case analysis of its toxicity in children. *Hum Exp Toxicol* 2001; 20: 8-14.

Das NG, Baruah I, Talukdar PK, Das SC. Evaluation of botanicals as repellents against

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mosquitoes. *J Vector Borne Dis* 2003; 40: 49-53.

Debboun M, Strickman D, Solberg VB, *et al.* Field evaluation of DEET and a piperidine repellent against *Aedes communis* (Diptera: Culicidae) and *Simulium venustum* (Diptera: Simuliidae) in the Adirondack Mountains of New York. *J Med Entomol* 2000; 37: 919-23.

Fradin MS, Day JF. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *N Engl J Med* 2002; 347: 13-8.

Frances SP. Effectiveness of DEET and permethrin, alone, and in a soap formulation as skin and clothing protectants against mosquitoes in Australia. *J Am Mosq Control Assoc* 1987; 3: 648-50.

Golenda CF, Solberg VB, Burge R, Gambel JM, Wirtz RA. Gender-related efficacy difference to an extended duration formulation of topical N,N-diethyl-m-toluamide (DEET). *Am J Trop Med Hyg* 1999; 60: 654-7.

Kirton LG. Laboratory and field tests of the effectiveness of the lemon-eucalyptus extract, Citridiol, as a repellent against land leeches of the genus Haemadipsa (Haemadipsidae). *Ann Trop Med Parasitol* 2005; 99: 695-714.

Miller JR, Siegert PY, Amimo FA, Walker ED. Designation of chemicals in terms of the locomotor responses they elicit from insects: an update of Dethier *et al.* (1960). *J Econ Entomol* 2009; 102: 2056-60.

Roberts JR, Reigart JR. Does anything beat DEET? *Pediatr Ann* 2004; 33: 443-53.

Service MW. Effects of wind on the behaviour and distribution of mosquitoes and blackflies. *Int J Biometeorol* 1980; 24: 359-60.

Sharma VP, Ansari MA, Razdan RK. Mosquito repellent action of neem (*Azadirachta indica*) oil. *J Am Mosq Control Assoc* 1993; 9: 359-60.

Stuart AE, Brooks CJ, Prescott RJ, Blackwell A. Repellent and antifeedant activity of salicylic acid and related compounds against the biting midge, *Culicoides impunctatus* (Diptera: Ceratopogonidae). *J Med Entomol* 2000; 37: 222-7.

Tawatsin A, Wratten SD, Scott RR, Thavara U, Techadamrongsin Y. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *J Vector Ecol* 2001; 26: 76-82.

Thai Industrial Standards Institute (TISI). Mosquito repellents. Bangkok, Thailand: Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, 1986: 15 pp.

Trongtokit Y, Rongsriyam Y, Komalamisra N, Apiwathnasorn C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytother Res* 2005; 19: 303-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POTENTIAL LARVICIDAL AND PUPACIDAL ACTIVITIES OF HERBAL ESSENTIAL OILS AGAINST *CULEX QUINQUEFASCIATUS* SAY AND *ANOPHELES MINIMUS* (THEOBALD)

Siriporn Phasomkusolsil and Mayura Soonwera

Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lad Krabang, Bangkok, Thailand

Abstract. The larvicidal and pupacidal effects of eight herbal essential oils were tested against third instar (L_3), fourth instar (L_4), and pupal stages of *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles minimus*. Probit analysis was used to analyze the data. The larval mortality was recorded at 1, 5, 10, 30, and 60 minutes, and 24 hours. Pupal mortality was also recorded at 24 hours intervals for 96 hours when completed mortality was achieved. Citronella grass oil #2 (*Cymbopogon nardus*) proved to have the greatest toxicity against 3rd instar *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus* with LT_{50} at 1.2 and <0.2 minute, respectively. It exhibited a high level of effectiveness against 4th instar *Cx. quinquefasciatus* (LT_{50} at 5.1 minutes) and *An. minimus* (LT_{50} at 0.9 minute). Regarding pupacidal activity, *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus* pupae were susceptible to Lemon grass oil (LT_{50} at 1.2 hours) and Citronella grass oil #1 (LT_{50} at 0.6 hour), respectively. These oils had larvicidal and pupacidal activities with 100% mortality against L_3, L_4 and pupal stage *Cx. quinquefasciatus* at 10 minutes, 30 minutes and 24 hours. They also caused 100% mortality of *An. minimus* at 5 minutes (L_3, L_4), and 24 hours (pupal stage).

Key words: essential oil, larvicide, pupacide, *Anopheles minimus*, *Culex quinquefasciatus*

INTRODUCTION

Larviciding is one approach to vector control carried out at breeding centers of the vectors (Mohan and Ramaswamy, 2007). This is a successful way of reducing mosquito densities before they emerge as adults. Larval stages breed in water and are more easily dealt with in this habitat; therefore, they are attractive targets for pesticides (Chowdhury *et al*, 2008). They are killed before they disperse to human habitations. Larvae, unlike adult mosquitoes, cannot change their behavior to avoid mosquito control measures (Killeen *et al*, 2002). Larviciding depends largely on the use of organophosphate synthetic chemical insecticides (*eg*, temephos, fenthion) and insect growth regulators (*eg*, diflubenzuron, methoprene) (Ali *et al*,

Correspondence: Siriporn Phasomkusolsil, Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, King Mongkut's Institute of Technology Lad Krabang, Chalong Krung Road, Lad Krabang, Bangkok 10520, Thailand.
Tel: +66 (0) 2326 4314
E-mail: msiriporn@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1995). In the past, vectors formed resistance to synthetic insecticides, which were expensive and not well accepted by the community (Brown, 1986).

During the last decade, there have been attempts at development of alternative, environmentally friendly and sustainable approaches for mosquito control using natural products with greater target specificity, lower bioaccumulation properties and reduction of malignancy in non-target animals (Benner, 1993). These natural products utilized as mosquito insecticides limit the environmental impact of pesticides due to shorter latency, which may be beneficial for preventing the evolution of resistance (Hardin and Jackson, 2009). There have been no reports of resistance by pests and vectors against botanicals (Madhumathy *et al*, 2007). Active ingredients from many plants have been recognized, isolated, purified and formulated as insecticides. The control of mosquito larvae using indigenous medicinal plants is beneficial in developing countries, such as Thailand and its Southeast Asian neighbors. Many studies have shown chemicals from indigenous plants in Thailand have insecticidal properties against mosquitoes (Komalamisra *et al*, 2005; Promsiri *et al*, 2006; Tawatsin *et al*, 2006).

The purpose of this study was to investigate the potential for eight herbal essential oils, prepared as recommended by KMITL's laboratory, of being used against the immature stages of *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles minimus*.

MATERIALS AND METHODS

Mosquitoes

In this study, *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*, were used. Both species of mosquito were raised in the laboratory of the Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lad Krabang (KMITL), Bangkok. Larvae were reared in plastic trays (size 30x35x5 cm) containing 2 liters tap water and fed on fine fish food. The mosquitoes were maintained and all experiments carried out at 26-28°C with 70-80% relative humidity. Adult mosquitoes were maintained in cages (size 30x30x30 cm) and continuously provided with 10% sucrose. On Days 5-7, the females were given a blood meal via artificial membrane method. A few days after the blood meal, the gravid mosquitoes laid their eggs. Third and fourth instar larvae and pupal stages, were used for the experiments.

Plant materials

Eight herbal essential oils (10%) in ethyl alcohol were used in this study (Table 1). These oils were provided by the medicinal plant laboratory of KMITL. All formulations were kept at room temperature before being testing.

Bioassay procedures

The test procedures were done according to World Health Organization (1981). One milliliter of tested oil was added to 99 ml distilled water in a 250 ml plastic cup, which was shaken lightly to ensure a homogeneous test solution. Ten specimens each of immature mosquitoes, L_3, L_4, and pupal stages of both *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus* were divided into respective groups and placed in cups. No food was provided during the treatment. Larval mortality rates were recorded at 1 minute intervals for 5 minutes, then 10 minutes intervals for 60 minutes, and then at 24 hours. The pupae were observed for 96 hours for mortality. Larvae were considered dead if they were incapable of rising to the surface or did not show the char-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1
List of herbal essential oils tested in this study.

No.	Common name	Botanical name	Family	Therapeutic property
28 :	Citronella grass#1 oil	*Cymbopogon nardus* L.	Poaceae	Antiseptic, bactericidal, deodorant, diaphoretic, parasitic, tonic, stimulant, insecticide.
37 :	Clove#1 oil	*Syzygium aromaticum* L.	Myrtaceae	Analgesic, antiseptic, antispasmodic, anti-neuralgic, carminative, anti-infectious, disinfectant, stimulant, stomachic, uterine, tonic, insecticide.
38 :	Clove#2 oil	*Syzygium aromaticum* L.	Myrtaceae	Analgesic, antiseptic, antispasmodic, anti-neuralgic, carminative, anti-infectious, disinfectant, stimulant, stomachic, uterine, tonic, insecticide.
39 :	Citronella grass#2 oil	*Cymbopogon nardus* L.	Poaceae	Antiseptic, bactericidal, deodorant, diaphoretic, parasitic, tonic, stimulant, insecticide.
41 :	Eucalyptus oil	*Eucalyptus citriodora* Hook	Myrtaceae	Antifungal, antimicrobial, antiseptic, anti-inflammatory, bactericidal
42 :	Lemon grass oil	*Cymbopogon citratus* DC. Stapf	Poaceae	Analgesic, antifungal, anti-inflammatory, antiseptic, antiviral, bactericidal, digestive, febrifuge, tonic, insecticidal
44 :	Sweet basil oil	*Ocimum basilicum* L.	Lamiaceae	Antiemetic, antiseptic, antispasmodic, carminative, cephalic, expectorant, immune support, insecticide
45 :	Ylang-ylang oil	*Cananga odorata* Lamk.	Annonaceae	Antidepressant, antiseborrheic, antiseptic, aphrodisiac, hypotensive, nervine and sedative.

acteristic dicing reaction when the water was disturbed (Tiwary *et al*, 2007). The mean mortality number were recorded. Each experiment was performed in five replicates with a simultaneous control (1 ml 70% ethanol in 99 ml water).

LT_{50} values (lethal time for 50% mortality) were calculated using probit analysis. The mortality data was analyzed by Duncan's multiple range test using SPSS for Windows (version 16.0).

RESULTS

The LT_{50} values for the eight herbal essential oils against third and fourth instar larvae and pupal stage of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus* are shown in Tables 2 and 3. These clearly indicate Citronella grass #2 oil (no. 39) exhibited the highest toxicity against L_3 and L_4 *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*. The LT_{50} values for 3rd instar *Cx.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2
LT_{50} values of eight herbal essential oils against third and fourth instars of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*.

No. of herbal essential oils	LT_{50} (min)			
	3rd instar		4th instar	
	Cx. quinquefasciatus	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*
28: Citronella grass #1 oil	33.1 (31.0-35.4)	9.5 (8.9-10.3)	44.0 (41.5-46.7)	19.2 (17.3-21.3)
37: Clove #1 oil	1.8 -	5.8 (5.3-7.5)	22.6 -	5.8 -
38: Clove #2 oil	21.8 (17.6-26.6)	20.6 (16.8-25.3)	281.4 -	236.6 (216.1-263.8)
39: Citronella grass #2 oil	1.2 (0.8-1.6)	<0.2 (0.0-0.2)	5.1 -	0.9 (0.6-1.1)
41: Eucalyptus oil	11.7 (5.0-19.6)	6.5 (6.0-7.2)	28.3 (26.6-29.9)	12.4 (5.8-26.2)
42: Lemon grass oil	281.4 -	4.7 (4.4-5.0)	14.8 (12.1-18.1)	14.3 (12.8-16.0)
44: Sweet basil oil	964.8 (<47.1-1,192.6)	51.7 (45.8-59.8)	1,066.6 (381.7-1,239.5)	51.6 (47.0-57.9)
45: Ylang-ylang oil	1,032.3 -	92.9 (74.6-139.2)	1,033.7 (475.7-1,212.0)	137.1 -

LT_{50}, Lethal time for 50% mortality at 95% confidence limit

quinquefasciatus and *An. minimus* were 1.2 and <0.2 minute, respectively, and the LT_{50} values for L_4 instars were 5.1 and 0.9 minutes, respectively. Ylang-ylang oil (no. 45) exhibited the lowest activity against L_3 *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*, of 1,032.3 and 92.9 minutes, respectively. The essential oils which exhibited the least toxicity against L_4 *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus* were Sweet basil oil (no. 44) with an LT_{50} of 1,066.6 minutes, and Clove #2 oil (no. 38) with an LT_{50} of 236.6 minutes. The essential oil most active against *Cx. quinquefasciatus* pupae was Lemon grass oil (no. 42) with an LT_{50} of 1.2 hour. Citronella grass #1 oil (no. 28) had the greatest LT_{50} level against *An. minimus* pupae of 0.6 hour.

Larvicidal activity of the eight herbal essential oils against 3rd instars 24 hours after exposure, was 98-100% for *Cx. quinquefasciatus* and 100% for *An. minimus* (Table 4). Citronella grass #2 oil (no. 39) gave 100% mortality against 3rd instar *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus* at 5 and 10 minutes, respectively. The mortality rates of the eight herbal essential oils against 4th instar of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus* were 94-100% and 100%, respectively (Table 5). Citronella grass #2 oil (no. 39) exhibited high efficacy against mosquito species, with 100% mortality at 5 minutes against *An. minimus* and at 30 minutes against *Cx. quinquefasciatus*.

Data regarding the pupacidal activity of the essential oils against the two spe-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3
LT_{50} values for eight herbal essential oils against the pupal stage of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*

No. of herbal essential oils	LT50 (hr)	
	Cx. quinquefasciatus	*An. minimus*
28: Citronella grass #1 oil	1.5 (1.3-2.0)	0.6 (0.5-0.7)
37: Clove #1 oil	25.1 -	22.9 -
38: Clove #2 oil	28.3 (25.5-31.6)	24.5 -
39: Citronella grass #2 oil	21.4 -	0.9 (0.9-1.0)
41: Eucalyptus oil	11.4 (7.0-29.2)	0.8 -
42: Lemon grass oil	1.2 (1.0-1.4)	1 (0.9-1.1)
44: Sweet basil oil	28.7 -	1 (0.9-1.2)
45: Ylang-ylang oil	23.2 -	1.5 (1.3-1.7)

LT50, Lethal time for 50% mortality at 95% confidence limit

cies of mosquitoes is presented in Table 6. Six of eight essential oils gave 100% mortality against *An. minimus* pupae at 24 hours, but Clove #1 oil (no. 37) and Clove #2 oil (no. 38) did not give 100% mortality by 24 hours, but all herbal essential oils induced 100% mortality 48 hours after exposure. For *Cx. quinquefasciatus* pupae six herbal essential oils induced 100% mortality, by 72 hours, but Sweet basil oil (no. 44) and Ylang-ylang oil (no. 45) did not give 100% mortality.

DISCUSSION

Larvicide application is a successful way of reducing mosquito densities in their habitats before they emerge as adults. In this study, eight herbal essential oils had a highly toxic effect against L_3, L_4 instars and pupal stages of both *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*.

Cymbopogon sp essential oils have larvicidal and pupacidal activity against immature *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus* mosquitoes. Citronella grass #2 oil (*C. nardus*) proved to have insecticidal efficacy against both L_3 and L_4 instars and Lemon grass oil (*C. citratus*) and Citronella grass oil #1 (*C. nardus*) exhibited toxicity against pupae. Citronella grass #2 oil had greater larvicidal activity against third instars at 1 minute ($p < 0.05$) and fourth instars at 5 minutes ($p < 0.05$). It also gave 100% mortality against *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*, at 10 minutes and 5 minutes (L_3) and at 30 minutes and 5 minutes (L_4), respectively. *C. nardus* was found to have larvicidal action against late 3rd instar *Cx. quinquefasciatus* larvae (Ranaweera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4
Larvicidal activity of herbal essential oils against the 3rd instar larvae of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*.

No. of herbal essential oils	% Mortality±SD / Time (min, hr)											
	1 min		5 min		10 min		30 min		60 min		24 hr	
	Cx. quinquefasciatus	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*
28: Citronella grass#1 oil	0.0^{c}[1]	0.0^{b}	0.0^{c}	0.0^{d}	12.0±13.0^{d}	56.0±33.6^{b}	18.0±13.0^{c}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{ns}
37: Clove#1 oil	24.0±32.9^{b}	0.0^{b}	98.0±4.5^{a}	26.0±23.0^{c}	98.0±4.5^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
38: Clove#2 oil	0.0^{c}	0.0^{b}	0.0^{c}	22.0±31.9^{cd}	76.0±11.4^{c}	38.0±41.5^{bc}	86.0±8.9^{b}	84.0±11.4^{b}	88.0±11.0^{b}	98.0±4.5^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
39: Citronella grass#2 oil	74.0±5.5^{a}	92.0±13.0^{a}	90.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
41: Eucalyptus oil	0.0^{c}	0.0^{b}	60.0±25.5^{b}	18.0±21.7^{cd}	88.0±8.4^{b}	98.0±4.5^{a}	92.0±8.4^{b}	100.0±0.0^{a}	96.0±8.9^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
42: Lemon grass oil	0.0^{c}	0.0^{b}	0.0^{c}	76.0±32.9^{b}	0.0^{e}	100.0±0.0^{a}	0.0^{d}	100.0±0.0^{a}	2.0±4.5^{c}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
44: Sweet basil oil	0.0^{c}	0.0^{b}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{e}	24.0±16.7^{c}	0.0^{d}	24.0±16.7^{c}	0.0^{c}	78.0±17.9^{b}	98.0±4.5^{a}	100.0±0.0
45: Ylang-ylang oil	0.0^{c}	0.0^{b}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{e}	0.0^{d}	0.0^{d}	6.0±13.4^{d}	0.0^{c}	12.0±13.0^{c}	98.0±4.5^{a}	100.0±0.0
Control (70% Ethyl alcohol)	0.0^{c}	0.0^{b}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{e}	0.0^{d}	0.0^{d}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{b}	0.0
CV%	107.5%	44.8%	33.0%	72.8%	16.7%	34.4%	14.3%	12.5%	9.7%	10.4%	2.5%	NA

[1]Means in each column followed by the same letter are not significantly different ($p>0.05$, by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).
ns , not significant

Table 5
Larvicidal activity of herbal essential oils against the 4th instar larvae of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*.

Herbal essential oils	% Mortality±SD / Time (min, hr)											
	1 min		5 min		10 min		30 min		60 min		24 hr	
	Cx. quinquefasciatus	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*
28: Citronella grass#1 oil	0.0^{ns}	0.0$^{b\ 1}$	0.0^{b}	0.0^{d}	0.0^{c}	40.0±18.7^{c}	20.0±20.0^{c}	82.0±17.9^{b}	80.0±15.8^{b}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{ns}
37: Clove#1 oil	0.0	0.0^{b}	0.0^{b}	86.0±11.4^{b}	12.0±17.9^{bc}	98.0±4.5^{a}	96.0±5.5^{a}	100.0±0.0^{a}	98.0±4.5^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
38: Clove#2 oil	0.0	0.0^{b}	0.0^{b}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{d}	0.0^{c}	2.0±4.5^{c}	0.0^{c}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
39: Citronella grass#2 oil	0.0	22.0±19.2^{a}	74.0±11.4^{a}	100.0±0.0^{a}	86.0±11.4^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
41: Eucalyptus oil	0.0	0.0^{b}	0.0^{b}	52.0±4.5^{c}	0.0^{c}	80.0±14.1^{ab}	76.0±25.1^{b}	92.0±8.4^{ab}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
42: Lemon grass oil	0.0	0.0^{b}	0.0^{b}	0.0^{d}	18.0±30.3^{b}	68.0±8.4^{b}	98.0±4.5^{a}	94.0±5.5^{ab}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
44: Sweet basil oil	0.0	0.0^{b}	0.0^{b}	0.0^{d}	0.0^{c}	40.0±54.8^{c}	0.0^{d}	92.0±17.9^{ab}	2.0±4.5^{c}	90.0±22.4^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0
45: Ylang-ylang oil	0.0	0.0^{b}	0.0^{b}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{d}	6.0±13.4^{c}	0.0^{c}	12.0±13.0^{b}	94.0±8.9^{b}	100.0±0.0
Control (70% Ethyl alcohol)	0.0	0.0^{b}	0.0^{b}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0
CV%	NA	276.5%	48.7%	16.3%	100.9%	44.8%	26.6%	16.9%	12.0%	13.6%	3.6%	NA

[1]Means in each column against each mosquito species followed by the difference letter are significantly different ($p<0.05$, by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).
ns, not significant

Table 6
Larvicidal activity of herbal essential oils against the pupal stages of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*.

Herbal essential oils	% Mortality±SD / Time (hr)									
	1 hr		24 hr		48 hr		72 hr		96 hr	
	Cx. quinquefasciatus	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*	*Cx. quinquefasciatus*	*An. minimus*
28: Citronella grass#1 oil	36.0+18.2$^{b\ 1}$	98.0+4.5^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{ns}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{ns}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{ns}
37: Clove#1 oil	0.0^{c}	0.0^{c}	42.0+8.4^{c}	58.0+28.6^{b}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0
38: Clove#2 oil	0.0^{c}	0.0^{c}	34.0+5.5^{c}	46.0+41.6^{b}	98.0+4.5^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0
39: Citronella grass#2 oil	0.0^{c}	76.0+23.0^{b}	70.0+18.7^{b}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0
41: Eucalyptus oil	2.0+4.5^{c}	90.0+10.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0
42: Lemon grass oil	58.0+16.4^{a}	98.0+4.5^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0	100.0+0.0^{a}	100.0+0.0
44: Sweet basil oil	6.0+5.5^{c}	96.0+5.5^{a}	92.0+11.0^{a}	100.0+0.0^{a}	96.0+8.9^{a}	100.0+0.0	96.0+8.9^{a}	100.0+0.0	96.0+8.9^{a}	100.0+0.0
45: Ylang-ylang oil	34.0+11.4^{b}	64.0+18.2^{b}	90.0+12.2^{a}	100.0+0.0^{a}	98.0+4.5^{a}	100.0+0.0	98.0+4.5^{a}	100.0+0.0	98.0+4.5^{a}	100.0+0.0
Control (70% Ethyl alcohol)	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{b}	0.0	0.0^{b}	0.0	0.0^{b}	0.0
CV%	64.9%	19.4%	13.5%	22.7%	4.4%	NA	4.0%	NA	4.0%	NA

[1]Means in each column against each mosquito species followed by the difference letter are significantly different ($p<0.05$, by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).
ns , not significant

and Dayananda, 1996) and adulticidal activity or repellant activity against *Ae. aegypti* adults (Zaridah *et al*, 2006). Citronella grass #2 oil (no. 39) exhibited less pupacidal activity against pupal stages than Lemon grass oil (no. 42) and Citronella grass #1 oil (no. 28). These oils were found to have a higher rate of pupacidal activity against *Cx. quinquefasciatus* (LT_{50} at 1.2 hour) and *An. minimus* (LT_{50} at 0.6 hour), respectively. Sukumar *et al* (1991) reported *C. citratus* caused significant growth inhibition and mortality in later developmental stages of *Ae. aegypti*. However, four of the eight essential oils tested exhibited pupacidal activity against *An. minimus* pupae (90-98%) at 1 hour ($p > 0.05$). Five of the eight essential oils tested exhibited toxicity against *Cx. quinquefasciatus* pupae (90-100%) at 24 hours ($p > 0.05$) (Table 6). Although Citronella grass #1 oil (no. 28) and Citronella grass #2 oil (no.39) were extracted from the same plant material (*Cymbopogon nardus*) they had different inert ingredients in each formulations. Thus, they had the different results for LT_{50} and % mortality.

