การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธีพ่นเคมีตามปกติ เขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย

Variability of Entomological Parameters of the Dengue Vector *Aedes Aegypti* Populations after Standard Indoor Ultra Low Volume (SID-ULV) versus Regular Space Spraying in an Urban Area of Lower Southern Thailand

นภดล สุดสม

Napadol Sudsom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Management
Prince of Songkla University
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธีพ่นเคมีตามปกติ เขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย

Variability of Entomological Parameters of the Dengue Vector *Aedes Aegypti* Populations after Standard Indoor Ultra Low Volume (SID-ULV) versus Regular Space Spraying in an Urban Area of Lower Southern Thailand

นภดล สุดสม
Napadol Sudsom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Management
Prince of Songkla University
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธีพ่นเคมีตามปกติเขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย

ผู้เขียน นายนภดล สุดสม

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.นพ.วีระศักดิ์ จงสู่วิวัฒน์วงศ์)

.....
(ดร.นพ.สุวิช ธรรมปาโล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จรวย สุวรรณบำรุง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.นพ.วีระศักดิ์ จงสู่วิวัฒน์วงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

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

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายนภดล สุดสม)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายนภดล สุดสม)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธีพ่นเคมีตามปกติเขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย
ผู้เขียน นายนภดล สุดสม
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ที่มาของปัญหา: ไข้เลือดออกคือโรคติดต่อนำโดยยุงที่เป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขของประเทศ ซึ่งมาตรการที่ใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อระงับการระบาดของโรคคือการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เพศเมียตัวเต็มวัยพาหะหลักของเชื้อไวรัสเดงกี แต่ประสิทธิผลของมาตรการพ่นเคมีที่เกี่ยวข้องกับการลดจำนวนประชากรยุงและการคืนกลับของประชากรยุงหลังจากการพ่นเคมียังขาดผลการศึกษาที่แน่ชัด

วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา: การศึกษาอันดับแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน (SID-ULV) ที่ปฏิบัติการโดยทีมวิจัย กับกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติที่ปฏิบัติการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (Regular ULV) ภายใต้เงื่อนไขการจัดสรรวิธีการพ่นเคมีแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม (Cluster-randomized controlled trial) เพื่อป้องกันการระบาดของโรคในสถานการณ์จำลองการพบผู้ป่วยไข้เลือดออกรายแรกในชุมชนช่วงเดือนมีนาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2557 กลุ่มศึกษาจำนวนทั้งหมด 12 ชุมชน ได้รับการสุ่มเพื่อพ่นเคมีแบบ SID-ULV จำนวน 6 กลุ่ม และพ่นแบบ Regular ULV จำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มบ้านพ่นเคมี (cluster) หมายถึง บ้านที่ตั้งอยู่ในพื้นที่รัศมี 100 เมตร รอบหลังคาเรือนที่ได้รับการสุ่มให้เป็นบ้านผู้ป่วย โดยติดตามวัดพารามิเตอร์ประชากรยุงลายในบ้านจำนวน 20 - 31 หลังคาเรือนต่อกลุ่มบ้านพ่นเคมี ในวันก่อนและหลังการพ่นเคมี ซึ่งประกอบด้วย House Density Index (HDI) หมายถึง จำนวนยุงลายบ้านเพศเมียต่อบ้านต่อ 15 นาทีที่จับโดยใช้สวิง ในวันก่อนพ่นเคมี 2 วัน และวันที่ 1 2 และ 6 หลังการพ่นเคมี Parous Rate (PR) หมายถึง ร้อยละของยุงลายบ้านเพศเมียที่เคยวางไข่ และ Ovitrap Index (OI) หมายถึง จำนวนกับดักไข่ยุงลายที่พบไข่ยุงเป็นร้อยละ โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 2 วัน คือ วันพ่นเคมี วันที่ 2 4 และ 6 หลังการพ่นเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม R โดยการใช้กราฟเส้นและทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI PR และ OI ของกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบ SID-ULV และการพ่นแบบ Regular ULV ด้วย paired sample t-tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05) การศึกษาอันดับที่สองเพื่อศึกษาผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี จำนวนบ้านศึกษาทั้งหมด 141 หลัง ใน 6 กลุ่มบ้านที่พ่นเคมีแบบ SID-ULV จะได้รับการติดตามความหนาแน่นของประชากรยุงลายบ้าน HDI และบ้านทุกหลังในพื้นที่พ่นเคมีรัศมี 100 เมตร จะได้รับการระบุค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (geographic

coordinates) โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงและนับจำนวนเพื่อนบ้านที่ตั้งอยู่ภายในรัศมี 20 เมตร โดยรอบบ้านศึกษาด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) ด้วยวิธี Buffer และ Identity Analysis โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.1 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงลายบ้านทั้งก่อนและหลังพ่นเคมีของบ้านศึกษาจะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับจำนวนเพื่อนบ้านที่จัดกลุ่มตามสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน โดยใช้การทดสอบทางสถิติ วิธี Chi-square test Sign test และ One-way ANOVA test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05)

ผลการศึกษา: ผลการศึกษาลำดับแรกพบว่ากลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นแบบ SID-ULV มีการลดลงของ HDI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 1 และ 2 หลังจากวันพ่นเคมี ส่วนการพ่นแบบ Regular ULV กลับพบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ HDI อย่างไรก็ตามภายใน 6 วันหลังจากมีการพ่นเคมีทั้งแบบ SID-ULV และ Regular ULV จำนวนของประชากรยุงลายบ้านได้คืนกลับมาเท่ากับจำนวนยุงก่อนวันพ่นเคมี การพ่นเคมีแบบ SID-ULV สามารถลดอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านของกับดักที่วางไว้ทั้งด้านในและด้านนอกตัวบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 2 หลังจากการพ่นเคมี ส่วนการพ่นเคมีแบบ Regular ULV ไม่มีประสิทธิผลในการลดอัตราการพบไข่ยุงลายบ้าน โดยภายใน 6 วัน หลังจากมีการพ่นเคมีทั้งสองแบบอัตราการพบไข่ยุงลายมีการคืนกลับมาเท่ากับจำนวนก่อนพ่นเคมี นอกจากนี้ยังพบว่าการพ่นเคมีทั้งสองแบบไม่สามารถลดอัตราเคยวางไข่ของยุงลายเพศเมียในพื้นที่ให้ต่ำกว่าร้อยละ 10 ได้ ส่วนผลการศึกษาลำดับที่สองพบว่าหลังจากการพ่นเคมีมีเพียงวิธีการพ่นฝอยละเอียดแบบพ่นภายในบ้านร่วมกับพ่นภายนอกบ้านเท่านั้นที่จำนวนประชากรยุงลายบ้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าจะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนเพื่อนบ้านที่พ่นเคมีภายนอกบ้าน แต่ก็ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติที่จะยืนยันถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่าบ้านศึกษาที่ไม่ได้ติดตั้งมุ้งลวดจะมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากมีการพ่นฝอยละเอียด

สรุปผล: วิธีการพ่นเคมีแบบ SID-ULV มีประสิทธิผลในการลดจำนวนประชากรยุงลายบ้านมากกว่าการพ่นแบบ Regular ULV อย่างไรก็ตามพบว่ามีการคืนกลับของจำนวนประชากรยุงลายบ้านอย่างรวดเร็วภายหลังจาการพ่นเคมีทั้งสองแบบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้แต่มาตรการพ่นเคมีเพียงอย่างเดียวขาดประสิทธิผลในการกำจัดยุงพาหะไข้เลือดออก และผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายต่อประสิทธิผลของการพ่นเคมีควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติม

Thesis Title	Variability of Entomological Parameters of the Dengue Vector *Aedes Aegypti* Populations after Standard Indoor Ultra Low Volume (SID-ULV) versus Regular Space Spraying in an Urban Area of Lower Southern Thailand
Author	Mr. Napadol Sudsom
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2015

ABSTRACT

Background: Dengue infection is well known of mosquito-borne viral disease, which causes significant public health problem in Thailand. Space spraying is the only measure to suppress adult female *Aedes aegypti* mosquito, which is the primary epidemic vector in dengue virus infections. However, resurgent of the vector which may reduce control effectiveness has never been studied.

