

# รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเงินรายได้ประจำปี 2554

เรื่อง

การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาไทย กานพลู ตะไคร้  
ตะไคร้หอม และโหระพาในการป้องกันการกัด และการวางไข่

ของ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*)  
และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

Study on repellency and oviposition deterrent of essential oils  
from ylang-ylang, clove, lemon grass, citronella grass and  
sweet basil against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*

RCH

SB

292

.A2

ม188ก

ผู้วิจัย

A.1 มยุรา สนธิวิริยะ

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน... 121232  
วัน, เดือน, ปี... 26 ส.ค. 2555

b. 12109703  
i. ....

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทคัดย่อ

การทดลองน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ กระดังงาไทย (*Cananga odorata* Lamk.) กานพลู (*Syzygium aromaticum* L.) ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* DC.) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* L.) และโหระพา (*Ocimum basilicum* L.) ที่มีผลต่อการป้องกันการกัด และการป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* L.) และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) ในสภาพห้องปฏิบัติการซึ่งการทดลองในการป้องกันการกัดของยุงทั้งสองชนิดใช้อาสาสมัครในการทดสอบโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิด ความเข้มข้น 5 และ 10% ผสมน้ำมันมะพร้าว ซึ่งใช้ในอัตราส่วน 0.003 มล. ต่อ ตร.ซม. ทาแขนของอาสาสมัครแล้วทดสอบในกรงยุงแต่ละชนิด ขนาด 30x30x30 ซม. ที่มียุงเต็มวัยเพศเมียจำนวน 250 ตัว ผลการทดลองปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหย กระดังงาไทยความเข้มข้น 10% ให้ผลดีมากในการทดลอง โดยมีผลป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 126.67±5.77 นาที และมีอัตราการกัด 0.8% ส่วนยุงลายบ้านป้องกันการกัดได้ 86.67±10.40 นาที และมีอัตราการกัด 1.06% สำหรับการทดลองเปรียบเทียบโดยใช้น้ำมันมะพร้าวและการทดลองเปรียบเทียบโดยใช้ DEET (N, N-diethyl-3-methyl benzamide) ซึ่งป้องกันยุงทั้งสองชนิดกัดได้ 20-25 นาที และ 390-400 นาที ตามลำดับ สำหรับผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 5 ชนิด ในการป้องกัน หรือไล่ไม่ให้ตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ พบว่าน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดให้ผลดีในการป้องกันการวางไข่ของยุงทั้งสองชนิดได้ และน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยความเข้มข้น 10% ในน้ำมันมะพร้าว และเอทิลแอลกอฮอล์ให้ผลดีมากในการทดลองโดยสามารถป้องกันการวางไข่ของยุงทั้งสองชนิดได้ 100% สำหรับน้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา สามารถป้องกันการวางไข่ของยุงทั้งสองชนิดได้ 95.70 – 99.83% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบโดยใช้น้ำมันมะพร้าว และเอทิลแอลกอฮอล์นั้นพบว่าสามารถป้องกันการวางไข่ของยุงทั้งสองชนิดได้ 72.0 – 81.0% และ 0.26 – 4.41% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Abstract

The repellent effect and oviposition deterrent of five different essential oils from ylang-ylang (*Cananga odorata* Lamk.), clove (*Syzygium aromaticum* L.), lemon grass (*Cymbopogon citratus* DC.), citronella grass (*Cymbopogon nardus* L.) and sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) were assessed against female adults of *Aedes aegypti* L. and *Culex quinquefasciatus* Say under laboratory condition. The essential oils were prepared 5, 10% concentration in coconut oil/ and ethyl alcohol. The repellent effect of essential oils were evaluated using the human-arm-in cage method, 0.1 ml of each essential oil was applied to 3x10 cm of exposed area on a volunteer's forearm against 250 non-blood-fed (nulliparous), 4-5 day – old female of *Ae. aegypti* or *Cx quinquefasciatus* in a cage (30x30x30 cm.). The essential oil of ylang-ylang gave protection time against *Cx quinquefasciatus* for  $126.67 \pm 5.77$  min. and 0.8% biting rate and against *Ae aegypti* for  $86.67 \pm 10.40$  min. and 1.06% biting rate. The positive control (coconut oil) and negative control (DEET, N,N-diethyl-3-methyl benzamide) were effective for 20-25 min. and 390-400 min., respectively. All herbal essential oils exhibited oviposition deterrent activity against *Ae aegypti* and *Cx quinquefasciatus*. The 10% ylang-ylang oil in coconut oil and in ethyl alcohol caused complete oviposition deterrent in 100% effective repellency. 10% essential oil resulted in the maximum deterrent of 95.70-99.83% as shown by clove oil, lemon grass oil, citronella grass oil and sweet basil oil, whereas the coconut oil control and ethyl alcohol control provided 72-81% and 0.26-4.41%

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	2
อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	9
ผลการทดลอง และวิจารณ์	13
สรุปผลการทดลอง	39
เอกสารอ้างอิง	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. List of herbal essential oil repellents in coconut oil and ethyl alcohol tested against <i>Culex quinquefasciatus</i> and <i>Aedes aegypti</i>	12
2. Effect of 5% herbal essential oils in coconut oil as repellents against <i>Culex quinquefasciatus</i>	23
3. Effect of 10% herbal essential oils in coconut oil as repellents against <i>Culex quinquefasciatus</i>	24
4. Effect of 5% herbal essential oils in coconut oil as repellents against <i>Aedes aegypti</i>	25
5. Effect of 10% herbal essential oils in coconut oil as repellents against <i>Aedes aegypti</i>	26
6. Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in coconut oil against <i>Culex quinquefasciatus</i>	27
7. Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in coconut oil against <i>Culex quinquefasciatus</i>	28
8. Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in ethyl alcohol against <i>Culex quinquefasciatus</i>	29
9. Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in ethyl alcohol against <i>Culex quinquefasciatus</i>	30
10. Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in coconut oil against <i>Aedes aegypti</i>	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
11.Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in coconut oil against <i>Aedes aegypti</i>	32
12.Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in ethyl alcohol against <i>Aedes aegypti</i>	33
13.Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in ethyl alcohol against <i>Aedes aegypti</i>	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
<p>1. Comparison of protection time (min.) and biting percentage for 5 and 10% herbal essential oils in coconut oils against <i>Culex quinquefasciatus</i>; Y = Ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil, D = DEET</p>	35
<p>2. Comparison of protection time (min.) and biting percentage for 5 and 10% herbal essential oils in coconut oils against <i>Aedes aegypti</i>; Y = Ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil, D = DEET</p>	36
<p>3. Comparison of oviposition deterrent and effective repellent of 10% herbal essential oil against <i>Culex quinquefasciatus</i>; Y = Ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil</p>	37
<p>4. Comparison of oviposition deterrent and effective repellent of 10% herbal essential oil in coconut oil and ethyl alcohol against <i>Aedes aegypti</i>; Y = Ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil</p>	38

## คำนำ

ยุงลายบ้าน และยุงรำคาญเป็นแมลงร้าย เป็นพาหะนำโรคมานุษย์หลายโรคเช่นไข้เลือดออก ไข้ปวดข้อยุงลาย เท้าช้าง ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญเป็นปัญหาสาธารณสุข โดยปัจจุบันนี้ยังไม่มีวัคซีนสำหรับป้องกันโรคต่างๆเหล่านี้ วิธีการป้องกันที่ดีที่สุดคือการป้องกันยุงกัด เจาะดูดเลือด แต่ในการป้องกันยุงกัด ในปัจจุบันนี้ส่วนมากใช้สารเคมีสังเคราะห์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆที่วางขายตามท้องตลาด ซึ่งสารเคมีสังเคราะห์เหล่านี้หากใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และไม่บ่อยจนเกินไปก็จะก่อให้เกิดประโยชน์ แต่ในทางกลับกันหากนำสารเคมีสังเคราะห์เหล่านี้มาใช้มากจนเกินไปย่อมเกิดผลเสีย และเป็นโทษต่อมนุษย์ ทั้งทำให้เกิดการแพ้สารเคมี สารเคมีตกค้างสะสมในร่างกาย และประการที่สำคัญอย่างมากคือ ยุงเกิดความต้านทานแม้จะใช้สารเคมีกำจัดยุงมากมายเพียงใด ก็ไม่สามารถป้องกันกำจัดได้

ในการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นหาสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรมาใช้ในการทดลองป้องกันยุงกัด และป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ ซึ่งสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรที่นำมาใช้คือน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาไทย กานพลู ตะไคร้ ตะไคร้หอม และโหระพา โดยนอกจากจะสามารถป้องกันยุงกัด และป้องกันยุงวางไข่ได้แล้วยังเป็นประโยชน์ที่สำคัญคือมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ สามารถนำมาใช้ได้ในบ้านเรือนได้ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

มยุรา สุนยวีระ  
ตุลาคม 2554

การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาไทย กานพลู ตะไคร้ ตะไคร้หอม และโหระพา ในการ  
ป้องกันกัด และการวางไข่ของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*)  
และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

Study on repellency and oviposition deterrent of essential oils from ylang-ylang, clove,  
lemongrass, citronella grass and sweet basil against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย และการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ยุงเป็นแมลงที่มีขนาดเล็กแต่เป็นแมลงศัตรูที่ร้ายแรง และมีความสำคัญทางการแพทย์ และ  
สาธารณสุขอย่างมาก โดยเฉพาะยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ ซึ่งยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* L.)  
สันนิษฐานว่ามีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา แล้วแพร่กระจายไปยังประเทศต่างๆทั่วโลกได้แก่ ประเทศในอเมริกา  
ใต้ เอเชีย ยกเว้นบริเวณขั้วโลกใต้ และทวีปแอนตาร์กติกา ซึ่งการแพร่กระจายของยุงลายบ้านมาสู่ประเทศ  
ไทยเมื่อใดไม่มีรายงาน แต่สันนิษฐานว่าไข่ของยุงลายอาจจะติดมากับภาชนะดินเผาจากประเทศจีน หรือ  
อาหรับเมื่อหลายร้อยปีก่อน แต่มีการสำรวจพบยุงลายบ้านครั้งในปี พศ. 2450 จนถึงปัจจุบันนี้พบว่า  
ยุงลายบ้านนั้นเป็นพาหะสำคัญนำโรคไข้เลือดออก (dengue haemorrhagic fever) ไข้ปวดข้อยุงลาย  
(chikungunya) โดยมีผู้คนเจ็บป่วยล้มตายจากโรคเหล่านี้ในทั่วโลกมากกว่า 2,500 ล้านคน ในหลาย  
ประเทศเกือบทั่วโลกเช่น แอฟริกา อเมริกาใต้ บราซิล ไนจีเรีย เม็กซิโก จีน อินเดีย ปากีสถาน ภูฐาน  
บังคลาเทศ ศรีลังกา อินโดนีเซีย ไทย พม่า เขมร และลาว เป็นต้น สำหรับไข้เลือดออกมีรายงานว่าใน  
ประเทศไทยมีผู้ป่วยในแต่ละปีมากกว่า 100,000 คน ส่วนโรคไข้ปวดข้อยุงลายนั้นในแต่ละปีมีผู้ป่วย  
มากกว่า 10,000 คนโดยพบมากในเขตจ.ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส สำหรับยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say)  
นั้นเป็นพาหะที่สำคัญไม่แพ้ยุงลายบ้านเพราะเป็นพาหะนำโรคเท้าช้าง  
(Filariasis) ในมนุษย์ ซึ่งโรคเท้าชั่งนั้นสร้างความทุกข์ให้ประชากรโลกอย่างมาก มีรายงานว่าเฉพาะใน  
ประเทศอินเดีย ปากีสถาน และบังคลาเทศมีผู้คนเจ็บป่วยจากโรคนี้หลายล้านคน ส่วนในประเทศไทยพบ  
ผู้ป่วยโรคเท้าชั่งมากในเขตจังหวัดทางภาคใต้ ส่วนในสัตว์เป็นพาหะนำพยาธิหนอนหัวใจในสุนัข  
ใช้มาลาเรียในนก โรคฝีดาษในสัตว์ปีก และเยื่อหุ้มสมองอักเสบจาก St Louis encephalitis virus และ  
western equine encephalitis virus ในประเทศสหรัฐอเมริกาทางตะวันออก ซึ่งโรคดีที่ไม่เคยมีรายงาน  
โรคไข้สมองอักเสบทั้งสองชนิดในประเทศไทย โดยโรคต่างๆเหล่านี้เป็นโรคร้ายแรงที่มีผลทำให้มนุษย์ และ  
สัตว์เลี้ยงเสียชีวิตได้

ยุงลายบ้าน และยุงรำคาญมีการเจริญเติบโตแบบสมบูรณ์คือ ไข่ หนอน(ลูกน้ำ) ดักแด้(ตัวไม่ง)  
และตัวเต็มวัย ซึ่งระยะเวลาในการเจริญเติบโตในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน โดยตัวเต็มวัยเพศผู้จะมีอายุ  
ประมาณ 7-14 วัน ส่วนเพศเมียซึ่งดูดกินเลือดมนุษย์ สัตว์เลี้ยง และก่อให้เกิดความรำคาญนั้น และมีชีวิต  
ที่ยาวนานกว่าเพศผู้คือมีชีวิตประมาณ 14-30 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และอาหาร ซึ่งยุงลายบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นขอบอาศัยอยู่ในบ้านเรือน หรือบริเวณรอบๆบ้าน ออกหากินกัดดูดเลือดมนุษย์ในเวลากลางวันตั้งแต่เช้าถึงพลบค่ำ โดยเฉพาะในช่วงเวลา 8.00-17.00 น. และมีแหล่งเพาะพันธุ์วางไข่ของยุงลายบ้านตามตุ่มน้ำถึงซีเมนต์ บ่อคอนกรีตในห้องน้ำ จานรองขาตู้ จานรองกระถางต้นไม้ ยางรถยนต์เก่าๆ กระเบื้อง แจกัน กะลามะพร้าว ซึ่งไข่ของยุงลายบ้านนั้นมีความพิเศษมากคือสามารถทนอยู่ในสภาพแห้งแล้งได้นานประมาณ 1 ปี หรือมากกว่านั้นเมื่อถึงฤดูฝนมีฝนตกลงมาไข่สามารถฝักเป็นลูกน้ำแล้วเจริญเติบโตเป็นดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยตัวเต็มวัยจะเข้าทำลายกัดดูดกินเลือดมนุษย์ รวมทั้งเป็นพาหะนำโรคต่างๆได้ต่อไป

สำหรับยุงรำคาญเป็นยุงที่ก่อความรำคาญ กัดดูดกินเลือดมนุษย์ สัตว์เลี้ยง สร้างความรำคาญให้มนุษย์ และสัตว์เลี้ยงเป็นอย่างมาก ซึ่งยุงชนิดนี้เพศเมียชอบกินเลือดมนุษย์ และออกหากินในเวลาพลบค่ำ ถึงกลางคืน โดยเฉพาะในช่วงเวลา 18.00-2.00 น. ยุงชนิดนี้ขออาศัยรอบๆบริเวณบ้านเรือน และมีแหล่งเพาะพันธุ์ในแหล่งน้ำสกปรกตามคูระบายน้ำ น้ำคร่ำใต้ถุนบ้าน น้ำทิ้งจากครัวเรือน น้ำในบ่อขยะ บ่อส้วม ท่อระบายน้ำทั้งในเขตเมือง และเขตชนบท (กลุ่มกวีวิทยาศาสตร์, 2548; สมชาย, 2552; Do Ponte and Larish, 2009; Larrick and Connelly, 2009; Gouge *et al*, 2009; Mousson *et al*, 2005; Motimer, 2011; WHO, 2011a; WHO, 2011b, Zettel and kaufman, 2011)

ดังนั้นทั้งยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ มีความสำคัญทั้งต่อชีวิตของมนุษย์ และสัตว์เลี้ยงจึงควรที่จะต้องให้ความสำคัญในการป้องกันกำจัดเป็นอย่างดี แต่พบว่าในปัจจุบันนี้การป้องกันกำจัดยุงทั้งสองชนิดนี้ส่วนมากใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดยุงได้ในระดับหนึ่ง เช่นการใช้สเปรย์กำจัดยุง สารทาป้องกันยุง เจลป้องกันยุง ยาจุดกันยุง แต่มีผลเสียที่ตามมาอีกมากมายคือผลิตภัณฑ์ที่กำจัดยุงเหล่านี้มีราคาแพงมีพิษร้ายแรงทั้งในทางตรงและทางอ้อมกับมนุษย์ โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุที่แพ้ต่อสารเคมีเหล่านี้ได้ง่าย เมื่อสารเคมีตกค้างสะสมในร่างกายของมนุษย์ทำให้เกิดโรคร้ายแรงต่างๆเช่นมะเร็งเม็ดเลือด มะเร็งสมอง หัวใจวาย หัวใจล้มเหลว ความดันสูงผิดปกติ แห้ง หรือหากรุนแรงมากๆอาจจะทำให้เสียชีวิตได้รวมทั้งยังมีรายงานมากมายว่า สารเคมีสังเคราะห์ต่างๆที่นำมาใช้ในการกำจัดยุงนั้นเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ยุงเกิดความต้านทานต่อสารเคมีมีผลทำให้การป้องกันกำจัดยุงยากมากยิ่งขึ้น ประการที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือปัจจุบันนี้ยังไม่มียาฉีดป้องกันโรคไข้เลือดออก และโรคเท้าช้างที่เป็นโรคสำคัญ ซึ่งมียุงทั้งสองชนิดเป็นพาหะนำโรค โดยแนวทางที่ปลอดภัยอีกแนวทางหนึ่งนั้นคือการป้องกันยุงกัด ซึ่งการใช้สารทาป้องกันยุงที่มีความปลอดภัยต่อผิวหนังมนุษย์ หรือการใช้สเปรย์ป้องกันการวางไข่ และยับยั้งการฟักไข่ของยุงซึ่งเป็นการตัดวงจรชีวิต เพื่อลดปริมาณการแพร่กระจายของตัวเต็มวัยของยุงด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรต่างๆมาใช้เป็นสารทาป้องกันยุงกัด หรือสเปรย์สมุนไพรป้องกันยุงวางไข่ของยุง ย่อมเป็นผลดี และปลอดภัย รวมทั้งสามารถนำมาใช้ในบ้านเรือนได้ด้วย (มยุรา, 2553; Addison and Hirage, 2009) ซึ่งมีการรายงานการวิจัยการนำพืชสมุนไพรสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรมาใช้ในการป้องกันกำจัดยุงลายบ้าน และยุงรำคาญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุวิษ (2552) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กะเพรา และสะระแหน่ สามารถนำมาใช้ในการไล่ยุงลายได้ โดยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมให้ผลในการไล่ยุงลายได้ดีกว่ากะเพรา และสะระแหน่ ส่วนอภิวิญ และคณะ (2552) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขมิ้นชันมีสี่เหลืองอ่อนใต้มีค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 5.0 รวมทั้งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขมิ้นชันประกอบด้วย turmerone, zingiberene, borneol, iso-borneol, camphene, 1,4-cineol, caryophyllene, curcumene, curcumenol เป็นต้น ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขมิ้นชันความเข้มข้น 20% ในเอทิลแอลกอฮอล์มีผลในการป้องกันการกัดของยุงลายบ้าน ยุงลายสวน ยุงก้นปล่องได้ 1.5, 1.5, 7.7 และ 6.7 ชม. ตามลำดับ นอกจากนี้โลชั่นป้องกันยุงตำรับน้ำมันขมิ้นชันความเข้มข้น 2.5% สามารถป้องกันยุงลายบ้าน ยุงลายสวน ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญกัดได้ 7.0, 8.0, 8.0 และ 8.0 ชม.ตามลำดับ รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าขมิ้นชันยังสามารถป้องกันการวางไข่ของยุงทั้ง 4 ชนิดได้ โดยสามารถยับยั้งการวางไข่ของยุงลายบ้านได้ 94.70% ในขณะที่ DEET (N, N-diethyl-3-methylbenzamide) ไม่สามารถยับยั้งการวางไข่ของยุงลายได้ นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าสารสกัดจากขมิ้นอ้อย (*Curcuma aromatica*) ให้ผลดีในการไล่ป้องกันยุงลาย *Aedes togoi* กัดในสภาพห้องปฏิบัติการโดยมีค่า  $ED_{50} = 0.061 \text{ mg/cm}^2$  และยังมีผลดีในการป้องกันยุงกัดในสภาพนอกห้องปฏิบัติการได้ 89.69% (Pitasawat et al., 2003; Tawatsin et al., 2006)

