

ประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในการกำจัดยุงลายบ้านตื้อสารเคมี
กำจัดแมลงจากพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออก

Efficacy of lemongrass aerosol sprays against
insecticide-resistant *Aedes aegypti* mosquitoes from dengue risk areas

จักรวาล ชมภูศรี

Jakkrawarn Chompoonsri

ชญาดา ขำสวัสดิ์

Chayada Khamsawads

รัตนา ตาเจริญเมือง

Ratana Tacharoenmuang

จரியา ครุฑบุตร

Jariya Krutbut

ธัญญภัคชณ์ มากริน

Thanyapak Makruen

อาชวินทร์ โรจนวิวัฒน์

Archawin Rojanawiwat

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

National Institute of Health,

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Department of Medical Sciences

DOI: 10.14456/dcj.2022.9

Received: January 21, 2021 | Revised: June 14, 2021 | Accepted: June 15, 2021

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในการกำจัดยุงลายบ้านตื้อสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออกใน จ.นครปฐม และ จ.จันทบุรี ได้ดำเนินการสกัดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านโดยวิธีการต้มกลั่น นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรีและนำไปทดสอบความไวของยุงลายบ้านสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงเพื่อหาค่า discriminating concentration ($2xLC_{99}$) สำหรับนำไปทดสอบความไวของยุงลายบ้านตื้อสารเคมีกำจัดแมลงโดยดัดแปลงวิธีขององค์การอนามัยโลก จากนั้นพัฒนาสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซเพื่อศึกษาประสิทธิผลในการกำจัดยุงลายบ้านตื้อสารเคมีกำจัดแมลงในตู้ทดสอบและพื้นที่ภาคสนาม จากการศึกษาพบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านมี geranial (ร้อยละ 28.77) และ neral (ร้อยละ 22.74) เป็นสารประกอบหลัก โดยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านมีค่า discriminating concentration ที่ร้อยละ 0.814 และให้อัตราตายของยุงลายบ้านตื้อสารเคมีกำจัดแมลง ร้อยละ 100 สเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.814, 4.07, 8.14 และ 8.14 สูตรแต่งกลิ่น ให้อัตราตายของยุงลายบ้านตื้อสารเคมีกำจัดแมลงจากทั้ง 2 จังหวัดในตู้ทดสอบ ร้อยละ 0, 30-40, 100 และ 100 ตามลำดับ สเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้น ร้อยละ 8.14 และ 8.14 สูตรแต่งกลิ่น ให้อัตราตายของยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคสนามทั้ง 2 จังหวัด ร้อยละ 100 ที่ 24 ชั่วโมง สรุปได้ว่าสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.14 และ 8.14 สูตรแต่งกลิ่น มีประสิทธิผลในการกำจัดยุงลายบ้านตื้อสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออกของทั้ง 2 จังหวัดและเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกแทนการใช้สเปรย์กำจัดยุงสูตรสารเคมี

ติดต่อผู้พิมพ์ : จักรวาล ชมภูศรี

อีเมล : jakkrawarn.c@gmail.com

Abstract

An efficacy study of lemongrass aerosol sprays against insecticide-resistant *Aedes aegypti* mosquitoes from dengue risk areas in Nakhon Pathom and Chanthaburi provinces was conducted through investigation. Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil was extracted by hydrodistillation and its chemical composition was analyzed by Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS). The oil was tested on susceptible *Ae. aegypti* mosquitoes to determine a discriminating concentration ($2xLC_{99}$) and then tested against the insecticide-resistant mosquitoes by modification of the WHO insecticide susceptibility test. Lemongrass aerosol sprays were further developed and then studied for the efficacy against the insecticide-resistant mosquitoes in glass chamber and the fields. The results showed that the main constituents identified from the oil were geranial (28.77%) and neral (22.74%). The discriminating concentration of the oil was set at 0.814% that provided a 100% mortality rate for the insecticide-resistant mosquitoes. Lemongrass aerosol sprays containing the oil concentrations of 0.814%, 4.07%, 8.14% and 8.14% with flavoring agents gave the mortality rates of 0%, 30–40%, 100% and 100% for the insecticide-resistant mosquitoes from both provinces in glass chamber, respectively. The aerosol sprays containing the oil concentrations of 8.14% and 8.14% with flavoring agents provided the 100% mortality rate for *Ae. aegypti* mosquitoes in the fields of both provinces at 24 hours. In conclusion, the lemongrass aerosol sprays containing the oil concentrations of 8.14% and 8.14% with flavoring agents were effective against the insecticide-resistant *Ae. aegypti* mosquitoes from dengue risk areas of both provinces. It suggests that the lemongrass aerosol sprays could be alternative products to chemical aerosol sprays for mosquito control purpose.

Correspondence: Jakkrawarn Chompoonsri

E-mail: jakkrawarn.c@gmail.com

คำสำคัญ

สเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซ,
ยุงลายบ้านตื้อสารเคมีกำจัดแมลง,
พื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออก

Keywords

lemongrass aerosol sprays,
insecticide-resistant *Aedes aegypti*,
dengue risk areas

บทนำ

โรคไข้เลือดออก (dengue) เกิดจากการติดเชื้อไวรัสเดงกี (dengue virus, DENV) ที่มีทั้งหมด 4 ซีโรทัยป์ คือ DENV 1, DENV 2, DENV 3 และ DENV 4 โดยมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักของโรค ในทุกๆ ปี จะมีประชากรประมาณ 390 ล้านคน จากกว่า 100 ประเทศทั่วโลก ติดเชื้อไข้เลือดออก โดยเป็นชนิดที่แสดงอาการทั้งหมด 96 ล้านคน และมีผู้ป่วยประมาณ 500,000 คน ที่ต้องนอนรักษาตัวใน

โรงพยาบาลด้วยโรคไข้เลือดออกชนิดรุนแรง และ ร้อยละ 2.50 เสียชีวิตด้วยโรคไข้เลือดออก⁽¹⁾ ในประเทศไทยมีรายงานการระบาดของโรคไข้เลือดออก ครั้งแรกในเขตกรุงเทพมหานคร เมื่อปี 2501 พบผู้ป่วย 2,158 คน และเสียชีวิต 300 คน⁽²⁾ หลังจากนั้นโรคไข้เลือดออกได้ระบาดไปทั่วประเทศจนมาถึงปัจจุบัน ในปี 2563 มีรายงานผู้ป่วยไข้เลือดออก 71,293 คน (อัตราป่วย 107.63 ต่อแสนประชากร) และเสียชีวิต 51 คน (อัตราป่วยตาย ร้อยละ 0.07)⁽³⁾ นับว่า

โรคไข้เลือดออกยังเป็นปัญหาที่สำคัญทางสาธารณสุขของประเทศไทย

การควบคุมโรคไข้เลือดออกมีการดำเนินการ 3 มาตรการ คือ 1) รมั้ดระวังผู้ป่วยที่อยู่ในระยะแพร่เชื้อหรือกำลังมีไข่ไม่ให้ถูกยุงลายกัดเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อ 2) ค้นหาผู้ป่วยรายใหม่ในชุมชนของผู้ป่วยรายแรก และ 3) ควบคุมยุงลายอย่างต่อเนื่องโดยการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย การใช้สารเคมีกำจัดลูกน้ำและยุงตัวเต็มวัย และการสำรวจความชุกชุมของลูกน้ำยุงลายเพื่อประเมินมาตรการควบคุมโรคโดยใช้ค่าดัชนี H.I. (House Index), C.I. (Container Index) และ B.I. (Breteau Index)⁽⁴⁾