Our results agree with those of Amer and Mehlhorn (2006) where herbal essential oils were tested against the larvae and pupae of *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus*, showing anophelines were more sensitive than culicines. Herbal oils toxicity gave an LTs_{50} against *An. minimus* of <0.2 minute (L_3), 0.9 minute (L_4) and < 1 hour (pupal stage).

Cymbopogon nardus and *C. citratus* showed larvicidal and pupacidal activity against both *Cx. quinquefasciatus* and *An. minimus* in the laboratory. These essential oils might be used to control vectors in the endemic areas without damaging the environment. These larvicides may best be used in small breeding places, such as containers and coolers, where the water is stagnant (Ansari *et al*, 2005) because it is easier to kill larvae in stagnant water than to kill adult mosquitoes. Field trials are needed to assess the efficacy, cost-effectiveness and effects against non-target organisms of these essential oils.

ACKNOWLEDEMENTS

Authors are thankful to the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS), Bangkok, Thailand for providing the *An. minimus* eggs. We also wish to express our gratitude to Col Chaiyaphruk Pilakasiri for reviewing the manuscript.

REFERENCES

Ali A, Nayar JK, Xue RD. Comparative toxicity of selected larvicides and insect growth regulators to a Florida laboratory population of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc* 1995; 11: 72-6.

Amer A, Mehlhorn H. Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). *Parasitol Res* 2006; 99: 466-72.

Ansari MA, Mittal PK, Razdan RK, Sreehari U. Larvicidal and mosquito repellent activities of Pine (*Pinus longifolia*, family: Pinaceae) oil. *J Vector Borne Dis* 2005; 42: 95-9.

Benner JP. Pesticidal compounds from higher plants. *Pestic Sci* 1993; 39: 95-102.

Brown AW. Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. *J Am Mosq Control Assoc* 1986; 2: 123-40.

Chowdhury N, Ghosh A, Chandra G. Mosquito larvicidal activities of *Solanum villosum* berry extract against the dengue vector *Stegomyia aegypti*. *BMC Compl Altern Med* 2008; 8: 10.

Hardin JA, Jackson FLC. Applications of natural products in the control of mosquito-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transmitted diseases. *Afr J Biotechnol* 2009; 8: 7373-8.

Killeen GF, Fillinger U, Knols BG. Advantages of larval control for African malaria vectors: low mobility and behavioural responsiveness of immature mosquito stages allow high effective coverage. *Malar J* 2002; 1: 8.

Komalamisra N, Trongtokit Y, Rongsriyam Y, Apiwathnasorn C. Screening for larvicidal activity in some Thai plants against four mosquito vector species. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2005; 36: 1412-22.

Madhumathy AP, Aivazi AA, Vijayan VA. Larvicidal efficacy of *Capsicum annum* against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. *J Vector Borne Dis* 2007; 44: 223-6.

Mohan DR, Ramaswamy M. Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, *Ageratina adenophora*, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Afr J Biotechnol* 2007; 6: 631-8.

Promsiri S, Naksathit A, Kruatrachue M, Thavara U. Evaluations of larvicidal activity of medicinal plant extracts to *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and other effects on a non target fish. *Insect Sci* 2006; 13: 179-88.

Ranaweera SS, Dayananda KR. Mosquito-larvicidal activity of Ceylon citronella (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) oil fractions. *J Nat Sci Coun Sri Lanka* 1996; 24: 247-52.

Sukumar K, Perich MJ, Boobar LR. Botanical derivatives in mosquito control: a review. *J Am Mosq Control Assoc* 1991; 7: 210-37.

Tawatsin A, Asavadachanukorn P, Thavara U, *et al*. Repellency of essential oils extracted from plants in Thailand against four mosquito vectors (Diptera: Culicidae) and oviposition deterrent effects against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2006; 37: 915-31.

Tiwary M, Naik SN, Tewary DK, Mittal PK, Yadav S. Chemical composition and larvicidal activities of the essential oil of *Zanthoxylum armatum* DC (Rutaceae) against three mosquito vectors. *J Vector Borne Dis* 2007; 44: 198-204.

World Health Organization (WHO). Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. *WHO/VBC/81.807.19*. 1981.

Zaridah MZ, Azah MAN, Rohani A. Mosquitocidal activities of Malaysian plants. *J Trop Forest Sci* 2006; 18: 74-80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine (2011)S113-S118

Contents lists available at ScienceDirect

Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine

journal homepage:www.elsevier.com/locate/apjtb



Document heading

Comparative mosquito repellency of essential oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say)

Siriporn Phasomkusolsil*, Mayura Soonwera

Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lad Krabang, Chalong Krung Road, Lad Krabang, Bangkok, Thailand

ARTICLE INFO

Article history:
Received 12 July 2011
Received in revised form 2 August 2011
Accepted 25 August 2011
Available online 10 September 2011

Keywords:
Essential oil
Repellent
Aedes aepypti
Culex quinquefasciatus
Anopheles dirus
Protection time
Biting rate
Mosquito bites
Topical applications
Vector
Herbals

ABSTRACT

Objective: To assess the repellency to female *Aedes aegypti* (*Ae. aegypti*), *Anopheles dirus* (*An. dirus*) and *Culex quinquefasciatus* (*Cx. quinquefasciatus*) of seven essential oils using two treatment methods. **Methods:** Topical applications of three dose concentrations (0.02, 0.10 and 0.21 mg/cm^2) were made on the forearms of volunteers. Dose–response study and protection time study were employed in the experiment. **Results:** In the dose–response test, *Cymbopogon citratus* (*C. citratus*), *Cymbopogon nardus* (*C. nardus*), *Syzygium aromaticum* (*S. aromaticum*) and *Ocimum basilicum* (*O. basilicum*) exhibited a high repellency against *Ae. aegypti* with ED_{50} at < 0.045 mg/cm^2, whereas *C. citratus*, *C. nardus* and *S. aromaticum* showed repellency against *An. dirus* with ED_{50} at <0.068 mg/cm^2. Furthermore, the essential oils of *C. citratus*, *C. nardus*, *S. aromaticum*, *O. basilicum* and *Cananga odorata* gave strong effective dose (ED_{50}) values at <0.003 mg/cm^2 when tested against *Cx. quinquefasciatus*. For testing by arm in cage method, at 0.21 mg/cm^2, protection time of *C. citratus* gave the longest lasting period against three mosquito species, 72 min for *Ae. aegypti*, 132 min for *An. dirus* and 84 min for *Cx. quinquefasciatus*. In addition, the two essential oils exhibited moderate repellency against *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*, at 60, 90 and 78 min with *C. nardus*, and 54, 96 and 72 min with *S. aromaticum*, respectively. **Conclusions:** The percentage repellency increased when the concentration of essential oils increased. In contrast, biting rates decreased when the concentration of essential oils increased. *C. citratus* exhibited high efficiency for the protection time and the percentage of biting deterrent against all of 3 mosquito species.

1. Introduction

The mosquitoes which spread mosquito borne diseases in Thailand like dengue fever, malaria and Japanese encephalitis are dominated by three widespread vectors, *Aedes aegypti* (*Ae. aegypti*) (Linn.), *Anopheles dirus* (*An. dirus*)(Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (*Cx. quinquefasciatus*) (Say). The *Ae. aegypti* is the principal transmitter of dengue fever and dengue haemorrhagic fever (DHF) in Thailand but it also transmits Chikungunya fever[1]. In addition, *An. dirus* is the major vector of malaria in border of Thailand and other countries[2]. *Cx. quinquefasciatus* is a vector of Japanese encephalitis (JE) and it also causes annoyance and dermatitis[3]. Thus the risk of being infected with a mosquito-borne disease is caused by the risk of being bitten by the infected mosquito. Generally, mosquito bites are also very itchy and painful sometimes. The continuous scratching over the skin will irritate it even more and make you more desperate.

Therefore, insect repellent using is one of the most efficient ways to prevent disease transmission by biting insects, particularly by mosquitoes[4]. Currently, mosquito repellent containing diethyl toluamide (DEET) is recommended as the most effective form of bite-preventive treatment. The efficacy of DEET in providing long-lasting protection against a wide variety of mosquito species has been documented in several studies[5]. Although DEET is an effective repellent against mosquitoes, there are concerns associated with its use. Human toxicity has been reported with DEET, with symptoms varying from mild to severe[6]. It is irritating to mucous membranes, and concentrated formulations dissolve plastic. DEET may be unsafe for

*Corresponding author: Siriporn Phasomkusolsil, Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lad Krabang, Chalong Krung Road, Lad Krabang, Bangkok 10520, Thailand.
Tel: 66-0-2326 4314
E-mail: msiriporn@hotmail.com
Foundation Project: Supported by Faculty of Agricultural Technology, KMITL, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

children possibly causing encephalopathy[7]. Therefore, the development of alternative, environmentally friendly and sustainable approaches for mosquito control is with the use of natural products owning greater target specificity, lower bioaccumulation properties and reduction of malignancy in non-target animals[8].

Recently, the laboratory of the Plant Production Technology Section, King Mongkut Institute of Technology Lad Krabang (KMITL) has successfully developed the plant extracts and essential oils as one of the methods in controlling insect vector. Herbal shampoo from *Piper retrofractum* proved to be highly effective against all stage of human head lice and had no side effects on children, after treated[9]. Furthermore, Phosomkusolsil and Soonwera investigated the repellency of insect repellent, larvicidal and pupacidal activities of Thai indigenous plant oils against *Ae. aegypti*, *An. minimus* and *Cx. quinquefascatus* in the laboratory[10,11]. We have focused to develop plant-based repellents to increase long-lasting protection on registered commercially available repellent products. This study reports on repellency properties of the seven essential oils against mosquitoes, *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus* using dose-response study to determine effective dosages of essential oils and arm in cage method to estimate protection time and biting rate under laboratory conditions.

2. Materials and methods

2. 1. Mosquitoes

All three species of mosquitoes (*Ae. aegypti*, *An. dirus*, *Cx. quinquefasciatus*) were reared in the laboratory of the Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut Institute of Technology Lad Krabang (KMITL), Bangkok. *Ae. aegypti* and *An. dirus* eggs were obtained from the Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS). *Cx. quinquefasciatus* eggs were obtained from the Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University. Briefly, collected eggs were hatched in plastic trays (30×35×5 cm), which contained tap water (1500 mL). The hatched larvae were held in plastic trays and larval diet was added to each tray. Newly emerged pupae were transferred to screen cage (size 30×30×30 cm) and emerged as adults. Mosquitoes are kept in the room with temperature, relative humidity, and photoperiod range between 30-35 ℃, 70%-80%, and 12:12 hour (L:D) cycle, respectively. Adults continuously provided with 5% glucose solution in water soaked on cotton pads. In this study, 5- to 7-day-old female mosquitoes were starved by providing them with only water for 12 hours.

2. 2. Plant materials

The plant materials were collected from *Cananga odorata* (*C. odorata*) Lamk. (ylang ylang flowers), *Citrus sinensis* (*C. sinensis*) L. Osbeck (orange fruits), *Cymbopogon citratus* (*C. citratus*) DC. Stapf (lemongrass leaves and stems), *Cymbopogon nardus* (*C. nardus*) L (citronella grass leaves), *Eucalyptus citriodora* (*E. citriodora*) Hook (eucalyptus leaves), *Ocimum basilicum* L. (sweet basil leaves) and *Syzygium aromaticum* (*S. aromaticum*) L. (clove flowers). Each plant material was extracted for essential oils by steam distillation. The oils to be tested were diluted with soybean oil to concentrations of 0.02, 0.10 and 0.21 mg/cm^2. All formulations were kept at room temperature before testing.

2. 3. Repellent bioassay

There were two different treatment methods to determine the repellency activity of the seven essential oils against all three species of mosquito.

2.3.1. Dose-response study

The test procedure to determine initial effective dose was modified from the American Society for Testing and Materials Standard (ASTM E951-94)[12]. This is a standard laboratory method that was designed for testing non-commercial mosquito repellent formulations on human skin employing laboratory-reared mosquitoes. The laboratory bioassay for testing repellent efficacy consisted of a six-well feeding reservoir system similar to the K & D module[13]. It was made of Plexiglas and the base of the rectangular cage (26×5×5 cm) has six holes, each with rectangular 3×4 cm holes that opened and closed by a sliding door. The flexor region of the forearms of a human volunteer was outlined with four rectangular (3×4 cm) test areas. A volume of 0.025 mL of each concentration of the essential oils in soybean oil (0.02, 0.10 and 0.21 mg/cm^2) and 0.025 mL of the diluent (soybean oil as control) was applied randomly to the marked areas. After air drying for 5 minutes, a plastic cage with matching cutouts in its floor was secured over the treated areas by rubber bands. Each hole contained 5 nulliparous 5-7 days old mosquito females (totally 20 females per cage). The number of mosquitoes biting on each test site was recorded each minute for 5 min. Tests were conducted five times on each repellent-treated area and were completed within 25 min of repellent application. The effectiveness of essential oils was determined by the percentage repellency, using the formula described by Weaving and Sylvester[14]:

$$\% \text{ Repellency} = \frac{100 - \text{No. of bites on treated area}}{\text{No. of bites on control area}} \times 100$$

2.3.2. Protection time study

The seven essential oils were tested against 3 species of mosquitoes under laboratory conditions using a screened cage test method[15] following Thai Industrial Standards Institute (TISI) guidelines[16]. At 0.21 mg/cm2 seven essential

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

oils were the top dose tested in this study. Test times were determined by normal feeding times for each mosquito species. The *Ae. aegypti* testing time was between 8:00 AM to 4:00 PM, while the *Cx. quinquefasciatus* and *An. dirus* testing time was 4:00 PM and 12:00 PM.

For testing, a volunteer used the left arm for treatment and the right arm for control. Both arms were covered with a rubber sleeve with a window 3×10 cm on the forearm. 100 μL of test material was applied to the treatment area and allowed to dry for 5 minutes. The control arm was exposed to mosquitoes before the treated arm. If at least two mosquitoes landed on or bit the arm, the repellency test was continued. The mosquito cage of 30×30×30 cm contained 250 nulliparous, 5–7 day old female mosquitoes; the test was conducted for 3 minutes. The total number of mosquitoes biting on the treatment and control areas was recorded. If no mosquito bite occurred within 3 minutes, the forearm was then taken out and the test was repeated every 30 minute intervals. This was continued until at least two mosquito bites occurred during the 3-minute study period. The experiment was completed after two mosquitoes had bitten. The protection time was the time from repellent application until the study was stopped.

For comparison, a percentage of mosquito bitings was calculated for each test[17] using the following formula:

$$\%\ \text{Biting} = \frac{B}{250} \times 100$$

Where B is the total number of bitings by the end of the test. The test was carried out 5 times per sample.

2.4. Statistical analysis

For statistical analysis, ED_{50} values were calculated using probit analysis. The mean protection time was used to compare the seven essential oils. Differences in significance were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparisons by SPSS for Windows (version 16.0).

Table 1
Repellent activities of the seven essential oils in three concentrations (0.02, 0.10 and 0.21 mg/cm^2) against *Ae. aegypti*, *An. dirus*, *Cx. quinquefasciatus* adults.

Herbal essential oils	Mosquito spp.	Conc 0.02 mg/cm^2		Conc 0.10 mg/cm^2		Conc 0.21 mg/cm^2		ED_{50} (mg/cm^2)
		Mean No. of mosquito biting ± SD	% Repellency	Mean No. of mosquito biting ± SD	% Repellency	Mean No. of mosquito biting ± SD	% Repellency	
C. odorata oil	*Ae. aegypti*	2.70 ± 1.42^{b}	46	2.10 ± 1.37^{b}	58	1.70 ± 1.06^{b}	66	0.045
	An. dirus	0.30 ± 0.48^{g}	94	0.40 ± 0.70^{f}	92	0.40 ± 0.70^{d}	92	2.149
	Cx. quinquefasciatus	2.10 ± 0.99^{h}	58	0.60 ± 0.70^{i}	88	0.50 ± 0.53^{e}	90	<0.003
C. sinensis oil	*Ae. aegypti*	2.50 ± 1.18^{b}	50	2.50 ± 1.43^{b}	50	2.60 ± 1.51^{a}	48	0.049
	An. dirus	3.00 ± 1.63^{d}	40	2.30 ± 2.11^{e}	54	0.80 ± 1.14^{d}	84	0.068
	Cx. quinquefasciatus	2.20 ± 0.63^{h}	56	1.70 ± 0.67^{g}	66	0.60 ± 0.70^{e}	88	0.003
C. citratus oil	*Ae. aegypti*	1.00 ± 0.67^{c}	80	0.30 ± 0.48^{d}	94	0.00^{e}	100	<0.045
	An. dirus	1.20 ± 1.03^{fg}	76	0.90 ± 1.29^{f}	82	0.10 ± 0.32^{d}	98	<0.068
	Cx. quinquefasciatus	0.40 ± 0.70^{i}	92	0.10 ± 0.32^{i}	98	0.10 ± 0.32^{e}	98	<0.003
C. nardus oil	*Ae. aegypti*	2.00 ± 1.56^{bc}	60	0.70 ± 0.82^{cd}	86	0.60 ± 0.70^{e}	88	<0.045
	An. dirus	0.40 ± 0.70^{g}	92	0.40 ± 0.97^{f}	92	0.10 ± 0.32^{d}	98	<0.068
	Cx. quinquefasciatus	0.90 ± 0.88^{i}	82	0.80 ± 0.79^{hi}	84	0.30 ± 0.48^{e}	94	<0.003
E. citriodora oil	*Ae. aegypti*	4.50 ± 0.97^{a}	10	4.20 ± 0.79^{a}	16	3.20 ± 1.40^{a}	36	0.285
	An. dirus	2.40 ± 1.26^{de}	52	1.30 ± 1.25^{ef}	74	0.70 ± 1.25^{d}	86	1.043
	Cx. quinquefasciatus	0.60 ± 0.70^{i}	88	0.70 ± 0.82^{hi}	86	0.70 ± 0.82^{e}	86	2.526
O. basilicum oil	*Ae. aegypti*	2.30 ± 1.70^{bc}	54	1.50 ± 1.58^{bc}	70	0.80 ± 0.79^{e}	84	<0.045
	An. dirus	1.70 ± 0.82^{ef}	66	1.30 ± 0.48^{ef}	74	0.20 ± 0.42^{d}	96	0.628
	Cx. quinquefasciatus	1.20 ± 1.32^{i}	76	1.10 ± 0.88^{gh}	78	0.50 ± 0.53^{e}	90	<0.003
S. aromaticum oil	*Ae. aegypti*	1.70 ± 1.57^{bc}	66	0.30 ± 0.67^{d}	94	0.20 ± 0.42^{e}	96	<0.045
	An. dirus	0.90 ± 0.74^{fg}	82	0.40 ± 0.52^{f}	92	0.10 ± 0.32^{d}	98	<0.068
	Cx. quinquefasciatus	1.20 ± 0.92^{i}	76	0.90 ± 0.74^{h}	82	0.40 ± 0.70^{e}	92	<0.003
CV (%)	*Ae. aegypti*	56.21	–	66.19	–	74.88	–	–
	An. dirus	72.10	–	117.11	–	215.52	–	–
	Cx. quinquefasciatus	73.52	–	85.74	–	136.14	–	–

In the column of Mean No. of mosquito biting ± SD, Data followed by the different superscripted letters are significantly different (P<0.05, by one-way ANOVA and Duncan's Multiple Range Test); Tested with different oils within the same species.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Results

3.1. Dose–response study

In dose–response study for determining effective dose, the results of ED_{50} values, the mean number of mosquito bites and the percentage repellency of seven essential oils against *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus* adults at various concentration are shown in Table 1. Meanwhile the percentage of repellency of seven essential oils for three species of mosquitoes is presented in Figure 1. ED_{50} values of four essential oils, *C. citratus*, *C. nardus*, *O. basilicum* and *S. aromaticum* against *Ae. aegypti* were less than 0.045 mg/cm^2. In addition, the oil of *C. citratus* at three concentrations (0.02, 0.10 and 0.21 mg/cm^2) provided the highest repellency with 80, 94 and 100%, respectively. Likewise the percentage repellency of *C. nardus*, *O. basilicum* and *S. aromaticum* increased when the concentration of these essential oils increased, in contrast, biting rates decreased when the concentration increased. The results showed significant differences in both the percentage of repellency and the number of mosquitoes biting (P<0.05).

Table 1 shows the repellents activity against *An. dirus* by using the modified K&D module in the laboratory. The essential oils of *C. citratus*, *C. nardus*, *S. aromaticum* gave strong effective dose (ED_{50}) values at <0.068 mg/cm^2. The strongest value was shown by *C. nardus*, it showed significant percentage repellency (92%–98%) and the mean number of mosquito biting was (0.40–0.10) bite/min at various concentrations. Furthermore, repellency evaluation of the essential oils exhibited ED_{50} values ranging from <0.003 to 2.526 mg/cm^2 when tested against *Cx. quinquefasciatus* (Table 1). The most effective essential oil was *C. citratus* (ED_{50} at <0.003 mg/cm^2; % repellency = 92%–98 %; (0.1–0.4 bite/min of no. of biting) at various concentrations. One–way ANOVA showed a significant difference of both % repellency and the number of mosquitos biting (P<0.05).