Taylor-Hough (2010) รายงานว่าสารไล่แมลงจากธรรมชาตินั้นสามารถไล่หรือป้องกันแมลง ยุงต่างๆ กัดได้ในเวลาที่สั้นๆ แต่มีความปลอดภัยกว่าการใช้สารไล่แมลงจากสารเคมีสังเคราะห์ สารไล่ยุงหรือป้องกันยุงกัดจากสมุนไพรธรรมชาติที่ได้ผลดีมากที่สุดได้แก่น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม โรสจอร์จเนียม แต่ในการนำน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมาใช้เป็นสารทากันยุงกัดนั้นควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะอาจจะมีผลทำให้เกิดการแพ้ต่อผิวหนังได้ ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่ให้ผลดีระดับรองลงมาได้แก่น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส น้ำมันละหุ่ง น้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์ น้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มิน น้ำมันทีทรี และน้ำมันสนซีด้า

สำหรับรายงานการวิจัยการนำน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู (*Syzygium aromaticum*) มาใช้ในการป้องกันการกัด และการวางไข่ของยุงนั้นพบว่าทั้งใบและดอกของกานพลูสามารถนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นไอน้ำ และในน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่มีผลในการป้องกันการกัด และการวางไข่ของยุงคือ eugenol, isoeugenol,  $\beta$ -caryophyllene Phasomkusolsil and Soonwera (2011a, b) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลูความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัย ยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) โดยมีค่า  $KT_{50} = 3.44, <1.0$  และ  $<1.0$  นาทีตามลำดับ โดยมีผลทำให้ยุงทั้งสามชนิดตาย 93.60, 100 และ 100% หลังการทดลอง 24 ชม. ตามลำดับ และมีผลในการไล่ยุงทั้งสามชนิดได้ 96.0, 92.0 และ 98.0% ตามลำดับ รวมทั้งยังมีผลในการป้องกันการกัดของยุงทั้งสามชนิดได้ 54.0, 72.0 และ 96.0 นาที ตามลำดับ โดย Bhat and Kempraj (2009) รายงาน

ว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบกานพลูให้ผลดีในการไล่ และการยับยั้งการฟักไข่ของยุงลายสวนได้ดีมากกว่า น้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลู ซึ่งมีผลในการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากใบกานพลูคือ 62.84% ส่วน น้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลูได้คือ 40.64% สำหรับการยับยั้งการกัดนั้น น้ำมันหอมระเหยจากใบ กานพลูมีค่า  $EC_{50} = 0.37$  mg/ml ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลูมีค่า  $EC_{50} = 20$  mg/ml Makhaiik *et al.* (2005) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลองกับตัวเต็มวัยยุงรำคาญ และ ยุงลายบ้าน ซึ่งยุงรำคาญอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยกานพลูมากกว่ายุงลายบ้าน โดยมีค่า  $LC_{50}$  ของยุง รำคาญคือ 0.5% และ  $LC_{50}$  ของยุงลายบ้านคือ 2.7% ซึ่งผลในการทดลองนี้ น้ำมันหอมระเหยกานพลูให้ ผลดีมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมอินเดีย (*Cymbopogon flexuosus*, *Cy. Winterianus*) ยูคา ลิปตัส (*Eucalyptus citriodora*) สนซีด้า (*Pinus roxburghii*) และดาวเรือง (*Tagetes minuta*) สำหรับการ รายงานผลการทดลองของ Tjahjani (2008) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลูให้ผลในการป้องกัน ยุงรำคาญกัดได้  $287 \pm 45$  นาที รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส สามารถป้องกันยุงรำคาญกัดได้  $287 \pm 45$  และ  $123 \pm 25$  นาที ตามลำดับ ในขณะที่ DEET สามารถป้องกัน ยุงรำคาญกัดได้  $731 \pm 98$  นาที ส่วนการทดลองในยุงลายบ้านพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุก ชนิด รวมทั้ง DEET ให้ผลในการป้องกันยุงลายบ้านกัดได้น้อยกว่า ยุงรำคาญ โดยน้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และ DEET ให้ผลในการป้องกันได้ดังนี้  $131 \pm 36.50$ ,  $40 \pm 7.91$ ,  $14 \pm 4.18$  และ  $195 \pm 14.58$  นาที ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยที่ปรับ ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยกานพลู กับน้ำมันหอมระเหยอื่นๆ เช่นน้ำมันหอมระเหยมะแขว่น ซึ่งพบว่า น้ำมันหอมระเหยกานพลูความเข้มข้น 20% และน้ำมันหอมระเหยกานพลูความเข้มข้น 10% ผสมน้ำมัน หอมระเหยมะแขว่น 10% ให้ผลในการป้องกันยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ ยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) และ ยุงก้นปล่อง (*An. stephesi*) ได้นาน 4-5 ชม. (Trongtoki *et al.*, 2004; Trogtoki *et al.*, 2005) Kang *et al.* (2009) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบและดอกกานพลูให้ผลในการป้องกันยุงรำคาญ *Cx. pipiens pallens* ได้ดีมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดอื่นๆ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจาก ดอกกานพลูให้ผลในการป้องกันยุงรำคาญชนิดนี้กัดได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบกานพลู รวมทั้งพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลู น้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลู+5% vanillin และ DEET โดยใช้ที่ อัตรา  $0.005$  mg/cm<sup>2</sup> พบว่าสามารถป้องกันยุงรำคาญชนิดนี้กัดได้  $82.0 \pm 0$ ,  $95.3 \pm 2.4$  และ  $94.8 \pm 7.8\%$  ใน เวลา 1 ชม.ตามลำดับ

ส่วนตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) นั้นจัดเป็นพืช สมุนไพรที่นำมาใช้ในการป้องกันกำจัดทั้งลูกน้ำ และตัวเต็มวัยของยุงหลายชนิด โดยเฉพาะน้ำมันหอม ระเหยที่สกัดได้จากใบ และลำต้นของตะไคร้ทั้งสองชนิดนี้ โดยวิธีการกลั่นไอน้ำ พบว่ามีสารสำคัญคือ *β-citronellol*, *citronellol* และ *geraniol* ซึ่งสารสำคัญต่างๆเหล่านี้ให้ผลดีทั้งในการป้องกันยุงลายบ้าน และ ยุงรำคาญกัด โดยมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 30% สามารถป้องกันยุงลายบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัดได้ 60 นาที ในขณะที่ DEET สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้ 250-300 นาที นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 15% + vanillin 5% ป้องกันยุงลายสวนได้ 3 ชม. น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 15% + vanillin 5%; vanillin 5% และ DEET 4% สามารถป้องกันยุงลายสวนกัดได้ 5, 1 และ 6 ชม. ตามลำดับ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 10% สามารถป้องกันยุงรำคาญ (*Cx nigripalpus*) กัดได้นาน 312 นาที ในขณะที่ DEET ความเข้มข้น 7% สามารถป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 288 นาที (Maseti and Maini, 2006; Yang and Ma, 2006; Zaridah et al., 2005; Barnard and Xue, 2004) Phasomkusolsil and Soonwera (2001a, b) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) อย่างมาก โดยมีค่า  $KT_{50}$  คือ  $<1.0$  โดยมีผลทำให้ยุงทั้งสามชนิดตาย 100% หลังการทดลอง 24 ชม. และมีผลในการไล่ยุงทั้งสามชนิดได้ 100, 98.0 และ 98.0% ตามลำดับ และยังให้ผลดีในการป้องกันยุงทั้งสามชนิดกัดได้ 72.0, 84.0 และ 132.0 นาที ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่องอย่างมาก เช่นเดียวกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม โดยมีค่า  $KT_{50}$  ดังนี้ 1.22,  $<1.0$  และ  $<1.0$  นาที ตามลำดับ และมีผลทำให้ยุงทั้งสามชนิดตาย 97.60, 100 และ 100% หลังการทดลอง 24 ชม. ตามลำดับ นอกจากนี้ Sritabuta et al. (2011) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้สามารถป้องกันยุงลายบ้าน และยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) กัดได้ดังนี้  $98.66 \pm 11.56$  และ  $98.0 \pm 15.28$  นาที มีอัตราการกัด 0.97 และ 0.80% ตามลำดับ

สำหรับกระดังงาไทย (*Cananga odorata*) ในสวนดอกไม้ น้ำมันหอมระเหยที่มีสารสำคัญที่เป็นพิษต่อยุงโดย Phasomkusolsil and Soonwera (2011a, b) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง (*An. dirus*) ในระดับปานกลาง โดยมีค่า  $KT_{50}$  คือ 21.33, 1.70 และ 2.44 นาที และมีผลทำให้ยุงทั้งสามชนิดตาย 54.40, 60.0 และ 89.60% หลังการทดลอง 24 ชม. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผลในการไล่ยุงทั้งสามชนิดได้ 66.0, 90.0 และ 92.0% มีอัตราการกัด  $1.70 \pm 1.06$ ,  $0.50 \pm 0.53$  และ  $0.40 \pm 0.70\%$  ตามลำดับ

ส่วนโหระพา (*Ocimum basilicum* L.) มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพามีคุณสมบัติในการไล่ และฆ่าแมลง รวมทั้งยังมีฤทธิ์ในการป้องกันการกัดของยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยังมีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้าน และลูกน้ำยุงรำคาญ (กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์, 2546) ซึ่ง Phasomkusolsil and Soonwera (2011a,b) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง ในระดับปานกลาง โดยมีค่า  $KT_{50}$  คือ 62.18, 1.66 และ  $< 1.0$  นาที และมีผลทำให้ยุงทั้งสามชนิดตาย 70.40, 47.20 และ 76.80% หลังการทดลอง 24 ชม. ตามลำดับ รวมทั้งยังมีผลในการไล่ยุงทั้งสามชนิดได้ 84.0, 90.0 และ 96.0% และมีอัตราการกัด  $0.80 \pm 0.79$ ,  $0.50 \pm 0.53$  และ  $0.20 \pm 0.42\%$  ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผลในการป้องกันยุงทั้งสามชนิดกัดได้ 30.0, 42.0 และ 30.0 นาที ตามลำดับ Amer and Mehlhorn (2006) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจาก

โหระพาให้ผลดีในการป้องกันยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่องได้ 120.0, 480.0 และ 210.0 ตามลำดับ Sritabutra et al. (2011) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 5% + น้ำมันหอมระเหยโหระพาความเข้มข้น 5% ในน้ำมันพืชมีผลในการป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญกัดได้  $98.89 \pm 10.28$  และ  $210.0 \pm 10.70$  นาที และมีอัตราการกัด 0.90 และ 0.93% ตามลำดับ Phasomkusolsil and Soonwera (2010a) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพา + น้ำมันหอมระเหยไพล ความเข้มข้น 10% ในน้ำมันพืชให้ผลดีในการป้องกันยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง (*An. mimimus*) กัดได้ 90.1, 165.0 และ 205.0 นาที ตามลำดับ มยุรา (2553) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยส้ม น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสผสมน้ำมันหอมระเหยกานพลู และน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ความเข้มข้น 10% ในเอทิลแอลกอฮอล์มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญตาย 100% หลังการทดลอง 1 ชม. โดยมีค่า  $LT_{50} = 4.20$  นาที Warikoo et al. (2011) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ น้ำมันเมล็ดคีนไซ และน้ำมันเปปเปอร์มิน ให้ผลดีในการป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน โดยมีค่า ER (Effective Repellency) ดังนี้ 95.5, 97.0, 74.7, 36.0 และ 97.5% ตามลำดับ รวมทั้งยังมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาพื้นเมืองของแทนซาเนีย 2 ชนิดคือ *Ocimum suave* (Wild) และ *Ocimum kilimandscharicum* (Guerke) สามารถป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 88.65 และ 90.5% ตามลำดับ ในขณะที่ DEET ป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 91.30%

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ในการป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ เช่น Kumer et al. (2011) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มิน (*Mentha piperita*) มีพิษทั้งต่อลูกน้ำยุงลายบ้านวันที่ 4 โดยมีค่า  $LC_{50} = 111.90$  ppm หลังการทดลอง 24 ชม. และยังมีผลในการป้องกันการกัดของยุงลายบ้านได้ 100% ในเวลา 150 นาที Ansari et al. (2005) รายงานว่าน้ำมันสนประกอบด้วยสารสำคัญเช่น k-terpineole, eugenol, isoeugenol ที่มีผลต่อการตายของตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ โดยมีค่า  $LC_{50} = 82.10$  และ 85.70 ppm รวมทั้งน้ำมันสนยังมีผลในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้  $97.40 \pm 1.70\%$  ในเวลา 9 ชม. Gilliji et al. (2008) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส (*Eucalyptus saligna*) ความเข้มข้น 12.50, 25.0, 50.0 และ 90.0% มีผลในการป้องกันยุงลายบ้านกัดได้  $20.0 \pm 20.00$ ,  $17.0 \pm 7.0$ , 90.0 และ 90.0 นาที Misni et al. (2008) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยมาเลเซีย *Piper aduncum* Linn. (F. Piperaceae) ความเข้มข้น 0.4 g มีผลในการป้องกันการกัดของยุงลายบ้านได้ 100% นาน 2 ชม. ส่วน DEET ความเข้มข้น 10% มีผลป้องกันการกัดของยุงลายบ้านได้ 100% นาน 4 ชม. Yang et al. (2005) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากส้มเขียวหวาน (*Citrus sinensis*) มีสารสำคัญคือ  $\alpha$ -citral และ citral มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญตาย มี  $LC_{50} = 0.0513\%$  หลังการทดลอง 24 ชม. นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย (*Cinamomum zeylanicum*) ตะไคร้ต้น (*Litsea cubeba*) และขิง (*Zingiber officinalis*) ความเข้มข้น 20% ป้องกันการ

กัดของยุงรำคาญได้ 480, 480 และ 120 นาที ตามลำดับ ผลการทดลองในยุงลายบ้านพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพริกหอม (*Zanthoxylum piperitum*) เทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens*) และเปราะหอม (*Kaempferia galangal*) ความเข้มข้น 0.1 ml/30 cm<sup>2</sup> มีผลในการป้องกันกัดของยุงลายบ้านได้ 1 ชม. 30 และ 15 นาที และเมื่อผสมน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดด้วย vanillin 10% มีผลทำให้สามารถป้องกันการกัดของยุงลายบ้านได้มากขึ้นคือ 2.5 ชม. 30 นาที และ 1.25 ชม. ตามลำดับ (Glaiser et al., 2010; Choochote et al., 2007) รวมทั้งยังมีรายงานว่า การนำน้ำมันหอมระเหยจากผลมะแขว่น (*Zanthoxylum limmonella*) และใบส้ม (*Citrus aurantifolia*) ความเข้มข้น 30% ผสมน้ำมันมะพร้าว หรือมัสตาร์ด พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดที่ผสมด้วยมัสตาร์ดให้ผลในการป้องกันการกัดของยุงลายสวนได้ดีกว่าน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันหอมระเหยมะแขว่นความเข้มข้น 30% + มัสตาร์ด ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการกัดของยุงลายสวนได้นาน 296.0 นาที (Das et al., 2003) Choi et al. (2002) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากลาเวนเดอร์ (*Lavender officinalis*) โรสแมรี่ (*Rosemaris officinalis*) และไทม์ (*Thymus vulgaris*) มีผลในการป้องกันการกัดของยุงรำคาญ (*Culex pipiens pallens*) ได้ 65, 77 และ 91% ในเวลา 31.0±3.67, 47.0±8.28 และ 65.4±12.2 นาที ตามลำดับ

ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากดอกกระดังงาไทย ดอกกานพลู ลำต้นตะไคร้ ลำต้นตะไคร้หอม และใบโหระพา เพื่อใช้ในการทดลองในการป้องกันกำจัด และการวางไข่ของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ ซึ่งคาดว่าประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้คือ ได้ทราบชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัด และการวางไข่ของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ รวมทั้งการนำผลงานวิจัยไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรในการป้องกันกำจัด และการวางไข่ของยุงทั้งสองชนิด

## อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆดังนี้

### 1.สถานที่ดำเนินการทดลอง

ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา และสิ่งแวดล้อม ชั้น 4 ตึกบุญนาค (แอล) และเรือนทดลอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