กรมควบคุมโรคได้รายงานยุงลายบ้านคือต่อสารเคมีกำจัดแมลงหลายชนิดจากกลุ่มออร์กาโนคลอรีน เช่น dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต เช่น fenitrothion, malathion และ temephos กลุ่มคาร์บาเมต เช่น propoxur และกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เช่น cypermethrin, cyfluthrin, deltamethrin, lambda-cyhalothrin, bifenthrin, permethrin, etofenprox และ alpha-cypermethrin ในหลายพื้นที่ทั่วประเทศไทย⁽⁵⁾ ทำให้ไม่สามารถควบคุมยุงลายบ้านคือสารเคมีกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สารกำจัดแมลงที่เป็นสารสกัดจากพืช เช่น น้ำมันหอมระเหย⁽⁶⁾ จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับนำมาใช้ในการกำจัดยุงพาหะนำโรค เนื่องจากไม่มีพิษสะสมในร่างกายและไม่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมนาน จึงไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าชในการกำจัดยุงลายบ้านคือสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการควบคุมยุงลายบ้านคือสารเคมีกำจัดแมลง โดยสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าชที่จะพัฒนาขึ้นสามารถฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านออกมาได้ไกล ในรูปฝอยของอนุภาคละอองลอย

ขนาดเล็ก ทำให้สัมผัสกับตัวยุงที่เกาะพักหรือบินได้ง่าย จะทำให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงให้ตายได้ ซึ่งมีความแตกต่างจากสเปรย์ตะไคร้หอมทั้งชนิดอัดก๊าชและไม่อัดก๊าชที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะใช้สำหรับฉีดพ่นแขนขา เพื่อป้องกันยุงกัดหรือไล่ยุงให้ห่างไกลจากตัวผู้ใช้งาน โดยองค์ความรู้ที่จะได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปถ่ายทอดสู่ประชาชนในพื้นที่ศึกษาเพื่อให้ทราบถึงประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านและสามารถพัฒนาสเปรย์ตะไคร้บ้านอย่างง่าย สำหรับใช้ในการกำจัดยุงลายบ้านคือสารเคมีกำจัดแมลงและป้องกันโรคที่นำโดยยุงลาย

วัสดุและวิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

คัดเลือกพื้นที่ศึกษา 2 พื้นที่ที่มีรายงานยุงลายบ้านคือสารเคมีกำจัดแมลง⁽⁵⁾ และมีรายงานผู้ป่วยไข้เลือดออกระหว่างปี 2557-2561 คือ บ้านปัดวิ ม.2 ต.ปัดวิ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (พิกัดภูมิศาสตร์: 12° 42' 19" N 102° 14' 15" E) และบ้านโคกพระ ม.2 ต.โคกพระเจดีย์ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (พิกัดภูมิศาสตร์: 13° 44' 18" N 100° 7' 13" E)

ยุงลายบ้าน

เก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายบ้านโดยใช้หลอดดูด (dropper) และยุงลายบ้านตัวเต็มวัยโดยใช้อุปกรณ์โฉบแมลง จากพื้นที่ศึกษา 2 จังหวัด โดยการสุ่มตัวอย่างบ้านเรือนร้อยละ 15-30 ของจำนวนบ้านเรือนทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ศึกษา⁽⁷⁾ นำลูกน้ำและยุงลายบ้านที่เก็บได้จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 จังหวัด มาเพาะเลี้ยงตามวิธีมาตรฐานการเพาะเลี้ยงยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการในห้องเลี้ยงแมลง ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ส่วนยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการที่เลี้ยงในห้องเลี้ยงแมลงเป็นสายพันธุ์ที่เลี้ยงมานานกว่า 20 ปี และเป็นสายพันธุ์ที่มีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง

การทดสอบยืนยันการติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาโดยวิธีขององค์การอนามัยโลก (WHO susceptibility test)⁽⁸⁾

เตรียมสารเคมีกำจัดแมลง 8 ชนิด (สารเคมีกำจัดแมลงซื้อจาก Dr. Ehrenstorfer GmbH, Augsburg, Germany) ในอะซีโตน ที่ความเข้มข้นตามข้อมูลที่รายงานยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลง⁽⁵⁾ ดังนี้ 0.8% malathion, 0.1% propoxur, 0.22% cypermethrin, 0.05% deltamethrin, 0.05% lambda-cyhalothrin, 0.09% bifenthrin, 0.75% permethrin และ 0.08% alpha-cypermethrin จากนั้น ทดสอบความไวของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาและยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการต่อสารเคมีกำจัดแมลง โดยใช้ยุงลายบ้านเพศเมียอายุ 3-5 วัน จำนวน 25 ตัว ต่อกระบอกทดสอบ จำนวน 4 ซ้ำต่อชนิดของสารเคมีกำจัดแมลง โดยให้ยุงลายบ้านสัมผัสกับกระดาดกรงที่ชุบสารเคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิดในกระบอกทดสอบเป็นเวลา 60 นาที บันทึกผลจำนวนยุงลายบ้านที่หงายท้องและตรวจสอบอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง ตามวิธีขององค์การอนามัยโลก⁽⁸⁾ แปลผลระดับความไวและการติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านตามเกณฑ์การประเมินผลความไวของยุงตัวเต็มวัยต่อสารเคมีกำจัดแมลง⁽⁸⁾ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- อัตราตายอยู่ระหว่างร้อยละ 98-100 หมายถึง ยุงมีความไวหรือไม่ติดต่อสารเคมีกำจัดแมลง

- อัตราตายต่ำกว่าร้อยละ 98 แสดงให้เห็นเป็นนัยว่ายุงอาจเริ่มเกิดการติดต่อสารเคมีกำจัดแมลง จำเป็นต้องมีการทดสอบความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงซ้ำในครั้งต่อไปในพื้นที่เดิม

- อัตราตายอยู่ระหว่างร้อยละ 90-97 หมายถึง ยุงเริ่มมีถิ่นติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงเกิดขึ้นในกลุ่มประชากรยุง ต้องมีการทดสอบยืนยันผลอีกครั้ง

- อัตราตายต่ำกว่าร้อยละ 90 หมายถึง ยุงติดต่อสารเคมีกำจัดแมลง

การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการต้มกลั่น

นำใบตะไคร้บ้าน ใบตะไคร้หอมและเปลือกส้มที่หั่นเป็นชิ้นขนาดยาวประมาณ 1 นิ้ว แยกใส่ในขวดก้นกลมขนาด 5,000 มิลลิลิตร ขวดละ 500 กรัม เติมน้ำประมาณครึ่งขวดก้นกลม นำไปสกัดโดยวิธีการต้มกลั่นที่ใช้เครื่องมือหาปริมาณน้ำมันหอมระเหย (Clevenger apparatus) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง หรือจนกว่าไม่มีน้ำมันหอมระเหยออกมา กักน้ำที่อาจปนมาเล็กน้อยด้วย sodium sulfate anhydrous จากนั้น นำน้ำมันหอมระเหยที่บริสุทธิ์ไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้งาน การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน โดยวิธี Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