3.2. Protection time study

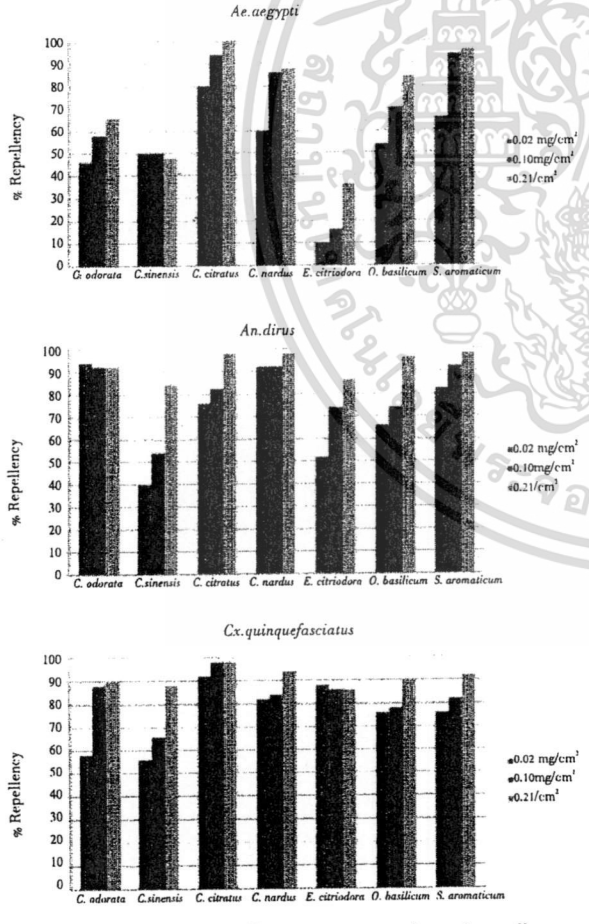


Figure 1. Comparison of repellency percentages for each repellent plant oils against three mosquito species (*Ae. aegypti*, *An. dirus and Cx. quinquefasciatus*).

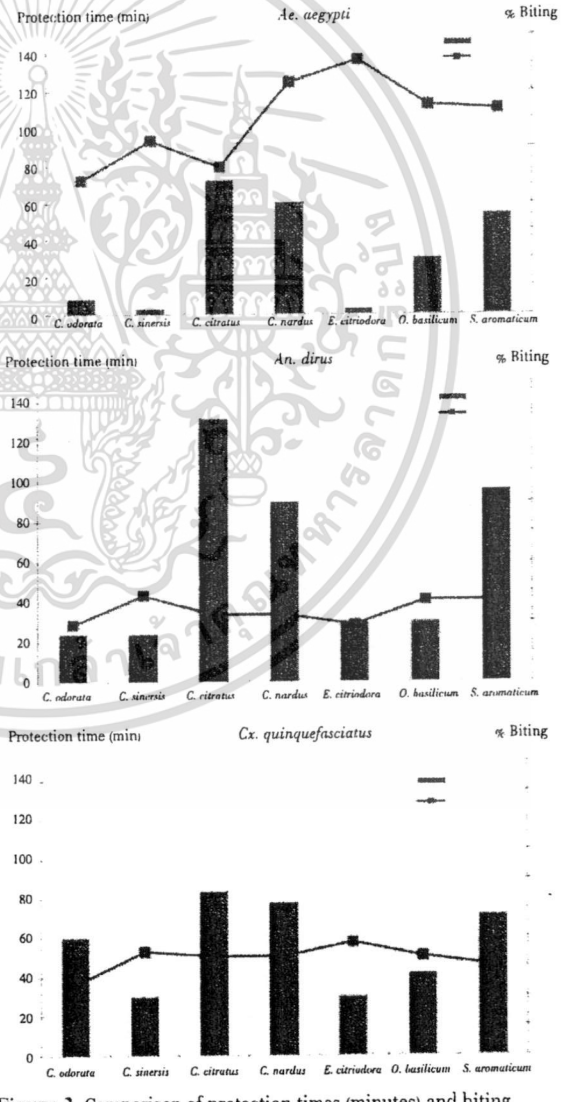


Figure 2. Comparison of protection times (minutes) and biting percentages for each repellent plant oils against three mosquito species (*Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2
Protection time for each repellent against three mosquito species (*Ae. aegypti*, *An. dirus*, *Cx. quinquefasciatus*) and biting percentages.

Herbal essential oils	*Ae. aegypti*		*An. dirus*		*Cx. quinquefasciatus*	
	Protection time (min)	% Biting[1/]	Protection time (min)	% Biting[2/]	Protection time (min)	% Biting[2/]
C. odorata oil	8.4^{d}	2.40 ± 0.63^{b}	24.0^{c}	0.96 ± 0.22	60.0^{bc}	1.20 ± 0.49
C. sinensis oil	3.0^{d}	3.12 ± 0.91^{ab}	24.0^{c}	1.44 ± 0.73	30.0^{d}	1.76 ± 1.15
C. citratus oil	72.0^{a}	2.64 ± 0.61^{b}	132.0^{a}	1.12 ± 0.33	84.0^{a}	1.68 ± 1.18
C. nardus oil	60.0^{ab}	4.16 ± 1.28^{a}	90.0^{b}	1.12 ± 0.33	78.0^{ab}	1.68 ± 1.18
E. citriodora oil	3.0^{d}	4.56 ± 1.56^{a}	30.0^{c}	0.96 ± 0.22	30.0^{d}	1.92 ± 1.11
O. basilicum oil	30.0^{c}	3.76 ± 0.96^{ab}	30.0^{c}	1.36 ± 0.54	42.0^{cd}	1.68 ± 0.95
S. aromaticum oil	54.0^{b}	3.68 ± 0.91^{ab}	96.0^{b}	1.36 ± 0.67	72.0^{ab}	1.52 ± 0.77
CV (%)	–	29.71	–	61.57	–	40.02

[1/] Means in each column against each mosquito species followed by the difference letters are significantly different (P<0.05, by one-way ANOVA and Duncan's Multiple Range Test).
[2/] Means between groups are not significantly different (P>0.05, by one-way ANOVA).

In the test by arm in cage method, the results of the protection time and the biting percentage of 0.21 mg/cm^2 of seven essential oils against the three mosquito species are shown in Table 2. There were significant differences in repellency among the repellents by mosquito species (P<0.05). Furthermore, there was a significant difference between the biting percentages of *Ae. aegypti* but there was no significant difference between the other 2 species (*An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*). The results indicated that *C. citratus* gave the highest repellency for the longest lasting period against *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*: for 72 min with a 2.64% bite rate, 132 min with a 1.68% bite rate and 84 min with a 1.12% bite rate, respectively. Furthermore, *C. nardus* and *S. aromaticum* provided moderate protection time against *Aedes* mosquitoes, 60 min and 54 min, respectively. The relationship between protection time and biting percentage of the plant oils against the three mosquito species are shown in Figure 2.

4. Discussion

In our study, the seven essential oils show action as a topical repellent that is effective over a short time period. The high repellent activity of *C. citratus*, *C. nardus* and *S. aromaticum* oil against *Ae. aegypti* adults was lower than that of same plant oils when compared with other researches[18-20]. However, our result is not difference from some reports[10,21]; these essential oils exhibited the protection time against *Ae. aegypti* bites of nearly 1 hour but less than 2 hours. To evaluate the efficacy of repellent, Amer and Mehlhorn defined that if the protection time of a compound is long and the percentage of biting is low, the compound had good efficiency in repelling mosquitoes and deters biting[17]. If the protection time is short but the percentage of biting is low, then the compound is more a feeding deterrent than a repellent. Conversely, if the protection time is long but the biting rate is high, then the compound is more a repellent than a feeding deterrent. As a result, *C. citratus* exhibited a high protection time of 72 min against *Ae. aegypti*, while the biting rate decreased to 2.64%. This means that this repellent had attributes of a repellent and a feeding deterrent. Even though the protection time against *Ae. aegypti* of *C. nardus* and *S. aromaticum* were 60 min and 54 min, but the biting rate increased up to 4.16% and 3.68%, respectively. This shows that both essential oils are rather repellents than feed deterrents.

Many researchers improved repellency which provide a repellent that is effective over several hours with a base or fixative materials, such as vanillin, salicylic acid, and mustard and coconut oils[22-24]. However, the effectiveness and duration of repellency chemicals depend on multiple factors, including the type of repellents (active ingredients and formulation), the mode of application, environmental factors (temperature, humidity, and wind), the attractiveness of individual people to insects, loss due to removal by perspiration and abrasion, the sensitivity of the insects to repellents, and the biting density[25-32]. Moreover, differences in the mosquito species tested and body size, adult density in test cages, and mosquito age can affect test results[33].

We can conclude that the average protection time for seven essential oils against *Ae. aegypti* was noted the order of effectiveness as follows: *C. citratus* (72 min)> *C. nardus* (60 min)> *S. aromaticum* (54 min)> *O. basilisum* (30 min) > *C. odorata* (8.4 min) > *C. sinensis* and *E. citriodora* (3 min). However, the TISI standard determines the repellency time against *Ae. aegypti* mosquitoes should be >2 hours; none of the repellents met this requirement[16].

Conflict of interest statement

We declare that we have no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors thank the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS), and the Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Bangkok, Thailand for providing the eggs of *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

References

[1] Thavara U, Tawatsin A, Pengsakul T, Bhakdeenuan P, Chanama S, Anantapreecha S, et al. Outbreak of chikungunya fever in Thailand and virus detection in field population of vector mosquitoes, *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2009; **40**: 951–962.

[2] Rosenberg R, Andre RG, Somchit L. Highly efficient dry season transmission of malaria in Thailand. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1990 **84**: 22–28.

[3] Nitatpattana N, Dubot-Peres A, Gouilh MA, Souris M, Barbazan P, Yoksan S, et al. Change in Japanese encephalitis virus distribution, Thailand. *Emerg Infect Dis* 2008; **14**: 1762–1765.

[4] Gupta RK, Rutledge LC. Role of repellents in vector control and disease prevention. *Am J Trop Med Hyg* 1994; **50**: 82–86.

[5] Fradin MS, Day JF. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *N Engl J Med* 2002; **347**: 13–18.

[6] Briassoulis G, Narlioglou M, Hatzis T. Toxic encephalopathy associated with use of DEET insect repellents: a case analysis of its toxicity in children. *Hum Exp Toxicol* 2001; **20**: 8–14.

[7] Abdel-Rahman A, Shetty AK, Abou-Donia MB. Subchronic dermal application of N, N-diethyl m-toluamide (DEET) and permethrin to adult rats, alone or in combination, causes diffuse neuronal cell death and cytoskeletal abnormalities in the cerebral cortex and the hippocampus, and Purkinje neuron loss in the cerebellum. *Exp Neurol* 2001; **172**: 153–171.

[8] Benner JP. Pesticidal compounds from higher plants. *Pestic Sci* 1993. **39**: 95–102.

[9] Rassami W, Soonwera M. Effect of herbal shampoo from long pepper fruit extract to control human head louse of the Ladkrabang childrens, Bangkok, Thailand. *J Agri Tech* 2011; **7**: 331–338.

[10] Phasomkusolsil S, Soonwera M. Insect repellent activity of medicinal plant oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles minimus* (Theobald) and *Culex quinquefasciatus* Say based on protection time and biting rate. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2010a; **41**: 831–840.

[11] Phasomkusolsil S, Soonwera M. Potential larvicidal and pupacidal activities of herbal essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say and *Anopheles minimus* (Theobald). *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2010b; 41: 1342–1351.

[12] American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard test methods for laboratory testing of non-commercial mosquito repellent formulations on the skin, ASTM-E951-94. Pennsylvania: ASTM International; 2006, p. 6.

[13] Klun JA, Debboun M. A new module for quantitative evaluation of repellent efficacy using human subjects. *J Med Entomol* 2000; **37**: 177–181.

[14] Weaving AJS, Sylvester NK. Pyrethrum as an insect repellent, part II: a laboratory technique for its evaluation as a mosquito repellent and the influence formulation on persistence. *Pyrethrum Post* 1967; **9**: 31–35.

[15] Barnard DR. Biological assay methods for mosquito repellents. *J Am Mosq Control Assoc* 2005; **21**: 12–16.

[16] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Mosquito repellents. Bangkok, Thailand: Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry; 1986, p. 15.

[17] Amer A, Mehlhorn H. Repellency effect of forty-one essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* mosquitoes. *Parasitol Res* 2006; **99**: 478–490.

[18] Karunamoorthi K, Ilango K, Murugan K. Laboratory evaluation of traditionally used plant-based insect repellent against the malaria vector *Anopheles arabiensis* Patton (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 2010; **106**: 1217–1223.

[19] Trongtokit Y, Rongsriyam Y, Komalamisra N, Apiwathnasorn C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytother Res* 2005; **19**: 303–309.

[20] Nuchuchua O, Sakulku U, Uawongyart N, Puttipipatkhachorn S, Soottitantawat A, Ruktanonchai U. *In vitro* characterization and mosquito (*Aedes aegypti*) repellent activity of essential-oils-loaded nanoemulsions. *AAPS PharmSciTech* 2009; **10**: 1234–1242.

[21] Aisien MSO, Imasuen AA, Wagbatsoma VA, Ayinde BA. Preliminary evaluation of the repellent activity of some plant essential oils against *Simulium damnosum* S.L., the vector of human onchocerciasis. *Int J Trop Insect Sci* 2004; **24**: 196–199.

[22] Stuart AE, Brooks CJ, Prescott RJ, Blackwell A. Repellent and antifeedant activity of salicylic acid and related compounds against the biting midge, *Culicoides impunctatus* (Diptera: Ceratopogonidae). *J Med Entomol* 2000; **37**: 222–227.

[23] Tawatsin A, Wratten SD, Scott RR, Thavara U, Techadamrongsin Y. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *J Vector Ecol* 2001; **26**: 76–82.

[24] Das NG, Baruah I, Talukdar PK, Das SC. Evaluation of botanicals as repellents against mosquitoes. *J Vector Borne Dis* 2003; **40**: 49–53.

[25] Rozendaal JA. Vector control: Methods for use by individuals and communities. Geneve: World Health Organization; 1997, p. 7–177.

[26] Govindarajan M, Sivakumar R, Amsath A, Niraimathi S. Mosquito larvicidal properties of *Ficus benghalensis* L. (Family: Moraceae) against *Culex tritaeniorhynchus* Giles and *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera: Culicidae). *Asian Pac J Trop Med* 2011; **4**(7): 505–509.

[27] Hossain E, Rawani A, Chandra G, Mandal SC, Kumar JG. Larvicidal activity of *Dregea volubilis* and *Bombax malabaricum* leaf extracts against the filarial vector *Culex quinquefasciatus*. *Asian Pac J Trop Med* 2011; 4(6): 436–441.

[28] Wabo PJ, Ngankam NJD, Bilong BCF, Mpoame M. A comparative study of the ovicidal and larvicidal activities of aqueous and ethanolic extracts of pawpaw seeds *Carica papaya* (Caricaceae) on *Heligmosomoides bakeri*. *Asian Pac J Trop Med* 2011; 4(6): 447–450.

[29] Singha S, Chandra G. Mosquito larvicidal activity of some common spices and vegetable waste on *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles stephensi*. *Asian Pac J Trop Med* 2011; 4(4): 288–293.

[30] Ahmad N, Fazal H, Abbasi BH, Iqbal M. *In vitro* larvicidal potential against *Anopheles stephensi* and antioxidative enzyme activities of *Ginkgo biloba*, *Stevia rebaudiana* and *Parthenium hysterophorous*. *Asian Pac J Trop Med* 2011; **4**(3): 169–175.

[31] Govindarajan M. Evaluation of *Andrographis paniculata* Burm. f. (Family: Acanthaceae) extracts against *Culex quinquefasciatus* (Say.) and *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae). *Asian Pac J Trop Med* 2011; **4**(3): 176–181.

[32] Barnard DR. Repellents and toxicants for personal protection. Geneve: World Health Organization; 2000, p. 23–27.

[33] Barnard DR, Posey KH, Smith D, Schreck CE. Mosquito density, biting rate and cage size effects on repellent tests. *Med Vet Entomol* 1998; **12**: 39–45.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFICACY OF HERBAL ESSENTIAL OILS AS INSECTICIDE AGAINST *AEDES AEGYPTI* (LINN.), *CULEX QUINQUEFASCIATUS* (SAY) AND *ANOPHELES DIRUS* (PEYTON AND HARRISON)

Siriporn Phasomkusolsil and Mayura Soonwera

Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, King Mongkut's Institute of Technology Lat Krabang, Lat Krabang, Bangkok, Thailand

Abstract. The essential oils of *Cananga odorata* (ylang ylang), *Citrus sinensis* (orange), *Cymbopogon citratus* (lemongrass), *Cymbopogon nardus* (citronella grass), *Eucalyptus citriodora* (eucalyptus), *Ocimum basilicum* (sweet basil) and *Syzygium aromaticum* (clove), were tested for their insecticide activity against *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles dirus* using the WHO standard susceptibility test. These were applied in soybean oil at dose of 1%, 5% and 10% (w/v). *C. citratus* had the KT_{50} values against the three mosquito species tested but the knockdown rates (at 10, 30 and 60 minutes) were lower than some essential oils. *C. citratus* oil had high insecticidal activity against *Ae. aegypti*, *Cx. quinquefasciatus* and *An. dirus*, with LC_{50} values of <0.1, 2.22 and <0.1%, respectively. Ten percent *C. citratus* gave the highest mortality rates (100%) 24 hours after application. This study demonstrates the potential for the essential oil of *C. citratus* to be used as an insecticide against 3 species of mosquitoes.

Keywords: essential oil, insecticidal activity, *Aedes aepypti*, *Culex quinquefasciatus*, *Anopheles dirus*

INTRODUCTION

Aedes aegypti (L.), *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) mosquitoes are widely distributed in rural and urban areas of Thailand. *Ae. aegypti* is a major vector of dengue fever (DF) and dengue hemorrhagic fever (DHF). *Cx. quinquefasciatus* is a vector for Japanese encephalitis (JE) and causes annoyance and dermatitis. *An. dirus* is an important malaria vector along the border of Thailand. There is currently only a vaccine against JE, but not malaria or dengue infection; therefore, only vector control measures are available (Shultz *et al*, 2008). Insecticides are needed, especially during epidemics of disease. Insecticides remain the mainstay of mosquito vector control programs. Synthetic pyrethroids and DDT were previously effective but resistance to these chemicals has occurred (N'Guessan *et al*, 2007) among *Ae. aegypti* (Paeporn *et al*, 2004; Yaicharoen *et al*, 2005), *Cx. quinquefasciatus* (Sathantriphop *et al*, 2006) and *An. dirus* (Van Bortel *et al*, 2008).

Correspondence: Siriporn Phasomkusolsil, Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, King Mongkut's Institute of Technology Lat Krabang, Chalongkrung Road, Lat Krabang, Bangkok 10520, Thailand.
Tel: +66 (0) 2326 4314
E-mail: msiriporn@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Synthetic insecticides may have adverse environmental effects, high cost and poor community acceptance.

Essential oils have received attention as potentially controlling vectors of mosquito-borne disease (Sutthanont *et al*, 2010). Natural products used as insecticides may have less of an environmental impact due to shorter latency, possibly resulting in reduced resistance (Hardin and Jackson, 2009). Sukumar *et al* (1991) evaluated 344 different plant species to control mosquitoes instead of synthetic chemical insecticides. Some essential oil derived compounds may be used on humans similar to some conventional insecticides, are selective and have fewer harmful effects than some conventional insecticides (Mumcuoglu *et al*, 2002).

The aim of this study was to determine the mosquitocidal activities of seven herbal essential oils: *Cananga odorata, Citrus sinensis, Cymbopogon citratus, C. nardus, Eucalyptus citriodora, Ocimum basilicum* and *Syzygium aromaticum*, against *Ae. aegypti, Cx. quinquefasciatus* and *An. dirus* using a standard WHO susceptibility test at varying concentrations under laboratory conditions (WHO, 1998).

MATERIALS AND METHODS

Mosquitoes

Ae. aegypti, Cx. quinquefasciatus and *An. dirus* mosquitoes were used in this study. *Ae. aegypti* and *An. dirus* eggs were obtained from the Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS). *Cx. quinquefasciatus* eggs were obtained from the Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University. They were maintained at the laboratory of Entomology and Environment, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut Institute of Technology Lat Krabang (KMITL), Bangkok. Mosquitoes were reared at 30-35°C and 70-80% relative humidity. Larvae were reared on a diet of floating fish food. The adults were maintained in screened cages and fed 5% glucose solution in water soaked on cotton pads. One to two day old emerging female mosquitoes were randomly selected for adult bioassays. Prior to testing, they were starved by providing them with only water for 12 hours.

Plant materials

Cananga odorata Lamk. (ylang ylang flowers), *Citrus sinensis* L. Osbeck (orange fruits), *Cymbopogon citratus* DC. Stapf (lemongrass leaves and stems), *Cymbopogon nardus* L (citronella grass leaves), *Eucalyptus citriodora* Hook (eucalyptus leaves), *Ocimum basilicum* L. (sweet basil leaves) and *Syzygium aromaticum* L. (clove flowers) were collected and the essential oils were extracted by steam distillation, and prepared as 1%, 5% and 10% solutions in soybean oil. All formulations were kept at room temperature before testing.

WHO susceptibility test

Susceptibility testing was carried out using the standard WHO protocol (1998) using diagnostic kits and impregnated paper. Each tube was marked with a red spot or a green spot, indicating its use for holding insecticide paper or for holding mosquitoes 1 hour after exposure. Twenty-five mosquitoes were collected from a cage with an aspirator and blown into green spot tubes lined with clean white paper, with a movable slide attached. Filter paper (Whatman® No.1) 12cm x 15cm was cut for the bioassay. The filter paper was treated with essential oils and placed into red spot tubes. These were screwed onto the opposite side of the movable slide; the slide was then opened and the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1
KT_{50} and LC_{50} values caused by seven essential oils against *Ae. aegypti* adult mosquitoes.