### 2.การเลี้ยงยุงลายบ้าน และยุงรำคาญเพื่อใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนในการทดลองโดยการเก็บรวบรวมไข่ยุงลายบ้าน และยุงรำคาญในเรือนทดลอง โดยใช้ถาดพลาสติกขนาด 25.0x35.0x8.0 ซม. จำนวน 2 ถาด แต่ละถาดใส่น้ำสะอาดปราศจากครอรีนจำนวน 1,500 มล. ต่อถาด ถาดแรกวางกรวยกระดาษขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 ซม. สูง 10.0 ซม.จำนวน 3 กรวย ต่อถาด เพื่อให้ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านวางไข่ และอีกถาดใช้สำหรับให้ตัวเต็มวัยเพศเมียยุงรำคาญวางไข่ เมื่อเตรียมถาดวางไข่เรียบร้อยแล้วนำถาดทั้งสองถาดไปวางไว้ในเรือนทดลอง หลังจากนั้น 2-3 วัน เก็บไข่ยุงแต่ละชนิดในแต่ละถาด แล้วนำมาแยกเลี้ยงในห้องปฏิบัติการโดยใช้ถาดเลี้ยงลูกยุง (25.0x35.0x8.0 ซม.) เติมน้ำปราศจากคลอรีน 1,500 มล. ต่อถาด แล้วนำกรวยไข่ยุงลายบ้านแช่ให้จม น้ำ ถาดละ 1 กรวยไข่ สำหรับยุงรำคาญน้ำแช่ 1-2 แพน วางบนผิวน้ำในถาดเลี้ยงลูกน้ำยุงประมาณ 1-2 วัน ไข่ยุงแต่ละชนิดฟักเป็นลูกน้ำวัยที่ 1 ใช้โรบแห้งป็นอาหาร หลังจากนั้น 3-5 วัน ลูกน้ำวัยที่ 1 เจริญเติบโตเป็นลูกน้ำวัยที่ 2 ลูกน้ำวัยที่ 3 และลูกน้ำวัยที่ 4 ตามลำดับ โดยลูกน้ำวัยที่ 2, 3 และ 4 ให้อาหารปลาชนิดเม็ดที่มีโปรตีนมากกว่า 26.0% เป็นอาหาร จากนั้นลูกน้ำจะเข้าดักแด้ (ตัวโม่) ซึ่งตัวโม่จะไม่กินอาหาร จากนั้นใช้หลอดดูด (dropper) ดูดตัวโม่ ใส่ถ้วยพลาสติกขนาด 500 มล. จำนวน 50 ตัวต่อถ้วย แล้วนำถ้วยใส่ตัวโม่นี้วางไว้ในกรงเลี้ยงยุงขนาด 30.0x30.0x30.0 ซม. จากนั้นใช้ผ้าขนหนูชุบน้ำให้ชุ่มปิดกรงเลี้ยงยุง 2 ด้านเพื่อเพิ่มความชื้น และอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของตัวโม่เป็นตัวเต็มวัยเร็วขึ้น จากนั้น 2-3 วัน ตัวโม่เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยให้อาหารตัวเต็มวัยโดยใช้สำลีพันก้านยาวประมาณ 20.0 ซม. ใส่ขวดสีชาที่มีกลูโคส (glucose) + ฟรุคโตส (fructose) + มัลติโวลตามินไซรัม (multivitamin syrup) ความเข้มข้น 10% พร้อมทั้งให้เลือดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สำหรับตัวเต็มวัยเพศเมีย หลังจากยุงลายบ้าน และยุงรำคาญผสมพันธุ์ และกินเลือดอิ่มแล้ว 2-3 วัน ยุงเพศเมียแต่ละชนิดจะวางไข่ ใช้เครื่องดูดแมลง (aspirator) ดูดยุงเพศเมียแต่ละชนิด 50 ตัว ใส่กรงเลี้ยงยุง (30.0x30.0x30.0 ซม.) พร้อมทั้งเตรียมถ้วยพลาสติกใส่น้ำขนาด 300 มล. ใส่น้ำสะอาด 200 มล. และใส่กรวยกระดาษต่อถ้วย เพื่อให้ตัวเมียยุงลายบ้านวางไข่ ส่วนยุงรำคาญใช้ถ้วยขนาด 300 มล. ใส่น้ำสะอาด 200 มล. แล้ววางถ้วยในกรงยุงเพื่อให้ตัวเมียยุงรำคาญวางไข่ เมื่อยุงแต่ละชนิดวางไข่ นำไข่ยุงแต่ละชนิดไปเลี้ยงตามวิธีการที่กล่าวมาแล้วจนกระทั่งยุงแต่ละชนิดเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย จึงนำตัวเต็มวัยของยุงแต่ละชนิดมาใช้ในการทดลองในบางส่วน และที่เหลืออีกบางส่วนแยกไว้แต่ละชนิดเพื่อเลี้ยงไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การเก็บรวบรวมพืชสมุนไพร และการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

พืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการทดลองนี้มี 5 ชนิด ได้แก่ ดอกกระดังงาไทย (*ylang-ylang, Cananga odorata* Lamk; Annonaceae) ดอกกานพลู (*Clove, Syzygium aromaticum* Merr. Et Perry; Myrtaceae) ลำต้นตะไคร้ (*Lemon grass; Cymbopogon citrates* (DC.) Stapf.; Gramineae), ลำต้นตะไคร้หอม (*citronella grass, Cymbopogon nardus* (L.) Rendle; Gramineae) โดยพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดนี้เก็บจาก อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และใบโหระพา (*sweet basil, Ocimum basilicum* L.; Labitae) เก็บจากตลาดกระบัง กรุงเทพฯ (Table 1) จากนั้นนำพืชสมุนไพรแต่ละชนิดจำนวน 1,000 กรัม ล้างน้ำให้สะอาดฟุ้งลมให้แห้ง แยกหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แต่ละชนิด จากนั้นแยกกลั่นน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด โดยใช้เครื่องกลั่นไอน้ำเมื่อได้น้ำมันหอมระเหยแล้วแยกเก็บใส่ขวดสีชา รวมทั้งปรับความเข้มข้นในพืชสมุนไพรแต่ละชนิดที่ 2 ความเข้มข้นคือ 5 และ 10% ในน้ำมันมะพร้าว และเอทิลแอลกอฮอล์ เพื่อเตรียมไว้ใช้ในการทดลองต่อไป (Table 1)

### 4. การทดลองในการป้องกันการกัดของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ

การทดลองใช้วิธีการ human-arm-in cage มีผู้ทำการทดสอบจำนวน 3 คน อายุ 20-50 ปี ไม่แยกเพศ มีสุขภาพดี มีความพร้อมในการทดสอบ และมีความสมัครใจในการทดสอบ โดยในการทดสอบนั้นผู้ทดสอบแต่ละคนใช้กรงยุงทดสอบ 1 กรง แต่ละกรงยุงทดสอบมีตัวเต็มวัยเพศเมียยุงลายบ้านอายุ 3-4 วัน จำนวน 250 ตัว ที่ยังไม่เคยกินเลือดมาก่อน ใส่ในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 30.0x30.0x30.0 ซม. ก่อนการทดสอบให้ผู้ทดสอบล้างมือ แขนให้สะอาด ไม่ทาน้ำหอม แป้งฝุ่น โลชั่น หรือเครื่องประทินผิวอื่นๆ จากนั้นทำการทดสอบการกัดของยุงลายบ้าน โดยการยื่นแขนที่ไม่ได้ทาน้ำมันหอมระเหย หรือสารทดสอบชนิดใดๆ เข้าไปในกรงยุงในเวลา 5 วินาที หากมียุงลายบ้านกัดแขนที่ยื่นเข้าไปในกรงยุงแสดงให้เห็นว่ายุงลายบ้านที่อยู่ในกรงนั้นพร้อมในการทดสอบ จากนั้นนำถุงมือยางที่มีความยาวประมาณ 50.0 ซม. ตัดช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านท้องแขนขนาด 3x10 ซม. แล้วสวมถุงมือในแขนข้างที่ยังไม่ได้ทำการทดสอบ จากนั้นทาน้ำมันหอมระเหยที่เตรียมไว้ใน Table 1 ปริมาณ 0.1 มล. ที่พื้นที่แขนบริเวณที่จะช่องสี่เหลี่ยมไว้ หลังจากนั้น 5 วินาที จึงยื่นแขนเข้าไปในกรงยุงลายบ้านที่เตรียมไว้นาน 3 นาที หากไม่มียุงลายบ้านกัดให้ดึงแขนออกจากกรงยุง และยื่นแขนเข้าไปในกรงยุงลายบ้านทุกๆ 30 นาที หากมียุงลายบ้านกัดบริเวณพื้นที่แขนที่ทำการทดสอบตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปจึงหยุดทำการทดสอบแล้วบันทึกเวลา เริ่มยื่นแขนเข้าไปในกรงยุงลายบ้านครั้งแรกจนถึงช่วงเวลาที่มียุงลายสวนกัดที่พื้นที่ทดสอบตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ช่วงเวลาดังกล่าวกำหนดให้เป็นระยะเวลาป้องกันยุงลายบ้านกัดของน้ำมันหอมระเหยที่ทดสอบแต่ละชนิด คำนวณจากค่าเฉลี่ยของระยะเวลาป้องกันยุงกัดของผู้ทดสอบทั้ง 3 คน ซึ่งในการทดสอบกับยุงลายบ้านนั้นทำการทดสอบในช่วงเวลา 8.00-16.00 น. เพราะเป็นเวลาที่ออกหากินของยุงลายบ้านในเวลากลางวัน สำหรับการทดสอบในยุงรำคาญนั้นดำเนินวิธีการเช่นเดียวกันกับยุงลายบ้านในทุกๆ ขั้นตอนเพียงแต่ทำการทดสอบในช่วงเวลา 18.00-20.00 น. เพราะเป็นยุงที่กัดในเวลากลางคืน สำหรับการทดลองเปรียบเทียบดำเนินการ

ทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบโดยใช้น้ำมันหอมระเหยเพียงแต่ใช้ DEET และน้ำมันมะพร้าวทาแทน  
การใช้น้ำมันหอมระเหย และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ผลต่อไป

#### 5. การทดลองในการป้องกันการวางไข่ของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ

ดำเนินการทดลองโดยการเตรียมถ้วยทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.20 ซม. สูง 50.0 ซม. เติมน้ำ 200 มล. จากนั้นเติมน้ำมันหอมระเหยที่เตรียมไว้ใน Table 1 ปริมาณ 5.0 มล. ลงในแต่ละถ้วยทดสอบ ส่วนถ้วยที่ใช้เป็นการทดลองเปรียบเทียบบนนั้นไม่เติมน้ำมันหอมระเหยชนิดใดเลย แล้วนำถ้วยทดลองและถ้วยทดลองเปรียบเทียบบนเข้าป่าวางในกรงยุงที่มียุงลายบ้านเพศเมียอายุ 3-4 วัน ที่กินเลือดอิ่มแล้ว และพร้อมที่จะวางไข่ จำนวน 50 ตัวต่อกรง หลังจากนั้น 48 ชม. นำถ้วยทดลอง และถ้วยทดสอบเปรียบเทียบบนออกจากกรงยุงลายบ้าน แล้วนับจำนวนไข่ของยุงลายบ้านโดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ ในการทดลองของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ผลต่อไป สำหรับการทดลองในยุงรำคาญนั้น ดำเนินวิธีการเช่นเดียวกับยุงลายบ้านทุกๆขั้นตอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 1.** List of herbal essential oil repellents in coconut oil and ethyl alcohol tested against *Culex quinquefascitus* and *Aedes aegypti*

Common name/ Scientific name Family	Origin of plant	Plant used /chemical constituents	Formulation
1.Ylang-Ylang <i>Cananga odorata</i> Lamk F.Annaceae	Nakhon Ratchasima Thailand	Flower essential oil	5, 10% ylang ylang oil in coconut oil/ ethyl alcohol
2.Clove <i>Syzygium aromaticum</i> Merr. et Perry F.Myrtaceae	Nakhon Ratchasima Thailand	Flower eugenol isoeugenol	5, 10% clove oil in coconut oil/ ethyl alcohol
3.Lemongrass <i>Cymbopogon citratus</i> F.Gramineae	Nakhon Ratchasima Thailand	Stem citronellol	5, 10% lemongrass oil in coconut oil/ ethyl alcohol
4.Citronella grass <i>Cymbopogon nardus</i> F.Gramineae	Nakhon Ratchasima Thailand	Stem citronellol	5, 10% citronella oil in coconut oil/ ethyl alcohol
5.Sweet basil <i>Ocimum basilicum</i> L. F.Labiatae	Bangkok Thailand	Leaf essential oil	5, 10% sweet basil oil in coconut oil/ ethyl alcohol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองใน Table 2 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และ น้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 5% ในน้ำมันมะพร้าว สำหรับการทดลองเปรียบเทียบมี 3 ชนิดคือ น้ำมันมะพร้าว DEET (N,N-diethyl-3-methyl benzamide) และไม่ใช้น้ำมันหอมระเหยชนิดใด (untreated) ต่อการป้องกันยุงกัด และการไล่ยุงรำคาญ (*Cx. quinquefasciatus*) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัด เพอร์เซ็นต์การป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของยุง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยให้ผลดีที่สุดในการป้องกันการทดลองโดยมีผลในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้นานที่สุดคือ  $90.0 \pm 0$  นาที โดยมีผลในการป้องกันยุงกัดได้ 96.0% และมีอัตราการกัดของยุงรำคาญได้ 0.80% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันมะพร้าว และ untreated โดยมีเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้นาน  $55.0 \pm 2.35$ ,  $40.0 \pm 0$ ,  $40.0 \pm 10.35$ ,  $35.0 \pm 2.35$ ,  $21.35 \pm 4.71$  และ 0 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 96.0, 94.0, 94.0 96.0, 96.03 และ 0% ตามลำดับ รวมทั้งยังมีอัตราการกัดของยุงรำคาญดังนี้ 1.06, 1.20, 1.20, 0.80, 4.0 และ 20.05% ตามลำดับ สำหรับ DEET ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้ในการป้องกันการกัดของยุงนั้นพบว่าให้ผลในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้ดีมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดคือสามารถป้องกันยุงรำคาญกัดได้นานมากถึง  $401.0 \pm 8.36$  นาที โดยมีผลในการป้องกันยุงกัดได้ 96.0% และมีอัตรายุงกัด 0.80%

ผลการทดลองใน Table 3 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และ น้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 10% โดยมีการทดลองเปรียบเทียบ 3 ชนิด คือน้ำมันมะพร้าว DEET และไม่ใช้น้ำมันหอมระเหยชนิดใด (untreated) ในการป้องกันยุงกัดของยุงรำคาญ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเวลาในการป้องกันยุงกัด เพอร์เซ็นต์การป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของยุง พบว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้ในเวลา  $126.67 \pm 5.77$  นาที โดยมีผลในการป้องกันยุงกัดได้ 96.0% และมีอัตรายุงกัด 0.80% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันมะพร้าว และไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดใด (untreated) โดยมีเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัดได้  $93.33 \pm 15.20$ ,  $90.0 \pm 17.32$ ,  $86.67 \pm 10.40$ ,  $78.33 \pm 2.89$ ,  $22.31 \pm 2.37$  และ 0 นาที ตามลำดับ

มีผลในการป้องกันยุงกัดได้ 94.05, 94.05, 94.05, 96.03, 94.05 และ 0% ตามลำดับ โดยมีอัตรา ยุงกัด 1.20, 1.20, 1.06, 0.80, 1.20 และ 20.20% ตามลำดับ ส่วน DEET ให้ผลการทดลองดีมากกว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิด ซึ่งสามารถป้องกันยุงกัดได้นาน  $389.12 \pm 7.35$  นาที ป้องกันยุง กัดได้ 96.03% และมีอัตรายุงกัดได้ 1.20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองใน Table 4 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และ น้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 5% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบมี 3 ชนิดคือน้ำมันมะพร้าว DEET และไม่ใช้น้ำมันหอมระเหยชนิดใด (untreated) ต่อการป้องกันกัด และการไล่ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) โดยเมื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัด เปอร์เซ็นต์การป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของยุงพบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมให้ผลดีที่สุดในการทดลอง ซึ่งมีผลในการป้องกันยุงกัดได้นาน  $60.0 \pm 6.30$  นาที สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้ 92.38% และมีอัตราการกัด 1.60% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันมะพร้าว และไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยชนิดใดโดยมีเวลาเฉลี่ยในการป้องกันกัดได้  $53.20 \pm 5.79$ ,  $45.57 \pm 1.38$ ,  $35.64 \pm 2.58$ ,  $30.71 \pm 2.68$ ,  $25.31 \pm 4.79$  และ 0 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีผลในการป้องกันยุงกัดได้ 94.29, 92.38, 94.29, 92.38 และ 0% ตามลำดับ รวมทั้งมีอัตราการกัดดังนี้ 1.20, 1.60, 1.60, 1.20, 1.60 และ 21.0% ตามลำดับ สำหรับ DEET ที่ใช้เป็นการทดลองเปรียบเทียบกับอีกชนิดหนึ่งนั้นพบว่าให้ผลดีในการทดลองมากกว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิด น้ำมันมะพร้าว และไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหย ซึ่งสามารถป้องกันยุงกัดได้นาน  $397.61 \pm 7.93$  นาที ป้องกันยุงกัดได้ 94.29% และมีอัตราการกัดได้ 1.20%

ผลการทดลองใน Table 5 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และ น้ำมันหอมระเหยโหระพาความเข้มข้น 10% ส่วนการทดลองเปรียบเทียบมี 3 ชนิดคือน้ำมันมะพร้าว DEET และไม่ใช้น้ำมันหอมระเหยชนิดใด (untreated) ต่อการป้องกันกัด และการไล่ยุงลายบ้านโดยเมื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายกัด เปอร์เซ็นต์การป้องกันยุงกัด และอัตราการกัดของยุงพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีผลในการป้องกันยุงกัดได้นาน  $96.67 \pm 11.55$  นาที สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้ 96.61 โดยมีอัตราการยุงลายบ้านกัด 0.80% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันมะพร้าว และไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยชนิดใดโดยมีเวลาเฉลี่ยในการป้องกันกัดได้  $86.67 \pm 10.40$ ,  $86.67 \pm 5.77$ ,  $77.0 \pm 3.46$ ,  $63.67 \pm 3.21$ ,  $25.11 \pm 3.21$  และ 0 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีผลในการป้องกันยุงลายบ้านกัด 94.75, 94.75, 95.38, 94.40, 96.61 และ 0% ตามลำดับ และมีอัตราการกัดดังนี้ 1.06, 1.06, 0.93, 1.13, 0.80 และ 20.20 ส่วน DEET ให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยให้ผลดีมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร น้ำมันมะพร้าว และไม่ได้ใช้น้ำมันหอมระเหยชนิดใด พบว่ามีผลป้องกันยุงกัดได้  $409.0 \pm 8.53$  นาที ป้องกันยุงกัดได้ 94.45% และมีอัตราการกัด 1.12%