นำน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านมาเจือจางในเอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ให้มีความเข้มข้น 1 มก./มล. และนำมาวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมี โดยมีสภาวะของเครื่อง GC-MS ดังนี้ ส่วนของ GC (ยี่ห้อ Agilent Technologies Model 6890 N, USA) ใช้การฉีดที่ปริมาตร 1.0 ไมโครลิตร (split ratio เท่ากับ 1: 20) โดยตั้งอุณหภูมิส่วนที่ฉีดสาร 230 องศาเซลเซียส ใช้คอลัมน์คือ INNOWax 30 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 um ตั้งอัตราการไหลของก๊าซฮีเลียมเข้าคอลัมน์เป็น 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนอุณหภูมิคอลัมน์จะตั้งโปรแกรมโดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 50 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็ว 4 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส ส่วนของ MS (ยี่ห้อ Agilent Technology, รุ่น 5973N mass selective detector, EIMS, electron energy, 70 eV, USA) เป็น MS Quadrupole ที่ต่อกับ GC โดยตรงและอุณหภูมิของ ion source เป็น 230 องศาเซลเซียส ในระบบ Electron Impact Ionization (EI) โดยให้ผลการแยกองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยเป็น Total Ion Chromatogram (TIC) ในระบบ Scan Mode ใช้ช่วงของ Mass 40 ถึง 400 AMU

(Atomic Mass Unit) และพิสูจน์เอกลักษณ์ขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยโดยเปรียบเทียบกับแมสสเปกตรัมที่ได้กับแมสสเปกตรัมของสารประกอบในฐานข้อมูลอ้างอิงของ Wiley 7N edition library⁽⁹⁾ และฐานข้อมูลอ้างอิงของ Adams (2001)⁽¹⁰⁾ ประมวลผลออกมาเป็นชนิดของสารประกอบ

การหาค่า Lethal concentration 99 (LC₉₉) และค่า discriminating concentration (2 X LC₉₉) ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน

เตรียมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านจำนวน 6 ความเข้มข้น ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 2 เท่า คือ ร้อยละ 0.015625, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25 และ 0.5 ในอะซีโตน และเตรียมยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ เพศเมีย อายุ 3-5 วัน จำนวน 25 ตัว ต่อกระบอกทดสอบ จำนวน 4 ชั่วโมงต่อความเข้มข้น จากนั้นให้ยุงลายบ้านสัมผัสกับกระดาดกรองที่ชุบน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านแต่ละความเข้มข้นในกระบอกทดสอบเป็นเวลา 60 นาที โดยตัดแปลงวิธีขององค์การอนามัยโลก⁽⁸⁾ บันทึกจำนวนยุงลายบ้านที่หงายท้องและตรวจสอบอัตราตายที่ 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ค่าความเข้มข้นที่ทำให้ยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการตาย ร้อยละ 99 (Lethal concentration 99, LC₉₉) โดยใช้สถิติ probit analysis และคำนวณค่า discriminating concentration (2xLC₉₉) ที่มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของค่า LC₉₉ โดยค่า discriminating concentration ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน จะใช้สำหรับทดสอบความไวของยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลงจาก 2 จังหวัดพื้นที่ศึกษา ต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน โดยอ้างอิงจากวิธีขององค์การอนามัยโลก⁽⁸⁾ ที่ใช้ค่า discriminating concentration (2xLC₉₉) สำหรับทดสอบความไวของยุงลายบ้านจากภาคสนามต่อสารเคมีกำจัดแมลง เนื่องจากยุงลายบ้านจากภาคสนามหรือยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลง จะมีความแข็งแรงและทนทาน โดยเฉพาะต่อสารเคมีกำจัดแมลงมากกว่ายุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการที่มีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น discriminating concentration ต่อยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาโดยตัดแปลงวิธีขององค์การอนามัยโลก⁽⁸⁾

เตรียมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น discriminating concentration ในอะซีโตน และนำไปทดสอบความไวของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษารุ่นลูกรุ่นที่ 1 โดยตัดแปลงวิธีขององค์การอนามัยโลก⁽⁸⁾

การพัฒนาสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซ

พัฒนาสเปรย์อัดก๊าซ 4 สูตร ที่มีน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.814, 4.07, 8.14 และ 8.14 สูตรดังกล่าว โดยสูตรดังกล่าวนี้จะรวมกลิ่น 3 ชนิด ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ร้อยละ 2.00 น้ำมันหอมระเหยส้ม ร้อยละ 1.50 และวานิลลา ร้อยละ 2.00 ในตัวทำละลายไอโซโพรพานอล ในอัตราส่วนสารผสมรวมตัวทำละลายไอโซโพรพานอลต่อก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ก๊าซแอลพีจี) เป็น 40:60 ส่วนสเปรย์อัดก๊าซในอัตราส่วนไอโซโพรพานอลต่อก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็น 40:60 ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ การทดสอบประสิทธิภาพของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในการกำจัดยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาในตู้ทดสอบ

เตรียมยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษารุ่นลูกรุ่นที่ 1 เพศเมีย อายุ 3-5 วัน จำนวน 20 ตัว ใส่ถ้วยกระดาษที่ปิดด้วยผ้าตาข่าย วางสำลีสับน้ำหวานสำหรับเป็นอาหาร และพักยุงไว้ที่อุณหภูมิห้อง อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ฉีดสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซแต่ละสูตรที่ปริมาตร 1.0±0.1 กรัม เข้าไปในตู้ทดสอบขนาด 0.343 ลูกบาศก์เมตร (0.7 ม. X 0.7 ม. X 0.7 ม.) จากนั้น ปล่อยยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาเข้าไปในตู้ทดสอบเป็นเวลา 60 นาที บันทึกจำนวนยุงลายบ้านที่หงายท้อง เก็บยุงลายบ้านที่หงายท้องใส่ถ้วยกระดาษแล้วปิดด้วยผ้าตาข่าย วางสำลีสับน้ำหวานสำหรับเป็นอาหาร และตรวจสอบอัตราตายของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาที่ 24 ชั่วโมง ดำเนินการทดสอบ 3 ชั่วโมง โดยใช้สเปรย์ไอโซโพรพานอลอัดก๊าซเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

การทดสอบประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซ ในการกำจัดยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคสนาม

คัดเลือกสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซอย่างน้อย 1 สูตร ที่มีประสิทธิผลที่ให้อัตราตายของยุงลายบ้าน จากพื้นที่ศึกษาร้อยละ 100 ในตู้ทดสอบ สำหรับนำไป ทดสอบประสิทธิผลในการกำจัดยุงลายบ้านในพื้นที่ ภาคสนาม เก็บยุงลายบ้านในบ้านเรือนจำนวน ร้อยละ 15-30 ของจำนวนบ้านเรือนทั้งหมดในแต่ละ พื้นที่ศึกษาที่เป็นบ้านหลังเดิมที่เคยเก็บตัวอย่างลูกน้ำ และยุงลายบ้านไปทดสอบยืนยันการตอบสนองเคมีกำจัด แมลง โดยใช้อุปกรณ์โฉบยุง นำยุงลายบ้านที่เก็บได้ใน แต่ละบ้านใส่ถ้วยกระดาษ 3 ถ้วยที่ปิดด้วยผ้าตาข่าย สำหรับเป็นกลุ่มทดสอบ 2 กลุ่มและกลุ่มเปรียบเทียบ จากนั้น ชั่งสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซและสเปรย์ไอโซโทร พานอลอัดก๊าซก่อนและหลังฉีด ฉีดสเปรย์ตะไคร้บ้าน อัดก๊าซและสเปรย์ไอโซโทรพานอลอัดก๊าซที่ปริมาณ 1.0 ± 0.1 กรัม เข้าไปในถ้วยกระดาษที่มียุงลายบ้าน ที่เป็นกลุ่มทดสอบและกลุ่มเปรียบเทียบ ตามลำดับ โดยถ้วยกระดาษอยู่ในระดับเดียวกับการฉีดสเปรย์และ มีระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ฉีดสเปรย์และถ้วยกระดาษ 50 เซนติเมตร บันทึกจำนวนยุงลายบ้านที่หายห้องที่ 60 นาที และตรวจสอบอัตราตายที่ 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่า knockdown time 50 (KT_{50}) และ knockdown time 95 (KT_{95}) คือ ค่าเวลาที่ทำให้ยุงลายบ้าน หายห้องร้อยละ 50 และ 95 ตามลำดับ และวิเคราะห์ค่า Lethal concentration 50 (LC_{50}), Lethal concentration 95 (LC_{95}) และ Lethal concentration 99 (LC_{99}) คือ ค่าความเข้มข้นที่ทำให้ยุงลายบ้านตาย ร้อยละ 50, 95 และ 99 ตามลำดับ โดยใช้สถิติ probit analysis กำหนด ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α)=0.05 โดยใช้โปรแกรม SPSS และคำนวณค่า discriminating concentration คือ ค่าความเข้มข้น 2 เท่าของค่า LC_{99} ในการทดสอบถ้ากลุ่ม