Herbal essential oils	1%			5%			10%			LC_{50} (%)
	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility	
Cananga odorata oil	151.94	8.8^{bc}	R	168.06	14.4^{d}	R	21.33	54.4^{d}	R	9.77
Citrus sinensis oil	339.86	16.8^{bc}	R	100.7	55.2^{bc}	R	76.69	79.2^{bc}	R	5.26
Cymbopogon citratus oil	27.31	74.4^{a}	R	11.06	86.4^{a}	RS	<1.00	100.0^{a}	S	<0.10
Cymbopogon nardus oil	53.28	60.0^{a}	R	15.85	69.6^{ab}	R	1.22	97.6^{a}	RS	0.26
Eucalyptus citriodora oil	108.48	59.2^{a}	R	41.92	76.8^{ab}	R	20.42	95.2^{ab}	R	<0.10
Ocimum basilicum oil	307.53	23.2^{b}	R	208.86	41.6^{c}	R	62.18	70.4^{c}	R	6.31
Syzygium aromaticum oil	37.79	58.4^{a}	R	16.05	68.8^{ab}	R	3.44	93.6^{ab}	R	0.12
Negative control (Soybean oil)		0.0^{c}			0.0^{d}			0.0^{e}		
CV (%)		41.7			32.4			16.7		

KT_{50}, 50% knockdown time; LC_{50}, 50% lethal concentration.
Mean % mortality followed by the same letter in the same column are not significantly different (one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).
S, Susceptible is defined as 98-100% mortality; RS, Resistance suspected is defined as 80-97% mortality; R, Reisitance is defined as <80% mortality.

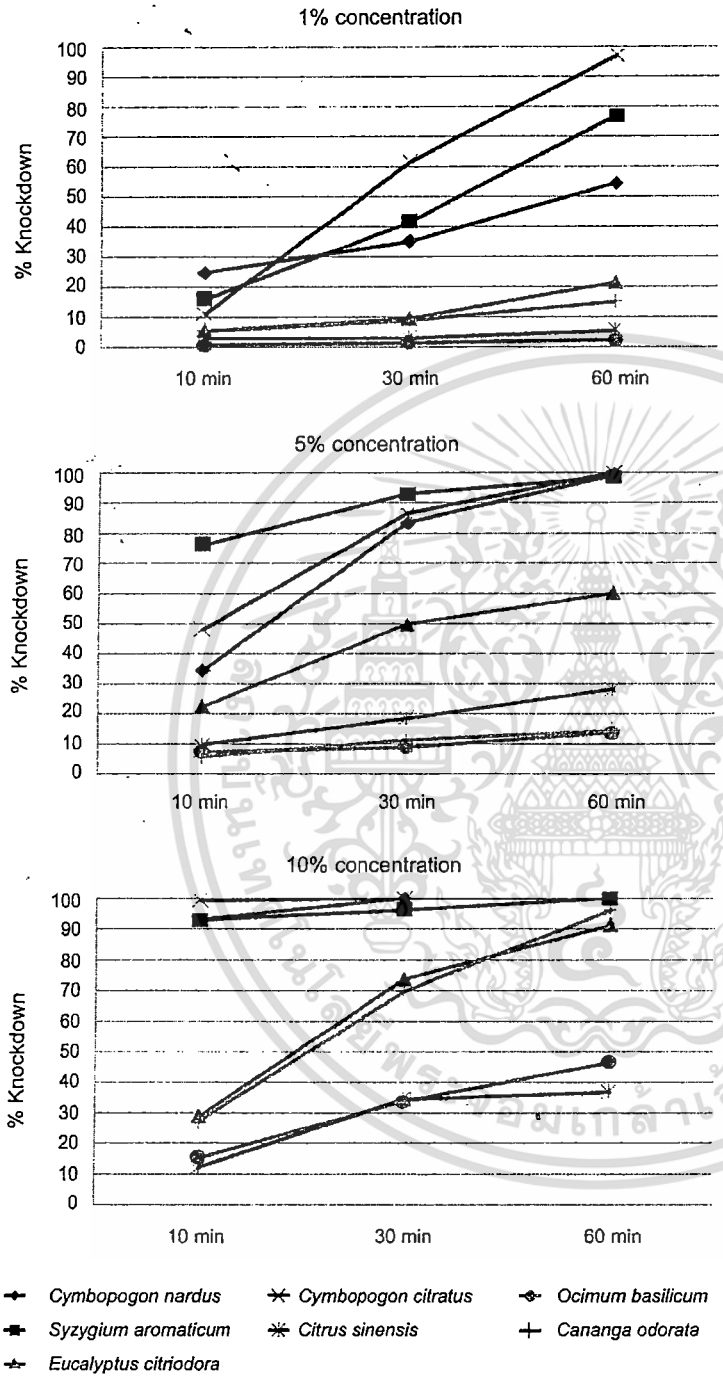


Fig 1–Percent knockdown of female *Ae. aegypti* mosquitoes by 1, 5 and 10% concentrations of seven essential oils after 10, 30 and 60 minutes of exposure.

mosquitoes gently blown into the red spot tube after which the slide was closed again. Twenty-five female mosquitoes were exposed to the impregnated paper for 1 hour in each tube while the mosquitoes used as controls were exposed to paper without insecticide and then gently blown back into the green spot tube. Each test was performed in five replicates with simultaneous control sets; the negative controls were impregnated with soybean oil only. Knockdown rates were recorded at 10, 30 and 60 minutes during the 1 hour exposure. At the end of the exposure period mosquitoes were transferred to recovery tubes and provided with 5% glucose solution. Mortality was observed after 24 hours.

Statistical analysis

KT_{50} and LC_{50} values were calculated using probit analysis. The mortality data was analyzed with the Duncan's multiple range test using SPSS for Windows (version 16.0).

The susceptibility results were determined for each insecticide using WHO criteria (WHO, 1998): 98-100% mortality indicated susceptibility, 80-97% mortality suggested possible resistance needing confirmation and mortality <80% suggested resistance. Mor-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2

KT_{50} and LC_{50} values for *Cx. quinquefasciatus* adult mosquitoes to seven herbal essential oils.

Herbal essential oils	1%			5%			10%			LC_{50} (%)
	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility	
Cananga odorata oil	*	5.6^{e}	R	100.87	20.8^{bcd}	R	1.7	60.0^{b}	R	8.82
Citrus sinensis oil	83.47	2.4^{e}	R	170.87	22.4^{bcd}	R	72.28	16.8^{d}	R	20.8
Cymbopogon citratus oil	20.08	38.4^{a}	R	7.75	75.2^{a}	R	<1.00	100.0^{a}	S	2.22
Cymbopogon nardus oil	29.16	28.0^{ab}	R	11.17	43.2^{b}	R	<1.00	100.0^{a}	S	4.12
Eucalyptus citriodora oil	100.2	8.0^{e}	R	41.11	13.6^{cd}	R	5.77	40.0^{c}	R	12.16
Ocimum basilicum oil	48.19	12.8^{bc}	R	18.22	18.4^{cd}	R	1.66	47.2^{bc}	R	10.98
Syzygium aromaticum oil	21.51	16.0^{bc}	R	16.05	35.2^{bc}	R	<1.00	100.0^{a}	S	4.99
Negative control (Soybean oil)		0.0^{e}	R		0.0^{d}	R		0.0^{d}	R	
CV (%)		97.9			57.5			24.2		

KT_{50}, 50% knockdown time; LC_{50}, 50% lethal concentration.

Mean % mortality followed by the same letter in the same column are not significantly different (one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

S, Susceptible is defined as 98-100% mortality; RS, Resistance suspected is defined as 80-97% mortality; R, Resistance is defined as <80% mortality.

*not computed by Probit analysis

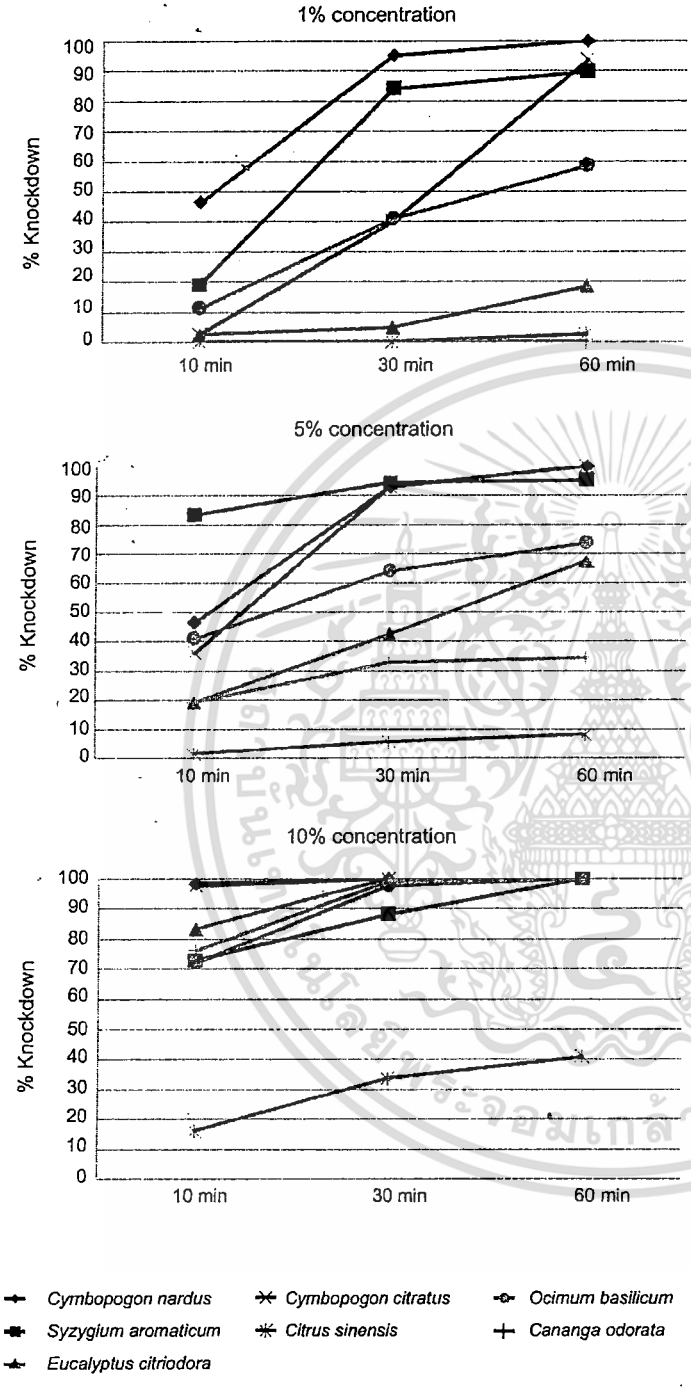


Fig 2–Percent knockdown of female *Cx. quinquefasciatus* mosquitoes by 1, 5 and 10% concentrations of seven essential oils after exposure at 10, 30 and 60 minutes.

tality on the WHO resistance tests was corrected for control mortality using Abbott's formula (Abbott, 1987) when control mortality was 5-20%. Experimental tests with >20% control mortality were discarded and repeated.

RESULTS

One kg of each plant was used for this study to obtain the essential oils as follows: 2.5% (w/v) *Ca. odorata*, 2.0% (w/v) *Ci. sinensis*, 2.6% (w/v) *C. citratus*, 2.2% (w/v) *C. nardus*, 2.4% (w/v) *E. citriodora*, 1.3% (w/v) *O. basilicum* and 3.0% (w/v) *S. aromaticum*. Three essential oil-soybean oil concentrations were used for this study: 1%, 5% and 10%. Mortality with the seven tested essential oils was determined using essential oil impregnated papers using WHO test kits against *Ae. aegypti* as shown in Table 1. The highest KT_{50} values for *C. citratus* (at 1, 5 and 10% concentration) were 27.31 minutes, 17.36 minutes and <1 minute, respectively. Fig 1 shows the knockdown rates at 10, 30 and 60 minutes. Ten percent *C. citratus* gave better knockdown rates from 10 minutes to 60 minutes than the other oils. Ten percent *C. citratus* and 10% *C. nardus* gave mortality rates of 100% and 97.6%, respectively. There were significant overall among the efficacy of the essential oils against *Ae. aegypti* ($p<0.05$). The LC_{50} values of the seven essential oils ranged from

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3

KT_{50}, LC_{50} values, mortality rates and susceptibility of *An. dirus* adults to seven herbal essential oils.

Herbal essential oils	1%			5%			10%			LC_{50} (%)
	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility status	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility status	KT_{50} (min)	% Mortality	Susceptibility status	
Cananga odorata oil	127.82	24.0^{c}	R	36.49	40.8^{b}	R	2.44	89.6^{ab}	RS	4.99
Citrus sinensis oil	196.89	23.2^{c}	R	110.19	40.0^{b}	R	14.92	83.2^{b}	RS	5.45
Cymbopogon citratus oil	2.39	92.8^{a}	RS	<1.00	97.6^{a}	RS	<1.00	100.0^{a}	S	<0.10
Cymbopogon nardus oil	10.9	76.8^{ab}	R	<1.00	93.6^{a}	RS	<1.00	100.0^{a}	S	<0.10
Eucalyptus citriodora oil	54.58	59.2^{b}	R	<1.00	95.2^{a}	RS	<1.00	91.2^{ab}	RS	<0.10
Ocimum basilicum oil	61.34	60.8^{b}	R	17.15	53.6^{b}	R	<1.00	76.8^{b}	R	<0.10
Syzygium aromaticum oil	9.08	51.2^{b}	R	<1.00	54.4^{b}	R	<1.00	100.0^{a}	S	2.11
Negative control (Soybean oil)		0.0^{c}			0.0^{c}			0.0^{c}		
CV (%)		41. 7			26.7			14.0		

KT_{50}, 50% knockdown time; LC_{50}, 50% lethal concentration.

Mean % mortality followed by the same letter in the same column is not significantly different (one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

S, Susceptible is defined as 98-100% mortality; RS, Resistance suspected is defined as 80-97% mortality; R, Reisitance is defined as <80% mortality.

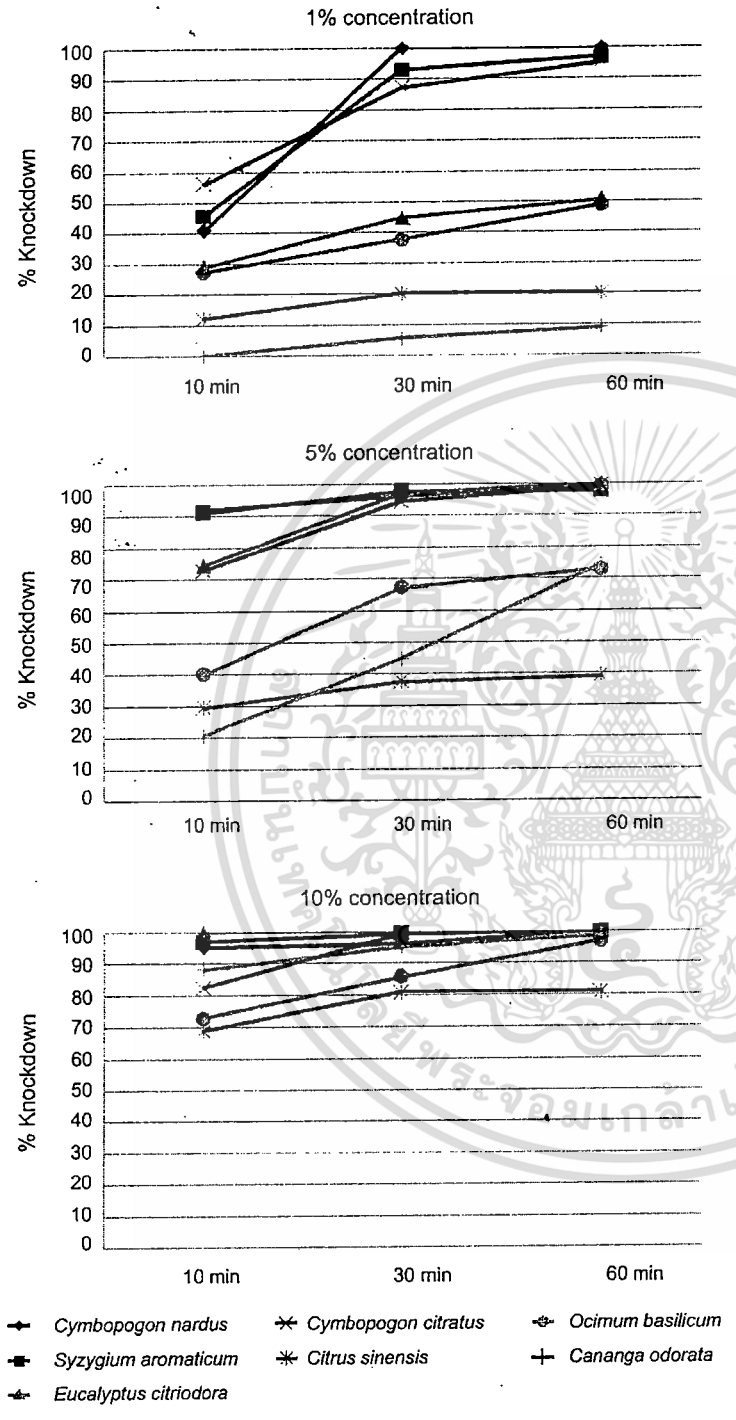


Fig 3–Percent knockdown of female *An. dirus* mosquitoes by 1, 5 and 10% concentrations of seven essential oils at 10, 30 and 60 minutes of exposure.

<0.1% to 9.77% 24 hour after exposure.

One percent and 5% *C. citratus* gave KT_{50} values of 20.08 and 7.75, respectively, against *Cx. quinquefasciatus* (Table 2). At 1% and 5% *C. citratus* gave knockdown rates lower than *C. nardus* and *S. aromaticum* (Fig 2). *Cx. quinquefasciatus* was resistant to all seven essential oils at oil concentrations of 1, 5 and at 10% it was resistant to all essential oils, except for *C. citratus, C. nardus* and *S. aromaticum*. The susceptibilities of adult *Cx. quinquefasciatus* mosquitoes to 1, 5 and 10% *C. citratus* were 38.4, 75.2 and 100%, respectively. Of the seven essential oils tested, *Cx. quinquefasciatus* was most susceptible to *C. citratus*; the LC_{50} ranged from 2.2 to 20.8% 24 hours after exposure. *C. citratus, C. nardus, S. aromaticum, Ca. odorata, O. basilicum, E. citriodora* and *Ci. sinensis* gave LC_{50} values of 2.2, 4.1, 5.0, 8.8, 11, 12.2 and 20.8%, respectively.

The KT_{50} values, mortality rates and susceptibilities of *An. dirus* adult mosquitoes are shown in Table 3. *An. dirus* adult mosquitoes were resistant to all seven essential oils at 1% and 5% concentration; the mortality rates ranged from 23.2% to 92.8% with the 1% essential oils and from 40.0% to 97.6% with

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the 5% essential oils. The mortality rates with the 10% essential oils ranged from 76.8% to 100%. *An. dirus* mosquitoes were resistant to 10% *E. citriodora, Ci. sinensis, O. basilicum* and *Ça. odorata* and sensitive to 10% *C. nardus, S. aromaticum* and *C. citratus*. There were significant differences in mean mortality rates by treatment using ANOVA ($p<0.05$). *C. citratus* gave KT_{50} and mortality rates of 2.39 minutes and 92.8% (at 1%), <1 minute and 97.6% (at 5%) and < 1 minute and 100% (at 10%), respectively, against *An. dirus*. The LC_{50} for the 10% essential oils ranged from <0.1% to 5.0%. Fig 3 shows the knockdown rates for the essential oils at concentrations of 1, 5 and 10%. The seven essential oils gave knock down rates from 0 to 100% (at 1%), 20.8 to 100% (at 5%) and 70 to 100% (at 10%) against *An. dirus* female mosquitoes.

DISCUSSION

Our study found *C. citratus* oil has insecticidal activities against various arthropods. Previous research by Hanifah *et al* (2011) demonstrated *C. citratus* extract has more acaricidal activity against *Dermatophagoides farina* and *D. pteronyssinus* than *Azadirachta indica* at 50% concentration. Samarasekera *et al* (2006) found *C. citratus* oil had good knockdown and mortality activity against adult *M. domestica* at LD_{50} of 1.71 µg in Sri Lanka. Senthilkumar *et al* (2009) reported lethality varied by type of mosquito and extract: *E. globulus, C. citratus, Artemisia annua, Justicia gendarussa, Myristica fragrans, Annona squamosa,* and *Centella asiatica* were found to be most effective against *An. stephensi.*

Several studies have also focused on lemongrass oil for controlling mosquitoes as a larvicide and a repellent with varied results. *C. citratus* essential oil has been studied, showing toxicity against *Cx. quinquefasciatus* larvae with a LC_{50} value of 24 mg/l (Nazar *et al*, 2009) giving 100% protection for up to 5 hours at a concentration of 5.0 mg/cm^2 (Pushpanathan *et al*, 2006). *C. citratus* and *Lippia sidoides* had larvicidal activity against *Ae. aegypti* causing 100% mortality at a concentration of 100 ppm similar to *O. gratissimum* (Cavalcanti *et al*, 2004). Mgbemena (2010) found the essential oil of *O. gratissimium* had greater larvicidal activity than *C. citratus*. Purwal *et al* (2010) evaluated the activity of *C. citratus* and *Mentha piperita* essential oils in combination against *Pediculus humanus* Capitis and found a mean time to death of 60 minutes. Sukumar *et al* (1991) found *C. citratus* caused significant growth inhibition and mortality during later developmental stages of *Ae. aegypti* mosquitoes. *C. citratus* may be included in disease vector control programs, it may be obtained easily and at low cost. *C. citratus* oil may be considered an effective insecticide against mosquitoes in Thailand, and could be used instead of chemical insecticides.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by The National Research Council of Thailand (NRCT). The authors thank the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS), and the Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Bangkok, Thailand for providing the eggs of *Ae. aegypti, An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*. We also wish to express our gratitude to COL Chaiyaphruk Pilakasiri and Ms Nongnuch Yimamnuaychok for reviewing and their comments on the manuscript.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFERRENCES

Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Am Mosq Control Assoc* 1987; 3: 302-3.

Cavalcanti ES, Moràis SM, Lima MA, Santana EW. Larvicidal activity of essential oils from Brazilian plants against *Aedes aegypti* L. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2004; 99: 541-4.

Hanifah AL, Awang SH, Ming HT, Abidin SZ, Omar MH. Acaricidal activity of *Cymbopogon citratus* and *Azadirachta indica* against house dust mites. *APJTB* 2011; 1: 365-9.