ผลการทดลองใน Table 6 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และ

น้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 5% ในน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันมะพร้าว ต่อการไล่ยุงรำคาญมาวางไข่ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่เฉลี่ย จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว เปอร์เซ็นต์การไล่ยุงไม่ให้วางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยมีผลในการไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียมาวางไข่ได้ 100% ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ย 0 ฟอง ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่ 3,207.0±110.67 ฟอง และมีดัชนีการวางไข่ -1.0 นั่นคือน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยมีคุณสมบัติในการไล่ยุงเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ได้สูงมาก รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันมะพร้าว (การทดลองเปรียบเทียบ) โดยมีจำนวนไข่ 10.37±1.65, 20.67±6.05, 25.0±2.36, 28.31±8.67 และ 612.0±34.0 ฟอง ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่เฉลี่ยดังนี้ 2,367.0±125.50, 2,107.0±120.56, 3,006.0±90.20, 2,138.0±125.37 และ 2250.0±137.0 ฟอง ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนไข่ต่อยุงเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.21, 0.41, 0.50, 0.56 และ 12.24 ฟอง ต่อตัวตามลำดับ โดยมีดัชนีการไล่ยุงไม่ให้มาวางไข่ดังนี้ 99.56, 99.02, 99.16, 98.67 และ 72.80% ตามลำดับ รวมทั้งยังมีดัชนีการวางไข่ดังนี้ -0.99, -0.98, -0.98, -0.97 และ -0.57 ตามลำดับ ซึ่งทำให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยกานพลู และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นสารไล่ไม่ให้ยุงรำคาญวางไข่ ส่วนน้ำมันมะพร้าวมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงไม่ให้มาวางไข่ได้ แต่ผลไม่ดีเท่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ผลการทดลอง Table 7 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิดได้แก่น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 10% ในน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันมะพร้าว (การทดลองเปรียบเทียบ) ต่อการไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียมาวางไข่ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่เฉลี่ย จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงรำคาญเพศเมีย 1 ตัว เปอร์เซ็นต์การไล่ยุงไม่ให้วางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีผลในการไล่ยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ได้ผลดีใกล้เคียงกัน แต่น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย และน้ำมันหอมระเหยกานพลู ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยยุงรำคาญไม่สามารถมาวางไข่ได้ มีผลในการไล่ยุงรำคาญไม่ให้มาวางไข่ได้ 100% และมีดัชนีการวางไข่สูงมากคือ -1.0 ซึ่งหมายถึงน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นเป็นสารไล่ไม่ให้ยุงรำคาญมาวางไข่ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ย 5.20±1.50, 10.51±3.70, 12.0±3.77 และ 580.0±53.50 ฟอง ตามลำดับ ซึ่งในการทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่ดังนี้ 2,069.0±60.54, 2,107.0±70.34, 2,331.66±120.37 และ 2080.0±70.40 ฟอง ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่ต่อยุงรำคาญเพศเมีย 1 ตัวดังนี้ 0.10, 0.21, 0.24 และ 11.60 ฟองต่อ 1 ตัวเมีย นอกจากนี้ยังมีเปอร์เซ็นต์การไล่ยุงไม่ให้มาวางไข่ดังนี้ 99.74, 99.50, 99.48 และ 72.11% ตามลำดับ รวมทั้งยังมีดัชนีการวางไข่ดังนี้ -0.98, -0.98, -0.99 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-0.56 นั่นคือน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีประสิทธิภาพดีในการเป็นสารไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียวางไข่

ผลการทดลองใน Table 8 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 5% ในเอทิลแอลกอฮอล์ และเอทิลแอลกอฮอล์ ต่อการไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียวางไข่ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่เฉลี่ย จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงรำคาญเพศเมีย 1 ตัว เพอร์เซ็นต์การไล่ยุงไม่ให้วางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีประสิทธิภาพดีในการไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียวางไข่ และน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยให้ผลดีที่สุดในการทดลอง โดยมีจำนวนไข่  $7.67 \pm 1.35$  ฟอง หรือ 0.15 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่  $1,220.0 \pm 97.56$  ฟอง ซึ่งมีผลในการไล่ไม่ให้ตัวเมียวางไข่ได้ 99.37% และมีดัชนีการวางไข่ -0.99 หมายถึงน้ำมันหอมระเหยชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นสารไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียวางไข่ได้สูง น้ำมันหอมระเหยที่ให้ผลดีในระดับรองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ย  $9.70 \pm 2.10$ ,  $17.33 \pm 5.67$ ,  $26.0 \pm 8.51$ ,  $28.33 \pm 7.51$  และ  $1,300.50 \pm 60.54$  ฟอง ตามลำดับ โดยในการทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่ดังนี้  $1,300.60 \pm 50.40$ ,  $1,200.60 \pm 69.26$ ,  $1,360.0 \pm 63.0$ ,  $1,100 \pm 53.70$  และ  $1,360.0 \pm 62.60$  ฟอง ตามลำดับ มีจำนวนไข่ต่อยุงรำคาญเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.19, 0.35, 0.52, 0.57 และ 26.01 ฟองต่อตัว ตามลำดับ รวมทั้งยังมีเปอร์เซ็นต์การไล่ยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้วางไข่ดังนี้ 99.25, 98.36, 98.09, 97.51 และ 4.41% ตามลำดับ และยังมีดัชนีการวางไข่ดังนี้ -0.98, -0.97, -0.96 และ -0.02 ตามลำดับ นั่นคือน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีประสิทธิภาพดีในการเป็นสารไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียวางไข่ ส่วนเอทิลแอลกอฮอล์ไม่สามารถไล่ยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้วางไข่ได้

ผลการทดลองใน Table 9 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 10% ในเอทิลแอลกอฮอล์ และเอทิลแอลกอฮอล์ ต่อการไล่ยุงรำคาญเพศเมียวางไข่ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่เฉลี่ย จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงรำคาญเพศเมีย 1 ตัว เพอร์เซ็นต์การไล่ยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้วางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีผลดีในการไล่ยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้วางไข่เมื่อเปรียบเทียบกับเอทิลแอลกอฮอล์ และการทดลองเปรียบเทียบ (น้ำเปล่า) รวมทั้งพบว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยให้ผลดีที่สุดในการทดลองไม่มีผลในการไล่ยุงรำคาญไม่ให้วางไข่ได้ 100% ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่มากถึง  $1,208.0 \pm 120.67$  ฟอง นอกจากนี้ยังมีดัชนีการวางไข่ -1.0 นั้นหมายถึงน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ไม่ให้ยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้วางไข่ได้เป็นอย่างดีมาก สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ให้ผลดีรองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยโหระพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งมีจำนวนไซเคิลี่ 1.33±0.67, 4.0±0.16, 9.34±2.34, 71.0±3.51, 2,560.0±70.50 ฟอง ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไซเคิลี่ดังนี้ 2,610.3±72.17, 2,100.0±10.67, 2,107.10±60.31, 2,050.0±70.53 และ 2,580.0±60.50 ฟอง ตามลำดับ โดยมีจำนวนไซเคิลี่ต่อยุงรำคาญเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.03, 0.08, 0.19, 1.42 และ 51.2 ฟองต่อตัว ตามลำดับ รวมทั้งยังมีดัชนีการวางไข่ดังนี้ -0.99, -0.99, -0.99, -0.93 และ -0.003 ตามลำดับ นั่นคือน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ได้

ผลการทดลองใน Table 10 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ในน้ำมันมะพร้าวความเข้มข้น 5% และน้ำมันมะพร้าวต่อการไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไซเคิลี่ จำนวนไซเคิลี่ต่อยุงลายบ้านเพศเมีย 1 ตัว เปอร์เซ็นต์การไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ แต่น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย และน้ำมันหอมระเหยกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยมีผลในการไล่ไม่ให้ยุงลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ได้ 100% โดยมีจำนวนไซ = 0 (ยุงลายบ้านเพศเมียไม่สามารถวางไข่ได้) ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไซ 2,011.0±120.17 และ 2,100.21±110.56 ฟอง ตามลำดับ และมีดัชนีการวางไข่ -1.0 นั้นหมายถึงน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย และน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีคุณสมบัติที่ดีที่เป็นสารไล่ไม่ให้ยุงลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ สำหรับน้ำมันหอมระเหยที่ให้ผลดีในระดับรองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีจำนวนไซเคิลี่ 8.0±5.27, 20.0±2.50, 25.0±10.20 และ 405.50±60.45 ฟอง ตามลำดับ โดยมีจำนวนไซต่อยุงลายบ้านเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.16, 0.40, 0.50 และ 8.11 ฟองต่อตัว ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไซเคิลี่ดังนี้ 2,098.56±110.67, 2,203.14±123.67, 2,100.34±112.56 และ 2,150.50±120.56 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์การไล่ยุงลายบ้านเพศเมียให้วางไข่ดังนี้ 99.62, 99.09, 98.81 และ 81.14% ตามลำดับ และยังมีดัชนีการวางไข่ ดังนี้ -0.99, -0.98, -0.98 และ -0.68 ตามลำดับ นั้นหมายถึงน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดรวมทั้งน้ำมันมะพร้าวให้ผลดีในการเป็นสารไล่ไม่ให้ยุงลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพดี โดยน้ำมันมะพร้าวให้ผลในการไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ไม่ได้เท่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ผลการทดลองใน Table 11 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 10% ในน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันมะพร้าวต่อการไล่ยุงลายบ้าน

121232

เพศเมียไม่ให้มาวางไข่ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่เฉลี่ย จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุ้งลายบ้านเพศเมีย 1 ตัว เพอร์เซ็นต์การไข่ยุ้งลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ผลดีในการไข่ยุ้งลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย และน้ำมันหอมระเหยกานพลูให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยมีผลในการไข่ไม่ให้ยุ้งลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ได้ 100% ซึ่งมีจำนวนไข่ = 0 (ยุ้งลายบ้านเพศเมียไม่สามารถวางไข่ได้) ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่ 2,033.0±58.77 และ 2,099.67±36.17 ฟอง ตามลำดับ และมีดัชนีการวางไข่ -1.0 หมายถึง น้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติที่ดีในการเป็นสารไล่ไม่ให้ยุ้งลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ สำหรับน้ำมันหอมระเหยที่ให้ผลดีในระดับรองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ย 5.83±1.64, 10.25±2.11, 11.50±2.27 และ 590.50±70.64 ฟอง ตามลำดับ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุ้งลายบ้านเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.12, 0.21, 0.23 และ 11.81 ฟอง ต่อตัว ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่เฉลี่ย 2,178.61±22.03, 2,108.0±110.15, 2,149.33±174.58 และ 2,208.61±80.33 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์การไข่ยุ้งลายบ้านเพศเมียไม่ให้วางไข่ ดังนี้ 99.73, 99.51, 99.46 และ 73.26% ตามลำดับ และยังมีดัชนีการวางไข่ดังนี้ -0.99, -0.99, -0.99 และ -0.58 ตามลำดับ หมายถึง น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดรวมทั้งน้ำมันมะพร้าวให้ผลดีในการเป็นสารไล่ไม่ให้ยุ้งลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพดี โดยน้ำมันมะพร้าวให้ผลในการไข่ยุ้งลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ไม่ดีเท่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ผลการทดลอง Table 12 คือผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิดได้แก่น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 5% ในเอทิลแอลกอฮอล์ และเอทิลแอลกอฮอล์ต่อการไข่ยุ้งลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่เฉลี่ย จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุ้งลายบ้านเพศเมีย 1 ตัว เพอร์เซ็นต์การไข่ยุ้งลายบ้านไม่ให้มาวางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดยกเว้นเอทิลแอลกอฮอล์ให้ผลดีในการไล่ไม่ให้ยุ้งลายบ้านเพศเมียมาวางไข่โดยน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยให้ผลดีที่สุดในการทดลองโดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 3.33±2.88 ฟอง จำนวนไข่เฉลี่ยต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัวคือ 0.07 ฟองต่อตัว มีผลในการไล่ไม่ให้ยุ้งลายบ้านเพศเมียวางไข่ 99.83% และมีดัชนีการวางไข่ -0.99 หมายถึง น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยมีคุณสมบัติที่ดีมากในการเป็นสารไล่ไม่ให้ยุ้งลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ให้ผลดีในระดับรองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยโหระพา และเอทิลแอลกอฮอล์ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 8.0±13.11, 36.0±5.29, 53.33±5.78, 79.33±8.14 และ 1,905.0±110.50 ฟอง ตามลำดับ มีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุ้งลายบ้านเพศเมีย 1 ตัว ดังนี้ 0.16, 0.72, 1.07, 1.59 และ 38.10 ฟองต่อตัว ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่เฉลี่ยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1,921.67±103.40, 1,838.0±70.06, 1,879.0±109.42, 1,846.0±80.67 และ 1,910.0±98.56 ฟอง ตามลำดับ โดยมีอัตราการไล่ไม่ให้งูลายบ้านเพศเมียวางไข่ดังนี้ 99.58, 98.04, 97.16, 95.70 และ 0.26% ตามลำดับ โดยมีดัชนีการวางไข่ดังนี้ -0.99, -0.96, -0.94, -0.92 และ -0.001 ซึ่งหมายถึง น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้งูวางไข่ได้ผลดีมาก โดยแตกต่างจากเอทิลแอลกอฮอล์ที่ไม่สามารถไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้งูวางไข่ได้

ผลการทดลองใน Table 13 คือ ผลการทดลองของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 10% ในเอทิลแอลกอฮอล์ และเอทิลแอลกอฮอล์ต่อการไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้งูวางไข่เมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่เฉลี่ย จำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงลายบ้านเพศเมีย 1 ตัว เปอร์เซ็นต์การไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้งูวางไข่ และดัชนีการวางไข่ ผลปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิด (ยกเว้นเอทิลแอลกอฮอล์) ให้ผลดีในการไล่ไม่ให้งูลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ โดยน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย และน้ำมันหอมระเหยกานพลู ให้ผลดีที่สุดในการทดลอง ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ย 0 และ 0 ฟอง ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่เฉลี่ย 1,847.34±56.05 และ 1,784.33±143.48 ฟอง ตามลำดับ และมีอัตราการไล่ไม่ให้งูลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ได้อย่างสมบูรณ์คือ 100% และ 100% รวมทั้งยังมีดัชนีการวางไข่ -1.0 และ -1.0 ตามลำดับ นั้นหมายความว่าน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้งูวางไข่ได้เป็นอย่างดี สำหรับน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ให้ผลดีในการทดลองในระดับรองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยโหระพา น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และเอทิลแอลกอฮอล์ โดยมีจำนวนไข่เฉลี่ย 5.34±1.77, 10.0±5.29, 20.0±10.39 และ 1,890.0±120.50 ฟอง ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนไข่เฉลี่ยต่อยุงลายเพศเมีย 1 ตัวดังนี้ 0.11, 0.20, 0.40 และ 37.80 ฟองต่อตัว ตามลำดับ ในขณะที่การทดลองเปรียบเทียบมีจำนวนไข่เฉลี่ย 1,867.0±104.24, 1,820.0±99.45, 1,953.33±55.08 และ 1,900.50±110.56 ฟอง ตามลำดับ รวมทั้งยังมีอัตราการไล่ยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้งูวางไข่ดังนี้ 99.71, 99.45, 98.97 และ 0.55% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีดัชนีการวางไข่ดังนี้ -0.99, -0.99, -0.98 และ -0.003 ตามลำดับ ซึ่งหมายถึงน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติที่ดีมากในการเป็นสารไล่ไม่ให้งูลายบ้านเพศเมียมาวางไข่ ในขณะที่เอทิลแอลกอฮอล์ไม่สามารถไล่ไม่ให้งูลายบ้านเพศเมียไม่ให้งูวางไข่ได้

จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพา ความเข้มข้น 5 และ 10% ในน้ำมันมะพร้าว โดยความเข้มข้น 10% ให้ผลการทดลองดีกว่าความเข้มข้น 5% และที่ความเข้มข้น 10% ให้ผลดีในการเป็นสารไล่หรือใช้ทาป้องกันยุงรำคาญ และยุงลายบ้านกัดได้ 100% ในเวลา 78-126 นาที และ 63-86 นาที ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันมะพร้าวให้ผลป้องกันยุงทั้งสองชนิดกัดได้ในเวลา 20-25 นาที และ DEET (N, N-diethyl-3-methyl benzamide) ซึ่งเป็น

สารเคมีสังเคราะห์ที่ให้ผลในการทดลองป้องกันยุงทั้งสองชนิดกัดได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดคือ 390-400 นาที โดยน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยให้ผลดีที่สุดในการทดลองเพราะในดอกกระดังงาไทยมีน้ำมันหอมระเหยที่มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในการเป็นพิษต่อลูกน้ำยุง และมีฤทธิ์ในการไล่ยุงรำคาญ และยุงลายบ้านไม่ให้มากัดได้ในเวลาเฉลี่ย 86-126 นาที โดยในการทดลองนี้ให้ผลไปในแนวทางเดียวกับผลการทดลองของ Phasomkusolsil and Soonwera (2011a,b) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน และยุงรำคาญโดยมีค่า  $KT_{50}$  คือ 21.33 และ 1.70 นาที ตามลำดับ รวมทั้งยังมีผลทำให้ยุงทั้งสองชนิดตาย 54.40 และ 60.0% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผลในการไล่ยุงทั้งสองชนิดได้ 66.0 และ 90.0% มีอัตราการกัด 1.70 และ 0.5% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทยนั้นให้ผลดีในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้ดีมากกว่ายุงลายบ้าน นอกจากนี้ผลการทดลองในครั้งนี้ยังใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Tjahjani (2008) ที่รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมให้ผลในการป้องกันยุงรำคาญกัดได้นาน 123-287 นาที ในขณะที่ DEET ป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 731 นาที และน้ำมันหอมระเหยกานพลู และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมป้องกันยุงรำคาญกัดได้นานมากกว่ายุงลายบ้าน รวมทั้งยังมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลู ให้ผลในการป้องกันยุงกัดได้ดีมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากดอกกานพลู ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในการป้องกันยุงกัด หรือไล่ยุงไม่ให้มารบกวนคือ eugenol, isoeugenol,  $\beta$ -caryophyllene (Kang *et al.*, 2009) รวมทั้งผลการทดลองนี้ยังให้ผลไปในแนวทางเดียวกับผลการทดลองของ Phasomkusolsit and Soonwera (2011 a,b) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลูความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ โดยมีค่า  $KT_{50}$  ดังนี้ 3.44 และ <1.0 นาที ตามลำดับ และมีผลทำให้ยุงทั้งสองชนิดตาย 93.60 และ 100% ตามลำดับ

สำหรับผลการทดลองในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมนั้นพบว่าในน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดนี้มีสารออกฤทธิ์ในการไล่ยุงไม่ให้มารบกวนได้แก่  $\beta$ -citronellol, citronellol, geraniol โดยในการทดลองนี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ Yang and Ma (2005) และ Maseti and Maini (2006) ที่รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 30% ป้องกันยุงลายบ้านกัดได้ 60 นาที ในขณะที่ DEET สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้ 250-300 นาที และใกล้เคียงกับรายงานของ Sritabuta *et al.* (2010) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้  $98.66 \pm 11.56$  นาที และมีอัตราการกัด 0.97% นอกจากนี้ผลงานวิจัยนี้ยังไปในแนวทางเดียวกับผลงานวิจัยของมยุรา (2553) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ความเข้มข้น 10% ในเอทิลแอลกอฮอล์ มีผลทำให้ตัวเต็มวัยยุงรำคาญตาย 100% หลังการทดลอง 1 ชม. โดยมีค่า  $LT_{50} = 4.31-20.32$  นาที

ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากโหระพานั้นมีรายงานว่ามีความสมบัติในการไล่ยุงและป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญกัดได้ (กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์, 2546) โดยในการทดลองนี้ น้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญกัดได้ 63.0 และ 93.0 นาที ตามลำดับ ซึ่งน้ำมันหอมระเหย