Objectives and Methodology: The fist study aimed to verify the resurgence rates of the *Ae. aegypti* vector following space spraying using Standard Indoor Ultra Low Volume (SID-ULV), carried out by the research trained spraying team, compared with the rates after using the regular methods used by the local municipality (Regular ULV), carried out by the routine spraying team. A cluster randomized controlled trial (12 clusters: 6 Regular ULV and 6 SID-ULV; around 20 - 31 households per cluster) was conducted between March and October 2014 in the outbreak scenarios. Each cluster consisted of all houses located in a circle of 100 m radius of dengue index cases. Entomological parameters of *Ae. aegypti* populations were assess in pre- and post-spraying. House Density Index (HDI): the number of adult female *Ae. aegypti* mosquitoes collected in each house for 15 minutes using hand-held net, monitored on 2 days before and 1, 2 and 6 days after spraying, Parous rate (PR): the proportion of female mosquitoes that have laid eggs at least once, and Ovitrap Index (OI): the percentage of positive ovitraps and the number of eggs per trap, monitored every two days, on day of spraying and 2, 4 and 6 days after spraying. Data were analyzed by R software using line graphs and paired sample t-tests at a 95% confidence interval ($P < 0.05$). The second study aimed to determine households with not being space spraying locate close to those with outdoor spraying has increase in *Ae. aegypti* populations that could be the escape effect of external spray by using HDI monitor. A total of 141 study houses in 6 SID-ULV clusters were monitored

dengue vector density. All households, located in a circle of 100 m radius, were geo-located using high resolution satellite images. Houses close to (within a 20 m radius) the study houses were analyzed using spatial analysis tools (Buffer and Identity) of GIS software (ArcGIS 10.1). HDI in the study houses was compared with the density in the neighboring houses, based on three spraying conditions: (1) unsprayed, (2) only outdoor sprayed and (3) indoor plus outdoor sprayed. Data were analyzed by using statistical tests (Chi-square test, sign test and one-way ANOVA test at a 95% confidence interval ($P < 0.05$)).

Results: For the first study, the HDI dropped significantly from the baseline 1 and 2 days after spraying to a non-zero value in the SID-ULV treated locations. In contrast, the HDI of the sites treated with Regular ULV spraying unexpectedly increased significantly from the baseline. However, by 6 days after spraying, the HDI of both groups had returned to the base value measured 2 days before spraying. Only the OI of both indoor and outdoor ovitrap decreased significantly from the baseline 2 days after spraying in the SID-ULV group. However, within 6 days after spraying, the OI of both groups had returned to the baseline. In addition, none of the groups had a PR of less than 10%. For the second study, reduction of *Ae. aegypti* density in the house from ULV spray has significant only in the houses with indoor plus outdoor sprayed, not among the outdoor sprayed only. Although, there were a trendy of association between increase of *Ae. aegypti* density among house being increased number of neighboring houses having outdoor sprayed, the relation did not reach statistical significance. Moreover, the study houses without screens on their windows and doors were found to have a significantly higher dengue vector population after spraying.

Conclusions: SID-ULV is more effective in reducing *Ae. aegypti* populations. However, rapid resurgence of dengue vector numbers after spraying in urban areas was observed in both groups. As a result, space spraying applied as a single intervention to suppress dengue vector populations may be an ineffective measure and the *Ae. aegypti* mosquitoes' avoidance behavior to insecticide spraying requires further study.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากคณะอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต ดร.นพ.สุวิช ธรรมปาโล และศาสตราจารย์ ดร.นพ.วีระศักดิ์ จงสู่วิวัฒน์วงศ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ดร.ธีรกมล เพ็งสกุล ผู้เชี่ยวชาญด้านกีฏวิทยาทางการแพทย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และกำกับดูแลในขั้นตอนการเก็บข้อมูลงานวิจัย ตลอดจนการทำงานภาคส่วนของความร่วมมือด้านห้องปฏิบัติการด้านกีฏวิทยาทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของคณาจารย์ทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จรวย สุวรรณบำรุง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา แก้ไขข้อบกพร่อง และแนะนำแนวทางในการทำการวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจสอบความถูกต้องจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณวิรัช วงศ์หิรัญรัชต์ คุณปฐมพร พริกชู คุณโอภาส แก้วนะ และเจ้าหน้าที่ศูนย์อ้างอิงพาหะนำโรค รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่านจากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา ในการสนับสนุนด้านวิชาการ สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และทีมปฏิบัติการภาคสนามในการเก็บข้อมูลและพ่นเคมีในชุมชนพื้นที่วิจัย คุณโชค นิชกรรม สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในการประสานงานหน่วยงานในพื้นที่และชุมชน รวมถึงขอขอบพระคุณคุณศักดา มณีนิล ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม คุณเอมอร ไชยมงคล คุณวสุธิดา นนทพันธ์ และเจ้าหน้าที่กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเทศบาลนครสงขลาทุกท่าน ที่สนับสนุน แนะนำและช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยตลอดจนการลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาคสนามร่วมกับชุมชนในพื้นที่

ขอขอบพระคุณ นายกเทศมนตรีนครสงขลา ที่ได้สนับสนุนโครงการวิจัยมาตั้งแต่ต้น ผู้นำชุมชน แกนนำชุมชน โดยเฉพาะอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) ทั้ง 12 ชุมชน ที่ช่วยเหลือในการปฏิบัติงานภาคสนามของทีมวิจัย และขอขอบพระคุณประชาชนในพื้นที่ทั้ง 12 ชุมชน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งในการตอบแบบสอบถาม และการสำรวจประชากรยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในบ้านพักอาศัยตลอด 7 วัน ต่อชุมชน ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ในหัวข้อการแก้ไขปัญหาของชุมชน ประจำปี 2557 และหน่วยระบาดวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนจาก สวทช. ภายใต้โครงการ "ทุนนักวิจัยแกนนำ" ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณนันท์นภัส พรุเพชรแก้ว หน่วยระบาดวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือและแนะนำในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมบูรณ์ สุดสม คุณแม่จันทร์หอม สุดสม และขอขอบคุณ คุณอำไพ สุดสม รวมถึงสมาชิกในครอบครัวทุกๆคน ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือด้วยความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆนักศึกษาร่วมคณะทุกๆท่านที่คอยช่วยเหลือ แนะนำและสนับสนุนตลอดการศึกษา และขอขอบคุณน้องๆนักศึกษา “กลุ่มไปจับยุงกับพี่แบงค์” ทุกๆคน ที่ช่วยเหลือร่วมงานในกิจกรรมการเก็บข้อมูลภาคสนามจนสำเร็จอย่างดียิ่ง