Hardin JA, Jackson FLC. Applications of natural products in the control of mosquito-transmitted diseases. *Afr J Biotechnol* 2009; 8: 7373-8.

Mgbemena IC. Comparative evaluation of larvicidal potentials of three plant extracts on *Aedes aegypti*. *J Am Sci* 2010; 6: 435-40.

Mumcuoglu KY, Miller J, Zamir C, Zentner G, Helbin V, Ingber A. The *in vivo* pediculicidal efficacy of a natural remedy. *Isr Med Assoc J* 2002; 4: 790-3.

N'Guessan R, Corbel V, Akogbeto M, Rowland M. Reduced efficacy of insecticide-treated nets and indoor residual spraying for malaria control in pyrethroid resistance area, Benin. *Emerg Infect Dis* 2007; 13: 199-206.

Nazar S, Ravikumar S, Prakash WG, Syed AM, Suganthi P. Screening of Indian coastal plant extracts for larvicidal activity of *Culex quinquefasciatus*. *Indian J Sci Technol* 2009; 2: 24-7.

Paeporn P, Ya-umphan P, Supaphathom K, Savanpanyalert P, Wattanachai P, Patimaprakorn R. Insecticide susceptibility and selection for resistance in a population of *Aedes aegypti* from Ratchaburi province, Thailand. *Trop Biomed* 2004; 21: 1-6.

Purwal L, Shrivastava V, Jain U. Assessment of pediculicidal potential of formulation containing essential oils of *Mentha piperita* and *Cymbopogan citratus*. *RJPBCS* 2010; 1: 366-72.

Pushpanathan T, Jebanesan A, Govindarajan M. Larvicidal, ovicidal and repellent activities of *Cymbopogan citratus* Stapf (Graminae) essential oil against the filarial mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera : Culicidae). *Trop Biomed* 2006; 23: 208-12.

Samarasekera, Radhika, Kalhari, Kosmulalage S, Weerasinghe, Indira S. Insecticidal activity of essential oils of *Ceylon cinnamomum* and *Cymbopogon* species against *Musca domestica*. *J Essent Oil Res* 2006; 18: 352-4.

Sathantriphop S, Paeporn P, Supaphathom K. Detection of insecticides resistance status in *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* to four major groups of insecticides. *Trop Biomed* 2006; 23: 97-101.

Senthilkumar N, Varma P, Gurusubramanian G. Larvicidal and adulticidal activities of some medicinal plants against the malarial vector, *Anopheles stephensi* (Liston). *Parasitol Res* 2009; 104: 237-44.

Shultz RG, Blackmore C, Stanek D. Mosquito-borne disease in Florida. *Northeast Florida Med* 2008; 59: 31-5.

Sukumar K, Perich MJ, Boobar LR. Botanical derivatives in mosquito control: a review. *J Am Mosq Control Assoc* 1991; 7: 210-37.

Sutthanont N, Choochote W, Tuetun B, *et al.* Chemical composition and larvicidal activity of edible plant-derived essential oils against the pyrethroid-susceptible and -resistant strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Vector Ecol* 2010; 35: 106-15.

Van Bortel W, Trung HD, Thuan le K, *et al.* The insecticide resistance status of malaria vectors in the Mekong region. *Malar J* 2008; 7: 102.

World Health Organization (WHO). Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vectors, bio-efficacy and persistence of insecticides on treated surfaces. *WHO/CDS/CPC/MAL/98.12*. 1998.

Yaicharoen R, Kiatfuengfoo R, Chareonviriyaphap T, Rongnoparut P. Characterization of deltamethrin resistance in field populations of *Aedes aegypti* in Thailand. *J Vector Ecol* 2005; 30: 144-50.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tropical Biomedicine 29(1): 138–150 (2012)

The effects of herbal essential oils on the oviposition-deterrent and ovicidal activities of *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say)

Siriporn Phasomkusolsil[1*] and Mayura Soonwera[1]
[1]Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section,
Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Chalong Krung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand
* Corresponding author email: msiriporn@hotmail.com
Received 29 August 2011; received in revised form 4 October 2011, accepted 23 November 2011

Abstract. The effect of oviposition-deterrent and ovicidal of seven essential oils were evaluated towards three mosquito vectors, *Aedes aegypti*, *Anopheles dirus* and *Culex quinquefasciatus*. The oviposition activity index (OAI) values of six essential oils namely *Cananga odorata*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Eucalyptus citriodora*, *Ocimum basilicum* and *Syzygium aromaticum* indicated that there were more deterrent than the control whereas *Citrus sinensis* oil acted as oviposition attractant. At higher concentration (10%) of *Ca. odorata* (ylang ylang flowers) showed high percent effective repellency (ER) against oviposition at 99.4% to *Ae. aegypti*, 97.1% to *An. dirus* and 100% to *Cx. quinquefasciatus*, respectively. The results showed that mean numbers of eggs were lower in treated than in untreated water. In addition, there was an inverse relationship between essential oil concentrations and ovicidal activity. As the concentration of essential oil increased from 1%, 5% and up to 10% conc., the hatching rate decreased. The essential oil of *Ca. odorata* at 10% conc. gave minimum egg hatch of 10.4% (for *Ae. aegypti*), 0.8% (for *An. dirus*) and 1.1% (for *Cx. quinquefasciatus*) respectively. These results clearly revealed that the essential oil of *Ca. odorata* served as a potential oviposition-deterrent and ovicidal activity against *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*.

INTRODUCTION

Mosquito vectors in Thailand transmit serious human diseases such as dengue fever, chigunkunya, malaria and Japanese Encephalitis (JE), causing many severe cases or deaths (WHO, 2010; Bureau of Epidemiology, 2011). Of the numerous mosquito species in Thailand, *Aedes aegypti* is the principal transmitter of dengue fever and dengue haemorrhagic fever (DHF) in Thailand and it also transmits Chikungunya fever (Thavara *et al.*, 2009). Additionally, *Anopheles dirus* is the major vector of malaria in border of Thailand and other countries (Rosenberg *et al.*, 1990). *Culex quinquefasciatus* is a vector of Japanese Encephalitis (JE) and it also causes annoyance and dermatitis (Nitatpattana *et al.*, 2008).

Mosquito control is a vital public-health practice throughout the world and especially in the tropics. Currently, synthetic insecticides can also be used to help control mosquitoes. It has been favorable so far, because of their speedy action and easy application. However, the environmental threat that these chemicals pose, effects on non-target organisms and the resistance of insects have all increased (Wattanachai & Tintanon, 1999). Thus, the environmental friendly and biodegradable natural insecticides of plants origin have been receiving attention as an alternative green

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

measure for controlling arthropods of public health importance (Koul *et al.*, 2008). Plant essential oils are natural volatile substances obtained from a variety of plants, in general have been recognized as an important natural resource of insecticides (Gbolade *et al.*, 2000). In Thailand, many researchers have observed that biologically active materials derived from Thai indigenous plant sources can have repellent activities (Trongtokit *et al.*, 2005; Phasomkusolsil & Soonwera, 2010a), insecticidal (Chaiyasit *et al.*, 2006), larvicidal (Phasomkusolsil & Soonwera, 2010b; Kaewnang-O *et al.*, 2011), ovicidal and oviposition-deterrent (Tawatsin *et al.*, 2006) against mosquito vectors.

One of the successful strategies for mosquito control is focused on targeting breeding sites of mosquitoes for regulation of their population density (Gubler, 1989). Oviposition is one of the most important events in the life cycle of mosquitoes. If oviposition is prevented, the mosquito life cycle is disrupted and population growth reduced (Xue *et al.*, 2001). Mosquitoes are known to select or reject their specific oviposition sites by sensing chemical signals that are detected by sensory receptors on the antenna (Davis & Bowen, 1994). Therefore, the aim of this study was to investigate the mosquito oviposition-deterrent and ovicidal activities of seven essential oils, *Cananga odorata*, *Citrus sinensis*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Eucalyptus citriodora*, *Ocimum basilicum* and *Syzygium aromaticum* against three mosquito species, *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*.

MATERIALS AND METHODS

Mosquitoes

Three species of lab-bred mosquito; *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*, were used in this study. *Aedes aegypti* and *An. dirus* eggs were obtained from the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS). *Culex quinquefasciatus* eggs were obtained from the Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University. They were maintained in the laboratory of Entomology and Environment Programme, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Bangkok. The colonies of mosquitoes were maintained and all the experiments were carried out at conditions of 30-35°C and 60-80% relative humidity. Larvae were kept in plastic trays (30x35 cm and 5 cm high and containing 1500 ml tap water) and they were fed with a diet of fish food; HIPRO®. Newly emerged pupae were transferred to screen cages (size 30x30x30 cm) and emerged as adults. Adults were provided with 5% glucose on saturated cotton pads. Females were blood-fed via membrane by artificial membrane methods (Nasirian & Ladonni, 2006).

Plant materials

The plant materials were collected from *Cananga odorata* Lamk. (ylang ylang flowers), *Citrus sinensis* L. Osbeck (orange fruits), *Cymbopogon citratus* DC. Stapf (lemongrass stems), *Cymbopogon nardus* L (citronella grass stems), *Eucalyptus citriodora* Hook (eucalyptus leaves), *Ocimum basilicum* L. (sweet basil leaves) and *Syzygium aromaticum* L. (clove flowers) (Table 1). Each plant material was extracted for essential oils by steam distillation (Peter & Amala, 1998). One kilogram of dried and finely ground material of each plant was placed in an extraction column connected to a round bottomed distillation flask containing distilled water. The flask was heated to about 100°C and allowed to boil until distillation was completed. The liquid formed, together with distillate oil, was collected in a separating funnel. The mixture was allowed to settle for 1 day, after which the water (lower) layer was slowly drawn off until only the oil layer remained. Amount of 1 kg of each plant in this study was extracted which yielded essential oil quantities as follow: 2.5% (w/v) *Ca. odorata*, 2.0% (w/v) *Ci. sinensis*, 2.6% (w/v) *C. citratus*, 2.2% (w/v) *C. nardus*, 2.4% (w/v) *E. citriodora*, 1.3% (w/v) *O. basilicum* and 3.0% (w/v) *S. aromaticum*. The volatile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. List of herbal essential oils tested in this study

Common name	Scientific name	Family	Oil properties	Therapeutic property
Citronella grass oil	*Cymbopogon nardus* L.	Poaceae	Citronella oil has a slightly sweet, lemony smell.	Antiseptic, bactericidal, deodorant, diaphoretic, parasitic, tonic, stimulant, insecticide.
Clove oil	*Syzygium aromaticum* L.	Myrtaceae	Clove oil has a warm, strong, spicy smell and the oil is colourless to pale yellow with a medium to watery viscosity.	Analgesic, antiseptic, antispasmodic, anti-neuralgic, carminative, anti-infectious, disinfectant, stimulant, stomachic, uterine, tonic, insecticide.
Eucalyptus oil	*Eucalyptus citriodora* Hook.	Myrtaceae	Eucalyptus has a clear, sharp, fresh and very distinctive smell, is pale yellow in colour and watery in viscosity.	Antifungal, antimicrobial, antiseptic, anti-inflammatory, bactericidal
Lemongrass oil	*Cymbopogon citratus* DC. Stapf	Poaceae	Lemongrass oil has a lemony, sweet smell and is dark yellow to amber and reddish in colour, with a watery viscosity.	Analgesic, antifungal, anti-inflammatory, antiseptic, antiviral, bactericidal, digestive, febrifuge, tonic, insecticidal
Sweet basil oil	*Ocimum basilicum* L.	Lamiaceae	The oil has a watery viscosity and is pale greenish-yellow in colour. The aroma is clear, light and peppery and gives a sweet, green top note to blends.	Antiemetic, antiseptic, antispasmodic, carminitve, cephalic, expectorant, immune support, insecticide
Orange oil	*Citrus sinensis L.* Osbeck	Rutaceae	Sweet orange oil has a sweet, fresh and tangy smell, is yellow to orange in colour and watery in viscosity. The shelf life is approximately 6 months.	Antiseptic, anti-depressant, antispasmodic, anti-inflammatory, carminative, diuretic, cholagogue, sedative and tonic
Ylang ylang oil	*Cananga odorata* Lamk	Annonaceae	It has an exotic, sweet smell and is slightly yellow in colour.	Antidepressant, anti-seborrhoeic, antiseptic, aphrodisiac, hypotensive, nervine and sedative.

oil was stored in airtight bottle and kept at 4°C for later experiments. These essential oils were prepared as 1%, 5% and 10% solutions in soybean oil.

Oviposition deterrent activity assay

The bioassay was evaluated by using the following method (Prajapati *et al.*, 2005). Two black plastic cups (250 ml in capacity) were filled with 99 ml of well water and were placed at diagonally opposite corners of the cage. An aliquot (1 ml) of essential oil dissolved in soybean oil (1%, 5% and 10%) was added to one bowl whilst an equivalent quantity of pure soybean oil was added to the second (control). Their positions were switched between replicates to avoid positional effects. A piece of filter paper was placed on the internal surface of each bowl to provide a support for oviposition. The paper was located in each cup so as the lower half of the paper was submerged in water. Meanwhile fifteen gravid female mosquitoes (5-7 days old) were mated by artificial mating technique (Lardeux *et al.*, 2007) for *An. dirus* which was not required for *Ae. aegypti* and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cx. quinquefasciatus because natural mating usually occurs. They were simultaneously exposed, in a bioassay cage (30 x 30 x 30 cm). After 48 hours, the eggs laid in each cup were counted after removal of the oviposition paper. Five replicates were performed. The oviposition experiments were expressed as mean number of eggs and oviposition activity index (OAI), which was calculated using the following formula (Kramer & Mulla, 1979).

$$OAI = \frac{NT\text{-}NC}{NT+NC}$$

Where NT is the total number of eggs in the test solution, and NC is the total number of eggs in the control solution. The OAI ranges from -1 to +1, with 0 indicating neutral response. The positive index values indicate that more eggs were deposited in the test cups than in the control cups, and that the test solutions were attractive. Conversely, more eggs in the control cups than in the test cups result in negative index values and the test solutions were a deterrent.

The percent effective repellency (ER%) for each essential oil was calculated in case of the test solution as a deterrent using the following formula (Rajkumar & Jebanesan, 2009).

$$ER\% = \frac{NC\text{-}NT}{NC} \times 100$$

In addition, the percent effective attractancy (EA%) was calculated in case of the test solution as a attractant using the following formula (Govindarajan *et al.*, 2008).

$$EA\% = \frac{NT\text{-}NC}{NT} \times 100$$

Where ER is effective repellency/EA is effective attractancy, NC is the total number of eggs in the control solution and NT is the total number of eggs in the test solution.

Ovicidal bioassay

In ovicidal activity, the method of Pushpanathan *et al.* (2006) was followed. Twenty five eggs of *Ae. aegypti*, *An. dirus* and one egg raft containing a minimum of 100 eggs of *Cx. quinquefasciatus* were treated topically with 50 µl of each concentration (1%, 5% and 10% in soybean oil) of essential oils. After 3 hours of treatment, the eggs were sieved through muslin cloth, thoroughly rinsed with tap water, and left in plastic cups filled with dechlorinated water for hatching assessment after counting the eggs under microscope. In these assays, each test comprised of five replicates and negative controls (pure water and pure soybean oil) were carried out in parallel for comparison. The hatched larvae were counted after 98 h post-treatment and the percent hatch was calculated by the following formula. The percent hatch in the control was compared with the percent hatch in each oil concentration.

$$\frac{\text{Number of hatched larvae x 100}}{\text{Total number of egg in treated water}}$$

Statistical analysis

The mean number of eggs deposited in test and control cups were analyzed using a paired *t*-test. One-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparisons were used for the hatching percentage to determine significant treatment differences by SPSS for Windows (version 16.0). All levels of statistical significance were determined at $P<0.05$. Non egg hatchability data was analyzed statistically for effective concentration to inhibit egg viability (EC_{50}) was calculated by Probit analysis.

RESULTS

Oviposition deterrent activity assay

For oviposition deterrent test, the results were summarized in Table 1-3. Additionally, the oviposition activity index (OAI) of seven essential oils at three concentrations (10%, 5% and 1%) has been illustrated in Figure 1. The present results showed that the different concentration of essential oils reduced number of eggs deposited by gravid *Ae.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

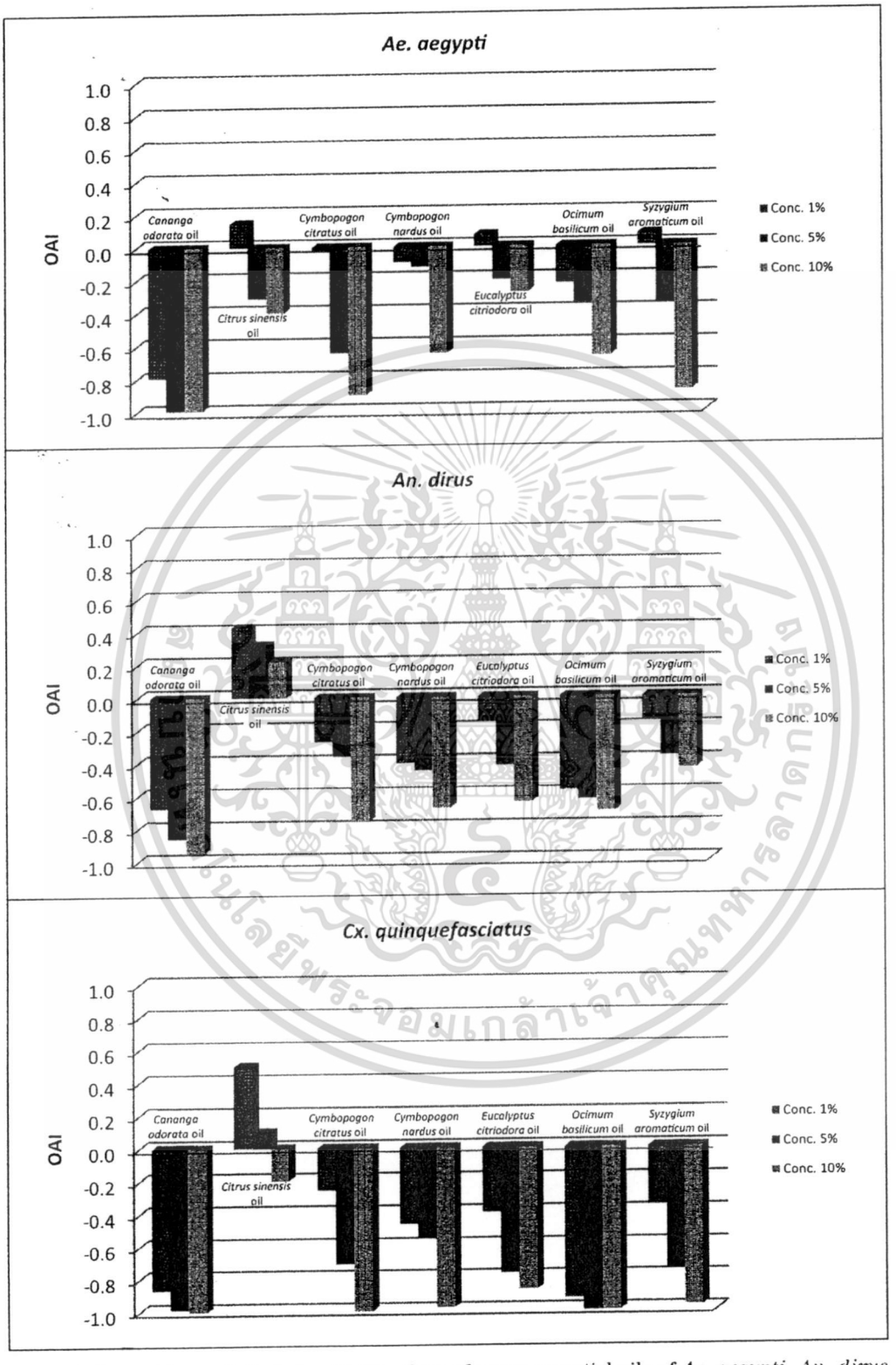


Figure 1. Oviposition activity index (OAI) values of seven essential oils of *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aegypti of treatment concentrations at 10%, 5% and 1% as compared with soybean oil control (Table 2). The mean number of eggs laid in three concentrations (10%, 5% and 1%) of *Ca. odorata* showed 0.3±0.8, 3.6±3.9 and 32.6±22.3 eggs per cup, respectively showed significant difference with controls ($P<0.05$). Furthermore, the highest percentage of effective repellency (ER%) of *Ca. odorata* against oviposition was 99.4% in 10% conc. and 5% conc. followed by 87.5% in 1% conc., respectively. The oviposition activity index (OAI) of seven essential oils at three concentrations (10%, 5% and 1%) when being paired with control ranged from -1 to -0.8 (*Ca. odorata*), -0.4 to 0.1 (*Ci. sinensis*), -0.9 to 0 (*C. citratus*), -0.6 to -0.1 (*C. nardus*), -0.3 to 0.1 (*E. citriodora*), -0.7 to -0.2 (*O. basilicum*) and -0.9 to 0.1 (*S. aromaticum*), respectively. It showed that gravid *Ae. aegypti* females preferred to lay eggs in control cups than in the cups treated with solvent extracts of seven essential oils except only in *Ci. sinensis*, *E. citriodora* and *S. aromaticum*.