โหระพาสามารถป้องกันการกัดของยุงรำคาญได้ยาวนานมากกว่ายุงลายบ้าน ซึ่งในการทดลองนี้ให้ผลการทดลองไปในแนวทางเดียวกับการทดลองของ Phasomkusolsil and Soonwera (2011a, b) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาความเข้มข้น 10% มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ โดยมีค่า  $KT_{50}$  ดังนี้ 62.18 และ 1.66 นาที ตามลำดับ รวมทั้งยังมีผลทำให้ยุงลายบ้าน และยุงรำคาญตาย 70.40 และ 42.20% หลังการทดลอง 24 ชม. ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามการนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรมาใช้ในการป้องกันการกัดของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญนั้นสามารถป้องกันได้ในเวลาที่ไม่นานจึงมีข้อเสนอแนะจากนักวิจัยมากมายให้มีการปรับความเข้มข้น หรือส่วนผสมเพิ่มเติม รวมทั้งการเติมสารอื่นๆเข้าไปในส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดของยุงให้ยาวนานมากขึ้น เช่นการนำน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรผสมกันมากกว่า 1 ชนิดดังรายงานการวิจัยของ Sritabutra *et al.* (2011) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาความเข้มข้น 5% ผสมน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 5% ในน้ำมันพืชมีผลในการป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญกัดได้มากกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพียงชนิดเดียว คือสามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้ 100% ในเวลา 98.87 นาที และป้องกันยุงรำคาญกัดได้ 100% ในเวลา 210 นาที รวมทั้ง Phasomkusolsil and Soonwera (2010a) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาความเข้มข้น 5% ผสมน้ำมันหอมระเหยไพล ความเข้มข้น 5% ในน้ำมันพืชให้ผลดีในการป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญกัดได้ 90.0 และ 165.0 นาที ตามลำดับ ซึ่งสามารถป้องกันยุงทั้งสองชนิดกัดได้ยาวนานมากกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพียงชนิดเดียว นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยว่าการเพิ่ม vanillin ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดของยุงให้ยาวนานมากกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพียงชนิดเดียวดังเช่น Choochote *et al.* (2007) รายงานว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยพริกหอม และน้ำมันหอมระเหยเปราะหอมให้ผลในการป้องกันยุงลายส่วนได้ 1 ชม. และ 15 นาที ตามลำดับ แต่เมื่อเติม vanillin 10% ในน้ำมันหอมระเหยพริกหอม และน้ำมันหอมระเหยเปราะหอม พบว่าสามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดได้ยาวนานมากขึ้นคือ 2.5 ชม. และ 1.25 ชม. ตามลำดับ รวมทั้งยังมี Zaridah *et al.* (2005) และ Barnard and Xue (2004) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 15% ผสม vanillin 5% สามารถใช้ป้องกันยุงลายส่วนได้นาน 3 ชม. หรือน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 15% ผสม vanillin 5% สามารถใช้ป้องกันยุงลายส่วนได้ 5 ชม. ซึ่งทำให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มสาร vanillin ผสมกับน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยุงกัดได้ยาวนานมากกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพียงอย่างเดียว

สำหรับผลการทดลองการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการไล่ หรือการป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญเพศเมียมาวางไข่ นั้นพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทุกชนิดมีผลในการป้องกันหรือไล่ไม่ให้ยุงทั้งสองชนิดมาวางไข่ได้ผลดีมาก โดยมีอัตราการไล่ยุงได้ 94.0-100% โดยน้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย และน้ำมันหอมระเหยกานพลูให้ผลดีที่สุดในการไล่ตัวเต็มวัย เพศเมียของยุงทั้งสองชนิด

ไม่ให้มาวางไข่ได้เพราะในดอกของพืชสมุนไพรทั้งสองชนิดมีน้ำมันหอมระเหยที่มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญทำให้สามารถป้องกันหรือไล่ยุงลายบ้าน และยุงรำคาญเพศเมียไม่ให้มาวางไข่ได้อย่างให้ผลดีมาก รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพาจัดเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพดีอีกชนิดหนึ่งเช่นเดียวกันในการนำมาเป็นสารไล่ยุงทั้งสองชนิดไม่ให้มาวางไข่ได้ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Warikoo *et al.* (2011) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาให้ผลดีในการยับยั้ง หรือป้องกันยุงลายบ้านเพศเมียไม่ให้มาวางไข่โดยมีค่า ER (Effective Repellency) = 95.5%

ดังนั้นในการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการป้องกันยุงลายบ้าน และยุงรำคาญกัด และไล่ หรือ การป้องกันตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงทั้งสองชนิดไม่ให้มาวางไข่นั้นนับเป็นวิธีการป้องกันกำจัดยุงทั้งสองชนิดที่ถูกวิธีคือการป้องกันยุงกัดได้ ก็สามารถลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคต่างๆ เช่น ไข้เลือดออก ไข้เหลือง ไข้ปวดข้อยุงลาย เหาช้าง และไข้สมองอักเสบเป็นต้น เพราะโรคต่างๆเหล่านี้มียุงเป็นพาหะนำโรครวมทั้งโรคต่างๆเหล่านี้หลายโรคไม่มีวัคซีนในการป้องกันโรคได้ และวิธีการที่ดีที่สุดอย่างหนึ่งคือการป้องกันยุงกัดนั่นเอง อย่างไรก็ตามในการป้องกันยุงทั้งสองชนิดไม่ให้มาวางไข่นั้น เป็นวิธีการที่ดีมากในการลดประชากรยุง ที่จะเกิดในรุ่นใหม่ๆและเป็นวิธีการป้องกันกำจัดที่ถูก และประหยัดเวลา รวมทั้งยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่างๆยังมีพิษต่อไข่ยุง โดยสามารถยับยั้งการฟักไข่ได้ 100% นอกจากนี้ในการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด และป้องกันการวางไข่ของยุงนั้นย่อมให้ผลดีมากกว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์แม้ให้ผลในการป้องกันกำจัดไม่ดีเท่าสารเคมีสังเคราะห์ก็ตาม แต่เมื่อนึกถึงสุขภาพชีวิตที่ดี และความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมแล้วจึงเห็นว่าผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติย่อมให้ผลดีกว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่นการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรซึ่งมีความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์เลี้ยง ไม่ทำให้เกิดการแพ้ หรือเป็นผื่นแดง สามารถนำมาใช้ได้ในบ้านเรือน ไม่มีพิษตกค้าง เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และประการที่สำคัญคือไม่ทำให้ยุงเกิดความต้านทานซึ่งจะทำให้ยากในการป้องกันกำจัดยุงมากกว่าเดิม

**Table 2** Effect of 5% herbal essential oils in coconut oil, as repellents against *Culex quinquefasciatus*

Repellents	Protection time in minute ± SD	% Protection <sup>1</sup>	%Biting <sup>2</sup>
Ylang-Ylang oil	90.0±0b	96.0	0.80
Clove oil	40.0 ± 0cd	94.0	1.20
Lemongrass oil	35.0 ± 2.35d	96.0	0.80
Citronella grass oil	55.0 ± 2.35cd	96.0	1.06
Sweet basil oil	40.0 ± 10.35cd	94.0	1.20
Coconut oil (negative control)	21.35 ± 4.71e	92.03	4.0
DEET (positive control)	401.0 ±8.36a	96.0	0.80
Control (untreated)	0	0	20.05

<sup>1</sup> % Protection =  $\frac{\text{total biting of control} - \text{total biting of treatment}}{\text{Total biting of control}} \times 100$

<sup>2</sup> % Biting =  $B/250 \times 100$

B = total biting or landing by the end of the test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 3** Effect of 10% herbal essential oils in coconut oil, as repellents against *Culex quinquefasciatus*

Repellents	Protection time in minute $\pm$ SD	% Protection <sup>1</sup>	%Biting <sup>2</sup>
Ylang-Ylang oil	126.67 $\pm$ 5.77b	96.0	0.80
Clove oil	90.0 $\pm$ 17.32c	94.05	1.20
Lemongrass oil	78.33 $\pm$ 2.89d	96.03	0.80
Citronella grass oil	86.67 $\pm$ 10.40cd	94.85	1.06
Sweet basil oil	93.33 $\pm$ 15.28c	94.05	1.20
Coconut oil (negative control)	22.31 $\pm$ 2.37e	94.05	1.20
DEET (positive control)	389.12 $\pm$ 7.35a	96.03	1.20
Control (untreated)	Of 0	0	20.20

<sup>1</sup> % Protection =  $\frac{\text{total biting of control} - \text{total biting of treatment}}{\text{Total biting of control}} \times 100$

<sup>2</sup> % Biting =  $B/250 \times 100$

B = total biting or landing by the end of the test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 4** Effect of 5% herbal essential oils in coconut oil, as repellents against *Aedes aegypti*

Repellents	Protection time in minute $\pm$ SD	% Protection <sup>1</sup>	%Biting <sup>2</sup>
Ylang-Ylang oil	53.20 $\pm$ 5.79bc	94.29	1.20
Clove oil	45.57 $\pm$ 1.38c	92.38	1.60
Lemongrass oil	35.64 $\pm$ 2.58d	92.38	1.60
Citronella grass oil	60.0 $\pm$ 6.30b	92.38	1.60
Sweet basil oil	30.71 $\pm$ 2.68de	94.29	1.20
Coconut oil	25.31 $\pm$ 4.79e	92.38	1.60
(negative control)			
DEET	397.6 $\pm$ 7.93a	94.29	1.20
(positive control)			
Control	0f	0	21.0
(untreated)			

$$^1 \% \text{ Protection} = \frac{\text{total biting of control} - \text{total biting of treatment}}{\text{Total biting of control}} \times 100$$

$$^2 \% \text{ Biting} = \frac{B}{250} \times 100$$

B = total biting or landing by the end of the test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 5** Effect of 10% herbal essential oils in coconut oil, as repellents against *Aedes aegypti*

Repellents	Protection time in minute $\pm$ SD	% Protection <sup>1</sup>	%Biting <sup>2</sup>
Ylang-Ylang oil	86.67 $\pm$ 10.40b	94.75	1.06
Clove oil	77.0 $\pm$ 3.46cb	95.38	0.93
Lemongrass oil	96.67 $\pm$ 11.55b	96.61	0.80
Citronella grass oil	86.67 $\pm$ 5.77b	94.75	1.06
Sweet basil oil	63.67 $\pm$ 3.21e	94.40	1.13
Coconut oil	25.11 $\pm$ 3.21f	96.61	0.80
(negative control)			
DEET	409.0 $\pm$ 8.53a	94.45	1.12
(positive control)			
Control	0g	0	20.20
(untreated)			

<sup>1</sup> % Protection =  $\frac{\text{total biting of control} - \text{total biting of treatment}}{\text{Total biting of control}} \times 100$

Total biting of control

<sup>2</sup> % Biting =  $B/250 \times 100$

B = total biting or landing by the end of the test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 6** Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in coconut oils against *Culex quinquefasciatus*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs $\pm$ SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1</sup>	OAI <sup>2</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	0	3207.0 $\pm$ 110.67	0	100	-1.00
Clove oil	25.0 $\pm$ 2.36	3006.0 $\pm$ 90.20	0.5	99.16	-0.98
Lemongrass oil	20.67 $\pm$ 6.05	2107.0 $\pm$ 120.56	0.41	99.02	-0.98
Citronella grass oil	28.31 $\pm$ 8.67	2138.0 $\pm$ 125.37	0.56	98.67	-0.97
Sweet basil oil	10.37 $\pm$ 1.65	2367.0 $\pm$ 125.50	0.21	99.56	-0.99
Coconut oil	612.0 $\pm$ 34.0	2250.0 $\pm$ 137.0	12.24	72.8	-0.57

$$^1\% \text{ ER} = \frac{\text{NC} - \text{NT}}{\text{NC}} \times 100$$

NC

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$$^2\text{OAI} = \frac{\text{NT} - \text{NS}}{\text{NT} + \text{NS}}$$

NT+ NS

OAI = Oviposition Activity Index

NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 7** Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in coconut oils against *Culex quinquefasciatus*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs ± SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1/</sup>	OAI <sup>2/</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	0	2070.0±90.53	0	100	-1.00
Clove oil	0	2334.33±140.16	0	100	-1.00
Lemongrass oil	10.51±3.70	2107.0±70.34	0.21	99.50	-0.99
Citronella grass oil	12.0±3.77	2331.66±120.37	0.24	99.48	-0.98
Sweet basil oil	5.20±1.50	2069.0±60.54	0.10	99.74	-0.98
Coconut oil	580.0±53.50	2080.0±70.40	11.60	72.11	-0.56

$${}^1\% \text{ ER} = \frac{\text{NC} - \text{NT}}{\text{NC}} \times 100$$

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$${}^2\text{OAI} = \frac{\text{NT} - \text{NS}}{\text{NT} + \text{NS}}$$

OAI = Oviposition Activity Index

NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 8 Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in ethyl alcohol against *Culex quinquefasciatus*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs $\pm$ SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1/</sup>	OAI <sup>2/</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	7.67 $\pm$ 1.35	1220.0 $\pm$ 97.56	0.15	99.37	-0.99
Clove oil	17.33 $\pm$ 5.67	1200.60 $\pm$ 69.26	0.35	98.56	-0.97
Lemongrass oil	26.0 $\pm$ 8.51	1360.0 $\pm$ 63.30	0.52	98.09	-0.96
Citronella grass oil	28.33 $\pm$ 7.51	1100.50 $\pm$ 53.70	0.57	97.51	-0.95
Sweet basil oil	9.70 $\pm$ 2.10	1300.60 $\pm$ 50.40	0.19	99.25	-0.98
Ethyl alcohol	1300.50 $\pm$ 60.54	1360.0 $\pm$ 62.60	26.01	4.41	-0.02

$$^1\% \text{ ER} = \frac{\text{NC} - \text{NT}}{\text{NC}} \times 100$$

NC

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$$^2\text{OAI} = \frac{\text{NT} - \text{NS}}{\text{NT} + \text{NS}}$$

NT+ NS

OAI = Oviposition Activity Index

NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 9** Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in ethyl alcohol against *Culex quinquefasciatus*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs $\pm$ SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1/</sup>	OAI <sup>2/</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	0	1208.0 $\pm$ 120.67	0	100	-1.0
Clove oil	1.33 $\pm$ 0.67	2610.31 $\pm$ 72.17	0.03	99.94	-0.99
Lemongrass oil	9.34 $\pm$ 2.34	2107.10 $\pm$ 60.51	0.19	99.56	-0.99
Citronella grass oil	71.0 $\pm$ 3.51	2050.0 $\pm$ 70.53	1.42	96.54	-0.93
Sweet basil oil	4.0 $\pm$ 0.16	2100.0 $\pm$ 10.67	0.08	99.80	-0.99
Ethyl alcohol	2560.0 $\pm$ 70.50	2580.0 $\pm$ 60.50	51.20	0.78	-0.003

$$^{1/}\% \text{ ER} = \frac{\text{NC} - \text{NT}}{\text{NC}} \times 100$$

NC

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$$^{2/}\text{OAI} = \frac{\text{NT} - \text{NS}}{\text{NT} + \text{NS}}$$

NT+ NS

OAI = Oviposition Activity Index

NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 10** Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in coconut oils against *Aedes aegypti*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs ± SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1)</sup>	OAI <sup>2)</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	0	2011.0±120.17	0	100	-1.0
Clove oil	0	2100.21±110.56	0	100	-1.0
Lemongrass oil	20.0±2.50	2203.14±123.67	0.40	99.09	-0.98
Citronella grass oil	25.0±10.20	2100.34±112.56	0.50	98.81	-0.98
Sweet basil oil	8.0±5.27	2098.56±110.67	0.16	99.62	-0.99
Coconut oil	405.50±60.45	2150.50±120.56	8.11	81.14	-0.68

$$^1\% \text{ ER} = \frac{\text{NC} - \text{NT}}{\text{NC}} \times 100$$

NC

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$$^2\text{OAI} = \frac{\text{NT} - \text{NS}}{\text{NT} + \text{NS}}$$

NT+ NS

OAI = Oviposition Activity Index

NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 11** Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in coconut oils against *Aedes aegypti*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs ± SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1/</sup>	OAI <sup>2/</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	0	2033.0±58.77	0	100	-1.0
Clove oil	0	2099.67±36.17	0	100	-1.0
Lemongrass oil	10.25±2.11	2108.0±110.15	0.21	99.51	-0.99
Citronella grass oil	11.50±2.27	2149.33±174.58	0.23	99.46	-0.99
Sweet basil oil	5.83±1.64	2178.61±22.03	0.12	99.73	-0.99
Coconut oil	590.50±70.64	2208.61±80.53	11.81	73.26	-0.58

$$^{1/}\% \text{ ER} = \frac{\text{NC} - \text{NT}}{\text{NC}} \times 100$$

NC

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$$^{2/}\text{OAI} = \frac{\text{NT} - \text{NS}}{\text{NT} + \text{NS}}$$

NT+ NS

OAI = Oviposition Activity Index

NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 12 Oviposition deterrent effect of 5% herbal essential oils in ethyl alcohol against *Aedes aegypti*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs $\pm$ SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1/</sup>	OAI <sup>2/</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	33.33 $\pm$ 2.88	1950.33 $\pm$ 82.65	0.07	99.83	-0.99
Clove oil	8.0 $\pm$ 13.11	1921.67 $\pm$ 103.40	0.16	99.58	-0.99
Lemongrass oil	53.33 $\pm$ 5.78	1879.0 $\pm$ 109.42	1.07	97.16	-0.94
Citronella grass oil	36.0 $\pm$ 5.29	1838.0 $\pm$ 70.06	0.72	98.04	-0.96
Sweet basil oil	79.33 $\pm$ 8.14	1846.0 $\pm$ 80.67	1.59	95.70	-0.92
Ethyl alcohol	1905.0 $\pm$ 110.50	1910.0 $\pm$ 98.56	38.10	0.26	-0.001

$$^1\% \text{ ER} = \frac{\text{NC} - \text{NT}}{\text{NC}} \times 100$$

NC

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$$^2\text{OAI} = \frac{\text{NT} - \text{NS}}{\text{NT} + \text{NS}}$$

NT+ NS

OAI = Oviposition Activity Index

NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table13 Oviposition deterrent effect of 10% herbal essential oils in ethyl alcohol against *Aedes aegypti*