เปรียบเทียบกับอัตราตายของยุงลายบ้านระหว่างร้อยละ 5-20 ให้ปรับค่า Abbott's formula⁽¹¹⁾ แต่ถ้ามีอัตราตาย มากกว่าร้อยละ 20 ต้องทำการทดสอบใหม่

ผลการศึกษา

การตอบสนองสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านจากพื้นที่ ศึกษา

ผลการทดสอบยืนยันการตอบสนองเคมีกำจัด แมลง 8 ชนิด ของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาใน จ.จันทบุรี และ จ.นครปฐม แสดงในตารางที่ 1 พบว่า ยุงลายบ้านจาก จ.จันทบุรี เริ่มติดต่อ malathion โดยมี อัตราตาย ร้อยละ 96.0 แต่ติดต่อ propoxur และสารไพ ริทรอยส์ทั้ง 6 ชนิด โดยมีอัตราตายระหว่างร้อยละ 6.0-86.0 ส่วนยุงลายบ้านจาก จ.นครปฐม เริ่มติด ต่อ propoxur โดยมีอัตราตาย ร้อยละ 93.0 แต่ติดต่อ malathion และสารไพริทรอยส์ทั้ง 6 ชนิด โดยมีอัตรา ตายระหว่างร้อยละ 3.0-67.0 สำหรับยุงลายบ้านสาย พันธุ์ห้องปฏิบัติการมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 8 ชนิด โดยมีอัตราตาย ร้อยละ 100 ที่ 24 ชั่วโมง จากการศึกษาระยะเวลาที่ทำให้ยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษา หายห้องร้อยละ 50 (KT_{50}) หลังจากสัมผัสสารเคมี กำจัดแมลงแต่ละชนิด พบว่า ค่า KT_{50} ของยุงลายบ้าน จาก จ.จันทบุรี อยู่ระหว่าง 10.41-77.96 นาที โดยค่า KT_{50} ต่ำสุดและสูงสุด ได้จากยุงลายบ้านที่สัมผัส alpha-cypermethrin และ lambda-cyhalothrin ตามลำดับ และค่า KT_{50} ของยุงลายบ้านจาก จ.นครปฐม อยู่ระหว่าง 10.58-109.26 นาที โดยค่า KT_{50} ต่ำสุดและสูงสุดได้ จากยุงลายบ้าน ที่สัมผัส propoxur และ bifenthrin ตามลำดับ ส่วนค่า KT_{50} ของยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ อยู่ ระหว่าง 6.03-28.89 นาที โดยค่า KT_{50} ต่ำสุดและสูงสุด ได้จากยุงลายบ้านที่สัมผัส permethrin และ malathion ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษา

สารเคมีกำจัดแมลง	สายพันธุ์ยุงลาย	KT ₅₀ (นาที) (95% CI)	Regression Coefficient±SE	อัตราการตาย (%)	ความไวต่อ สารเคมี กำจัดแมลง
อะซีโดน	ห้องปฏิบัติการ	-	-	0	-
	จันทบุรี	-	-	0	-
	นครปฐม	-	-	0	-
0.8% malathion	ห้องปฏิบัติการ	28.89 (28.60-29.24)	28.84±3.00	100	ไว
	จันทบุรี	37.79 (32.71-42.31)	9.22±0.70	96.0	เริ่มตื้อ
	นครปฐม	39.17 (31.01-45.71)	10.08±0.78	67.0	ตื้อ
0.1% propoxur	ห้องปฏิบัติการ	9.18 (8.84-9.65)	7.92±0.87	100	ไว
	จันทบุรี	17.56 (16.36-18.73)	6.26±0.47	86.0	ตื้อ
	นครปฐม	10.58 (5.93-14.25)	2.81±0.27	93.0	เริ่มตื้อ
0.08% alpha- cypermethrin	ห้องปฏิบัติการ	10.27 (10.01-10.53)	9.03±0.59	100	ไว
	จันทบุรี	10.41 (9.69-11.13)	8.41±1.4	53.0	ตื้อ
	นครปฐม	49.19 (45.74-53.67)	4.04±0.40	15.0	ตื้อ
0.09% bifenthrin	ห้องปฏิบัติการ	14.61 (14.34-14.88)	12.00±0.72	100	ไว
	จันทบุรี	41.63 (36.78-48.0)	4.06±0.36	29.0	ตื้อ
	นครปฐม	109.26 (83.38-221.02)	4.00±0.94	13.0	ตื้อ
0.22% cypermethrin	ห้องปฏิบัติการ	7.87 (7.69-8.06)	12.91±0.99	100	ไว
	จันทบุรี	20.55 (17.18-23.72)	4.54±0.31	67.0	ตื้อ
	นครปฐม	76.40 (58.35-149.16)	2.79±0.36	4.0	ตื้อ
0.05% deltamethrin	ห้องปฏิบัติการ	16.64 (15.78-17.51)	6.48±0.58	100	ไว
	จันทบุรี	46.52 (39.02-60.42)	3.09±0.39	39.0	ตื้อ
	นครปฐม	32.87 (29.63-36.18)	4.24±0.33	25.0	ตื้อ
0.05% lambda- cyhalothrin	ห้องปฏิบัติการ	15.25 (14.91-15.60)	0.24±0.01	100	ไว
	จันทบุรี	77.96 (57.72-185.31)	2.58±0.36	69.0	ตื้อ
	นครปฐม	46.30 (38.52-60.97)	4.06±0.37	18.0	ตื้อ
0.75% permethrin	ห้องปฏิบัติการ	6.03 (4.90-6.75)	5.36±0.56	100	ไว
	จันทบุรี	34.28 (30.15-38.89)	3.76±0.30	6.0	ตื้อ
	นครปฐม	43.03 (38.84-48.54)	2.53±0.25	3.0	ตื้อ

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน โดยวิธี GC-MS เรียงลำดับตามเวลาที่สารถูกชะออกจากคอลัมน์ (retention time) แสดงในตารางที่ 2 พบสารประกอบ 6 ชนิด ในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน คิดเป็นร้อยละ 66.86 โดยองค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน เป็นสารประกอบ monoterpene aldehydes ได้แก่ geranial หรือ ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน

trans-citral ร้อยละ 28.77 และ neral หรือ *cis*-citral ร้อยละ 22.74 นอกจากนี้ มีสารประเภท monoterpene hydrocarbons ได้แก่ β -ocimene ร้อยละ 7.18 และ β -myrcene ร้อยละ 0.65, สารประเภท oxygenated monoterpenes ได้แก่ verbenyl ethyl ether ร้อยละ 5.80 และสารอื่นๆ ได้แก่ 6-methyl-5-hepten-3-one ร้อยละ 1.72