นภดล สุดสม

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(5)
ABSTRACT		(7)
กิตติกรรมประกาศ		(9)
สารบัญ		(11)
รายการตาราง		(13)
รายการภาพประกอบ		(14)
สัญลักษณ์และคำย่อ		(16)
บทที่		
1	บทนำ	1
	1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
	1.2 การตรวจเอกสาร	6
	1.3 วัตถุประสงค์	32
2	วิธีการวิจัย	33
	2.1 วิธีการวิจัยวัตถุประสงค์หลัก	33
	2.2 วิธีการวิจัยวัตถุประสงค์รอง	48
3	ผล	50
	3.1 ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มศึกษา	51
	3.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์หลัก	55
	3.3 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์รอง	62
4	บทวิจารณ์	68
	4.1 ประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายเพศเมียระยะตัวเต็มวัย	68
	4.2 ประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายเพศเมียระยะเคยวางไข่	70
	4.3 ประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายระยะไข่	71
	4.4 ผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี	72
	4.5 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิผลของมาตรการพ่นเคมี	73
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	75

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1. การศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน (SID-ULV) กับกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ (Regular ULV)..... 75
5.2 การศึกษาผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี 76
5.3 สรุปผลการศึกษา..... 77
5.4 ข้อจำกัดของการศึกษา..... 77
5.5 ข้อเสนอแนะ..... 77
บรรณานุกรม..... 79
ภาคผนวก
ก บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์..... 88
ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 103
ค ข้อมูลจากการสำรวจแบบสอบถามเรื่องการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกในชุมชน..... 110
ง ผลการสอบเทียบน้ำยาเคมีและเครื่องพ่นฝอยละเอียดในงานวิจัย..... 135
ประวัติผู้เขียน..... 139

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	วิธีการจัดการและควบคุมยุงพาหะตามระยะวงจรชีวิตของยุงลาย	14
1.2	เปรียบเทียบการทำงานระหว่าง เครื่องพ่นหมอกควัน (Thermal foggers) กับเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV)	17
1.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของละอองเม็ดน้ำยากับปริมาณและอัตราเร็วในการตกลงสู่พื้นจากอากาศของเม็ดละอองน้ำยา	20
1.4	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการพ่นเคมี SID-ULV กับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ	23
3.1	เปรียบเทียบลักษณะของบ้านและชุมชนพื้นที่วิจัยระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV	51
3.2	เปรียบเทียบด้านปฏิบัติการพ่นเคมีระหว่างการพ่นแบบ SID-ULV กับ Regular ULV	52
3.3	เปรียบเทียบจำนวนยุงตัวเต็มวัยแยกตามประเภทของห้องที่จับยุงระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV	53
3.4	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของยุงลายบ้านเพศเมียตัวเต็มวัยต่อบ้านก่อนและหลังการพ่นเคมีระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV	55
3.5	เปรียบเทียบสถานะของรังไข่ยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV ก่อนและหลังพ่นเคมี	57
3.6	เปรียบเทียบ Ovitrap Index ของกับดักไข่ยุงที่วางด้านในตัวบ้านก่อนและหลังการพ่นเคมีระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV	59
3.7	เปรียบเทียบ Ovitrap Index ของกับดักไข่ยุงที่วางด้านนอกตัวบ้านก่อนและหลังการพ่นเคมีระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV	60
3.8	กลุ่มของบ้านศึกษาติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI กับจำนวนเพื่อนบ้านในรัศมี 20 เมตร ตามสถานะการพ่นเคมี	62
3.9	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ HDI ในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีกับจำนวนของเพื่อนบ้านโดยรอบรัศมี 20 เมตร ที่ได้รับการพ่นเคมีภายนอกตัวบ้าน	65
3.10	การเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านศึกษากับการติดตั้งมุ้งลวดประตูหน้าต่างของบ้าน	67

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	ข้อมูลของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 - 2010	6
1.2	อัตราป่วยของผู้ป่วยไข้เลือดออกประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2001 – 2010 (พ.ศ. 2544 - 2553)	7
1.3	การกระจายของโรคไข้เลือดออกประเทศไทยตามฤดูกาล ปี ค.ศ. 2011 และ 2012 (พ.ศ. 2554 และ 2555)	7
1.4	อัตราป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกภาคใต้ตอนล่างเปรียบเทียบกับประเทศไทย ปี พ.ศ. 2546 - 2555	8
1.5	อัตราป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดสงขลาปี พ.ศ. 2555 - 2556	9
1.6	สัดส่วนระหว่างผู้ป่วยไข้เลือดออกในเขตเทศบาลสงขลากับอำเภอเมืองสงขลาปี พ.ศ. 2553 – 2555	9
1.7	วัฏจักรชีวิตของยุงลาย	10
1.8	วงรอบของการพ่นเคมีเพื่อลดการติดต่อของไข้เลือดออก	15
1.9	ลักษณะของกลุ่ม (cluster) ผู้ป่วย ยุงลายและไวรัสเดงกี ในพื้นที่รัศมี 100 เมตร รอบบ้านผู้ป่วยรายแรกในชุมชน	16
1.10	สารเคมีกำจัดแมลงเพื่อใช้ในการพ่นเคมีกำจัดยุงและแมลงนำโรคที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก	19
2.1	แผนภาพแสดงกลุ่มบ้านเป้าหมายในการพ่นเคมี	35
2.2	การจัดสรรกลุ่มบ้านในงานวิจัย	39
2.3	ผังกำหนดวันติดตามข้อมูลพารามิเตอร์ประชากรยุงลายในงานวิจัย	41
2.4	การแบ่งประเภทของห้องเพื่อระบุตำแหน่งที่มีการจับยุงตัวเต็มวัยในบ้าน	43
2.5	กระบวนการเก็บข้อมูลประชากรยุงตัวเต็มวัยในงานวิจัย	43
2.6	การจำแนกระยะรังไข่ของยุงลายในงานวิจัย A:รังไข่ที่เคยวางไข่แล้ว (Parous) B:รังไข่ที่ยังไม่เคยวางไข่ (Nulliparous) และ C:รังไข่ที่ระยะ 3 - 4 ของ Christophers' stage (Undetermined)	45
2.7	กับดักไข่ยุงลาย (Ovitrap) ในงานวิจัย	46
2.8	ตำแหน่งการวางกับดักไข่ยุงลายในบ้านและนอกบ้าน โดยเลือกวางด้านในบ้าน 1 กับดักและด้านนอกบ้าน 1 กับดัก	47
2.9	กระบวนการเก็บข้อมูลกับดักไข่ยุงลาย (Ovitrap) ในงานวิจัย	47
3.1	แผนภาพเปรียบเทียบผลการดำเนินงานวิจัยระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV	50