Herbal essential oils	Mean no. of eggs ± SE		Mean no. of egg per female	% ER <sup>1/</sup>	OAI <sup>2/</sup>
	treated	control			
Ylang-Ylang oil	0	1847.34±56.05	0	100	-1.0
Clove oil	0	1784.33±143.48	0	100	-1.0
Lemongrass oil	10.0±5.29	1820.0±99.45	0.20	99.45	-0.99
Citronella grass oil	20.0±10.39	1953.33±55.08	0.40	98.97	-0.98
Sweet basil oil	5.34±1.77	1867.0±104.24	0.11	99.71	-0.99
Ethyl alcohol	1890.0±120.50	1900.50±110.56	37.80	0.55	-0.003

$$^{1/}\% ER = \frac{NC - NT}{NC} \times 100$$

NC

ER = Effective Repellency

NC = Total number of eggs in control

NT = Total number of eggs in treated

$$^{2/}OAI = \frac{NT - NS}{NT + NS}$$

NT+ NS

OAI = Oviposition Activity Index

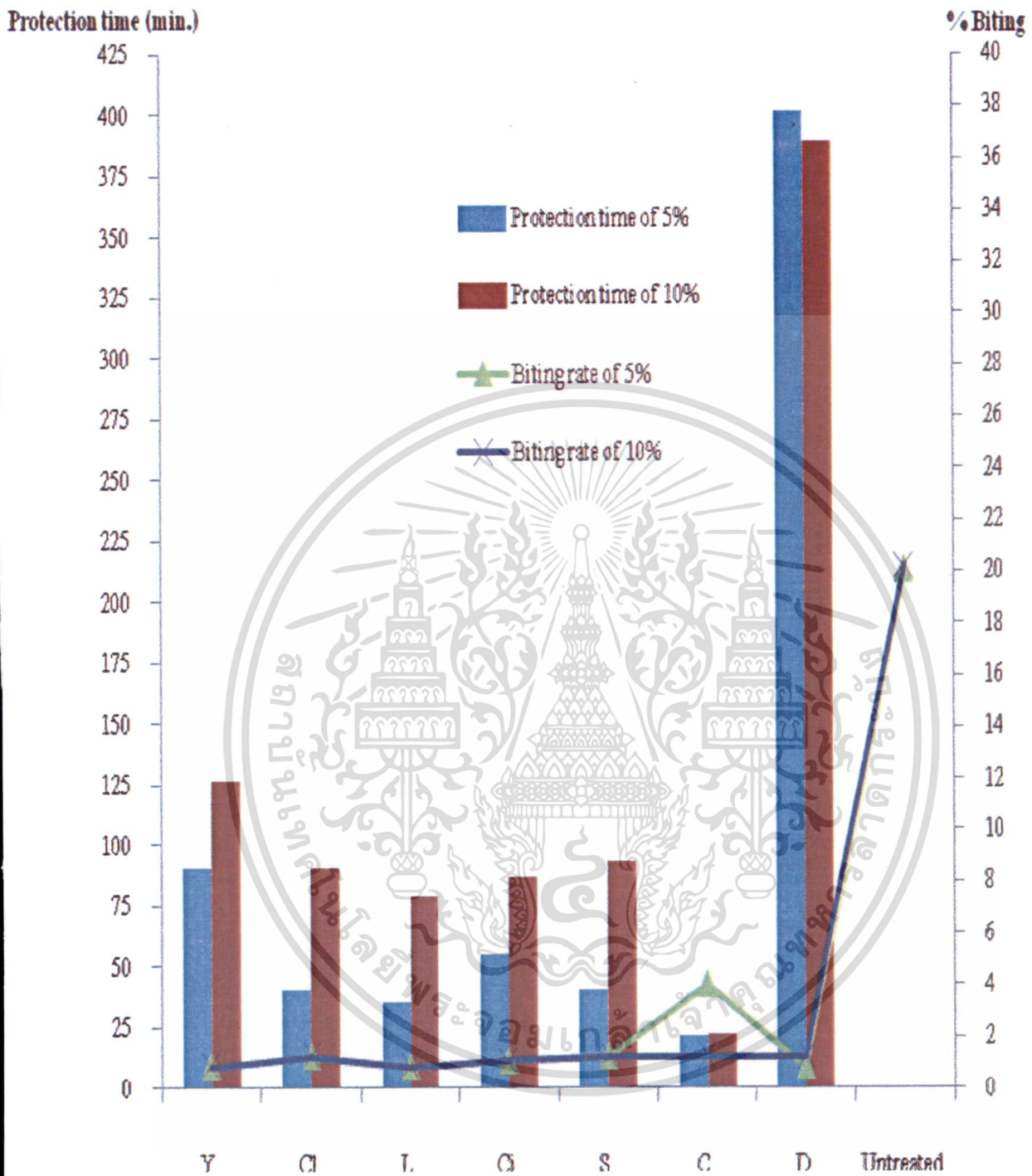
NT = Total number of eggs in treated

NS = Total number of eggs in control

OAI + 0.3 and > 0.3 = attractants

OAI - 0.3 and < 0.3 = repellents

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 1** Comparison of protection time (min.) and biting percentage for 5 and 10% herbal essential oils in coconut oils against *Culex quinquefasciatus*; Y = ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil, D = DEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Protection time  
(min.)

% Biting

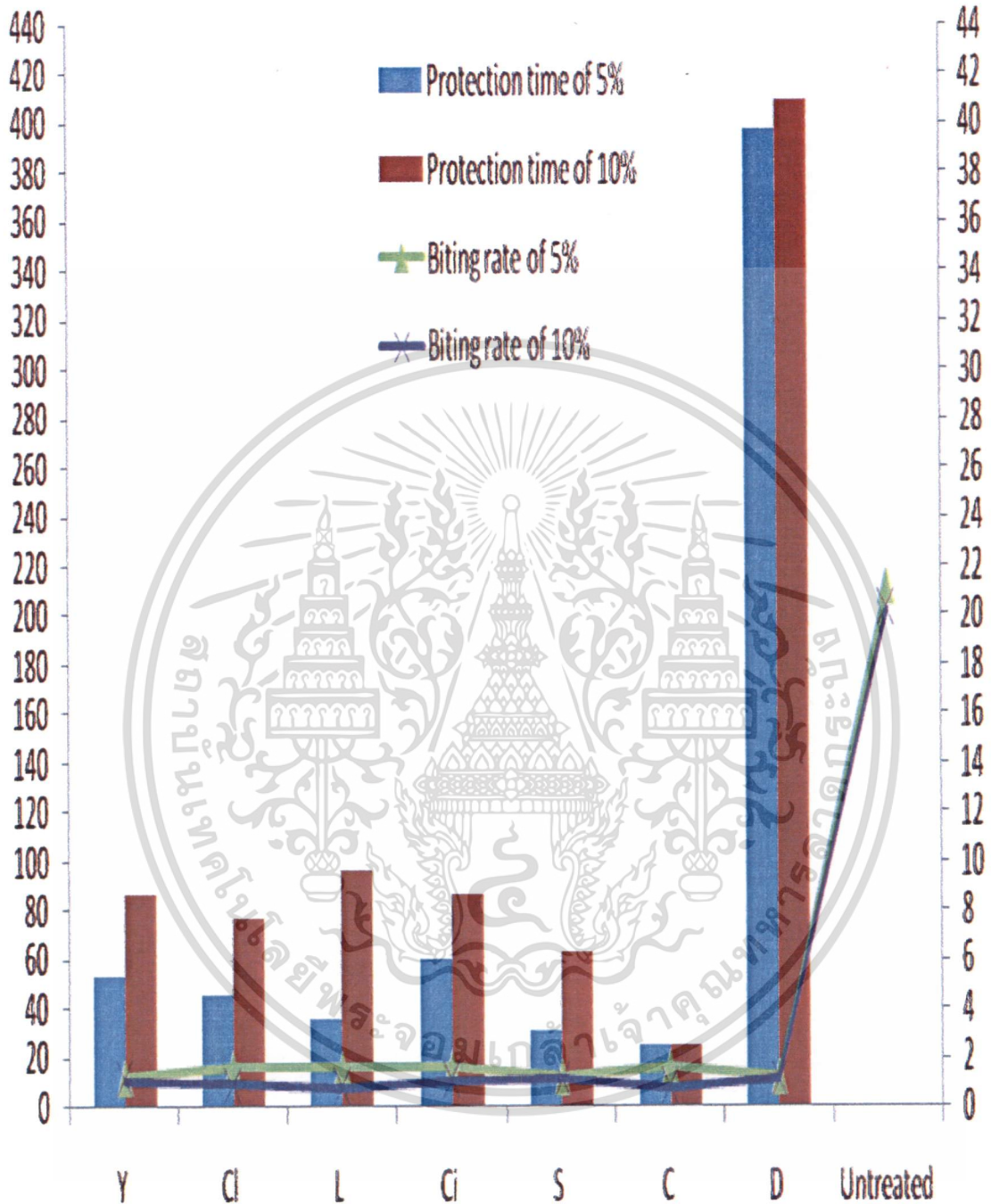
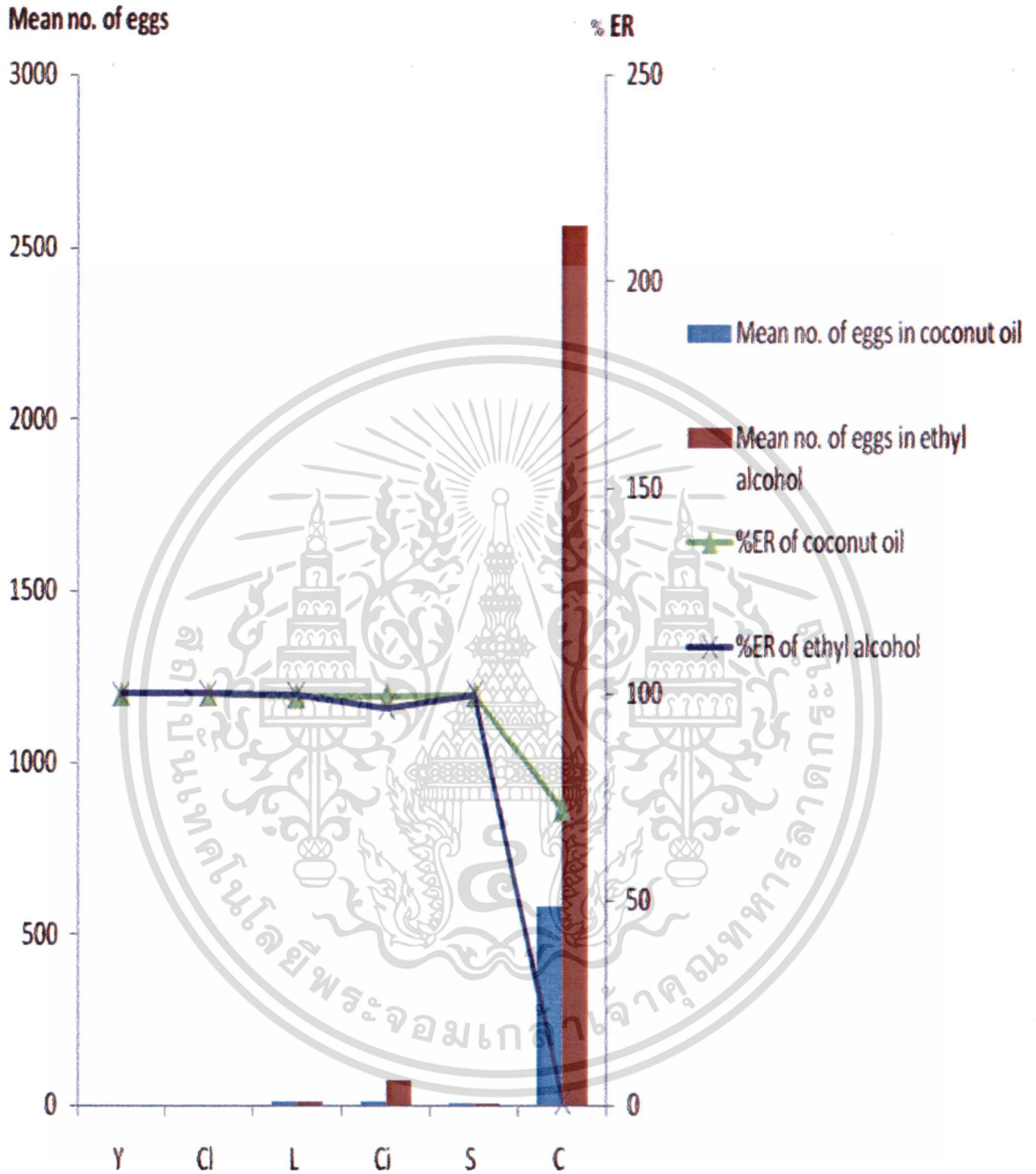


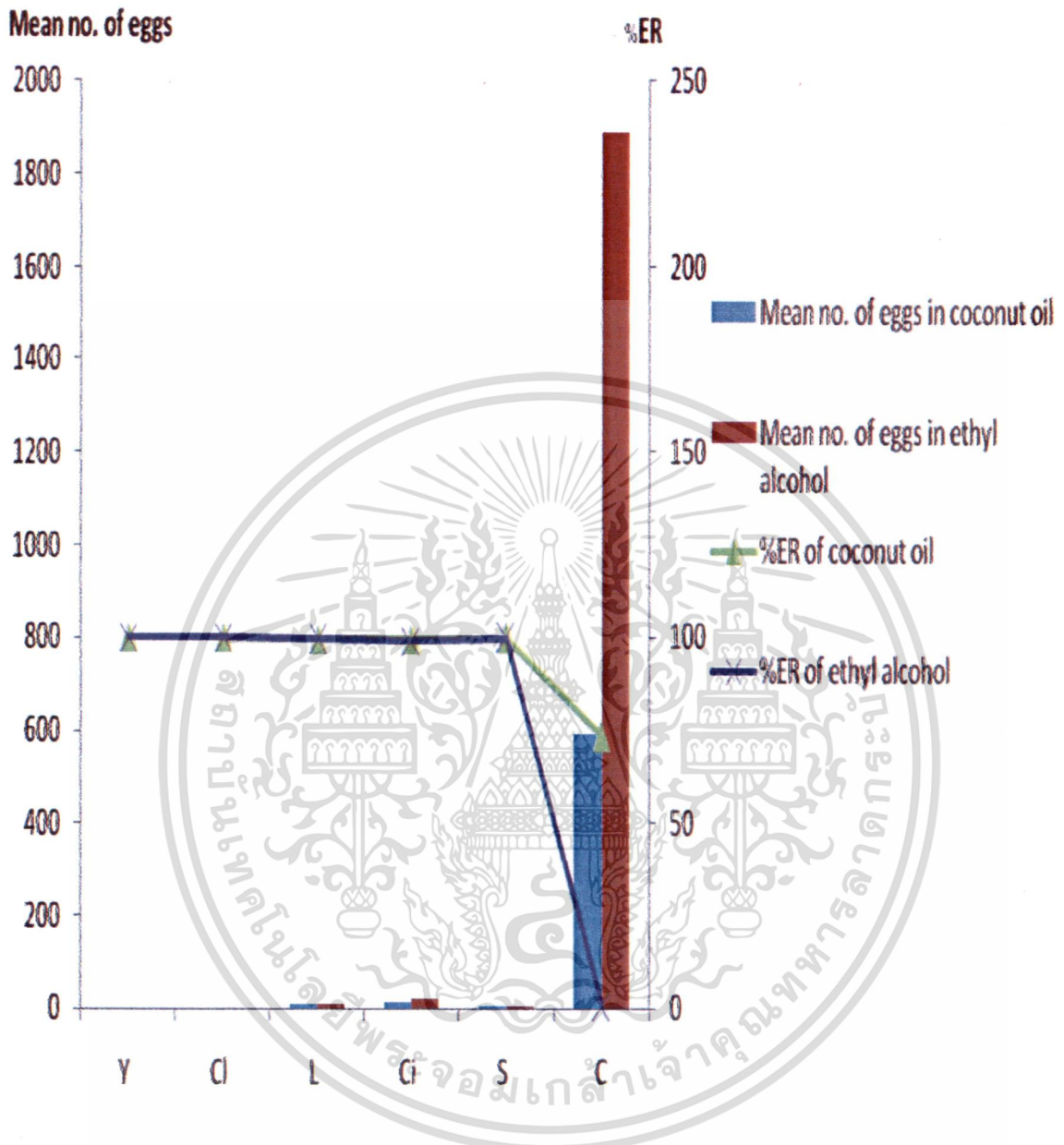
Figure 2 Comparison of protection time (min.) and biting percentage for 5 and 10% herbal essential oils in coconut oils against *Aedes aegypti* ; Y = ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil, D = DEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 3** Comparison of oviposition deterrent and effective repellent of 10% herbal essential oil in coconut oil and ethyl alcohol against *Culex quinquefasciatus*; Y = ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4** Comparison of oviposition deterrent and effective repellent of 10% herbal essential oil in coconut oil and ethyl alcohol against *Aedes aegypti*; Y = ylang-ylang oil, Cl = Clove oil, L = Lemon grass oil, Ci = Citronella grass oil, S = Sweet basil oil, C = Coconut oil,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองในโครงวิจัยนี้สรุปผลการทดลองได้ดังนี้คือ

1. น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยกระดังงาไทย น้ำมันหอมระเหยกานพลู น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยโหระพามีคุณสมบัติที่ดีในการใช้เป็นสารทาป้องกันกำจัดของยุงลายบ้าน และยุงรำคาญซึ่งสามารถป้องกันยุงกัดได้ 100% ในเวลา 60-120 นาที และสามารถเป็นสารไล่ หรือป้องกันไม่ให้ตัวเมียของยุงทั้งสองชนิดวางไข่ได้ 94-100% ที่ระดับความเข้มข้น 10%

2. น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรให้ผลในการป้องกันยุงกัดได้น้อยกว่าสารเคมีสังเคราะห์ (DEET) แต่มีความปลอดภัย ไม่ทำให้เกิดการแพ้ หรือผื่นเป็นผื่นคัน และไม่ทำให้ยุงเกิดความต้านทาน