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ	Retention time (นาที)
β -ocimene	7.18	5.75
β -myrcene	0.65	7.40
6-methyl-5-hepten-3-one	1.72	10.18
neral	22.74	20.10
verbenyl ethyl ether	5.80	20.50
geranial	28.77	21.53
รวม	66.86	

ค่า LC_{99} และ ค่า discriminating concentration ($2 \times LC_{99}$) ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน

ผลการทดสอบความไวของยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ 6 ความเข้มข้น โดยดัดแปลงวิธีขององค์การอนามัยโลก แสดงในตารางที่ 3 พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ให้อัตราการตายของยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการร้อยละ 100 และมีอัตราการลดลงที่ร้อยละ 96, 81, 60, 27 และ 6 ที่ 24 ชั่วโมง เมื่อความเข้มข้นลดลง 2 เท่า ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.25, 0.125, 0.0625, 0.03125 และ 0.015625 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ค่า LC_{99} จาก 5 ความเข้มข้น

คือ ความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.125, 0.0625, 0.03125 และ 0.015625 โดยวิธี probit analysis และคำนวณค่า discriminating concentration ($2 \times LC_{99}$) ที่มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของค่า LC_{99} แสดงในตารางที่ 4 พบว่า ค่า LC_{99} เท่ากับความเข้มข้น ร้อยละ 0.407 ($p=0.745$) และค่า discriminating concentration เท่ากับความเข้มข้น ร้อยละ 0.814 โดยค่า discriminating concentration ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านจะเป็นค่าความเข้มข้นสำหรับนำไปใช้ในการทดสอบความไวของยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลงจาก 2 จังหวัดพื้นที่ศึกษาต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน

ตารางที่ 3 ความไวของยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน

น้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น (%)	จำนวนยุงที่ทดสอบ (ตัว)	อัตราการหายท้อง (%)	อัตราการตาย (%)
อะซีโตน		100	0	0
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน	0.5	100	100	100
	0.125	100	100	96
	0.0625	100	100	81
	0.03125	100	85	60
	0.015625	100	46	27
		100	13	6

ตารางที่ 4 ค่า LC₅₀ และ ค่า discriminating concentration ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน

น้ำมันหอมระเหย	LC ₅₀ (95% CI)	LC ₉₉ (95% CI)	Regression Coefficient±SE	X ² (df)	p-value	Discriminating concentration (%)
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน	0.054 (0.048-0.061)	0.407 (0.310-0.580)	2.66±0.20	1.24 (3)	0.745	0.814

หมายเหตุ: CI=95% confidence limits, X²=Chi-square, df=degrees of freedom

ความไวของยุงลายบ้านตีสสารเคมีกำจัดแมลง ต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น discriminating concentration

ผลการทดสอบความไวของยุงลายบ้านตีสสารเคมีกำจัดแมลงต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น discriminating concentration (2xLC₉₉) ร้อยละ 0.814 โดยตัดแปลงวิธีขององค์การอนามัยโลก แสดงในตารางที่ 5 พบว่า ยุงลายบ้านตีสสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 จังหวัด มีความไวต่อน้ำมัน

หอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.814 โดยมีอัตราการตายร้อยละ 100 ที่ 24 ชั่วโมง และจากผลการศึกษาช่วงเวลาที่ทำให้ยุงลายบ้านตีสสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่ศึกษาหายท้อง ร้อยละ 50 (KT₅₀) และ 95 (KT₉₅) หลังจากสัมผัสน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน พบว่า ค่า KT₅₀ และค่า KT₉₅ ของยุงลายบ้านจาก จ.จันทบุรี มีค่าเท่ากับ 2.285 นาที และ 4.452 นาที ส่วนค่า KT₅₀ และค่า KT₉₅ ของยุงลายบ้านจาก จ.นครปฐม มีค่าเท่ากับ 2.334 นาที และ 5.462 นาที ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ความไวของยุงลายบ้านตีสสารเคมีกำจัดแมลงต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น discriminating concentration

น้ำมันหอมระเหย	Discriminating concentration (%)	สายพันธุ์ยุงลาย	KT ₅₀ (95% CI)	KT ₉₅ (95% CI)	X ² (df)	อัตราการตาย (%)
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน	0.814	จันทบุรี	2.285 (2.179-2.391)	4.452 (4.103-4.929)	6.86 (5)	100
		นครปฐม	2.334 (2.207-2.465)	5.462 (4.882-6.315)	6.47 (5)	100

หมายเหตุ: CI=95% confidence limits, X²=Chi-square, df=degrees of freedom

**ประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในการกำจัด
ยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงในตู้ทดสอบ**

สเปรย์อัดก๊าซ 4 สูตรที่มีสารออกฤทธิ์เป็นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.814, 4.07, 8.14 และ 8.14 สูตรต่างกลิ่น ที่รวมกลิ่น 3 ชนิด ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.0 น้ำมันหอมระเหยส้มที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และวานิลลาที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.0 โดยสเปรย์อัดก๊าซมีปริมาณสารผสมรวมไอโซโพรพานอล 112.8 กรัม (ร้อยละ 40) และสารขับดันหรือก๊าซแอลพีจี 169.2 กรัม (ร้อยละ 60) ในความจุของกระป๋อง 640 มิลลิลิตร ความดันสูงสุดของกระป๋อง 2.2 เมกาปาสกาลมาตร และความดันของก๊าซที่ 37.8°C ไม่เกิน 0.55 เมกาปาสกาลมาตร จากผลการทดสอบประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซทั้ง 4 สูตรในการกำจัดยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่ศึกษาในจ.จันทบุรี และ จ.นครปฐม ในตู้ทดสอบ แสดงในตารางที่ 6 ประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในการกำจัดยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงในตู้ทดสอบ

ตารางที่ 6 พบว่า เมื่อฉีดสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.814, 4.07, 8.14 และ 8.14 สูตรต่างกลิ่น ที่ 1.00±0.10 กรัม ให้อัตราการตายของยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลง ร้อยละ 0, 30-40, 100 และ 100 ตามลำดับ โดยสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่มีประสิทธิผลดีที่สุดจะให้ค่า KT_{50} ที่ต่ำกว่า และจากผลการทดสอบกับยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงจาก 2 จังหวัด พบว่า สเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.14 ให้ค่า KT_{50} อยู่ระหว่าง 15.39-15.43 นาที และที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.14 สูตรต่างกลิ่น ให้ค่า KT_{50} อยู่ระหว่าง 12.73-18.13 นาที มีประสิทธิผลดีกว่าสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้นร้อยละ 4.07 ที่ให้ค่า KT_{50} อยู่ระหว่าง 33.39-43.89 นาที และที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.814 ไม่สามารถวิเคราะห์ค่า KT_{50} ได้เนื่องจากไม่มียุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงจากทั้ง 2 จังหวัด หายทั้งภายในระยะเวลาที่ทดสอบ 60 นาที