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.2	การกระจายตัวของบ้านศึกษาติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI กับจำนวนเพื่อนบ้านในรัศมี 20 เมตร ชุมชนเก้าเส้ง เทศบาลนครสงขลา	63
3.3	กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยุงลายบ้านเพศเมียที่จับได้ในแต่ละวันแยกตามสถานะการพ่นเคมีของบ้านศึกษาในกลุ่ม SID-ULV	64

สัญลักษณ์และคำย่อ

สคร. 12	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา
µm	Micrometer
B.t.i	Bacillus thuringiensis serotype H-14
D_{-2}	Two days before spraying
D_0	Day of spraying
D_1	One day after spraying
D_2	Two days after spraying
D_4	Four days after spraying
D_6	Six days after spraying
DEET	N, N-diethyl-3-methybenzamide
HDI	House Density Index
m	Meter
OI	Ovitrap Index
PR	Parous Rate
SID-ULV	Standard indoor ultra-low-volume
ULV	Ultra-low-volume
w/v	Weight per volume

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

อุบัติการณ์ของโรคไข้เลือดออกทั่วโลกในทศวรรษที่ผ่านมาพบว่ากว่า 2.5 พันล้านคน หรือมากกว่าร้อยละ 40 ของประชากรโลก มีความเสี่ยงจากโรคไข้เลือดออกและประมาณการณ์ว่าทุกปีจะมีผู้ติดเชื้อไข้เลือดออก 50 - 100 ล้านคน โดยมีผู้ป่วยประมาณ 500,000 คน เป็นกลุ่มที่มีอาการรุนแรงและอาจเสียชีวิตได้ถึงร้อยละ 2.5 (WHO 2011) จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่พบว่าไข้เลือดออกได้มีการแพร่ระบาดไปยังพื้นที่ใหม่อย่างเห็นได้ชัด คาดว่าอาจมีจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสเด็งกีสูงถึงจำนวน 390 ล้านคนต่อปี โดยเป็นกลุ่มที่แสดงอาการไข้เลือดออกจำนวน 96 ล้านคน (Bhatt et al. 2013) สำหรับประเทศไทยพบการระบาดต่อเนื่องทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2556 เป็นปีที่มีอัตราป่วยของโรคไข้เลือดออกสูงสุดในรอบ 10 ปีที่ผ่านมาโดยพบผู้ป่วยถึง 154,773 ราย มีอัตราป่วย 239.51 ต่อแสนประชากร พบผู้ป่วยเสียชีวิต 136 ราย คิดเป็นอัตราป่วยตาย ร้อยละ 0.09 จากการวิเคราะห์ข้อมูลเฝ้าระวังไข้เลือดออกของประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - 2554 พบว่าอุบัติการณ์ของโรคมีลักษณะเป็นไปตามฤดูกาล ซึ่งมักพบการระบาดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนของทุกปี โดยกลุ่มอายุ 5 - 14 ปี เป็นกลุ่มเสี่ยงสำคัญ และพบว่าภาคใต้มีรายงานการเกิดโรคมากที่สุดของประเทศ (Limkittikul et al. 2014) ส่วนจังหวัดสงขลาไข้เลือดออกจัดเป็นโรคประจำถิ่นที่พบการระบาดของโรคเป็นประจำทุกๆปี (Thammapalo et al. 2012) โดยในปี พ.ศ. 2556 พบผู้ป่วยรวม 5,636 ราย มีอัตราป่วย 407.16 ต่อแสนประชากร พบผู้ป่วยเสียชีวิต 11 ราย คิดเป็นอัตราป่วยตาย ร้อยละ 0.2 (สำนักระบาดวิทยา 2557) นอกจากนี้ยังพบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 จำนวนผู้ป่วยในเขตเทศบาลนครสงขลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การจัดการและควบคุมยุงพาหะจัดเป็นมาตรการสำคัญในการควบคุมป้องกันโรคไข้เลือดออก ประกอบไปด้วย การจัดการสิ่งแวดล้อม (environmental management) การควบคุมด้วยวิธีทางชีวภาพ (biological control) และการควบคุมด้วยวิธีทางเคมี (chemical control) (WHO 2011) การพ่นเคมี (space spraying) เป็นวิธีทางเคมีที่ใช้เป็นมาตรการควบคุมและกำจัดยุงลายพาหะในสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อระงับการระบาดของไข้เลือดออก (WHO 2009) โดยสารเคมีจะฟุ้งกระจายลอยอยู่ในอากาศในรูปเม็ดละอองละเอียดเพื่อสัมผัสและฆ่ายุงที่บินผ่านหรือเกาะพัก ซึ่งจะต้องพ่นสารเคมีให้ครอบคลุมพื้นที่ของบ้านผู้ป่วยรายแรก (primary case) และกลุ่มบ้านในรัศมีอย่างน้อย 100 เมตร รอบบ้านผู้ป่วยรายแรก และพ่นเคมีซ้ำในทุกๆ 2 - 3 วัน ในช่วง 10 วัน ทั้งนี้เพื่อกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยที่มีเชื้อไวรัสไข้เลือดออกในช่วงที่เรียกว่า ระยะฟักตัวภายนอกในยุง (extrinsic incubation period) คือ 8 – 12 วัน ให้มากที่สุด เพื่อลดโอกาสการแพร่เชื้อจากยุงสู่คน (WHO 2009) รวมถึงการกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยที่ยังไม่มีเชื้อแต่ที่อาจเข้ามากัดคนในชุมชนหรือผู้ป่วย

ที่ยังอยู่ในระยะที่มีเชื้อไวรัสอยู่ในกระแสเลือด (Viremia) คือช่วง 7 - 12 วัน ซึ่งเป็นระยะที่เชื้อไวรัสสามารถถ่ายทอดจากคนสู่ยุงได้ (Reiter and Nathan 2001) วิธีการพ่นเคมีในประเทศไทยมี 2 วิธี คือ การพ่นฝอยละเอียด (ultra-low volume - ULV) และ การพ่นหมอกควัน (thermal fog) โดยสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้จะอยู่ในกลุ่มของ ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosplate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554) เครื่องพ่นฝอยละเอียดใช้หัวฉีดแรงดันสูงในการผลิตเม็ดละอองน้ำยาเคมี โดยขนาดที่เหมาะสมของเม็ดละอองน้ำยา คือ 15 - 25 µm ใช้ในอัตราส่วนของปริมาณสารเคมี 4.6 ลิตรต่อไร่ (WHO 2011) การพ่นฝอยละเอียดมีประสิทธิภาพดีกว่าการพ่นหมอกควันเมื่อพิจารณาด้านต้นทุนและปริมาณการใช้สารเคมี ซึ่งผู้ทำการพ่นจะต้องมีทักษะที่ดีและใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน (WHO 2003) ซึ่งวิธีฉีดพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเพื่อควบคุมยุงลายตัวเต็มวัยกรณีเกิดการระบาดของโรคในพื้นที่ ตามข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลก เรียกว่า มาตรฐานเชิงปฏิบัติการในการพ่นฝอยละเอียด (Standard indoor ultra-low-volume - SID-ULV) (Ditsuwan et al. 2012)