3. การป้องกันยุงกัดโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรให้ผลดี ปลอดภัย และประหยัดในการหลีกเลี่ยงโรคที่มียุงลายบ้าน และยุงรำคาญเป็นพาหะ เช่น ใช้เสียดอก ใช้เหลียง ใช้ปัดข้อ และโรคเท้าช้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์. 2544. ชีววิทยา และการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 130 หน้า
- กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์. 2546. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 72 หน้า
- กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์. 2548. ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 150 หน้า
- มยุรา สุนยวีระ. 2553. การใช้น้ำมันหอมระเหย และรูปสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงวันบ้าน และยุงรำคาญ. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2553. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
- สุวิธ ธรรมปาโล. 2552. สมุนไพรกันยุงลาย. [Online]. Available. [www.thaiherbs.com](http://www.thaiherbs.com) (17/06/2552)
- สมชาย จักรพันธ์. 2552. ใช้ปัดขั้วยุงลายโรคชิคุนกุนยา. [Online]. Available. [www.thaiherbs.com](http://www.thaiherbs.com) (17/06/2552)
- อภิวิทย์ ธวัชสิน อุชาวดี ทาวระ และเป็นจิตร เตชะดำรงสิน. 2552. ขมิ้นชัน ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดยุง. [Online]. Available. [www.webdb.dmsc.moph.go.th](http://www.webdb.dmsc.moph.go.th) (20/06/2552)
- Addison, K and M. Hirago. 2009. Handmade organic mosquito repellent. [Online]. Available. <http://joruneytoforever.org> (12/09/2009)
- Amer, A and H. Mehlhorn. 2006. Repellency effect of forty-one against *Aedes*, *Anopheles* and *Culex* mosquitoes. *Parasit. Rese* 99 : 478-490.
- Ansari, M. A; P.K. Mitta; R.K. Razdan and U. Sreehari. 2005. Larvicidal and mosquito repellent activity of pine (*Pinus longifolia*) family Pinaceae oil. *J. Vect Born Dis.* 42 : 95-99.
- Barnard, D.R. and R.D. Xue. 2004. Laboratory evaluation of mosquito repellents against *Aedes albopictus*, *Culex nigripalpus* and *Ochlerotatus triseriatus* (Diptera : Culicidae). *J. of Medical Entomology.* 41 : 726-730.
- Barnad, D.R. 2005. Biological assay methods for mosquito repellents. *J. of the Amer. Mosq. Cont. Assoc.* 21(4) : 12-16.
- Bhat, S.K. and V. Kempraj. 2009. Biocidal potential of clove oils against *Aedes albopictus*- A comparative study. *African J. of Biotech.* 8: 6933-6937.
- Choi, W-S; B-S. Park; S-K. Ku and S.E. Lee. 2002. Repellent activity of essential oils and monoterpenes against *Culex pipiens pallens*. *J. of the Amer. Mosq. Cont. Assoc.* 18 : 348-351.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Choochote, W.; U. Chaithong; K. Kamsuk; A. Jitpakdi; P. Tippawangkosol; B. Tuetun; D. Champakaew and B. Pitasawat. 2007. Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti*. *Fitoterapia*. 78 : 359-364
- Das, N.G. ; I. Baruah; P.K. Talukdar and S.C. Dass. 2003. Evaluation of botanicals as repellents against mosquitoes. *J. Vect. Borne Dis*. 40 : 49-53
- Du Ponte, M.W. and L.B. Larish. 2009. Southern house mosquito. [Online]. Available. [www.ctahr.hawaii.edu](http://www.ctahr.hawaii.edu) (12/12/2010)
- Elango, G; A. Bagava; C. Kamaraj; A. Abdul Zahir and A.A. Rahuman. 2009. Oviposition-deterrent, ovicidal and repellent activities of indigenous plant extracts against *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera : Culicidae). *Parasitol. Res*. 105 : 1567-1576.
- Elango, G.; A.A. Aruman; A. Bagavan; C. Kamaraj; A.A. Zahir; G. Rajakumar; S. Marimuth and T. Santhoshkumar. 2011. Efficacy of botanical extracts against Japanese encephalitis vector, *Culex tritaeniorhynchus*. *Parasitol. Res*. 106 : 481-482.
- Elango, G; A. Abdul Rhahuman; A. Bagavan; C. kamaraj; A. Abdul Zahir; G. Rajakumar; S. Marimuthon and T. Santhoshkumar. 2010. Studies on effect of indigenous plant extracts on malarial vector, *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera : Culicidae). *Tropical Biomedicine*. 27 : 143-154.
- Gleiser, R.M.; M.A. Bonino and J.A. Zygadlo. 2010. Repellence of essential oils of aromatic plants growing in Argentina against *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). *Parasit. Res*. 10.1007/500436-1010-2042-4
- Gilliji, Y.G; R.M. Gleiser and J.A. Zygadlo. 2008. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. *Bioresource Tech*. 99 : 2507-2515.
- Gouge, D.H.; K.A. Smith; C. Olson and P. Baker. 2009. Mosquito. [Online]. Available. <http://ag.arizona.edu>. (6/06/2009)
- Helmenstine, A.M. 2009. Natural mosquito repellents. [Online]. Available. <http://chemistry.about.com>. (10/09/2009)
- How Health. 2009. How to make pesticide free mosquito spray. [Online]. Available. [www.ehow.com](http://www.ehow.com). (2/09/2009)
- Isman, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasing regulated world. *Ann. Rev. Entomol*. 51 : 45-66.

- Kang, S-H.; M-K. Kim; D-K. Seo; D-J. Noh; J-O. Yang; C. Yoon and G-H. Kim. 2009. Comparative repellency of essential oil against *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 52 : 353-359.
- Khan, A.; H. Maibach and D. Skidmore. 1975. Addition of vanillin to mosquito repellents to increase protection time. Mosquito News. 35 : 223-225.
- Kuman, S.; N. Wahab and R. Warikoo. 2011. Bioefficacy of *Mentha piperita* essential oil against dengue fever mosquito *Aedes aegypti* L. Asian Pacific J. of Tropical Biomedicine. (2011) : 85-88.
- Kweka, E.J.; F.W. Moshia; A. Lowassa; A.M. Mahande; M.J. Mahande; C.P. Massenga; F. Tenu; E.E. Lyatuu; M.A. Mboya and E.A. Temu. 2008. Longitudinal evaluation of Ocimum and other plants effects on the feeding behavioral response of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the field in Tanzania. Parasit. Vector. 1 : 42.doi.10.1186/1756-3305-1-42
- Larrick, S. and R. Connelly. 2009. Southern house mosquito. [Online]. Available. www.entomology.ifas.ufl.edu. (29/06/2009)
- Lucia, A.; S. Licastro; E. Zerba; P.G. Audino and H. Hasuh. 2009. Sensitivity of *Aedes aegypti* adult (Diptera : Culicidae) to Eucalyptus essential oils. Bioresource Technology. 100: 6083-6087.
- Makhaik, M.; S.N. Naik and D.K. Tewary. 2005. Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils. J. of Scientific and Industrial Research. 64 : 129-133.
- Masetti, A. and S. Maini. 2006. Arm in cage tests to compare in skin repellents against bite of *Aedes albopictus*. Bulletin of Insectology. 59 : 157-160.
- McAllister, J. and M. Adams. 2010. Mode of action for Natural products isolated from essential oils of two trees is different from available mosquito adulticides. J. Med. Entomol. 47 : 1123-1126.
- Misni, N.; S. Sulaiman and H. Othman. 2008. The repellent activity of *Piper aduncum* Linn. (Family : Piperaceae) essential oil against *Aedes aegypti* using human volunteers. J. Trop. Parasitol. 31 : 63-69.
- Mortimer, R. 2011. *Aedes aegypti* and dengue fever. [Online]. Available. www.en.m.wikipedia.org/wiki/Aedes-aegypti (15/09/2011)

- Mousson, L.; C. Dauga; T. Garrigues; F. Schaffner; M. Vazolle and A.B. Failloux. 2005. Phylogeography of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) and *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera : Culicidae) base on mitochondrial DNA variations. *Genetics Research*. 86(1) : 1-11
- Phasomkusolsil, S. and M. Soonwera. 2010a. Insect repellent activity of medicinal plant oils against *Aedes aegypti* (Linn.) *Anopheles minimus* (Theobald) and *Culex quinquefasciatus* Say base on protection time and biting rate. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*. 41 : 831-840.
- Phasomkusolsil, S. and M. Soonwera. 2010b. Potential larvicidal and pupacidal activity of herbal essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say and *Anopheles minimus* (Theobald). *Southeast Asian J. Trop. Public Health*. 41 : 1342-1351.
- Phasomkusolsil, S. and M. Soonwera. 2010c. Larvicidal and pupacidal activities of herbal essential oil against *Aedes aegypti* Linn. P737-740. In 16<sup>th</sup> AAS and 1<sup>st</sup> ISAT, August 25-27, 2010. Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang, Bangkok, Thailand.
- Phasomkusolsil, S. and M. Soonwera. 2011a. Comparative mosquito repellency of essential oil against *Aedes aegypti* (Linn.) *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say). *Asian Pacific J. of Trop. Biomedicine* (2011) : 1-6
- Phasomkusolsil, S. and M. Soonwera. 2011b. Efficacy of herbal essential oils as insecticide against *Aedes aegypti* (Linn.) *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison). *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*. 42(5) : 1083-1092
- Pitasawat, B; W. Choochote; B. Tuetun, P. Tippawangkosol; D. Kanjanapothi; A. Jitpaki and D. Riyong. 2003. Repellency of aromatic turmeric *Curcuma aromatic* under laboratory and field condition. *J. of Vector Ecology*. 28(2) : 234-240
- Pushpanathan, T; A. Jebanesan and M. Govindarajan. 2008. The essential oil of *Zingiber officinalis* Linn. (Zingiberaceae) as a mosquito larvicidal and repellent agent against the filarial vector *Culex quinauefasciatus* Say (Diptera : Culicidae). *Parasitol Res*. 102 : 1289-1291
- Rajkumar, S. and A. Jebanesan. 2005. Oviposition deterrent and skin repellent activities of *Solanum trilobatum* leaf extract against the malarial vector *Anopheles stephensi*. *J. of Insect Science*. 5 : 15

- Sritabutra, D.; S. Pongjai and M. Soonwera. 2010. Effect of herbal essential oils against larvae and pupae of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. P643-646 in 16<sup>th</sup> AAS and 1<sup>st</sup> ISAT, August 25-27, 2010. Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
- Sritabutra, D.; M. Soonwera; S. Wattanachanobon and S. Pongjai. 2011. Evaluation of herbal essential oil as repellents against *Aedes aegypti* (L.) and *Anopheles dirus* Peyton and Harrison. *Asian Pacific J. of Tropical Biomedicine*. (2011) : 5124-5128
- Syed, I. and W. Leal. 2008. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET. *Proceedings of National Academic Science*. 105 : 13598-13603.
- Tawatsin, A.; P. Asavadachanukorn and U. Thavara. 2006. Repellency of essential oils extracted from plants in Thailand against four mosquito vectors (Diptera : Culicidae) and oviposition deterrent effect against *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*. 37(5) : 915-930.
- Taylor-Hough, D. 2010. Repelling mosquitoes naturally. [Online]. Available. <http://www.stretcher.com> (3/06/2010)
- Tjahjani, S. 2008. Efficacy of several essential oils as *Culex* and *Aedes* repellents. P33-37 in Proc of the 3<sup>rd</sup> ASEAN Congr. Of Trop. Med. And Parasitol.
- Trongtoki, Y.; Y. Rongsriyan; N. Komalamisra; P. Krisadpong and C. Apiwathnasorn. 2004. Laboratory and field trial of developing medicinal local Thai plant products against four species of mosquito vectors. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*. 35 : 325-333
- Trongtoki, Y.; C.F. Curtis and Y. Rongsriyam. 2005. Efficacy of repellent products against caged and free flying *Anopheles stephensi* mosquitoes. *Southeast Asian J Trop. Med. Public Health*. 36 : 1423-1431
- Warikoo, R.; N. Wahab and S. Kumar. 2011. Oviposition altering and ovidical potentials of five essential oils against female adults of the dengue vector *Aedes aegypti* L. *Parasitol. Res*. 109 : 1125-1131.
- WHO. 2010. Guidelines for efficacy testing of mosquito repellents for human skin. [Online]. Available. <http://whqlibdoc.who.int/hq/2010/WHO> (10/09/2010)
- WHO. 2011a. Dengue and Dengue haemorrhagic fever. [Online]. Available. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/> (3/02/2011)
- WHO. 2011b. Filariasis. [Online]. Available. [www.who.int/tropics/filariasis/en/](http://www.who.int/tropics/filariasis/en/) (10/02/2011)

- Yang, P. and Y. Ma. 2005. Repellent effect of Plant essential oils against *Aedes albopictus*. J. of Vector Ecology. 30 : 231-234.
- Yang, P.; Y. Ma and S. Zheng. 2005. Adulticidal activity of five essential oil against *Culex pipiens quinquefasciatus*. J. Pestic. Sci. 30 : 84-89
- Zaridah, M.Z.; M.A. Nor Azah and A. Rohai. 2005. Mosquitocidal activities of Malaysian plants. J of Tropical Forest Science. 18 : 74-80
- Zettel, C and P. Kaufman. 2011. Yellow fever mosquito *Aedes aegypti*, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. [Online]. Available. [www.entnemdept.ufl.edu](http://www.entnemdept.ufl.edu) (2/05/2011)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## Document heading

## Comparative mosquito repellency of essential oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say)

Siriporn Phasomkusolsil<sup>\*</sup>, Mayura Soonwera

Entomology and Environment Program, Plant Production Technology Section, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalong Krung Road, Ladkrabang, Bangkok, Thailand

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 15 April 2011

Received in revised form 27 April 2011

Accepted 28 June 2011

Available online 28 June 2011

## Keywords:

Essential oil

Repellent

*Aedes aegypti*

*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<sup>2</sup>) 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<sub>50</sub> at < 0.045 mg/cm<sup>2</sup>, whereas *C. citratus*, *C. nardus* and *S. aromaticum* showed repellency against *An. dirus* with ED<sub>50</sub> at < 0.068 mg/cm<sup>2</sup>. Furthermore, the essential oils of *C. citratus*, *C. nardus*, *S. aromaticum*, *O. basilicum* and *Cananga odorata* gave strong effective dose (ED<sub>90</sub>) values at < 0.003 mg/cm<sup>2</sup> when tested against *Cx. quinquefasciatus*. For testing by arm in cage method, at 0.21 mg/cm<sup>2</sup>, 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

<sup>\*</sup> Corresponding author. Siriporn Phasomkusolsil, 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.

E-mail: [sp@kmitl.ac.th](mailto:sp@kmitl.ac.th)

© 2012 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

Publication supported by Faculty of Agricultural Technology, KMITL Thailand.

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. quinquefasciatus* 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 °C, 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<sup>2</sup>. 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<sup>2</sup>) 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/cm<sup>2</sup> seven essential

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<sub>50</sub> 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<sup>2</sup>) against *Ae. aegypti*, *An. dirus*, *Cx. quinquefasciatus* adults.

Herbal essential oils	Mosquito spp.	Conc 0.02 mg/cm <sup>2</sup>		Conc 0.10 mg/cm <sup>2</sup>		Conc 0.21 mg/cm <sup>2</sup>		ED <sub>50</sub> (mg/cm <sup>2</sup> )
		Mean No. of mosquito biting ± SD	% Repellency	Mean No. of mosquito biting ± SD	% Repellency	Mean No. of mosquito biting ± SD	% Repellency	
<i>C. odorata</i> oil	<i>Ae. aegypti</i>	2.70 ± 1.42 <sup>b</sup>	46	2.10 ± 1.37 <sup>b</sup>	58	1.70 ± 1.06 <sup>b</sup>	66	0.045
	<i>An. dirus</i>	0.30 ± 0.48 <sup>f</sup>	94	0.40 ± 0.70 <sup>f</sup>	92	0.40 ± 0.70 <sup>d</sup>	92	2.149
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	2.10 ± 0.99 <sup>b</sup>	58	0.60 ± 0.70 <sup>f</sup>	88	0.50 ± 0.53 <sup>c</sup>	90	<0.003
<i>C. sinensis</i> oil	<i>Ae. aegypti</i>	2.50 ± 1.18 <sup>b</sup>	50	2.50 ± 1.43 <sup>b</sup>	50	2.60 ± 1.51 <sup>a</sup>	48	0.049
	<i>An. dirus</i>	3.00 ± 1.63 <sup>d</sup>	40	2.30 ± 2.11 <sup>c</sup>	54	0.80 ± 1.14 <sup>d</sup>	84	0.068
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	2.20 ± 0.63 <sup>h</sup>	56	1.70 ± 0.67 <sup>g</sup>	66	0.60 ± 0.70 <sup>a</sup>	88	0.003
<i>C. citratus</i> oil	<i>Ae. aegypti</i>	1.00 ± 0.67 <sup>e</sup>	80	0.30 ± 0.48 <sup>d</sup>	94	0.00 <sup>c</sup>	100	<0.045
	<i>An. dirus</i>	1.20 ± 1.03 <sup>g</sup>	76	0.90 ± 1.29 <sup>f</sup>	82	0.10 ± 0.32 <sup>d</sup>	98	<0.068
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.40 ± 0.70 <sup>i</sup>	92	0.10 ± 0.32 <sup>i</sup>	98	0.10 ± 0.32 <sup>e</sup>	98	<0.003
<i>C. nardus</i> oil	<i>Ae. aegypti</i>	2.00 ± 1.56 <sup>bc</sup>	60	0.70 ± 0.82 <sup>cd</sup>	86	0.60 ± 0.70 <sup>c</sup>	88	<0.045
	<i>An. dirus</i>	0.40 ± 0.70 <sup>f</sup>	92	0.40 ± 0.97 <sup>f</sup>	92	0.10 ± 0.32 <sup>d</sup>	98	<0.068
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.90 ± 0.88 <sup>i</sup>	82	0.80 ± 0.79 <sup>hi</sup>	84	0.30 ± 0.48 <sup>e</sup>	94	<0.003
<i>E. citriodora</i> oil	<i>Ae. aegypti</i>	4.50 ± 0.97 <sup>a</sup>	10	4.20 ± 0.79 <sup>d</sup>	16	3.20 ± 1.40 <sup>u</sup>	36	0.285
	<i>An. dirus</i>	2.40 ± 1.26 <sup>du</sup>	52	1.50 ± 1.25 <sup>ef</sup>	74	0.70 ± 1.25 <sup>d</sup>	86	1.043
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.60 ± 0.70 <sup>i</sup>	88	0.70 ± 0.82 <sup>hi</sup>	86	0.70 ± 0.82 <sup>c</sup>	86	2.526
<i>O. basilicum</i> oil	<i>Ae. aegypti</i>	2.30 ± 1.70 <sup>bc</sup>	54	1.50 ± 1.58 <sup>bc</sup>	70	0.80 ± 0.79 <sup>e</sup>	84	<0.045
	<i>An. dirus</i>	1.70 ± 0.82 <sup>ef</sup>	66	1.30 ± 0.48 <sup>ef</sup>	74	0.20 ± 0.42 <sup>d</sup>	96	0.628
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	1.20 ± 1.32 <sup>i</sup>	76	1.10 ± 0.88 <sup>gh</sup>	78	0.50 ± 0.53 <sup>c</sup>	90	<0.003
<i>S. aromaticum</i> oil	<i>Ae. aegypti</i>	1.70 ± 1.57 <sup>bc</sup>	66	0.30 ± 0.67 <sup>d</sup>	94	0.20 ± 0.42 <sup>u</sup>	96	<0.045
	<i>An. dirus</i>	0.90 ± 0.74 <sup>de</sup>	82	0.40 ± 0.52 <sup>f</sup>	92	0.10 ± 0.32 <sup>d</sup>	98	<0.068
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	1.20 ± 0.92 <sup>i</sup>	76	0.90 ± 0.74 <sup>h</sup>	82	0.40 ± 0.70 <sup>a</sup>	92	<0.003
CV (%)	<i>Ae. aegypti</i>	56.21	—	66.19	—	74.88	—	—
	<i>An. dirus</i>	72.10	—	117.11	—	215.52	—	—
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	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 ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Results

3.1. Dose-response study

In dose-response study for determining effective dose, the results of ED<sub>50</sub> 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<sub>50</sub> values of four essential oils, *C. citratus*, *C. nardus*, *O. basilicum* and *S. aromaticum* against *Ae. aegypti* were less than 0.045 mg/cm<sup>2</sup>. In addition, the oil of *C. citratus* at three concentrations (0.02, 0.10 and 0.21 mg/cm<sup>2</sup>) 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 ( $P < 0.05$ ).