Moreover, among the seven essential oils screened for oviposition deterrent activity, essential oil of *Ca. odorata* was found to be highly effective in preventing egg laying of *An. dirus* (Table 3). The present results showed that the *Ca. odorata*-treated cups showed means of 32.2±39.8, 103.4±151.0 and 162.8±71.6 eggs per cup at 10%, 5% and 1% conc., while the control cups showed means of 1060.0±63.8, 1030.2±275.1 and

Table 2. The oviposition deterrent/ attractant/ neutral of the essential oils in three concentrations (1%, 5% and 10%) against *Ae. aegypti*

Herbal essential oils	Conc.	Number of eggs±SD		OAI**	ER%	EA%	No. of tested eggs laid per female
		Tested	Control				
Cananga odorata oil	1%	32.6±22.3*	282.4±96.4	-0.8	87.5	–	2.2
	5%	3.6±3.9*	513.6±186.0	-1.0	99.4	–	0.2
	10%	0.3±0.8*	92.5±84.3	-1.0	99.4	–	0
Citrus sinensis oil	1%	204.2±63.4	146.0±30.4	0.1	–	21.6	13.6
	5%	119.2±50.8	256.8±117.0	-0.3	34.5	–	7.9
	10%	105.4±50.9*	235.6±56.1	-0.4	55.3	–	7
Cymbopogon citratus oil	1%	341.6±78.4	348.6±40.0	0	0.8	–	22.8
	5%	89.2±28.9*	406.0±37.2	-0.6	77.9	–	5.9
	10%	25.6±24.9*	494.8±64.4	-0.9	94.2	–	1.7
Cymbopogon nardus oil	1%	316.0±85.1	375.8±48.6	-0.1	13.5	–	21.1
	5%	292.4±97.2	376.4±107.4	-0.1	12.9	–	19.5
	10%	122.2±59.1*	557.6±63.3	-0.6	77.7	–	8.1
Eucalyptus citriodora oil	1%	304.0+84.5	255.0+31.3	0.1	–	9.3	37.3
	5%	227.2±67.9	338.0±56.3	-0.2	30.9	–	15.1
	10%	124.4±82.4	215.8±93.9	-0.3	30.7	–	8.3
Ocimum basilicum oil	1%	267.8±106.5	411.8±66.3	-0.2	30.4	–	17.9
	5%	94.0±36.4*	201.2±88.0	-0.3	48.8	–	6.3
	10%	86.0±55.4*	409.8±76.0	-0.7	79.4	–	5.7
Syzygium aromaticum oil	1%	337.2±114.7	292.2±96.0	0.1	–	3.6	22.5
	5%	180.4±105.6	382.8±129.9	-0.3	41.8	–	12
	10%	36.6±29.1*	520.6±103.7	-0.9	93.3	–	2.4

*Significant differences between tested and control by paired *t*-test ($P< 0.05$)
**The OAI ranges from -1 to +1; the positive index values (+) indicated that the test solutions were attractants; the negative index values (–) indicated that the test solutions were deterrents and 0 indicating neutral response
OAI = Oviposition Active Index; *ER* = Effective Repellency; *EA* = Effective Attractancy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. The oviposition deterrent/ attractant/ neutral of the essential oils in three concentrations (1%, 5% and 10%) against *An. dirus*

Herbal essential oils		Number of eggs±SD		OAI**	ER%	EA%	No. of tested eggs laid per female
		Tested	Control				
Cananga odorata oil	1%	162.8±71.6*	903.8±259.0	-0.7	79.5	–	10.9
	5%	103.4±151.0*	1030.2±275.1	-0.9	91.3	–	6.9
	10%	32.2±39.8*	1060.0±63.8	-0.9	97.1	–	2.1
Citrus sinensis oil	1%	358.5±123.6	307.8±456.7	0.4	–	32.0	23.9
	5%	513.4±184.3*	273.0±130.7	0.3	–	42.9	34.2
	10%	482.2±361.0	279.4±170.6	0.2	–	14.3	32.1
Cymbopogon citratus oil	1%	228.0+288.3	303.0+124.9	-0.3	14.1	–	15.2
	5%	275.6±286.9	503.6±226.3	-0.4	32.5	–	18.4
	10%	109.8±46.5*	859.6±228.4	-0.8	85.6	–	7.3
Cymbopogon nardus oil	1%	252.2+164.0	645.4+272.8	-0.4	33.6	–	16.8
	5%	266.2±102.8*	716.8±229.4	-0.4	59.1	–	17.7
	10%	124.6±152.3*	962.8±479.1	-0.7	71.9	–	8.3
Eucalyptus citriodora oil	1%	279.0+192.5	331.4+124.4	-0.1	12.4	–	18.6
	5%	132.2±36.8*	375.6±236.0	-0.4	57.3	–	8.8
	10%	129.0±138.8*	494.2±69.3	-0.6	75.3	–	8.6
Ocimum basilicum oil	1%	109.6±107.6*	341.8±148.3	-0.6	66.1	–	7.3
	5%	66.2±42.1*	419.0±261.1	-0.6	73.3	–	4.4
	10%	44.0±28.6*	294.6±156.4	-0.7	81.6	–	2.9
Syzygium aromaticum oil	1%	304.4+204.6*	374.2+180.2	-0.1	22.7	–	20.3
	5%	137.2+51.8*	291.2+63.3	-0.4	52.5	–	9.1
	10%	199.2±131.0*	514.2±138.3	-0.4	54	–	13.3

* Significant differences between tested and control by paired *t*-test ($P< 0.05$)
** The OAI ranges from -1 to +1; the positive index values (+) indicated that the test solutions were attractants; the negative index values (–) indicated that the test solutions were deterrents and 0 indicating neutral response
OAI = Oviposition Active Index; *ER* = Effective Repellency; *EA* = Effective Attractancy

903.8±259.0 eggs per cup, respectively. Furthermore, significant differences in means of numbers of eggs laid on tested and control were statistically analysed by using ANOVA ($P<0.05$). Additionally, the number of eggs laid was observed in water with 10% *Ca. odorata* oil which established its maximum oviposition deterrence with 97.1% effective repellency and -0.9 OAI. On the other hand *Ci. sinensis* provided no repellency, the oviposition activity index (OAI) indicated that *Ci. sinensis* acted as oviposition attractant.

Meanwhile the oviposition deterrent effects of seven essential oils against *Cx. quinquefasciatus* are shown in Table 4. At 10% concentration, *Ca. odorata*, *C. citratus* and *O. basilicum* exhibited oviposition deterrent activity against *Cx. quinquefasciatus* with degree of repellency (ER%) at 100% and -1 OAI. There were significant differences in the numbers of eggs laid on test and control ($P<0.05$). *Culex quinquefasciatus* did not lay any eggs in the 10% *Ca. odorata*, *C. citratus* and *O. basilicum* cups. A mean±SD of 909.8±490.8 eggs, 1112.8±285.7 eggs and 150.6±102.9 eggs were laid in the control cups, respectively.

Ovicidal activity

The percentage of egg hatchability of three mosquito species, *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus* with the essential oils of *Ca. odorata*, *Ci. sinensis*, *C. citratus*, *C. nardus*, *E. citriodora*, *O. basilicum* and *S.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4. The oviposition deterrent/ attractant/ neutral of the essential oils in three concentrations (1%, 5% and 10%) against *Cx. quinquefasciatus*

Herbal essential oils		Number of eggs±SD		OAI**	ER%	EA%	No. of tested eggs laid per female
		Tested	Control				
Cananga odorata oil	1%	19.4±43.4	277.8±244.9	-0.9	89.9	–	1.3
	5%	5.0±11.2*	446.4±313.1	-1	99.2	–	0.3
	10%	0.0*	909.8±490.8	-1	100	–	0.0
Citrus sinensis oil	1%	228.0+183.8	163.4+223.8	0.5	–	6.2	15.2
	5%	119.2+88.0	79.6+79.8	0.1	–	24.3	7.9
	10%	159.4+59.2	247.2+91.2	-0.2	16.6	–	10.6
Cymbopogon citratus oil	1%	336.4±54.2	689.0±360.2	-0.3	23.5	–	22.4
	5%	145.0±85.3*	841.0±166.4	-0.7	82.1	–	9.7
	10%	0.0*	1112.8±285.7	-1	100	–	0.0
Cymbopogon nardus oil	1%	155.4±97.9*	382.2±81.7	-0.5	59.4	–	10.4
	5%	123.0±178.3	277.6±161.5	-0.6	40	–	8.2
	10%	11.0±24.6*	1222.6±142.6	-1	98.9	–	0.7
Eucalyptus citriodora oil	1%	41.4±68.5	345.4±367.1	-0.4	58.1	–	2.8
	5%	77.4±74.0*	720.8±216.1	-0.8	84.9	–	5.2
	10%	48.0±63.5*	710.4±468.1	-0.9	92.3	–	3.2
Ocimum basilicum oil	1%	11.0±24.6	376.4±466.8	-0.9	95.2	–	0.7
	5%	0.0*	477.6±332.2	-1	100	–	0.0
	10%	0.0*	150.6+102.9	-1	100	–	0.0
Syzygium aromaticum oil	1%	104.6±59.5	223.0±125.6	-0.3	34.6	–	7.0
	5%	15.4±23.1	337.0±325.5	-0.7	74.3	–	1.0
	10%	7.8±11.4*	359.0±134.0	-1	98.4	–	0.5

*Significant differences between tested and control by paired *t*-test ($P< 0.05$)
**The OAI ranges from -1 to +1; the positive index values (+) indicated that the test solutions were attractants; the negative index values (–) indicated that the test solutions were deterrents and 0 indicating neutral response
OAI = Oviposition Active Index; *ER* = Effective Repellency; *EA* = Effective Attractancy

aromaticum are presented in Table 5. The hatching rates of *Ae. aegypti* eggs exposed to *Ca. odorata* and *O. basilicum* were significantly lower from those of the others essential oils. Hatching rate at 1% conc. *Ca. odorata* and *O. basilicum* were 20.8% and 22.4%, reducing to 12.8% and 16.8% at 5% conc. and down to 10.4% and 16.8% at 10% conc., respectively. There was an inverse relationship between concentration and the magnitude of hatching rate. With probit analysis, the EC_{50} was calculated as less than 1.9% for both *Ca. odorata* and *O. basilicum*.

The same trends in *An. dirus*, the concentration of *Ca. odorata* and *O. basilicum* oils increased while the hatching rates decreased from 33.6% and 28.8% at 1% conc. to 3.2% and 26.4% at 5% conc. until to 0.8% and 5.6% at 10% conc., respectively. ED_{50} values of both *Ca. odorata* and *O. basilicum* were less than 1.4%.

While the result showed that only the ovicidal effect of 1%, 5% and 10% of *Ca. odorata* highly exhibited significant effects against *Cx. quinquefasciatus* ($P<0.05$), producing 13.3%, 3.9% and 1.1%, respectively. The six essential oils except *E. citriodora* gave strong effective dose (ED_{50}) values at less than 0.5%. Furthermore, the result suggests that the hatching rates of three mosquito species eggs exposed to various concentrations of essential oils were significantly lower than those of control eggs. Pure soybean oil and distilled water that served as a control showed 85.6-94.2% and 90.4-97.4% (for *Ae. aegypti*), 73.6-83.2% and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5. Ovicidal activity of seven essential oils against *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*

Herbal essential oils	*Ae. aegypti*				*An. dirus*				*Cx. quinquefasciatus*			
	%Hatching±SD[1/]			EC_{50} (%)	%Hatching±SD[1/]			EC_{50} (%)	%Hatching±SD[1/]			EC_{50} (%)
	1%	5%	10%		1%	5%	10%		1%	5%	10%	
Cananga odorata oil	20.8±20.3^{d}	12.8±18.2^{c}	10.4±9.2^{b}	<1.9	33.6±7.8^{d}	3.2±3.3^{d}	0.8±1.8^{d}	<1.4	13.3±12.5^{d}	3.9±7.8^{d}	1.1±2.4^{d}	<0.5
Citrus sinensis oil	69.6±11.5^{ab}	43.2±20.1^{b}	26.4±9.6^{b}	4.5	72.0±11.0^{b}	46.4±8.3^{b}	28.8±1.8^{c}	5.1	44.8±15.1^{bc}	23.7±6.1^{bc}	22.5±12.9^{bc}	<0.5
Cymbopogon citratus oil	28.8±22.5^{cd}	20.0±17.4^{bc}	18.4±7.3^{b}	<1.9	72.0±22.3^{b}	47.2±17.1^{b}	23.2±7.7^{c}	4.8	28.6±17.0^{cd}	11.4±8.5^{cd}	9.8±8.0^{cd}	<0.5
Cymbopogon nardus oil	46.4±36.8^{bcd}	25.6±23.6^{bc}	22.4±24.3^{b}	<1.9	53.6±5.4^{c}	37.6±11.9^{bc}	35.2±6.6^{bc}	1.4	32.3±24.4^{bc}	24.1±14.0^{bc}	12.2±9.1^{cd}	<0.5
Eucalyptus citriodora oil	88.0±11.0^{a}	86.4±10.8^{a}	85.6±10.0^{a}	96.6	66.4±14.3^{bc}	48.8±16.3^{b}	44.8±19.1^{b}	6.8	50.8±11.2^{b}	23.2±10.6^{bc}	16.0±13.3^{bc}	0.5
Ocimum basilicum oil	22.4±3.6^{d}	16.8±3.3^{bc}	16.8±1.8^{b}	<1.9	28.8±15.3^{d}	26.4±12.5^{c}	5.6±4.6^{d}	<1.4	33.2±8.9^{bc}	22.2±20.7^{bc}	19.7±12.5^{bc}	<0.5
Syzygium aromaticum oil	52.8±33.4^{bc}	40.8±46.0^{bc}	26.4±36.2^{b}	1.9	65.6±14.6^{bc}	44.8±10.4^{b}	31.2±5.9^{c}	4.6	32.7±7.4^{bc}	28.4±15.3^{b}	26.7±8.6^{b}	<0.5
Control (Water)	97.4±1.5^{a}	90.4±4.6^{a}	95.2±5.2^{a}		89.6±8.3^{a}	84.8±6.6^{a}	78.4±9.6^{a}		93.2±5.7^{a}	92.6±6.4^{a}	87.2±3.7^{a}	
Control (Soybean Oil)	94.2±0.8^{a}	88.0±6.3^{a}	85.6±8.3^{a}		80.0±5.7^{ab}	83.2±11.1^{a}	73.6±9.6^{a}		86.6±5.3^{a}	90.7±6.1^{a}	81.7±8.3^{a}	
CV (%)	34.9	44.2	37.4		20.4	24.7	24.9		24.9	32.7	30.8	

[1/] Means in each column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05, by one-way ANOVA and Duncan's Multiple Range Test)

78.4-89.6% (for *An. dirus*) and 81.7-90.7% and 87.2-93.2% (for *Cx. quinquefasciatus*), respectively.

DISCUSSION

This study has revealed that the essential oil of *Ca. odorata* showed both oviposition-deterrent and ovicidal activities, towards the three mosquito species. *Cananga odorata*, known as ylang–ylang, is a large tree (up to 33-50 feet tall). Its leaves are long, smooth and glossy. Its flowers are greenish yellow and curly, each one resembling a starfish, and they yield a highly fragrant essential oil (Nagashima *et al.*, 2010). The tree is native to Malaysia and Indonesia, but is now naturalized to most of the larger Pacific Island groups, northern Australia, Thailand, and Vietnam (Clifford & Kobayashi, 2010). *Cananga odorata* oil is primarily extracted from the flowers by water or water-and-steam distillation and the fraction will vary in physical/chemical properties (Burdock & Carabin, 2008). The phytochemical constituents of *Ca. odorata* are appreciable such as phenols, eugenol, methyleugenol, isoeugenol, limonene, geraniol, cinnamaldehyde (Burdock & Carabin, 2008). These constituents have properties to act as toxins, feeding deterrents and oviposition deterrents to a wide variety of insect pests (Koul *et al.*, 2008). Unfortunately, studies reported in the literature of the toxicity of *Ca. odorata* oil, as a whole, are very limited. Chu *et al.* (1998) reports that extracts of the flowers of *Ca. odorata* obtained from Southeast Asia exhibited amebicidal activity against three species of Acanthamoeba. Additionally, Maudsley & Kerr (1999) investigated the sterility and antibacterial activity of eight commercially available essential oil products including *Ca. odorata* oil. The result showed that *Ca. odorata* oil exhibited modest inhibitory activity against bacterial strains, coagulase-negative Streptococcus, *Staphylococcus aureus*, methicillin-resistant *S. aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Stenotrophomonas maltophilia* and *Candida albicans*. Furthermore, Caballero-Gallardo *et al.* (2011) also reports that essential oils from *Ca. odorata* and *Lippia alba* showed the most active repellent properties against *Tribolium castaneum*.

However, many researches of oviposition-deterrent and ovicidal don't succeed as expected. Also the lack of documents of *Ca. odorata* oil exhibiting both activities against mosquito have not been investigated to any great extent because there are many factors involved from both plant and mosquito eggs. In term of plants, these affecting factors are the quality of essential oils include plant species, cultivating conditions, maturation of harvested plants, plant storage, plant preparation and methods of extraction. (Tawatsin *et al.*, 2001). Furthermore, the eggs of mosquitoes are found to be much more tolerant to the action of insecticides compared to larval stage. Mosquito eggshell are hardened and studies conducted on freshly laid eggs were limited (Chenniappan & Kadarkarai, 2008). Insect eggs are covered with shell, which differs biochemically from the integument of the larvae, and the difference in penetration of the insecticide through the eggshell (Kuppusamy & Murgan, 2009).

In the present study it was found that 10% *Ca. odorata* in soybean oil showed high potential for oviposition-deterrent and ovicidal action against three mosquito species, *Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*. This plant oil has potential for the development of new and safe control product for mosquito vectors. Thus, effective oviposition-deterrent and ovicidal could be useful and developed further in the integrated approach to mosquito control programmes against container-inhabiting mosquitoes (Xue *et al.*, 2005). These results could encourage the search for new active natural compounds offering an alternative to synthetic ovicidal and oviposition-deterrent from other Thai indigenous plants.

Acknowledements. This research was financially supported by The National Research Council of Thailand (NRCT). The authors are grateful to the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS), and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Bangkok, Thailand for providing the eggs of *Ae. aegypti*, *An. minimus* and *Cx. quinquefasciatus*. We also wish to express our gratitude to COL Chaiyaphruk Pilakasiri for reviewing and commenting on the manuscript.

REFERENCES

Burdock, G.A. & Carabin, I.G. (2008). Safety assessment of Ylang-Ylang (*Cananga* spp.) as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology* **46**(2): 433-445.

Bureau of Epidemiology (2011). National disease surveillance (Report 506), Bureau of Epidemiology Department of Disease Control, Ministry of Public Health Thailand. http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/index.php.

Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J. & Stashenko, E.E. (2011). Repellent activity of essential oils and some of their individual constituents against *Tribolium castaneum* herbst. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **59**(5): 1690-1696.

Chaiyasit, D., Choochote, W., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Chaiwong, P., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Riyong, D. & Pitasawat, B. (2006). Essential oils as potential adulticides against two populations of *Aedes aegypti*, the laboratory and natural field strains, in Chiang Mai province, northern Thailand. *Parasitology Research* **99**(6): 715-721.

Chenniappan, K. & Kadarkarai, M. (2008). Oviposition deterrent, ovicidal and gravid mortality effects of ethanolic extract of *Andrographis paniculata* Nees against the malarial vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Entomological Research* **38**(2): 119-125.

Chu, D.M., Miles, H., Toney, D., Ngyuen, C. & Marciano-Cabral, F. (1998). Amebicidal activity of plant extracts from Southeast Asia on *Acanthamoeba* spp. *Parasitology Research* **84**(9): 746-752.

Clifford, P. & Kobayashi, K. (2010). Non-invasive landscape plants with fragrant flowers. *Ornamentals and Flowers*: **OF46**: 1-9.

Davis, E.E. & Bowen, M.F. (1994). Sensory physiological basis for attraction in mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association* **10**(2 Pt 2): 316-325.

Gbolade, A.A., Dyedele, A.D., Sosan, M.B., Adewayin, F.B. & Soyela, O.I. (2000). Mosquito repellent activities of essential oils from two Nigerian *Ocimum* species. *Journal of Tropical Medicinal Plants* **1**: 146-148.

Govindarajan, M., Jebanesan A., Pushpanathan, T. & Samidurai, K. (2008). Studies on effect of *Acalypha indica* L. (Euphorbiaceae) leaf extracts on the malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera:Culicidae). *Parasitology Research* **103**(3): 691-695.

Gubler, D.J. (1989). *Aedes aegypti* and *Aedes aegypti*-borne disease control in the 1990s: top down or bottom up. Charles Franklin Craig Lecture. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene* **40**(6): 571-578.

Kaewnang-O, E., Ngampongsai, A., Subhadhirasakul, S. & Teerapol, S. (2011). Toxicity of fixed oil and crude extract from sa-dao-thiam, *Azadirachta excelsa* (Jack) seed kernel to *Aedes aegypti* (L.). *Songklanakarin Journal of Science and Technology* **33**(1): 43-49.

Koul, O., Walia, S. & Dhaliwal, G.S. (2008). Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopesticides International* **4**(1): 63-84.

Kramer, L.W. & Mulla, M.S. (1979). Oviposition attractants and repellents: Oviposition responses of *Culex* mosquito to organic infusions. *Environmental Entomology* **8**: 1111-1117.

Kuppusamy, C. & Murgan, K. (2009). Mosquitocidal effect of *Andographis paniculatanees* against the malaria vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *International Journal of Integrative Biology* **5**(2): 75-81.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lardeux, F., Quispe, V., Tejerina, R., Rodriguez, R., Torrez, L., Bouchite, B. & Chavez, T. (2007). Laboratory colonization of *Anopheles pseudopunctipennis* (Diptera: Culicidae) without forced mating. *Comptes Rendus Biologies* **330**(8): 571-575.

Maudsley, F. & Kerr, K.G. (1999). Microbiological safety of essential oils used in complementary therapies and the activity of these compounds against bacterial and fungal pathogens. *Supportive Care in Cancer* **7**(2): 100-102.

Nagashima, J., Matsunami, K., Otsuka, H., Lhieochaiphant, D. & Lhieochaiphant, S. (2010). The unusual canangafruticosides A-E: five monoterpene glucosides, two monoterpenes and a monoterpene glucoside diester of the aryldihydronaphthalene lignan dicarboxylic acid from leaves of *Cananga odorata* var. fruticosa. *Phytochemistry* **71**(13): 1564-1572.

Nasirian, H. & Ladonni, H. (2006). Artificial bloodfeeding of *Anopheles stephensi* on a membrane apparatus with human whole blood. *Journal of the American Mosquito Control Association* **22**(1): 54-56.

Nitatpattana, N., Dubot-Peres, A., Gouilh, M.A., Souris, M., Barbazan, P., Yoksan, S., de Lamballerie, X. & Gonzalez, J.P. (2008). Change in Japanese encephalitis virus distribution, Thailand. *Emerging Infectious Diseases* **14**(11): 1762-1765.

Peter, J.H. & Amala, R. (1998). Laboratory Handbook for the Fractionation of Natural Extracts. Pharmacognosy Research Laboratories, Department of Pharmacy of Kings College London, Chapman and Hall: 23-53.