ในภาพรวมระดับประเทศพบว่า มาตรการพ่นสารเคมีประสบปัญหาการด้านการปฏิบัติให้ได้ตามมาตรฐาน อาทิ การใช้สารเคมีมีความหลากหลาย การใช้เครื่องพ่นสารเคมีที่ไม่เหมาะสม บุคลากรขาดองค์ความรู้และทักษะที่ดีในการพ่นเคมี เป็นต้น โดยสาเหตุเกิดจากการขาดช่องทางที่ดีในการถ่ายทอดองค์ความรู้และการประสานงานระหว่างหน่วยงานภายในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขในพื้นที่กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งมีผลทำให้มาตรการพ่นเคมีขาดประสิทธิผลในการกำจัดยุงพาหะ ขาดการยอมรับและความร่วมมือจากชุมชน รวมถึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงมากเมื่อเทียบกับมาตรการอื่นๆ (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียด ประกอบด้วย ความเหมาะสมของขนาดของเม็ดละอองน้ำยาและปริมาณสารเคมีที่ใช้ การปฏิบัติงานพ่นเคมีที่ถูกต้อง (ช่วงเวลาปฏิบัติงานพ่นเคมีกับเวลาการบินของยุงลาย ความครอบคลุมการพ่นเคมีกับพื้นที่การระบาด และพ่นในสภาพอากาศที่เหมาะสม) และ พฤติกรรมการตอบสนองต่อสารเคมีและความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงของยุงลาย (WHO 2009, Marcombe et al. 2011, Bonds 2012, Chareonviriyaphap et al. 2013) นอกจากนี้ยังพบว่าหากขาดความร่วมมือของชุมชนและการยินยอมให้มีการพ่นเคมีภายในที่พักอาศัยของเจ้าของบ้าน จะทำให้ประสิทธิผลของการพ่นเคมีในการควบคุมยุงพาหะไข้เลือดออกลดลง (Achee et al. 2015) ด้านแนวโน้มการใช้สารเคมีเพื่อการกำจัดลูกน้ำและยุงลายตัวเต็มวัยกลับเพิ่มมากขึ้นทุกภาคส่วนโดยเฉพาะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554) อีกทั้งยังพบว่าปัญหาการดื้อต่อสารเคมีของยุงลายมีแนวโน้มรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะในสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มของไพรีทรอยด์ ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิผลของมาตรการพ่นสารเคมีลดลง (วรรณภา สุวรรณเกิด และคณะ 2551, Marcombe et al. 2011) นอกจากนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมเฝ้าระวังในระยะยาวในด้านผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากมาตรการพ่นเคมี (Schleier III et al. 2008, Bonds 2012)

จากการทบทวนวรรณกรรมการศึกษาด้านประสิทธิผลของการพ่นเคมีพบว่ายังไม่สามารถยืนยันได้ว่าการใช้มาตรการพ่นเคมีสามารถป้องกันการระบาดของไข้เลือดออกอย่างได้ผล (Esu et al. 2010, Gubler 2011) นอกจากนี้ยังพบว่ามาตรการพ่นเคมีไม่สามารถลดการเกิดผู้ติดเชื้อ

รายใหม่ในพื้นที่มีระบาดของโรคได้ (Thammapalo et al. 2012) ด้านประสิทธิผลการพ่นสารเคมีในการลดประชากรของยุงพบว่าจะให้ผลระยะสั้นคือ 2 - 3 วัน หลังจาการพ่นเคมี จากนั้นจำนวนประชากรยุงจะกลับมาเท่าเดิมในภายใน 2 อาทิตย์ (Esu et al. 2010) อัตราการลดของจำนวนประชากรยุงในพื้นที่จากการพ่นเคมีอยู่ที่ร้อยละ 99 (Pant et al. 1971), 95 (Pant et al. 1973), 80 (Castro et al. 2007) และ 74 (Perich et al. 2001) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวพบว่าประสิทธิผลการพ่นเคมีมีแนวโน้มลดลง ส่วนผลการศึกษาของ วิรัช วงศ์หิรัญรัชต์ และคณะ (2552) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพ่นหมอกควัน พ่นฝอยละเอียด และพ่นฝอยละเอียดติดรถยนต์ ในการควบคุมยุงลายบ้านพื้นที่เทศบาลนครสงขลา พบว่าการพ่นฝอยละเอียดสามารถลดความหนาแน่นของประชากรยุงลายบ้านได้ดีที่สุดที่อัตราร้อยละ 50 – 80 ด้านศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่และระยะเวลาการกลับเข้ามาแทนที่ของประชากรยุงพื้นที่หลังการพ่นเคมีของกลุ่มบ้านภายในรัศมี 100 เมตร พบว่าหลังจากการพ่นเคมี 2 วัน กลุ่มบ้านที่ตั้งอยู่ที่ระยะรัศมี 85 เมตรจากศูนย์กลาง พบยุงที่อพยพจากด้านนอกพื้นที่การพ่นเคมีเข้ามาแทนที่ประชากรยุงในพื้นที่พ่นเคมี ซึ่งภายใน 7 วันหลังการพ่นเคมีการอพยพแทนที่ประชากรยุงดังกล่าวสามารถพบได้ในกลุ่มบ้านที่ตั้งอยู่ที่ระยะรัศมี 50 เมตรจากศูนย์กลาง (Koenraadt et al. 2007) สอดคล้องกับผลการศึกษาในระดับห้องทดลองซึ่งพบว่ายุงลายมีพฤติกรรมการหลบเลี่ยงออกจากพื้นที่มีสารเคมี (Kongmee et al. 2004, Mongkalangoon et al. 2009, Chareonviriyaphap 2012) ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นแสดงให้เห็นว่า มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงปริมาณ เชิงพื้นที่และเวลาของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายหลังจากการพ่นเคมี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงวิธีปฏิบัติของการพ่นเคมี เพื่อให้มาตรการพ่นเคมีเกิดประสิทธิผลสูงสุดในการควบคุมยุงพาหะ

พารามิเตอร์สำหรับการสำรวจความชุกชุมหรือความหนาแน่นของประชากรยุงลายจัดแบ่งตามระยะของการเจริญเติบโตในวงจรชีวิตของยุงลาย ได้แก่ การสำรวจยุงลายตัวเต็มวัย (adult mosquito) การสำรวจไข่ยุงลาย (egg) การสำรวจลูกน้ำยุงลาย (Larva) และการสำรวจตัวโม่งยุงลาย (Pupa) (WHO 2009) ดัชนีการสำรวจยุงตัวเต็มวัย ประกอบด้วย วิธีจับยุงโดยใช้คนเป็นเหยื่อล่อ ได้แก่ อัตราการกัด (Biting rate) หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อคนต่อชั่วโมง และ อัตราการเกาะกัด (Landing rate) หมายถึง จำนวนยุงลายที่จับได้ทั้งหมดต่อคนต่อชั่วโมง ดัชนีดังกล่าวใช้วัดประชากรยุงลายในพื้นที่ที่มีประชากรยุงชุกชุมได้ดีแต่พบว่าทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากการกัดของยุงได้ (Reiter and Nathan 2001) ส่วนวิธีจับยุงตัวเต็มวัยตามแหล่งเกาะพักโดยใช้เครื่องมือ เช่น หลอดดูด เครื่องดูดยุง (aspirator) และสวิง (hand-held net) ประกอบด้วย อัตราการเกาะพัก (Resting rate) หมายถึง จำนวนยุงที่จับได้ต่อบ้าน Net index หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อคนต่อชั่วโมงที่จับโดยใช้สวิง และ House density index หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อบ้านต่อ 15 นาที วิธีจับยุงตัวเต็มวัยตามแหล่งเกาะพักใช้ได้ดีกับยุงลายบ้านซึ่งหากินและเกาะพักอยู่ในบ้าน การใช้เครื่องมือทำให้จับยุงได้ง่ายขึ้นสำหรับพื้นที่ซึ่งมีความชุกชุมยุงน้อย (จิตติ จันทร์แสง 2553) ส่วนอัตราเคยวางไข่ (Parous rate) หมายถึง ร้อยละของยุงตัวเมียที่เคยวางไข่ เป็นดัชนีชี้วัดที่ดีในการประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ (Reiter and Nathan 2001) ดัชนีการสำรวจยุงระยะไข่ ได้แก่