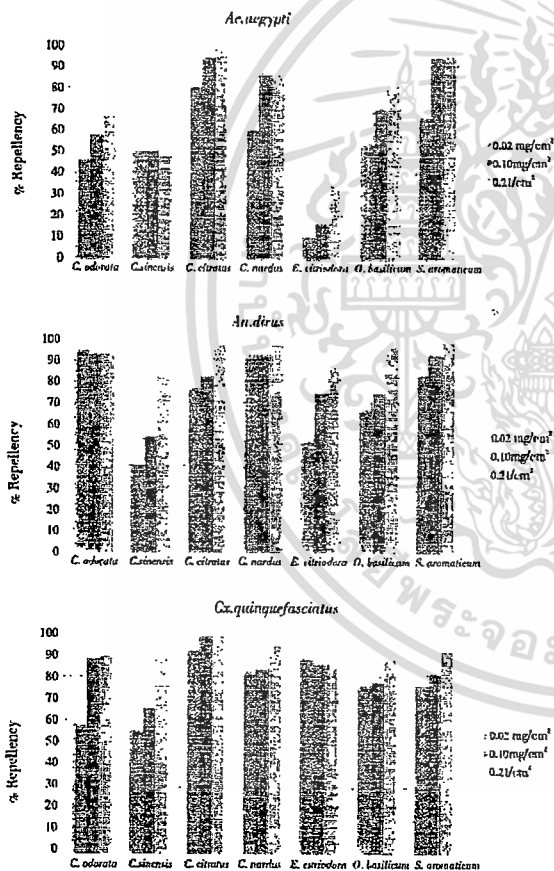


Figure 1. Comparison of repellency percentages for each repellent plant oils against three mosquito species (*Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*).

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<sub>50</sub>) values at <0.068 mg/cm<sup>2</sup>. 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<sub>50</sub> values ranging from <0.003 to 2.526 mg/cm<sup>2</sup> when tested against *Cx. quinquefasciatus* (Table 1). The most effective essential oil was *C. citratus* (ED<sub>50</sub> at <0.003 mg/cm<sup>2</sup>; % 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

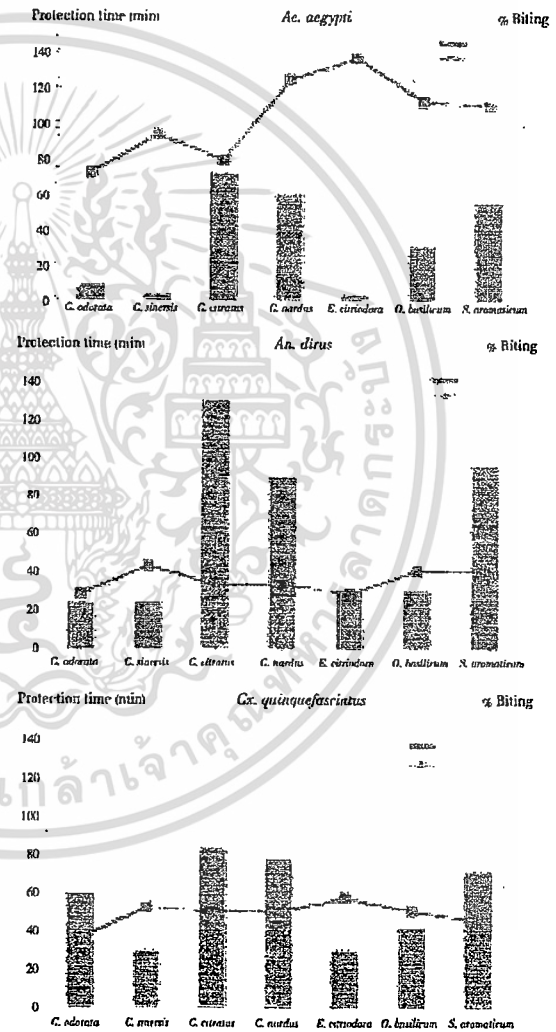


Figure 2. Comparison of protection times (minutes) and biting percentages for each repellent plant oils against three mosquito species (*Ae. aegypti*, *An. dirus* and *Cx. quinquefasciatus*).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 2**  
Protection time for each repellent against three mosquito species (*Ae. aegypti*, *An. dirus*, *Cx. quinquefasciatus*) and biting percentages.

Herbal essential oils	<i>Ae. aegypti</i>		<i>An. dirus</i>		<i>Cx. quinquefasciatus</i>	
	Protection time (min)	% Biting <sup>1)</sup>	Protection time (min)	% Biting <sup>2)</sup>	Protection time (min)	% Biting <sup>2)</sup>
<i>C. odorata</i> oil	8.4 <sup>a</sup>	2.40 ± 0.63 <sup>b</sup>	24.0 <sup>e</sup>	0.96 ± 0.22	60.0 <sup>bc</sup>	1.20 ± 0.49
<i>C. sinensis</i> oil	3.0 <sup>d</sup>	3.12 ± 0.91 <sup>ab</sup>	24.0 <sup>e</sup>	1.44 ± 0.73	30.0 <sup>d</sup>	1.76 ± 1.15
<i>C. citratus</i> oil	72.0 <sup>a</sup>	2.64 ± 0.61 <sup>b</sup>	132.0 <sup>a</sup>	1.12 ± 0.33	84.0 <sup>a</sup>	1.68 ± 1.18
<i>C. nardus</i> oil	60.0 <sup>ab</sup>	4.16 ± 1.28 <sup>a</sup>	90.0 <sup>b</sup>	1.12 ± 0.33	78.0 <sup>ab</sup>	1.68 ± 1.18
<i>E. citriodora</i> oil	3.0 <sup>d</sup>	4.56 ± 1.56 <sup>a</sup>	30.0 <sup>e</sup>	0.96 ± 0.22	30.0 <sup>d</sup>	1.92 ± 1.11
<i>O. basilicum</i> oil	30.0 <sup>f</sup>	3.76 ± 0.96 <sup>ab</sup>	30.0 <sup>e</sup>	1.36 ± 0.54	42.0 <sup>cd</sup>	1.68 ± 0.95
<i>S. aromaticum</i> oil	54.0 <sup>b</sup>	3.68 ± 0.91 <sup>ab</sup>	96.0 <sup>b</sup>	1.36 ± 0.67	72.0 <sup>ab</sup>	1.52 ± 0.77
CV (%)	–	29.71	–	61.57	–	40.02

<sup>1)</sup> 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).

<sup>2)</sup> 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<sup>2</sup> 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<sup>(18–20)</sup>. However, our result is not difference from some reports<sup>(10,21)</sup>; 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<sup>(17)</sup>. 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<sup>(22–24)</sup>. 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<sup>(25,26)</sup>. Moreover, differences in the mosquito species tested and body size, adult density in test cages, and mosquito age can affect test results<sup>(27)</sup>.

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. basilicum* (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<sup>(16)</sup>.

#### Conflict of interest statement

We declare that we have no conflict of interest.

#### Acknowledgments

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Table 1**  
List of herbal essential oil repellents and combination of herbal essential oil repellents tested against *Ae. aegypti* and *An. dirus*.

Category	Code No.	Common name / Scientific name	Plant used	Formulation
Essential oils	E1	Eucalyptus ( <i>E. globules</i> )	Leaf	10% Eucalyptus oil in soybean oil
	E2	Peppermint ( <i>M. piperita</i> )	Leaf	10% Peppermint oil in soybean oil
	E3	Garlic ( <i>A. sativum</i> )	Bulb	10% Garlic oil in soybean oil
	E4	Orange ( <i>C. sinensis</i> )	Fruit	10% Orange oil in soybean oil
	E5	Citronella grass ( <i>C. nardus</i> )	Stem	10% Citronella grass oil in soybean oil
	E6	Lemon grass ( <i>C. citratus</i> )	Stem	10% Lemon grass oil in soybean oil
	E7	Clove ( <i>S. aromaticum</i> )	Flower	10% Clove oil in soybean oil
	E8	Sweet basil ( <i>O. basilicum</i> )	Leaf	10% Sweet basil oil in soybean oil
Combination of essential oils	M1	Citronella grass + Orange	Stem, fruit	5% Citronella grass oil + 5% orange oil in soybean oil
	M2	Citronella grass + Eucalyptus	Stem, leaf	5% Citronella grass oil + 5% eucalyptus oil in soybean oil
	M3	Lemon grass + Orange	Stem, fruit	5% Lemon grass oil + 5% orange oil in soybean oil
	M4	Clove + Eucalyptus	Flower, leaf	5% Clove oil + 5% eucalyptus oil in soybean
	M5	Peppermint + Eucalyptus	Leaf, leaf	5% Peppermint oil + 5% eucalyptus oil in soybean oil
	M6	Citronella grass + Lemon grass	Leaf, fruit	5% Citronella grass oil + 5% lemongrass oil in soybean oil
	M7	Eucalyptus + Sweet basil	Leaf, leaf	5% Eucalyptus oil + 5% sweet basil oil in soybean oil
	M8	Peppermint + Orange	Leaf, leaf	5% Peppermint oil + 5% orange oil in soybean oil

**Table 2**  
Efficacy of herbal essential oil formulation E1–E8 and M1–M8, as repellents against *Ae. aegypti* and *An. dirus* (mean±SD).

Repellents	Protection time		Biting (%)		
	<i>Ae. aegypti</i>	<i>An. dirus</i>	<i>Ae. aegypti</i>	<i>An. dirus</i>	
Essential oils	E1	81.67±11.55 <sup>ab</sup>	95.00±10.00 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	E2	98.33±15.28 <sup>a</sup>	65.00±10.00 <sup>b</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	E3	31.67±5.77 <sup>a</sup>	41.67±5.77 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	E4	30.65±2.33 <sup>d</sup>	50.33±11.55 <sup>bc</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	E5	88.33±15.28 <sup>ab</sup>	48.33±5.77 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	E6	98.66±11.56 <sup>a</sup>	98.00±15.28 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	E7	80.33±10.56 <sup>b</sup>	60.00±10.00 <sup>b</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>
	E8	65.00±10.00 <sup>c</sup>	45.00±10.00 <sup>c</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	Soybean oil (positive control)	5.00±0.00 <sup>d</sup>	5.00±0.00 <sup>d</sup>	4.80 <sup>b</sup>	4.00 <sup>b</sup>
Untreated (negative control)	0.00±0.00	0.00±0.00	8.80 <sup>c</sup>	10.00 <sup>b</sup>	
Combination of essential oils	M1	98.67±10.58 <sup>a</sup>	100.00±10.00 <sup>bc</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	M2	92.73±12.28 <sup>a</sup>	80.56±11.35 <sup>c</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	M3	60.53±10.54 <sup>c</sup>	55.33±6.74 <sup>de</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	M4	60.33±15.28 <sup>c</sup>	48.37±5.76 <sup>c</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	M5	80.35±15.28 <sup>b</sup>	60.67±10.53 <sup>d</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>
	M6	60.31±5.78 <sup>c</sup>	100.34±10.56 <sup>bc</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	M7	98.87±10.28 <sup>a</sup>	210.00±10.70 <sup>d</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	M8	70.33±15.30 <sup>b</sup>	125.33±5.77 <sup>h</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	Soybean oil (positive control)	5.00±0.00 <sup>d</sup>	5.00±0.00 <sup>d</sup>	6.00 <sup>b</sup>	4.80 <sup>b</sup>
Untreated (negative control)	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	10.00 <sup>c</sup>	12.00 <sup>c</sup>	

Mean in each column against each species followed by the same letter are not significantly different ( $P>0.05$ ) by one-way ANOVA with DMRT.

Table 1 listed herbal essential oils and combinations of essential oil repellents tested against *Ae. aegypti* and *An. dirus*. The protection time of herbal essential oils formulation E1–E8, soybean oil (positive control) and untreated (negative control) against *Ae. aegypti* and *An. dirus* was shown in Table 2. The lemon grass oil repellent (E6) had the best efficiency against *Ae. aegypti* and *An. dirus* in which the protection times were (98.66±11.56) and (98.00±15.28) min, respectively. All herbal essential oil repellents exhibited lower protection against *Ae. aegypti* and *An. dirus* than Thai Industrial Standards Institute (TISI) determines whose protection time against mosquitoes should be more than 120 min. The protection times of soybean oil (positive control) and untreated (negative control) against two mosquito species

were (5.00±0.00) and (0.00±0.00) min, respectively.

The percentage of *Ae. aegypti* and *An. dirus* biting or landing on soybean oil (positive control), untreated (negative control) and treated areas was shown in Table 2. Eucalyptus oil (E1) had the best efficiency against two mosquitoes species in which the biting percentage was 0.67% and 0.80%, respectively. All tested repellents exhibited the biting percentage against two mosquitoes species ranged from 0.67% to 0.97% while soybean oil (positive control) and untreated (negative control) gave a range of 4.00% to 10.00%.

Comparison of protection time and biting percentage for each repellent essential oil group i.e. E1–E8 and M1–M8 against *Ae. aegypti* and *An. dirus* was shown in Figure 1 and Figure 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## References

- [1] Silva WL, Doria GAA, Maia RT, Nunes RS, Carvalho GA, Blank AF, et al. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: alternatives to environmentally safe insecticides. *Bioresour Technol* 2008; **99**: 3251–3255.
- [2] Wikipedia. *Anopheles dirus*. [Online] Available from: [http://en.wikipedia.org/wiki/Anopheles\\_dirus](http://en.wikipedia.org/wiki/Anopheles_dirus). [Accessed on 27 December, 2010]
- [3] Das NG, Baruah I, Talukdar PK, Das SC. Evaluation of botanicals as repellents against mosquitoes. *J Vector Borne Dis* 2003; **40**: 49–53.
- [4] Makhaik M, Naik SN, Tewary DK. Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils. *J Sci Ind Res* 2005; **64**: 129–133.
- [5] 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): 169–252.
- [6] Govindarajan M, Karupppannan P. Mosquito larvicidal and ovicidal properties of *Eclipta alba* (L.) Hassk (Asteraceae) against chikungunya vector, *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae). *Asian Pac J Trop Med* 2011; **4**(1): 24–28.
- [7] Govindarajan M. Larvicidal and repellent properties of some essential oils against *Culex tritaeniorhynchus* Giles and *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera: Culicidae). *Asian Pac J Trop Med* 2011; **4**(2): 106–111.
- [8] Sedaghat MM, Sanei AR, Khnavi M, Abai MR, Hadiakhoondi A, Mohtarami F, et al. Phytochemistry and larvicidal activity of *Eucalyptus camaldulensis* against malaria vector, *Anopheles stephensi*. *Asian Pac J Trop Med* 2011; **3**(11): 841–845.
- [9] 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.
- [10] Hossain E, Rawani A, Chandra G, Mandal SC, Gupta JK. Larvicidal activity of *Dregea volubilis* and *Bombax malabaricum* leaf extracts against the filarial vector *Culex quinquefasciatus*. *Asian Pac J Trop Med* 2011; **4**(6): 463–441.
- [11] Zhu L, Tian YJ. Chemical composition and larvicidal effects of essential oil of *Blumea martiniana* against *Anopheles anthropophagus*. *Asian Pac J Trop Med* 2011; **4**(5): 371–374.
- [12] Gleiser RM, Bonino MA, Zygodlo JA. Repellency of essential oils of aromatic plants growing in Argentina against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 2011; **108**: 69–78.
- [13] Lucia A, Licastro S, Ierba E, Audino PG, Masuth H. Sensitivity of *Aedes aegypti* adult (Diptera: Culicidae) to the vapors of *Eucalyptus* essential oils. *Bioresour Technol* 2009; **100**: 6083–6087.
- [14] Karunamoorthi K, Mulelam A, Wassie F. Assessment of knowledge and usage custom of traditional insect mosquito repellent plants in Addis Zemen Town, South Gonder, North Western Ethiopia. *J Ethnopharmacol* 2009; **121**: 49–53.
- [15] Tjahjani S. *Efficacy of several essential oils as Culex and Aedes repellents*. Proceedings of the Third ASEAN Congress of Tropical Medicine and Parasitology (ACTMP3). Bangkok: The Windsor Suites Hotel; 2009, p. 33–37.
- [16] Amer A, Mehlhorn H. Repellency effect of forty one essential oils against *Aedes*, *Anopheles* and *Culex* mosquitoes. *Parasitol Res* 2006; **99**: 478–490.
- [17] Cheng SS, Liu JY, Tsai KH, Chen WJ, Chano ST. Chemical composition and mosquito larvicidal activity of essential oils from leaves of different *Cinnamomum osmophloeum* provenances. *J Agric Food Chem* 2004; **52**: 4395–4400.
- [18] Choochote W, Chaiyasit D, Kanjanapothi D, Rattanachanpichai E, Jitpakdi A, Tuetun B, et al. Chemical composition and anti-mosquito potential of rhizome extract and volatile oil derived from *Curcuma aromatica* against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Vector Ecol* 2005; **30**(2): 302–309.
- [19] Choochote W, Tuetun B, Kanjanapothi D, Rattanachanpichai E, Chaithong U, Chaiwong P, et al. Potential of crude seed extract of celery, *Apium graveolens* L., against the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *J Vector Ecol* 2004; **29**(2): 340–346.
- [20] Prajapati V, Tripathi AK, Aggarwal KK, Khanuja SP. Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Bioresour Technol* 2005; **96**: 1749–1757.
- [21] Sophai N, Pandian RS. Screening of the efficacy of phytochemical repellents against the filarial vector mosquito, *Culex quinquefasciatus* Say. *Curr Biot* 2009; **3**(1): 14–31.
- [22] Trongtokit Y, Rongsriyam Y, Komalamisra N, Krisadaphong P, Apiwathnasorn C. Laboratory and field trial of developing medicinal local Thai plant products against four species of mosquito vectors. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2004; **35**(2): 325–334.
- [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] Trongtokit Y, Rongsriyam Y, Komalamisra N, Krisadaphong P, Apiwathnasorn C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytother Res* 2005; **19**: 303–309.
- [25] Yang P, Ma Y. Repellent effect of plant essential oils against *Aedes albopictus*. *J Vector Ecol* 2005; **30**(2): 231–234.
- [26] Tawatsin S, Asavadachanukorn P, Thavara U, Wongsinkongman P, Bansighi J, Boonruad T, et al. Repellency of essential oils extracted from plants in Thailand against four mosquito vectors (Diptera: Culicidae) and oviposition deterrent effect against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2006; **37**: 915–931.
- [27] Choochote W, Chaithong U, Kamsuk K, Jitpakdi A, Tippawangkosol P, Tuetun B, et al. Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti*. *Fitoterapia* 2007; **78**: 359–364.
- [28] 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* 2010; **47**: 831–840.
- [29] Oyedele AO, Gbolade AA, Sosan MB, Adewoyin FB, Soyelu OL, Orafidiya OO. Formulation of an effective mosquito-repellent topical product from lemongrass oil. *Phytomedicine* 2002; **9**: 259–262.
- [30] Ansari MA, Vasudevan P, Tandon M, Razdan RK. Larvicidal and mosquito repellent action of peppermint (*Mentha piperita*) oil. *Bioresour Technol* 2000; **71**(3): 267–271.
- [31] Thavara U, Tawatsin A, Chompoosri J. *Phytochemicals as repellents against mosquitoes in Thailand*. Proceedings International Conference on Biopesticide; 2002, p. 244–250.
- [32] Thai Industrial Standards Institute (TISI). *Mosquito repellents*. Bangkok: Ministry of Industry; 1986, p. 15.
- [33] Debboun M, Strickman D, Solberg VB. Field evaluation of DEET and piperidine repellent against *Aedes communis* (Diptera: Culicidae) and *Simulium venustum* (Diptera: Simuliidae) in the Adirondack Mountains of New York. *J Med Entomol* 2000; **37**: 919–923.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้