สเปรย์อัดก๊าซ	ปริมาณที่ฉีด (กรัม)	สายพันธุ์ยุงลาย	KT_{50} (นาที) (95% CI)	Regression Coefficient±SE	อัตราการตาย (%)
ไอโซโพรพานอล	1.00±0.10	จันทบุรี	-	-	0
		นครปฐม	-	-	0
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน ร้อยละ 0.814	1.00±0.10	จันทบุรี	43.89 (42.72-45.08)	9.24±0.63	40
		นครปฐม	33.39 (31.14-35.98)	19.36±1.46	30
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน ร้อยละ 4.07	1.00±0.10	จันทบุรี	15.39 (13.50-17.31)	6.20±0.52	100
		นครปฐม	15.43 (12.92-17.96)	6.81±0.56	100
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน ร้อยละ 8.14	1.00±0.10	จันทบุรี	12.73 (10.64-14.81)	4.91±0.37	100
		นครปฐม	18.13 (17.48-18.79)	11.08±0.99	100

ประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในการกำจัด ยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคสนาม

นำสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้น ร้อยละ 8.14 และ 8.14 สูตรแต่งกลิ่น ที่มีประสิทธิผล ที่ให้อัตราตายของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาร้อยละ 100 ในตู้ทดสอบ ไปทดสอบประสิทธิผลในการกำจัดยุงลายบ้าน ในพื้นที่ภาคสนาม จ.จันทบุรี และ จ.นครปฐม จากการ เก็บยุงลายบ้านในพื้นที่ศึกษา จ.จันทบุรี ได้จำนวน ทั้งหมด 262 ตัว จากบ้าน 42 หลัง คิดเป็นร้อยละ 20.3 (42/207 หลัง) ของจำนวนบ้านเรือนทั้งหมด โดย เป็นยุงลายบ้านเพศเมีย จำนวน 128 ตัว คิดเป็น ร้อยละ 48.9 และยุงลายบ้านเพศผู้ จำนวน 134 ตัว คิดเป็นร้อยละ 51.1 ส่วนยุงลายบ้านที่เก็บได้ในพื้นที่ ศึกษา จ.นครปฐม มีจำนวนทั้งหมด 206 ตัว จาก

บ้าน 47 หลัง คิดเป็นร้อยละ 17.4 (47/270 หลัง) ของ จำนวนบ้านเรือนทั้งหมด โดยเป็นยุงลายบ้านเพศเมีย จำนวน 94 ตัว คิดเป็นร้อยละ 45.6 และยุงลายบ้านเพศ ผู้ จำนวน 112 ตัว คิดเป็นร้อยละ 54.4 จากผลการ ทดสอบประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความ เข้มข้นร้อยละ 8.14 และ 8.14 สูตรแต่งกลิ่น ในการ กำจัดยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคสนาม จ.จันทบุรี และ จ.นครปฐม ที่แสดงในตารางที่ 7 พบว่า สเปรย์ตะไคร้ บ้านอัดก๊าซทั้ง 2 สูตร มีประสิทธิผลในการกำจัดยุงลาย บ้านในพื้นที่ภาคสนาม โดยให้อัตราตายของยุงลายบ้าน ทั้งเพศเมียและเพศผู้ในพื้นที่ภาคสนามทั้ง 2 จังหวัด ร้อย ละ 100 ส่วนสเปรย์ไอโซโพรพานอลอัดก๊าซให้อัตราตาย ของยุงลายบ้านร้อยละ 0 ที่ 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 7 ประสิทธิผลของสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในการกำจัดยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคสนาม

สเปรย์อัดก๊าซ	ปริมาณที่ฉีด (กรัม)	เพศ/จำนวนยุง (%)		อัตราตาย (%)	
		จันทบุรี	นครปฐม	จันทบุรี	นครปฐม
ไอโซโพรพานอล	1.00±0.10	เมีย 40 (46.0)	31 (43.7)	0	0
		ผู้ 47 (54.0)	40 (56.3)	0	0
		รวม 87	71		
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน ร้อยละ 8.140	1.00±0.10	เมีย 43 (48.3)	30 (44.8)	100	100
		ผู้ 46 (51.7)	37 (55.2)	100	100
		รวม 89	67		
น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้าน ร้อยละ 8.140 สูตรแต่งกลิ่น	1.00±0.10	เมีย 45 (52.3)	33 (48.5)	100	100
		ผู้ 41 (47.7)	35 (51.5)	100	100
		รวม 86	68		
		เมีย 128 (48.9)	94 (45.6)		
		ผู้ 134 (51.1)	112 (54.4)		
		รวมทั้งสิ้น 262	206		

วิจารณ์

สถานการณ์การติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุ้งลายบ้านในปัจจุบันเป็นเรื่องที่น่ากังวลอย่างมากเนื่องจากมีรายงานยุ้งลายบ้านติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาเมต และกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์จากหลายพื้นที่ทั่วประเทศไทย⁽⁵⁾ จากการศึกษานี้ได้ยืนยันว่ายุ้งลายบ้านจากพื้นที่ศึกษาในจ.จันทบุรี และ จ.นครปฐม ติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ทดสอบ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ให้ความสนใจสารกำจัดแมลงจากธรรมชาติ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืช เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อคนและมีฤทธิ์ตกค้างต่ำในสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้ลดโอกาสในการพัฒนาการติดอน้ำมันหอมระเหยของยุ้งและแมลงพาหะนำโรค โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้น discriminating concentration มีประสิทธิภาพทำให้ยุ้งลายบ้านติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่ศึกษาในจ.จันทบุรี และ จ.นครปฐม ตายได้

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน พบ geranial หรือ *trans*-citral และ neral หรือ *cis*-citral เป็นสารประกอบหลักในธรรมชาติมักพบ citral (สารประกอบที่ผสมระหว่าง geranial และ neral) ทั้ง 2 ไอโซเมอร์นี้อยู่ปนกันและมีรายงานว่าสารประกอบ citral มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลง โดยพบว่า citral ที่เตรียมในอะซีโตนและหยดสารละลาย citral 0.5 ไมโครลิตร ลงบนส่วนอกด้านล่างของหนอนคืบกะหล่ำ (Cabbage looper) มีประสิทธิภาพทำให้หนอนคืบกะหล่ำตาย ร้อยละ 50 ที่ความเข้มข้น lethal dose 50 (LD₅₀) เท่ากับ 162.9 มิลลิกรัมต่อหนอนคืบกะหล่ำ⁽¹²⁾ นอกจากนี้ citral ที่เตรียม 16.8 มิลลิกรัมในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethylsulfoxide, DMSO) ปริมาตร 960 มิลลิลิตรและหยดสารละลาย citral 1 ไมโครลิตร ลงบนส่วนอกด้านบนของหนอนแมลงวันบ้าน มีประสิทธิภาพทำให้หนอนแมลงวันบ้านตาย ร้อยละ 90 ที่ 24 ชั่วโมง⁽¹³⁾ จากผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่มีรายงานพบสารดังกล่าว เป็นสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้