Phasomkusolsil, S. & Soonwera, M. (2010a). Insect repellent activity of medicinal plant oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles minimus* (Theobald) and *Culex quinquefasciatus* Say based on protection time and biting rate. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* **41**(4): 831-840.

Phasomkusolsil, S. & Soonwera, M. (2010b). Potential larvicidal and pupacidal activities of herbal essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say and *Anopheles minimus* (Theobald). *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* **41**(6): 1342-1351.

Prajapati, V., Tripathi, A.K., Aggarwal, K.K. & Khanuja, S.P. (2005). Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi, Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Bioresource Technology* **96**(16): 1749-1757.

Pushpanathan, T., Jebanesan, A. & Govindarajan, M. (2006). Larvicidal, ovicidal and repellent activities of *Cymbopogan citratus* Stapf (Graminae) essential oil against the filarial mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera: Culicidae). *Tropical Biomedicine* **23**(2): 208-212.

Rajkumar, S. & Jebanesan, A. (2009). Larvicidal and oviposition activity of *Cassia obtusifolia* Linn (Family: Leguminosae) leaf extract against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research* **104**(2): 337-340.

Rosenberg, R., Andre, R.G. & Somchit, L. (1990). Highly efficient dry season transmission of malaria in Thailand. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* **84**(1): 22-28.

Tawatsin, A., Asavadachanukorn, P., Thavara, U., Wongsinkongman, P., Bansidhi, J., Boonruad, T., Chavalittumrong, P., Soonthornchareonnon, N., Komalamisra, N. & Mulla, M.S. (2006). Repellency of essential oils extracted from plants in Thailand against four mosquito vectors (Diptera: Culicidae) and oviposition deterrent effects against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* **37**(5): 915-931.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tawatsin, A., Wratten, S.D., Scott, R.R., Thavara, U. & Techadamrongsin, Y. (2001). Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *Journal of Vector Ecology* **26**(1): 76-82.

Thavara, U., Tawatsin, A., Pengsakul, T., Bhakdeenuan, P., Chanama, S., Anantapreecha, S., Molito, C., Chompoosri, J., Thammapalo, S., Sawanpanyalert, P. & Siriyasatien, P. (2009). Outbreak of chikungunya fever in Thailand and virus detection in field population of vector mosquitoes, *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* **40**(5): 951-962.

Trongtokit, Y., Curtis, C.F. & Rongsriyam, Y. (2005). Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research* **19**(4): 303-309.

Wattanachai, P. & Tintanon, B. (1999). Resistance of *Aedes aegypti* to chemical compounds in aerosal insecticide products in different areas of Bangkok, Thailand. *Journal of Communicable Diseases* **25**(2): 188-191.

WHO (2010). World Health Organization Global Malaria Programme; World Malaria Report 2010: 1-220.

Xue, R.D., Ali, A. & Barnard, D.R. (2005). Effects of forced egg-retention in *Aedes albopictus* on adult survival and reproduction following application of DEET as an oviposition deterrent. *Journal of Vector Ecology* **30**(1): 45-48.

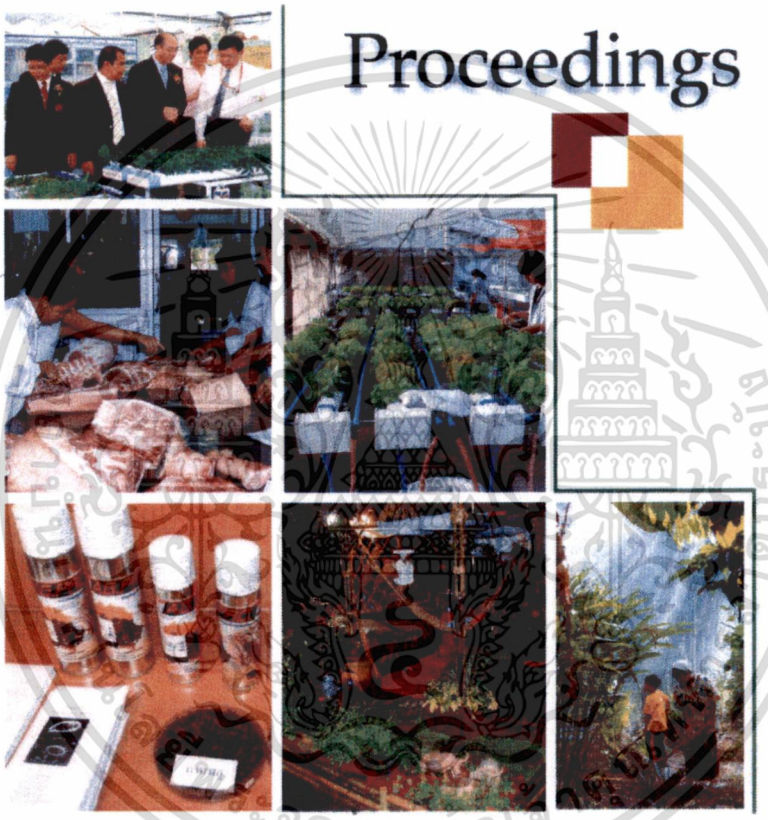
Xue, R.D., Barnard, D.R. & Ali, A. (2001). Laboratory and field evaluation of insect repellents as oviposition deterrents against the mosquito *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology* **15**(2): 126-131.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology

"Sufficiency Agriculture"

25-27 August 2010, Bangkok, Thailand



Organized by
Tokai University, JAPAN
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, THAILAND
Faculty of Agricultural Technology, KMITL, THAILAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P6-33

Larvicidal and Pupacidal Activities of Herbal Essential Oils Against *Aedes aegypti* Linn

PHASOMKUSOLSIL, S.* and M. SOONWERA
Entomology and Environment Programme, Plant Production Technology Section,
Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Bangkok, Thailand
*Corresponding author: msiriporn@hotmail.com

Abstract

This experiment was conducted to investigate the mortality of *Aedes aegypti* after the treatment of three immature stages; third instar, fourth instar, and pupal stage, with eight of herbal essential oils under laboratory conditions. The probit analysis was used to analyze the data. The larval mortality results were recorded at 1, 5, 10, 30, and 60 minutes, and at 24 hours. In addition, the pupal mortality results were observed continuously at 24 hours interval for 96 hours when complete mortality was achieved. Citronella grass oil #2 proved to have the highest toxicity against all 3 stages with LT_{50} at 0.2 min, 2.9 min and 11.4 hours, for third instar, fourth instar and pupal stage, respectively. Especially, this oil showed high larvicidal and pupacidal activities with 100% mortality of 3rd instar at 5 minutes, 4th instar at 10 minutes and pupal stage at 24 hours.

Keywords: *Aedes aegypti,* herbal essential oil, larvicidal, pupacidal

Introduction

Larval mosquito control by using larvicide is one of the approaches for control of mosquito borne diseases (Mohan and Ramaswamy, 2007). Larval stages are attractive targets for pesticides because they breed in water and, thus, it is easy to deal with them in their habitat (Chowdhury *et al.*, 2008). Furthermore, report from Hardin and Jackson (2009) supported that focusing mosquito reduction efforts on the larval stage before it can cause harm has the advantage of controlling the vector prior to transmission of disease. The major larvicide employed in the control of the dengue vector *Ae. aegypti* is the organophosphate temephos (Bang and Pant, 1972). However, the use of synthetic insecticides has created various problems such as insecticide resistance (Nauen, 2007), environmental pollution (Russell *et al.*, 2009), toxic side effect on human beings (Oleskey *et al.*, 2004) and other non-target organisms (Promsiri *et al.*, 2006). Therefore, natural products of plants are considered as the alternative source of mosquito control agents. They are less toxic and do not accumulate chemical residues in flora, fauna and soil (Thomas *et al.*, 1994). Especially, some studies have shown that chemicals from indigenous plants in Thailand have insecticidal effects on mosquitoes (Promsiri *et al.*, 2006). Additionally, in our laboratory, eight essential oil formulations were prepared as recommended by KMITL's laboratory. The objective of this study was to examine the larvicidal and pupacidal activities of herbal essential oils against the immature stages of *Ae. aegypti*.

Materials and Methods

Rearing of Aedes aegypti:

Ae. aegypti were obtained from a colony maintained at the laboratory of Entomology and Environment Programme, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Bangkok, Thailand. They were reared at 26-28°C and 70-80% relative humidity. Adults were fed with 10% sucrose and 5- to 7-day-old females were allowed to feed through a membrane by

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

artificial membrane methods. A few days after having a blood meal, the gravid mosquitoes laid their eggs. Larvae were reared in plastic trays (30x20x5 cm), containing water and fed on finely fish food. Immature stages, third instar, fourth instar and pupal stage, were continuously available for the experiments.

Plant materials:

Eight herbal essential oils were used in this study. These essential oils were provided by the medicinal plant laboratory of KMITL. All essential oils were kept at room temperature before testing.

Larvicidal activity test:

Test procedures were done according to World Health Organization (WHO 1981). One ml of the tested oil was added to 99 ml of distilled water in a 250-ml plastic cup, 9 cm in diameter and 8 cm high, which was shaken lightly to ensure a homogeneous test solution. A group of 10 each immature stage; the 3rd, 4th instar larvae, and the pupal stage of *Ae. aegypti* were used per cup. No food was provided during the treatment. The larval mortality rates were recorded at 1 minute intervals for 5 minutes, then 10 minutes interval for 60 minutes, and then 24 hours, in addition, the pupal mortality rate continued to be observed for 96 hours. Furthermore, the values of mean mortality at recording time of each treatment were obtained and these were included in the tables. Each experiment was performed in five replicates and simultaneous control set (with 1 ml 70% ethanol in 99 ml water) was also set up. The experiments were performed at room temperature and normal daylight hours.

For statistical analysis, the mortality data were subjected to probit analysis and the information was followed by regression analysis to determine the theoretical LT_{50} values (lethal time for 50% mortality); whereas the biological data were analyzed by Duncan's Multiple Range Test via SPSS program.

Results and Discussions

Tables 1 showed the LT_{50} and the mortality results for 3rd and 4th instar larvae at 1, 5, 10, 30, 60 min and 24 hr. The results showed that citronella grass #2 oil exhibited highest toxicity against both 3rd and 4th instar larvae of *Ae. aegypti*, with LT_{50} at 0.2 and 2.9 min, respectively. Likewise, the result of pupal bioassay showed that citronella grass #2 oil exhibited against pupae with LT_{50} at 11.4 hour (Table 2).

Additionally, citronella grass #2 oil showed 100% mortality of 3rd instar at 5 minute, 4th instar at 10 minute and pupal stage at 24 hour. Mortality of larvae ranged after 24 hour-exposure, there were 86-100% for 3rd instar and 68-100% for 4th instar. Mortality of pupae ranged from 92-100% after 96-hour exposure. The 3rd instar mortality result indicated that six of eight essential oils showed 100% mortality after 24 hour-exposure except clove #2 oil and ylang-ylang oil, there were 86% and 88% mortality, respectively. Furthermore, 4th instar and pupal mortality results showed that three of eight essential oils; clove #2 oil, sweet basil oil and ylang-ylang oil, exhibited larvicidal and pupacidal activities less than 100% mortality as shown in Tables 1 and 2.

Conclusion

Larvicide use is a success way of reducing mosquito densities in their places before they emerge into adults. Nowadays, the use of natural plants for the larval mosquito control is successful to reduce larval populations and they are ecofriendly products (Dua *et al.*, 2009; Singh *et al.*, 2006). In this study, the eight herbal essential oils showed toxic effect against 3rd instar, 4th instar and pupal stage of *Ae. aegypti*. It has been revealed that citronella grass #2 oil proved to have insecticidal effect against all immature stages of *Ae. aegypti*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acknowledgments

The authors thank the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS), Bangkok, Thailand for providing the eggs of *Ae. aegypti*.

References

Bang, Y.H. and C.P. Pant. 1972. A field trial of Abate larvicide for the control of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand. Bulletin of the World Health Organization 46(3): 416-425.

Chowdhury, N., A. Ghosh and G. Chandra. 2008. Mosquito larvicidal activities of *Solanum villosum* berry extract against the dengue vector *Stegomyia aegypti*. BMC Complementary and Alternative Medicine 8: 10.

Dua, V.K., A.C. Pandey, K. Raghavendra, A. Gupta, T. Sharma and A.P. Dash. 2009. Larvicidal activity of neem oil (*Azadirachta indica*) formulation against mosquitoes. Malaria Journal 8: 124.

Hardin, J.A. and F.L.C. Jackson. 2009. Applications of natural products in the control of mosquito-transmitted diseases. African Journal of Biotechnology 8(25): 7373-7378.

Mohan, D.R. and M. Ramaswamy. 2007. Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, *Ageratina adenophora*, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. African Journal of Biotechnology 6(5): 631-638.

Nauen, R. 2007. Insecticide resistance in disease vectors of public health importance. Pest Management Science 63(7): 628-633.

Oleskey, C., A. Fleischman, L. Goldman, K. Hirschhorn, P.J. Landrigan, M. Lappe, M.F. Marshall, H. Needleman, R. Rhodes and M. McCally. 2004. Pesticide testing in humans: ethics and public policy. Environmental Health Perspectives 112(8): 914-919.

Promsiri, S., A. Naksathit, M. Kruatrachue and U. Thavara. 2006. Evaluations of larvicidal activity of medicinal plant extracts to *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and other effects on a non target fish. Insect Science 13: 179-188.

Russell, T.L., B.H. Kay and G.A. Skilleter. 2009. Environmental effects of mosquito insecticides on saltmarsh invertebrate fauna. Aquatic Biology 6: 77-90.

Singh, R.K., R.C. Dhiman and P.K. Mittal. 2006. Mosquito larvicidal properties of *Momordica charantia* Linn (family: Cucurbitaceae). Journal of Vector Borne Diseases 43(2): 88-91.

Thomas, T.G., S.K. Sharma, S. Jalees and S.J. Rahman. 1994. Insecticidal properties of an indigenous plant, *Yucca aloifolia* Linn. against mosquito larvae. Journal of Basic and Applied Biomedical 2: 53-55.

World Health Organization (WHO). 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. Geneva: WHO/VBC/81.807.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือกระทำการอื่นใดในลักษณะอื่นใดที่ขัดต่อกฎหมายลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกประเภทไปใช้

Table 1 Larvicidal activity of herbal essential oils against the 3rd and 4th instar larvae of *Ae. aegypti*.

Herbal essential oils	% Mortality±SD / Time (min)												LT_{50} [2/](min)	
	1 min		5 min		10 min		30 min		60 min		24 hr			
	L3	L4	L3	L4	L3	L4	L3	L4	L3	L4	L3	L4	L3	L4
Citronella grass #1 oil	0.0^{b} [1/]	0.0^{a}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{c}	2.0±4.5^{d}	0.0^{c}	8.0±17.9^{cd}	24.0+25.1^{b}	14.0±26.1^{cd}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	92.9	93.3
Clove #1 oil	2.0+4.5^{b}	4.0±5.5^{a}	54.0+23.0^{b}	70.0±30.0^{b}	96.0+8.9^{a}	88.0±26.8^{b}	100.0+0.0^{a}	88.0±26.8^{a}	100.0+0.0^{a}	92.0±17.9^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	5.5	10
Clove #2 oil	0.0^{a}	0.0^{a}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{c}	24.0±18.2^{bc}	0.0^{c}	24.0±18.2^{bc}	86.0+15.2^{b}	68.0±21.7^{c}	1973	1953
Citronella grass #2 oil	68.0+16.4^{a}	4.0±8.9^{a}	100.0+0.0^{a}	92.0±11.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	0.2	2.9
Eucalyptus oil	0.0^{b}	0.0^{a}	0.0^{c}	0.0^{c}	12.0+26.8^{b}	16.0±11.4^{c}	78.0+14.8^{b}	40.0±24.5^{b}	90.0+14.1^{a}	40.0±24.5^{b}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	27.4	54.3
Lemon grass oil	0.0^{b}	0.0^{a}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{c}	8.0±17.9^{cd}	90.0+10.0^{a}	88.0±16.4^{a}	100.0+0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	59	45.8
Sweet basil oil	0.0^{b}	0.0^{a}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{d}	2.0+4.5^{c}	0.0^{d}	100.0+0.0^{a}	96.0±5.5^{a}	281	1010
Ylang-ylang oil	0.0^{b}	0.0^{a}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{c}	0.0^{d}	88.0+8.4^{b}	80.0±14.1^{b}	2157	1220
CV (%)	73	414.6	49.6	62.3	43	45.3	16.9	56.5	24	41.4	7.1	11.2		

[1/] Means in each column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05, by one-way ANOVA and Duncan's Multiple Range Test).

[2/] LT_{50} = Lethal time for 50% mortality

Table 2 Pupacidal activity of herbal essential oils against the pupal stage of *Ae. aegypti*.

Herbal essential oils	% Mortality±SD / Time (hr)			LT_{50}[1/] (h)
	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr
Citronella grass #1 oil	78.0+8.4^{bc} [1/]	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	20.4
Clove #1 oil	10.0+7.1^{e}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	31.1
Clove #2 oil	2.0+4.5^{e}	94.0+5.5^{ab}	94.0+5.5^{ab}	94.0+5.5^{ab}	44
Citronella grass #2 oil	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	11.4
Eucalyptus oil	50.0+41.2^{d}	98.0+4.5^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	25.3
Lemon grass oil	98.0+4.5^{ab}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	16.6
Sweet basil oil	66.0+13.4^{cd}	98.0+4.5^{a}	98.0+4.5^{a}	98.0+4.5^{a}	28.6
Ylang-ylang oil	60.0+23.5^{cd}	92.0+11.0^{b}	92.0+11.0^{b}	92.0+11.0^{b}	38.2
CV (%)	34.7	5.6	5.3	5.3	

[1/] Means in each column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05, by one-way ANOVA and Duncan's Multiple Range Test).

[2/] LT_{50} = Lethal time for 50% mortality

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Larvicidal and Pupacidal Activities of Herbal Essential Oils Against *Aedes aegypti* Linn

PHASOMKUSOLSIL, S.* and M. SOONWERA

Entomology and Environment Programme, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

Abstract

This experiment was conducted to investigate the mortality of *Aedes aegypti* after the treatment of three immature stages; third instar, fourth instar, and pupal stage, with eight of herbal essential oils under laboratory conditions. The probit analysis was used to analyze the data. The larval mortality results were recorded at 1, 5, 10, 30, and 60 minute, and at 24 hour. In addition, the pupal mortality results were observed continuously at 24 hours interval for 96 hours when complete mortality was achieved. Citronella grass oil #2 proved to have the highest toxicity against all 3 stages with LT_{50} at 0.2 min, 2.9 min and 11.4 hours, for third instar, fourth instar and pupal stage, respectively. Especially, this oil showed high larvicidal and pupacidal activities with 100% mortality of 3rd instar at 5 minute, 4th instar at 10 minute and pupal stage at 24 hour.

Introduction

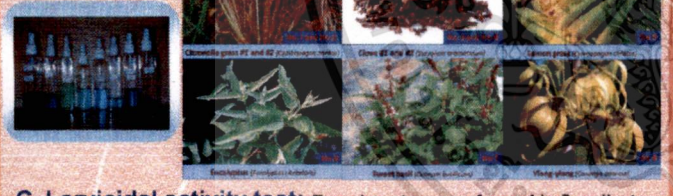
- Larvicide is one of the approaches for control strategy of mosquito by causing larval mortality in a large scale at the breeding site [1].
- Larval stages are attractive targets for pesticides because they breed in water and, are easy to deal with them in their habitat [2].
- Focusing mosquito reduction efforts on the larval stage before it can cause harm has the advantage of controlling the vector prior to transmit of the disease [3].
- Natural products of plants are less phytotoxic and do not accumulate chemical residues in flora, fauna and soil [4].

Materials and Methods

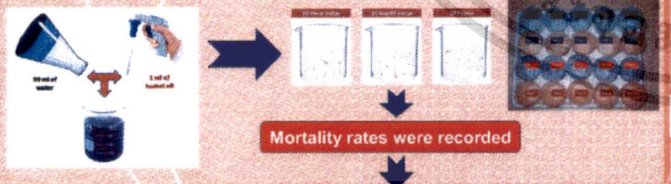
A. Aedes aegypti were reared at the laboratory of Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, KMITL, at 26-28°C.



B. Plant materials: Eight herbal essential oils were used in this study.



C. Larvicidal activity test: Experiment was performed in 5 replicates.



Mortality rates were recorded

L3 and L4 were observed at	1 min	5 min	10 min	60 min	24 hr
Pupal stage were observed at	24 hr	48 hr	72 hr	96 hr	

Statistical Analysis

- LT_{50} were calculated using probit analysis,
- The mortality data was analyzed by Duncan's multiple range test via SPSS

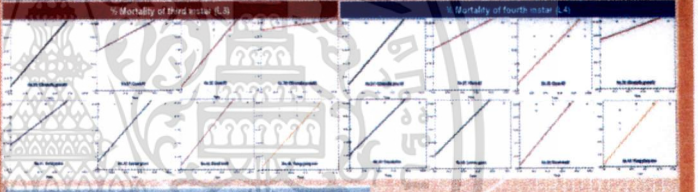
Acknowledgments : The authors thank the Department of Entomology, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences (AFRIMS), Thailand for providing the eggs of *Ae. aegypti*.