อัตราพบไข่ยุงลาย (Ovitrap index) หมายถึง จำนวนกับดักไข่ยุงที่พบไข่ยุงเป็นร้อยละ และค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (average egg per trap) วิธีนี้เหมาะสำหรับการศึกษาการปรากฏของยุงลายบ้านในพื้นที่ซึ่งมีความชุกชุมต่ำและไม่ค่อยพบลูกน้ำ (จิตติ จันทร์แสง 2553) ดัชนีการสำรวจยุงระยะลูกน้ำและตัวโม่ง ประกอบด้วย House index หรือ Premise index (HI) หมายถึง จำนวนบ้านเป็นร้อยละที่สำรวจพบลูกน้ำ ในการวิเคราะห์ผล ค่า HI มากกว่า 10 จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงสูงต่อโรคไข้เลือดออกส่วนพื้นที่เสี่ยงต่ำ ค่า HI จะต่ำกว่า 1 Container index หรือ Receptacle index (CI) หมายถึง จำนวนภาชนะเป็นร้อยละที่สำรวจพบลูกน้ำ Breteau index (BI) หมายถึง จำนวนภาชนะที่สำรวจพบลูกน้ำในบ้าน 100 หลัง ในการวิเคราะห์ผลทั่วไป ค่า BI มากกว่า 50 จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงสูง BI น้อยกว่า 5 จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงต่ำ อย่างไรก็ดีค่าดัชนีเหล่านี้บอกได้แต่ความถี่ในการพบแต่ไม่ทราบจำนวนลูกน้ำที่แน่นอน (จิตติ จันทร์แสง 2553) Larval density index หมายถึง จำนวนลูกน้ำที่สำรวจพบต่อบ้าน Stegomyia index หมายถึง จำนวนภาชนะที่สำรวจพบลูกน้ำต่อประชากร 1,000 คน เป็นดัชนีสนับสนุนทางระบาดวิทยาได้แต่ในการปฏิบัติมักได้ข้อมูลที่ไม่แน่นอน Larvitrap density index หมายถึง จำนวนลูกน้ำที่สำรวจพบในกับดักลูกน้ำ (Larvitrap) มีประโยชน์ต่อการสำรวจลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ซึ่งมีความชุกชุมของยุงลายระดับต่ำ Stegomyia Larval Density Index หมายถึง จำนวนลูกน้ำต่อประชากร 1,000 คน ดัชนีนี้จะบอกความสัมพันธ์ระหว่างประชากรยุงกับประชากรคนได้ (จิตติ จันทร์แสง 2553) นอกจากนี้ Strickman and Kittayapong (2003) ได้เสนอวิธีการนับจำนวนตัวโม่งที่สำรวจพบต่อบ้าน เพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชน ด้วยยุงระยะตัวโม่งสามารถใช้ประเมินประชากรยุงตัวเต็มวัยได้ดีกว่าลูกน้ำ โดยในการวิเคราะห์ผลทั่วไปหากพบตัวโม่งมากกว่า 5 ตัวต่อบ้าน จัดเป็นพื้นที่มีความเสี่ยงสูงต่อการระบาดของโรค การติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลายหลังจากการพ่นเคมี ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดในงานวิจัยมีดังนี้ House density index อัตราเคยวางไข่ และ อัตราการพบไข่ยุงลาย (Reiter and Nathan 2001, WHO 2011, จิตติ จันทร์แสง 2553) ถ้าดัชนีเหล่านี้มีค่าลดลงหลังจากการพ่นเคมีแสดงว่าวิธีการพ่นเคมีเกิดประสิทธิผลลดการติดต่อของไข้เลือดออกในพื้นที่ได้ โดยดัชนีสำคัญคืออัตราเคยวางไข่หลังการพ่นเคมีควรลดลงจนมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 (WHO 2009) และควรกำจัดจำนวนประชากรยุงในพื้นที่จากเดิมได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 97 (Giglioli 1979)

ความสำคัญของปัญหา

ด้วยการศึกษาด้านประสิทธิผลของมาตรการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดที่ผ่านมาส่วนใหญ่มีรูปแบบการวิจัยเป็นแบบวิเคราะห์ (analytical research) ซึ่งอาจมีข้อจำกัดในการควบคุมปัจจัยที่เป็นตัวแปรควบคุม (control variables) ที่อาจส่งผลรบกวนต่อผลลัพธ์ของการศึกษา อาทิ ปัจจัยด้านสารเคมี ปัจจัยด้านเครื่องพ่น และปัจจัยด้านวิธีการพ่น (Reiter and Nathan 2001) รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความเร็วและทิศทางของกระแสลม ฝน อุณหภูมิ ลักษณะของบ้านอาคารและชุมชน เป็นต้น (Esu et al. 2010, Bonds 2012) และในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการพ่นเคมีที่แตกต่างกันระหว่างการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน หรือ SID-ULV ที่ปฏิบัติการโดยทีมวิจัย กับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติที่ปฏิบัติการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม (Cluster-