บ้าน⁽¹³⁻¹⁵⁾

การศึกษาที่ผ่านมา พบว่า น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ได้จากการสกัดโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำและเตรียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในน้ำมันถั่วเหลือง มีประสิทธิภาพทำให้ยุ้งลายบ้าน ยุ้งรำคาญและยุ้งกันปล่องที่เป็นสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการตายร้อยละ 100 ที่ 24 ชั่วโมง⁽⁶⁾ นอกจากนี้ มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ได้จากการสกัดโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำและเตรียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์มีประสิทธิภาพทำให้แมลงวันบ้านสายพันธุ์จากภาคสนามตาย ร้อยละ 100 ที่ 24 ชั่วโมง⁽¹⁶⁾ จากงานวิจัยนี้ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ได้จากการสกัดโดยวิธีการต้มกลั่นและเมื่อเตรียมที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.5 ในอะซีโตน มีประสิทธิภาพทำให้ยุ้งลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการตาย ร้อยละ 100 และที่ความเข้มข้น discriminating concentration ร้อยละ 0.814 ในอะซีโตน มีประสิทธิภาพทำให้ยุ้งลายบ้านติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 จังหวัดตาย ร้อยละ 100 ที่ 24 ชั่วโมง โดยวิธีขององค์การอนามัยโลก⁽⁸⁾ การสกัดน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านด้วยวิธีการและขั้นตอนที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อปริมาณและความบริสุทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ได้แตกต่างกัน โดยเฉพาะในการศึกษานี้ได้ดำเนินการกำจัดน้ำที่ปนอยู่ในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านออกด้วย sodium sulfate anhydrous ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่สกัดได้จึงมีความบริสุทธิ์สูงและอาจเป็นเหตุทำให้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้นต่ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุ้งลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการและยุ้งลายบ้านติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงจากทั้ง 2 จังหวัดได้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ได้สนับสนุนรายงานที่ผ่านมาว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้^(6,16)

การพัฒนาสเปรย์อัดก๊าซที่มีสารออกฤทธิ์เป็นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.814 พบว่า ไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุ้งลายบ้านติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงจากทั้ง 2 จังหวัดพื้นที่ศึกษาในตู้ทดสอบ อาจเป็นเพราะปริมาณและความเข้มข้นของน้ำมันหอม

ระเหยตะไคร้บ้านในตู้ทดสอบไม่เพียงพอที่จะทำให้ยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงที่บินในตู้ทดสอบตายได้ ซึ่งแตกต่างจากการทดสอบโดยวิธีขององค์การอนามัยโลกที่ให้ยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงสัมผัสกับกระดาษกรองที่ชุบน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.814 เนื่องจากการทดสอบดังกล่าวจะเป็นการกักตัวยุงในกระบอกทดสอบที่มีพื้นที่แคบและขนาดเล็กกว่าตู้ทดสอบมาก ทำให้อวัยวะรับสัมผัสที่อยู่บริเวณปลายขาของยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงมีโอกาสสัมผัสกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านเป็นระยะเวลาหนึ่ง จึงเป็นสาเหตุทำให้ยุงตายได้ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านเป็น 5 เท่าของค่าความเข้มข้น discriminating concentration ที่ร้อยละ 4.07 ในสเปรย์อัดก๊าซจะเริ่มมีผลทำให้ยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงตาย ร้อยละ 30-40 และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 10 เท่า ที่ร้อยละ 8.14 และ 8.14 สูตรต่างกลืน มีผลทำให้ยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงตาย ร้อยละ 100 ในตู้ทดสอบ ซึ่งสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.814 และ 4.07 จะต้องใช้ปริมาณการฉีดที่มากกว่า 1.00 ± 0.10 กรัม ในตู้ทดสอบ จึงจะมีผลทำให้ยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงตายร้อยละ 100 ได้ ดังนั้น สเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซทั้ง 2 สูตร จึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปประเมินผลในภาคสนามและไม่ควรนำไปใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน เนื่องจากยุงในบ้านเรือนจะไม่ตายเมื่อสัมผัสกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความเข้มข้นต่ำ ซึ่งยุงสามารถบินหลบหนีได้และเมื่อยุงได้รับสัมผัสกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้าน ที่มีความเข้มข้นต่ำบ่อยครั้งติดต่อกันเป็นระยะเวลานานอาจจะนำไปสู่กลไกการพัฒนาการต้อต่อน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านได้ จากการที่สเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่ความเข้มข้นร้อยละ 8.14 และ 8.14 สูตรต่างกลืน มีประสิทธิภาพดีทำให้ยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงในพื้นที่ภาคสนามตายร้อยละ 100 เมื่อฉีดปริมาณต่ำที่ 1.00 ± 0.10 กรัม แสดงให้เห็นว่าสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซทั้ง 2 สูตร สามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เนื่องจากใช้ปริมาณและความเข้มข้นของ

น้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ไม่สูงมากแต่มีประสิทธิภาพดีสามารถทำให้ยุงลายบ้านทั้งเพศเมียและเพศผู้ในพื้นที่ภาคสนามตายได้ ถึงแม้ว่ายุงลายบ้านเพศผู้จะไม่กัด ดูดเลือดคน และสัตว์แต่มีความสำคัญ เนื่องจากมีรายงานการตรวจพบเชื้อไวรัสเดงกีในยุงลายบ้านเพศผู้จากธรรมชาติ⁽¹⁷⁾ และมีรายงานว่ายุงลายบ้านเพศผู้สามารถถ่ายทอดเชื้อไวรัสเดงกีผ่านทาง การผสมพันธุ์ไปสู่ยุงลายบ้านเพศเมียได้⁽¹⁸⁾

การยอมรับของประชาชนต่อกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านน่าจะเป็นความเป็นไปได้ เนื่องจากประชาชนทั่วไปจะคุ้นเคยกับกลิ่นของต้นและใบตะไคร้บ้านเพราะสามารถนำมาประกอบอาหารและปรุงเป็นยาสมุนไพรในชีวิตประจำวัน รวมถึงในปัจจุบันได้มีการนำน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านมาใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางและใช้ในสถานบริการเพื่อสุขภาพ ช่วยให้เกิดความผ่อนคลายและลดความเครียด ดังนั้น สเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8.14 ทั้ง 2 สูตร โดยเฉพาะสูตรต่างกลืนที่รวมกลิ่นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยส้มและวานิลลา จะมิกกลิ่นหอมละมุนต่อจมูก จึงเป็นที่ยอมรับของประชาชนที่ได้กลิ่นในขณะที่มีการประเมินผลสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซในพื้นที่ภาคสนามเพราะนอกจากจะมั่นใจในประสิทธิภาพกำจัดยุงลายบ้านแล้ว ยังมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดยุงที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น สเปรย์อัดก๊าซกำจัดยุง ยาจูดกันยุง⁽¹⁹⁾ รวมถึงผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นหมอกควันที่มีสารออกฤทธิ์ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ที่มีรายงานการต้อในยุงลายบ้าน⁽⁵⁾ ทำให้ไม่สามารถใช้กำจัดยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงและควบคุมการระบาดของโรคที่นำโดยยุงลายบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้ทุกปียังมีรายงานผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตจากโรคไข้เลือดออกในหลายจังหวัดทั่วประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงลายบ้านต้อสารเคมีกำจัดแมลงและมีกลิ่นหอม ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกแทนการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดยุงในบ้านเรือนที่มีสาร

ออกฤทธิ์เป็นสารเคมีกำจัดแมลงเพื่อใช้ในการกำจัด ยุงลายบ้านและป้องกันโรคที่นำโดยยุงลายบ้าน โดยข้อมูล ที่ได้จากการศึกษานี้จะช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์จาก ตะไคร้บ้านเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้แก่ ประเทศและชุมชนบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียง รวมถึง สามารถลดการใช้และลดต้นทุนการนำเข้าสารเคมีกำจัด แมลงที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อม โดยองค์ความรู้ที่ได้จากจากงานวิจัยนี้ได้มีการนำไปใช้ ประโยชน์โดยการถ่ายทอดความรู้สู่ประชาชนและ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ศึกษาเพื่อให้สามารถทำ สเปรย์ตะไคร้บ้านอย่างง่ายสำหรับใช้ในการกำจัดยุงลาย บ้านต่อสู้สารเคมีกำจัดแมลงได้จริงเพื่อป้องกันโรคติดต่อ ที่นำโดยยุงลายบ้าน