Results

LT_{50} and the mortality rates for 3rd and 4th instar

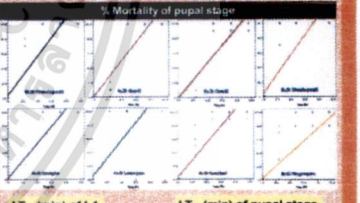
Herbal essential oils	% Mortality±SD / Time (min) 1 min L3	1 min L4	5 min L3	5 min L4	10 min L3	10 min L4	30 min L3	30 min L4	60 min L3	60 min L4	24 hr L3	24 hr L4	LT_{50} (min) L3	LT_{50} (min) L4
Citronella grass #1 oil	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	2.0±4.5^{e}	0.0^{e}	8.0±17.9^{de}	24.0±25.1^{c}	14.0±26.1^{de}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	82.9	93.3
Clove #1 oil	2.0±4.5^{e}	4.0±5.5^{e}	54.0±23.7^{b}	70.0±30.0^{a}	96.0±8.9^{a}	88.0±25.5^{ab}	100.0±0.0^{a}	88.0±26.8^{ab}	100.0±0.0^{a}	92.0±17.3^{ab}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	5.5	10
Clove #2 oil	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	8.0^{e}	24.0±18.2^{bc}	0.0^{e}	24.0±18.2^{bc}	86.0±15.2^{a}	68.0±21.7^{c}	1973	1953
Citronella grass #2 oil	18.0±16.4^{d}	4.0±5.5^{e}	100.0±0.0^{a}	92.0±11.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	0.2	2.9
Eucalyptus oil	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	12.0±26.8^{e}	16.0±11.4^{e}	78.0±14.5^{b}	40.0±24.5^{c}	90.0±14.1^{a}	40.0±24.5^{c}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	27.4	54.3
Lemon grass oil	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	8.0±17.9^{de}	90.0±10.0^{a}	88.0±15.4^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	38	45.8
Sweet basil oil	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	2.0±4.5^{e}	0.0^{e}	100.0±0.0^{a}	84.0±5.5^{b}	281	1810
Ylang-ylang oil	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	0.0^{e}	88.0±8.4^{a}	86.0±14.1^{a}	2157	1220
CV (%)	73	414.6	49.6	62.3	43	45.3	16.9	56.5	24	41.4	7.1	11.2		

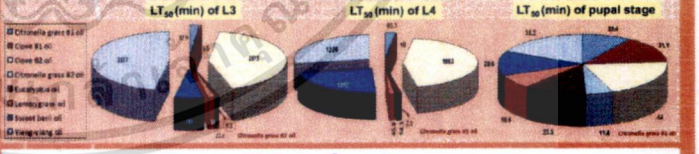
Regression lines showing the effect of herbal essential oils on mortality of third instar (L_3) and fourth instar (L_4)



LT_{50} and the mortality rates for pupal stage

Herbal essential oils	% Mortality±SD / Time (hr) 24 hr	48 hr	72 hr	96 hr	LT_{50} (hr)
Citronella grass #1 oil	78.0±8.4^{bc}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	20.4
Clove #1 oil	10.0±7.1^{e}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	31.1
Clove #2 oil	2.0±4.5^{e}	94.0±5.5^{ab}	94.0±5.5^{ab}	94.0±5.5^{ab}	44
Citronella grass #2 oil	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	11.4
Eucalyptus oil	60.0±11.2^{d}	90.0±4.5^{b}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	25.3
Lemon grass oil	88.0±4.2^{ab}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}	18.6
Sweet basil oil	66.0±13.4^{cd}	98.0±4.5^{a}	98.0±4.5^{a}	98.0±4.5^{a}	28.6
Ylang-ylang oil	80.0±23.9^{bc}	92.0±11.0^{ab}	92.0±11.0^{ab}	92.0±11.0^{ab}	38.2
CV (%)	34.7	5.6	5.3	5.3	





Conclusion

- The eight herbal essential oils showed toxic effect against 3rd instar, 4th instar and pupal stage of *Ae. aegypti*.
- It has been revealed that **Citronella grass #2 oil** proved to have insecticidal effect against all immature stages of *Ae. aegypti*.

References:

1. Mohan, D.R., and M. Rahuman.aany. 2007. Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, Ageratum conyzoides, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. African Journal of Biotechnology. 6 (5): 631-636.

2. Chowdhury, N., A. Ghosh, and D. Chandra. 2008. Mosquito larvicidal activities of Solanum villosum berry extract against the dengue vector *Stegomyia aegypti*. BMC Complementary and Alternative Medicine. 8: 10.

3. Hardin, J.A., and R.T.G. Jackson. 2005. Applications of natural products in the control of mosquito-transmitted diseases. African Journal of Biotechnology. 5 (25): 2373-2378.

4. Tripathi, R.G., B.K. Sharma, S. Jalees, and S.J. Rahman. 1994. Insecticidal properties of an indigenous plant, Rumex abyssinica Linn. against mosquito larvae. Journal of Basic and Applied Biomedicine. 2: 63-65.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2nd ICMM

Pan Asia Pacific Congress on Military Medicine



Military Medicine for Humanity

Hosted by

Supported by

THAILAND convention & exhibition bureau

November 27 – 30, 2012

Bangkok, Thailand

Program and Abstracts book

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Author : Siripom Phasomkusolsi[1,2]

THE EFFECTS OF THAI HERBAL ESSENTIAL OILS ON THE OVIPOSITION-DETERRENT AND OVICIDAL ACTIVITIES OF AEDES AEGYPTI (LINN) AND ANOPHELESDIRUS (PEYTON AND HARRISON)

Institute: [1] Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalong Krung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

[2] Department of Entomology, US Army Medical Component, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences, Bangkok 10400, Thailand.

Name of the co-authors : MayuraSoonwera[1]

The effect of oviposition-deterrent and ovicidal activities of seven essential oils were evaluated towards two mosquito vectors, Aedesaegypti and Anopheles dirus. The oviposition activity index (OAI) values of six essential oils, *Canangaodorata*, *Cymbopogoncitratus*, *Cymbopogonnardus*, *Eucalyptus citriodora*, *Ocimumbasilicum* and *Syzygiumaromaticum* indicated that they were more of deterrent than the soybean oil (control) whereas Citrus sinensis oil acted as oviposition attractant. At higher concentration (10%) of *Ca. odorata* (ylangylang flowers) showed a high percentage of effective repellency (ER) against oviposition at 99.4% for *Ae. aegypti* and 97.1% for *An. dirus*, respectively. The results showed that the mean number of eggs were lower in treated than in untreated water. In addition, there was an inverse relationship between essential oil concentrations and ovicidal activity. As the concentration of essential oil increased from 1%, 5% and up to 10% conc., the hatching rate decreased. The essential oil of *Ca. odorata* at 10% conc. gave a minimum egg hatch rate of 10.4% (for *Ae. aegypti*) and 0.8% (for *An. dirus*), respectively. These results clearly revealed that the Thai essential oil of Ca. odorata is a potential oviposition-deterrent and had ovicidal actions against *Ae. aegypti* and *An. dirus*.

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The effects of Thai herbal essential oils on the oviposition-deterrent and ovicidal activities of *Aedes aegypti* (Linn) and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison)

Siriporn Phasomkusolsil[1,2], Mayura Soonwera[1]

1 Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalong Krung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.
2 Department of Entomology, US Army Medical Component, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences, Bangkok 10400, Thailand.

359

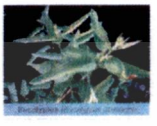
INTRODUCTION

Plant essential oils are natural volatile substances obtained from a variety of plants, in general have been recognized as an important natural resource of insecticides.
Oviposition is one of the most important events in the life cycle of mosquitoes. If oviposition is prevented, the mosquito life cycle is disrupted and population growth reduced.
Mosquitoes are known to select or reject their specific oviposition sites by sensing chemical signals that are detected by sensory receptors on the antenna (Davis&Bowen, 1994).
Aim of this study was to investigate the mosquito oviposition-deterrent and ovicidal activities of Thai essential oils.

MATERIALS AND METHODS

A. Plant materials: Seven herbal essential oils were used in this study.









These essential oils were prepared as 1%, 5% and 10% solutions in soybean oil.



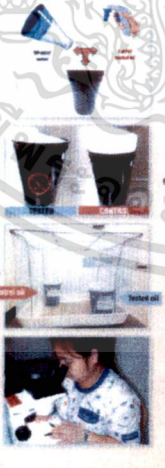
B. Mosquito colonies

- *Aedes aegypti* and *Anopheles dirus* were reared in the AFRIMS's insectary at 25±1°C, 80±10% RH.
- Fifteen gravid female mosquitoes were introduced into the colony cage (30 x 30 x 30 cm).



1. Oviposition deterrent activity assay

- Black plastic cups were filled with 99 ml of well water. An aliquot (1 ml) of essential oil dissolved in soybean oil was added to one bowl.
- Whilst an equivalent quantity of pure soybean oil was added to the control.
- Two black plastic cups were placed at diagonally opposite corners of the cage.
- After 48 hours, the eggs laid in each cup were counted under a stereomicroscope.
- Five replicates were performed.



Analysis

Oviposition activity index (OAI): $OAI = \frac{NT-NC}{NT+NC}$

INTERPRETE:

Effective repellency (ER%): $ER\% = \frac{NC-NT \times 100}{NC}$

Effective attractancy (EA%): $EA\% = \frac{NT-NC \times 100}{NT}$

- NT is the total number of eggs in the test solution
- NC is the total number of eggs in the control solution.

MATERIALS AND METHODS (Cont'd)

2. Ovicidal bioassay

- Mosquito eggs were treated topically with 50 µl of essential oils.



- After 3 hours of treatment, the eggs were sieved through filter paper, thoroughly rinsed with tap water.



- Left eggs in plastic tray filled with water for hatching assessment.



- The hatched larvae were counted after 98 hours post-treatment.



Analysis

- The percent hatch was calculated by the following formula.

$$\%\ \text{Egg hatching} = \frac{\text{Number of hatched larvae} \times 100}{\text{Total number of egg in treated water}}$$

RESULTS

- The OAI values of six essential oils, Ylang ylang oil, Lemon grass oil, Citronella grass oil, Eucalyptus oil, Sweet basil oil and Clove oil indicated that they were deterrent whereas Orange oil acted as oviposition attractant.
- At higher concentration (10%) of ylang ylang oil showed a high percentage of effective repellency (ER) against oviposition.
- The concentration of essential oil increased from 1%, 5% and up to 10% conc., the hatching rate decreased. The essential oil of *Ca. odorata* at 10% conc. gave minimum egg hatch.

Fig. Oviposition activity index (OAI) values of seven essential oils of *Ae. aegypti*.

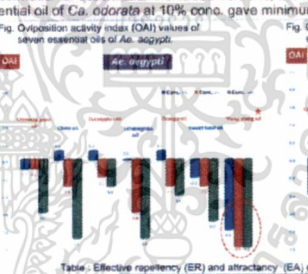


Fig. Oviposition activity index (OAI) values of seven essential oils of *An. dirus*

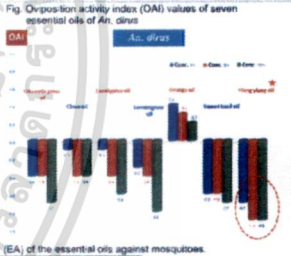


Table. Effective repellency (ER) and attractancy (EA) of the essential oils against mosquitoes.

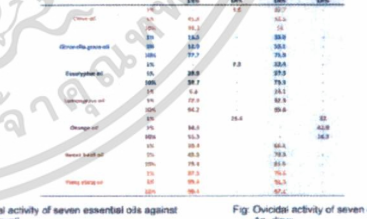


Fig. Ovicidal activity of seven essential oils against *Ae. aegypti*

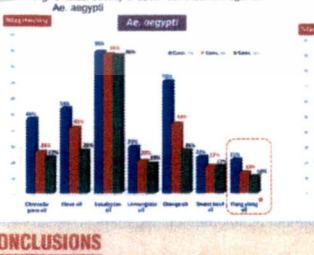
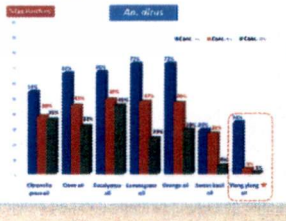


Fig. Ovicidal activity of seven essential oils against *An. dirus*



CONCLUSIONS

- These results clearly revealed that the essential oil of Ylang ylang (*Ca. odorata*) served as a potential oviposition-deterrent and ovicidal against *Ae. aegypti* and *An. dirus*.
- The phytochemical constituents of *Ca. odorata* are appreciable such as phenols, eugenol, methyleugenol, isoeugenol, limonene, geraniol, cinnamaldehyde (Burdock & Carabin, 2008).
- These constituents have properties to act as toxins, feeding deterrents and oviposition deterrents to a wide variety of insect pests (Koul *et al.*, 2008).

REFERENCES

1. Burdock, G.A. & Carabin, I.G. (2008). Safety assessment of Ylang-Ylang (*Cananga spp.*) as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology* 46(2): 433-445.
2. Davis, E.E. & Bowen, M.F. (1994). Sensory physiological basis for attraction in mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association* 10(2 Pt 2): 316-325.
3. Koul, O., Walia, S. & Dhaliwal, G.S. (2008). Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopesticides International* 4(1): 63-84.

ACKNOWLEDGEMENTS: We would like to thank AFRIMS's insectary staffs for providing technical support and also Ms. Pensuk Polsomboon, MAFU, for helping to create the poster.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract Book

JITMM
JOINT INTERNATIONAL TROPICAL MEDICINE MEETING

Joint International Tropical Medicine Meeting 2012
(JITMM2012)

"Emergence of Tropical Diseases:
Trans-disciplinary Strategies"

JITMM2012 & FBPZ7

FBPZ
Food-Borne Parasitic Zoonoses

The 7th Seminar on Food- and Water-Borne Parasitic Zoonoses
(FBPZ 7)



12 -14 December 2012

Centara Grand & Bangkok Convention Centre At CentralWorld, Bangkok, Thailand

THAILAND convention & exhibition bureau

Believe in THAILAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Poster No. 82



EFFICACY OF SEVEN THAI HERBAL ESSENTIAL OILS AGAINST THREE IMMATURE STAGES OF *AEDES AEGYPTI* (LINN) AND *ANOPHELES DIRUS* (PEYTON AND HARRISON)

Siriporn Phasomkusolsil [1,2] and Mayura Soonwera [1]

[1] *Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalong Krung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.*

[2] *Department of Entomology, US Army Medical Component, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences, Bangkok 10400, Thailand.*

Objective: Seven herbal essential oils consisting of *Cananga odorata* (ylang ylang), *Citrus sinensis* (orange), *Cymbopogon citratus* (lemongrass), *Cymbopogon nardus* (citronella grass), *Eucalyptus citriodora* (eucalyptus), *Ocimum basilicum* (sweet basil) and *Syzygium aromaticum* (clove), were tested for larvicidal, and pupacidal effects against *Aedes aegypti* and *Anopheles dirus* mosquitoes.

Methods: The larvicidal and pupacidal effect of herbal essential oils were tested against third instar (L_3), fourth instar (L_4), and the pupal stage of mosquitoes by dipping bioassays. Each essential oil was prepared at 10% dose rate in soybean oil. This experiment was conducted to determine mortality rates and LT_{50} values under laboratory conditions.

Results: *Syzygium aromaticum* oil was the most effective against all three evaluated *Ae. aegypti* stages. This essential oil provided the lowest LT_{50} values at 6.3 hours (L_3), 12.0 hours (L_4), and 21.3 hours for the pupal stage. In addition, *S. aromaticum* oil had the highest larvicidal and pupacidal activities with 100% mortality of the L_3, L_4 and pupal stages of *An. dirus* and also produced the shortest LT_{50} values of 0.9 hour (L_3), 5 hours (L_4), and 0.02 hour for the pupal stage. We conclude that *S. aromaticum* oil was the most effective herbal essential oil against all three immature stages of the three evaluated mosquito species.

Keywords: herbal essential oil, larvicide, *Aedes aegypti*, *Anopheles dirus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Efficacy of seven Thai herbal essential oils against three immature stages of *Aedes aegypti* (Linn) and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison)

Siriporn Phasomkusolsil [1,2] and Mayura Soonwera [1]

1 Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalong Krung Road, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.
2 Department of Entomology, US Army Medical Component, Armed Forces Research Institute of Medical Sciences, Bangkok 10400, Thailand.

362

INTRODUCTION

Larviciding is one of the approaches for larval control strategy by causing larval mortality in a large scale at the breeding centres of the vectors (1)
The development of alternative, environmentally friendly and sustainable approaches for mosquito control is with the use of natural products owning greater target specificity, lower bioaccumulation properties and reduction of malignancy in non-target animals (2). In addition, the natural products utilized as mosquito insecticides that limit the environmental impacts of pesticides due to shorter latency may be beneficial in preventing the evolution of resistance (3).
Aedes aegypti is the principal transmitter of Dengue fever and Dengue haemorrhagic fever (DHF).
Anopheles dirus is the major vector of malaria.
The purpose of this study was to investigate the potential of seven essential oil formulations against the immature stages of Ae. aegypti and An. dirus.

MATERIALS AND METHODS



- Each plant material was extracted for essential oils by water distillation.
- These essential oils were prepared as 1%, 5% and 10% solutions in soybean oil.



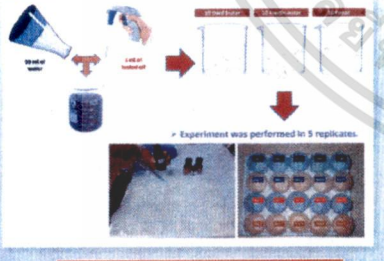


B. Mosquito colonies

- *Aedes aegypti* and *Anopheles dirus* were reared in the AFRIMS's insectary at 25±1°C, 80±10% RH.



C. Larvicidal activity test



Mortality rates were recorded

1-6 hr | 24 hr | 48 hr | 72 hr | 96 hr

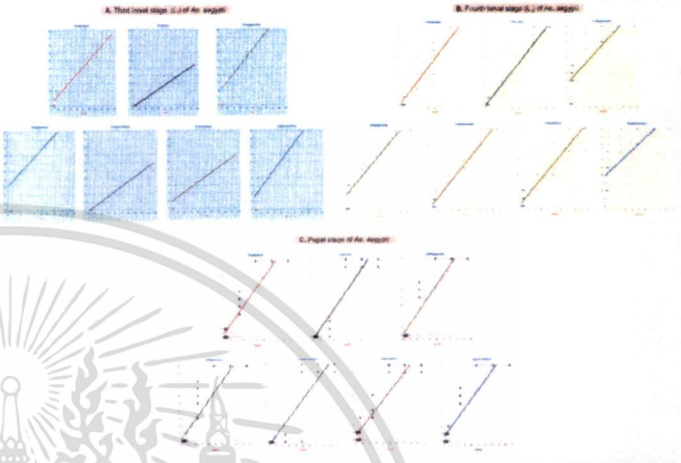


Statistical Analysis

- LT_{50} and LC_{50} were calculated using probit analysis.
- The mortality data was analyzed by Duncan's multiple range test via SPSS

RESULTS

- *S. aromaticum* oil provided the lowest LT_{50} values at 6.3 hours (L_3), 12.0 hours (L_4), and 21.3 hours for the pupal stage of *Ae. aegypti*.
- *S. aromaticum* oil had the highest larvicidal and pupacidal activities with 100% mortality of the L_3, L_4, and pupal stages of *An. dirus* and also produced the shortest LT_{50} values of 0.9 hour (L_3), 5 hours (L_4), and 0.02 hour for the pupal stage.
- At all concentrations *S. aromaticum* oil was the most effective against all three evaluated *Ae. aegypti* stages.



- *S. aromaticum* oil had the highest larvicidal and pupacidal activities with 100% mortality of the L_3, L_4, and pupal stages of *An. dirus*.



Table 1: LT_{50} values of herbal essential oils on immature stages of *Ae. aegypti*

Herbal essential oils	LT_{50} (hours)								
	1st instar			4th instar			Pupal stage		
	1% conc.	5% conc.	10% conc.	1% conc.	5% conc.	10% conc.	1% conc.	5% conc.	10% conc.
Co. odorata oil	79	75	53	86	48	38	42	30	24
Cl. sinensis oil	90	84	83	85	54	47	57	43	38
C. citratus oil	77	55	15	53	34	15	40	36	25
C. nardus oil	78	68	38	57	41	26	42	35	23
E. citriodora oil	96	95	75	86	68	64	55	45	40
O. basilicum oil	82	79	67	64	46	45	39	37	23
S. aromaticum oil	63*	45*	6.3*	48*	36*	13*	35*	32*	21*
Temephos	1	1	1	3.5	3.5	3.5	169	169	169

Table 2: LT_{50} values of herbal essential oils on immature stages of *An. dirus*

Herbal essential oils	LT_{50} (hours)								
	1st instar			4th instar			Pupal stage		
	1% conc.	5% conc.	10% conc.	1% conc.	5% conc.	10% conc.	1% conc.	5% conc.	10% conc.
Co. odorata oil	5.3	3.4	2.1	38.2	25.5	6.1	3.6	3.6	3
Cl. sinensis oil	33.5	6.4	4.8	22.3	18.2	17.9	3.6	2.8	1.8
C. citratus oil	4.3	2.1	0.9*	18.5	13	5.7	5.1	0.7	0.5
C. nardus oil	4.5	2.4	1.4	21.7	17.6	8.2	0.8	0.6	0.1
E. citriodora oil	11.4	6	3	38.1	33.2	7.3	2.1	1.7	1.2
O. basilicum oil	8.7	2.5	1.5	25	21.7	6.6	2.8	1.8	0.7
S. aromaticum oil	3.2*	1.6*	0.5*	10.9	7.1*	5*	0.6*	0.2*	0.02*
Temephos	29.4	28.1	28.4	6	6	6	63.1	63.1	63.1

CONCLUSIONS

- We conclude that *S. aromaticum* oil was the most effective herbal essential oil against all three immature stages of the three evaluated mosquito species.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank AFRIMS's insectary staffs for providing technical support and also Ms. Siriwan Phatsawad (MAVs) for helping to create the poster.

REFERENCES

1. Mohrig DR, Rammaswamy M. Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, *Ageratina adenophora*, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Afr J Biotechnol* 2007; 6:931-8.
2. Bernard JP. Pesticidal compounds from higher plants. *Pestic Sci* 1993; 38: 95-102.
3. Hansin JA, Jaukaen PLC. Applications of natural products in the control of mosquito transmitted diseases. *Afr J Biotechnol* 2002; 9: 2373-8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางศิริภรส์ ผสมกุศลศีล
วัน เดือน ปีเกิด	วันเสาร์ที่ 26 กันยายน พ.ศ.2513
ที่อยู่	247 ซอยรามคำแหง 54 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2519 - 2531	ระดับประถมศึกษา ถึง ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีวิกรม์ กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2534	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2537	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยาสภาวะแวดล้อม) มหาวิทยาลัยมหิดล

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2542 - ปัจจุบัน	หัวหน้าห้องปฏิบัติการเลี้ยงยุงทดลอง (Insectary) แผนกกีฏวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ทหาร กรมแพทย์ทหารบก ฝ่ายสหรัฐอเมริกา (USAMC-AFRIMS)
พ.ศ. 2539 - 2542	ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมอาวุโส บริษัท International Quality Assurance Laboratory จำกัด
พ.ศ. 2537 - 2539	ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บริษัท Asian Environmental Protection จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้