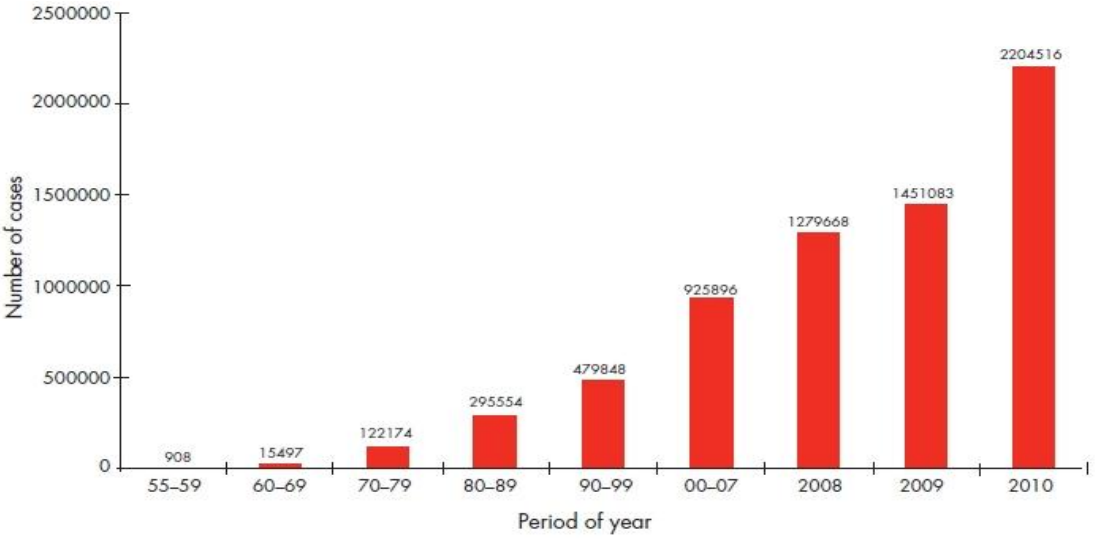
randomized controlled trial) จึงเป็นรูปแบบที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้เพื่อลดข้อจำกัดในการควบคุมปัจจัยรบกวนและมีความเหมาะสมกับการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการที่แตกต่างกันในพื้นที่ โดยชุมชนที่มีความเสี่ยงสูงต่อการระบาดของโรคจะได้รับคัดเลือกแบบสุ่มในการพ่นเคมีที่แตกต่างกันให้กับกลุ่มบ้านในรัศมี 100 เมตร เพื่อป้องกันการระบาดของโรคในสถานการณ์จำลองการพบผู้ป่วยไข้เลือดออกรายแรกในชุมชน มีระยะเตรียมการทดลองประกอบด้วย กระบวนการเตรียมชุมชน ทีมพ่นเคมี ทีมสำรวจ อุปกรณ์พ่นเคมี สารเคมี และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นแผนที่รายหลังคาเรือนที่มีการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ ลักษณะของบ้านและสิ่งแวดล้อม

การศึกษา “การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธีพ่นเคมีตามปกติเขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย” ครั้งนี้ จะทำให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นด้านการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นเคมี โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นชุมชนเขตเมืองที่มีความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคสูงและยังเป็นการตอบปัญหาด้านประสิทธิผลของการใช้มาตรการพ่นเคมีในการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออกของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษา อาทิ ปริมาณคงอยู่ของประชากรยุงลายหลังจากการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียด ระยะเวลาและพฤติกรรมในการคืนกลับของจำนวนประชากรยุงหลังจากการพ่นฝอยละเอียดในพื้นที่ชุมชนเมือง จะเป็นข้อมูลที่สำคัญอันจะนำไปสู่การปรับปรุงมาตรฐานเชิงปฏิบัติการและยกระดับประสิทธิภาพของการใช้มาตรการพ่นเคมีในการป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกของประเทศต่อไป

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 สถานการณ์ของไข้เลือดออก

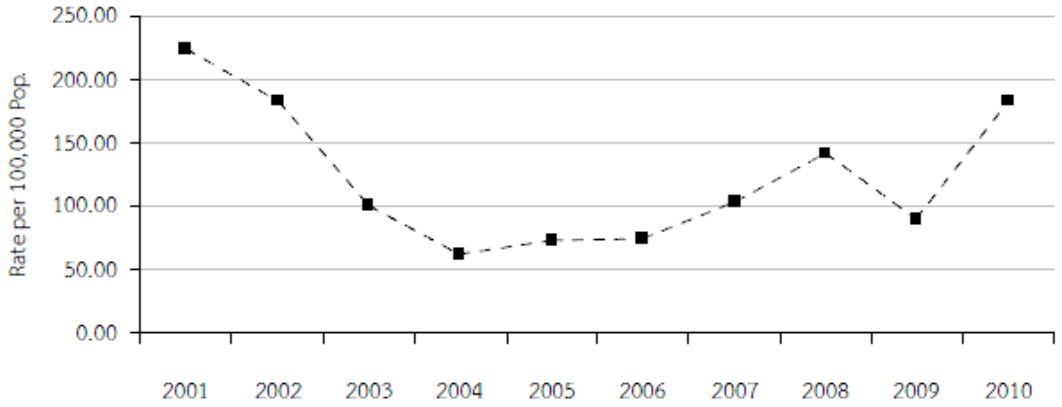
โรคไข้เลือดออก (Dengue Hemorrhagic Fever-DHF) หมายถึง โรคติดเชื้อจากไวรัสเดงกี (Dengue virus) ซึ่งเป็น RNA virus ที่มีถึง 4 ซีโรทัยป์ คือ DEN-1 DEN-2 DEN-3 และ DEN-4 มีลักษณะอาการของโรคที่สำคัญคือ มีไข้ร่วมกับ Hemorrhagic Disease มีตับโตและอาจมีภาวะช็อก มียุงลายบ้าน *Aedes Aegypti* เป็นแมลงนำโรคที่สำคัญ (กรมควบคุมโรคติดต่อ 2544) ไข้เลือดออกนับเป็นโรคติดเชื้อไวรัสเดงกีที่เกิดใหม่ (emerging disease) มีการรายงานเป็นครั้งแรกที่ประเทศฟิลิปปินส์เมื่อปี พ.ศ. 2497 หลังจากนั้นได้ระบาดไปยังประเทศต่างๆที่อยู่ในเขตร้อนของทวีปเอเชียและทั่วโลก โดยพบการระบาดในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2501 อุบัติการณ์ของโรคไข้เลือดออกทั่วโลกในทศวรรษที่ผ่านมา พบว่ากว่า 2.5 พันล้านคน หรือมากกว่าร้อยละ 40 ของประชากรโลก มีความเสี่ยงจากโรคไข้เลือดออก ทั้งนี้ประมาณการว่าในทุกๆปี ทั่วโลกอาจจะมีผู้ติดเชื้อไข้เลือดออก 50 - 100 ล้านคน มีระบาดกว่า 100 ประเทศทั้งในทวีปแอฟริกา อเมริกา เมดิเตอร์เรเนียนตะวันออกเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิกตะวันตก ซึ่งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการระบาดมากที่สุด คือ ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิกตะวันตก โดยในปี พ.ศ. 2551 พบผู้ป่วยในภูมิภาคนี้มากกว่า 1.2 ล้านราย และเพิ่มสูงขึ้นเป็นมากกว่า 2.2 ล้านราย ในปี พ.ศ. 2553 โดยประมาณ 500,000 ราย มีอาการรุนแรงต้องรักษาในโรงพยาบาล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเด็กและร้อยละ 2.5 เสียชีวิต (WHO 2011) (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 ข้อมูลของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 - 2010

ที่มา: WHO (2011)