สรุป

งานวิจัยนี้สรุปได้ว่าสเปรย์ตะไคร้บ้านอัดก๊าซ ที่มีสารออกฤทธิ์เป็นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านร้อยละ 8.140 และ 8.140 สูตรแต่งกลิ่น มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงลายบ้านต่อสู้สารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่ เสี่ยงโรคไข้เลือดออกใน จ.จันทบุรี และ จ.นครปฐม ในตู้ทดสอบและมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงลายบ้าน ในพื้นที่ภาคสนามของทั้ง 2 จังหวัด โดยให้อัตราตายของ ยุงลายบ้านร้อยละ 100 ที่ 24 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ควรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้บ้านที่ความ เข้มข้นร้อยละ 8.14 ในเอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ และแต่งกลิ่นตามที่ต้องการ จากนั้นนำส่วนผสมมาใส่ ในขวดสเปรย์ที่มีความสูงประมาณ 20-25 เซนติเมตร มีหัวฉีดละอองฝอยและฉีดได้ระยะไกลอย่างน้อย 50 เซนติเมตร จะทำให้ละอองฝอยของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านสัมผัสกับตัวยุงและทำให้ยุงตายได้ ในการใช้ งานจริงของสเปรย์ตะไคร้บ้านทั้งชนิดอัดก๊าซและ ไม่อัดก๊าซจะแนะนำให้ฉีดพ่นสัมผัสกับตัวยุงโดยตรง ควรฉีดพ่นในห้องที่ไม่มีคนและสัตว์เลี้ยง โดยปิดประตูและ หน้าต่างก่อนฉีดพ่นและฉีดทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรือ ฉีดพ่นนอกห้องที่มีลมสงบและมียุงมารบกวน นอกจาก

นี้ ควรระมัดระวังการใช้สเปรย์ตะไคร้บ้านกำจัดยุง เนื่องจากสารกำจัดแมลง citral ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้บ้านเป็นสารจำพวกแอลดีไฮด์ ที่สามารถก่อให้เกิดอาการระคายเคืองต่อตา จมูกและทางเดินหายใจได้ ดังนั้น ระหว่างการฉีดสเปรย์ควรหลีกเลี่ยงการสูดดม โดยตรง ระวังอย่าให้ละอองเข้าตา ปากและจมูก หากเข้า ตาให้รีบล้างด้วยน้ำสะอาดจนอาการระคายเคืองทุเลา หากไม่ทุเลาให้รีบไปพบแพทย์ จากคุณสมบัติของ สารกำจัดแมลง citral เป็นสารที่ระเหยง่ายและไม่ตกค้าง ในสิ่งแวดล้อมนาน การฉีดพ่นสเปรย์ตะไคร้บ้านกำจัดยุง จึงใช้ตามความถี่ที่ต้องการเมื่อมียุงมารบกวน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรจะมีการศึกษาประสิทธิภาพของสเปรย์ ตะไคร้บ้านในการกำจัดยุงและแมลงพาหะนำโรคอื่น ๆ ที่ต่อสู้สารเคมีกำจัดแมลงเพื่อป้องกันโรคที่นำโดยยุงและ แมลง และพัฒนาต่อยอดสเปรย์ตะไคร้บ้านกำจัดแมลง โดยการปรับแต่งกลิ่นให้เป็นที่ยอมรับของประชาชนมาก ยิ่งขึ้นเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงเชิงพาณิชย์ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินงบประมาณ แผ่นดินในปีงบประมาณ 2562 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของฝ่ายชีววิทยาและนิเวศวิทยา สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ให้การสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไป ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Dengue and severe dengue [Internet]. [cited 2020 Dec 9]. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
2. Limkittikul K, Brett J, L'Azou M. Epidemiological Trends of Dengue Disease in Thailand (2000-2011): A Systematic Literature Review.

- PLoS Negl Trop Dis. 2014;8(11):e3241.
3. Division of Vector-Borne Diseases Control, Department of Disease Control (TH). Report situation of dengue fever 2020 [Internet]. [cited 2021 Jan 11]. Available from: <https://drive.google.com/drive/folders/1TTaSvaYYam-VwA5Ig7ATZJmIcHBuGXOSb.pdf> (in Thai)
 4. Division of Epidemiology, Department of Disease Control (TH). Reporting of Priority Diseases Guideline. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand; 2012. (in Thai)
 5. Division of Vector borne Diseases, Department of Disease Control (TH). Reporting of Insecticide Susceptibility in Mosquito Vectors [Internet]. [cited 2020 Dec 10]. Available from: https://drive.google.com/drive/folders/1Kzx-z3iEgyAzNpIDSEWJ0QTy_eVoS7FJY (in Thai)
 6. Phasomkusolsil S, Soonwera M. 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. 2011;42(5):1083-92.
 7. Sri-ard B. Preliminary research. 3rd ed. Bangkok: Suweriyasan; 1992
 8. World Health Organization. Monitoring and managing insecticide resistance in *Aedes* mosquito populations: Interim guidance for entomologists. Geneva: World Health Organization; 2016.
 9. Wiley 7N Edition (Agilent Part No. G1035B): Wiley Registry of Mass Spectral Data, 7th Edition [Internet]. [cited 2022 Mar 4]. Available from: <https://www.agilent.com/cs/library/technicaloverviews/Public/5967-5807E.pdf>
 10. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography, quadrupole mass spectroscopy. 4th ed. Carol Stream Illinois: Allured Pub Corporation; 2001.
 11. Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol. 1925;18:265-7.
 12. Tak JH, Isman MB. Metabolism of citral, the major constituent of lemongrass oil, in the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, and effects of enzyme inhibitors on toxicity and metabolism. Pestic Biochem Physiol. 2016;133:20-5.
 13. Pinto ZT, Fernandez-Sanchez F, Santos AR, Amaral ACF, Ferreira JLP, Escalona-Arranz JC, et al. Chemical composition and insecticidal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil from Cuba and Brazil against housefly. Braz J Vet Parasitol Jaboticabal. 2015;24(1):36-44.
 14. Bossou AD, Mangelinckx S, Yedomonhan H, Boko PM, Akogbeto MC, De Kimpe N, et al. Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae* (Giles). Parasit Vectors. 2013;6:337.
 15. Degnon RG, Allagbe AC, Adjou ES, Dahouenon-Ahoussi E. Antifungal activities of *Cymbopogon citratus* essential oil against *Aspergillus* species isolated from fermented fish products of Southern Benin. J Food Qual Hazards Control. 2019;6:53-7.
 16. Sinthusiri J, Soonwera M. Efficacy of herbal essential oils as insecticides against the housefly, *Musca domestica* L. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2013;44(2):188-96
 17. Chompoosri J, Thavara U, Tawatsin A, Anantapreecha S, Siriyasatien P. Seasonal Monitoring of Dengue Infection in *Aedes aegypti* and Serological Feature of Patients with Suspected Dengue in 4

- Central Provinces of Thailand. Thai J Vet Med. 2012 ;42(2):185-93
18. Sanchez-Vargas I, Harrington LC, Doty JB, Black WC, Olson KE. Demonstration of efficient vertical and venereal transmission of dengue virus type-2 in a genetically diverse laboratory strain of *Aedes aegypti*. PLoS Negl Trop Dis. 2018;12(8):e0006754.
19. Chareonviriyaphap T, Bangs MJ, Suwonkerd W, Kongmee M, Corbel V, Ngoen-Klan R. Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. Parasit Vectors. 2013;6:280.