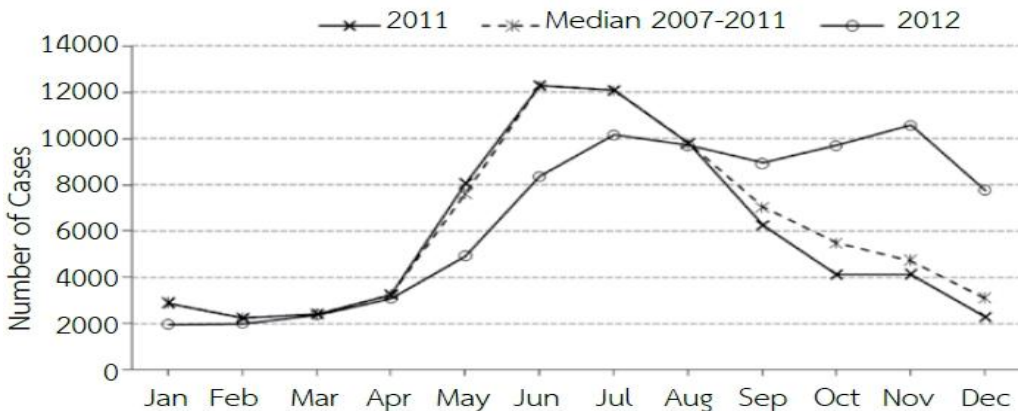
สำหรับประเทศไทยมักพบการระบาดต่อเนื่องทุกปีและมีวงรอบของการระบาดใหญ่ทุกๆ 10 ปี โดยในรอบปี ค.ศ. 2001 - 2010 พบผู้ป่วยสูงสุดในปี ค.ศ. 2001 มีอัตราป่วย 224.43 ต่อประชากรแสนคน หลังจากนั้นจึงค่อยๆลดลงและเริ่มสูงขึ้นอีกครั้งปี พ.ศ. 2008 – 2010 (ภาพที่ 1.2)



ภาพที่ 1.2 อัตราป่วยของผู้ป่วยไข้เลือดออกประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2001 - 2010 (พ.ศ. 2544 - 2553)

ที่มา: สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

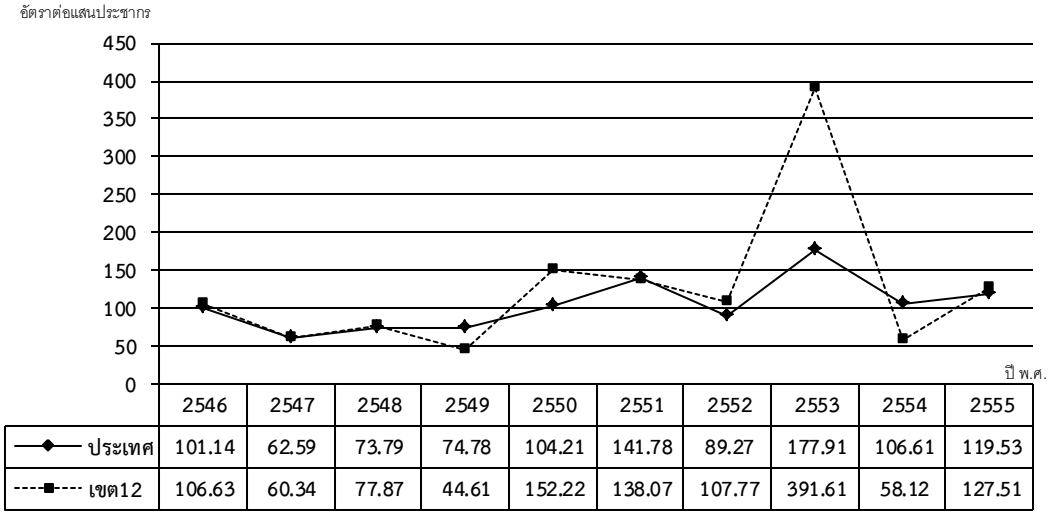
ในปี ค.ศ. 2012 สำนักระบาดวิทยา ได้รับรายงานผู้ป่วยไข้เลือดออกรวม 79,593 ราย อัตราป่วย 124.60 ต่อประชากรแสนคน ผู้ป่วยเสียชีวิต 87 ราย อัตราตาย 0.14 ต่อ ประชากรแสนคน อัตราป่วยตาย ร้อยละ 0.11 ผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มอายุต่ำกว่า 15 ปี โดยมีลักษณะเป็นไปตามฤดูกาล คือ มักพบผู้ป่วยจำนวนสูงสุดในฤดูฝน ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน แต่หลังจากเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม จำนวนผู้ป่วยสูงกว่าค่ามัธยฐาน 5 ปีย้อนหลัง แล้วลดลงในเดือนธันวาคม แสดงว่าในปี ค.ศ. 2012 มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกรุนแรงมากกว่าปีที่ผ่านมา (ภาพที่ 1.3)



ภาพที่ 1.3 การกระจายของโรคไข้เลือดออกประเทศไทยตามฤดูกาล ปี ค.ศ. 2011 และ 2012 (พ.ศ. 2554 และ 2555)

ที่มา: สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

สถานการณ์ทางระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยและพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ตั้งแต่ พ.ศ. 2546 - 2555 มีแนวโน้มการเกิดโรคเป็นไปในทิศทางเดียวกันและในปี พ.ศ. 2553 มีอัตราป่วยสูงกว่าอัตราป่วยระดับประเทศมาก ส่วนปี พ.ศ. 2555 มีรายงานผู้ป่วย 5,950 ราย อัตราป่วย 127.51 ต่อแสนประชากร จังหวัดที่มีอัตราป่วยสูงสุด คือ สงขลา 214.15 ต่อแสนประชากร รองลงมาได้แก่ พัทลุง (179.97) สตูล (142.01) ตรัง (116.11) ยะลา (60.53) นราธิวาส (54.80) และ ปัตตานี (43.19) (ภาพที่ 1.4)

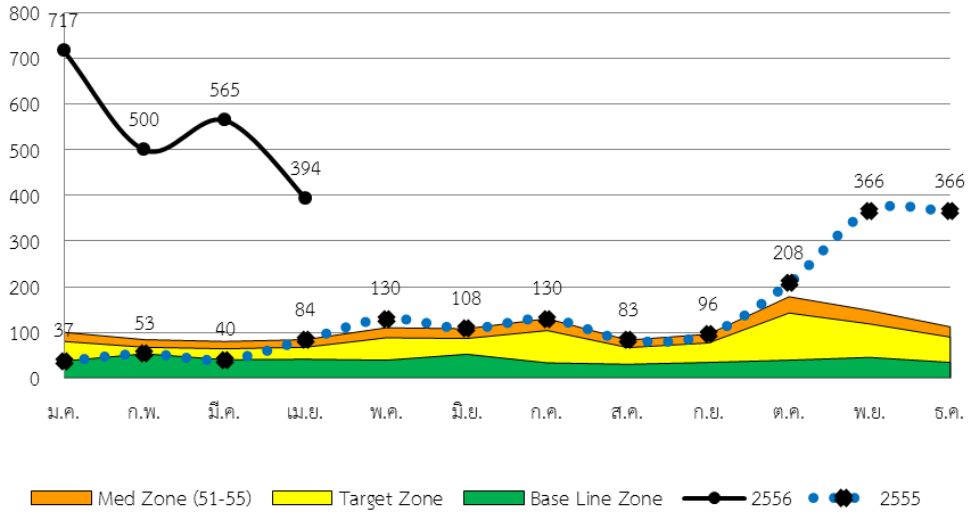


	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555
ประเทศ	101.14	62.59	73.79	74.78	104.21	141.78	89.27	177.91	106.61	119.53
เขต12	106.63	60.34	77.87	44.61	152.22	138.07	107.77	391.61	58.12	127.51

ภาพที่ 1.4 อัตราป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกภาคใต้ตอนล่างเปรียบเทียบกับประเทศไทย ปีพ.ศ. 2546 - 2555

ที่มา: สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

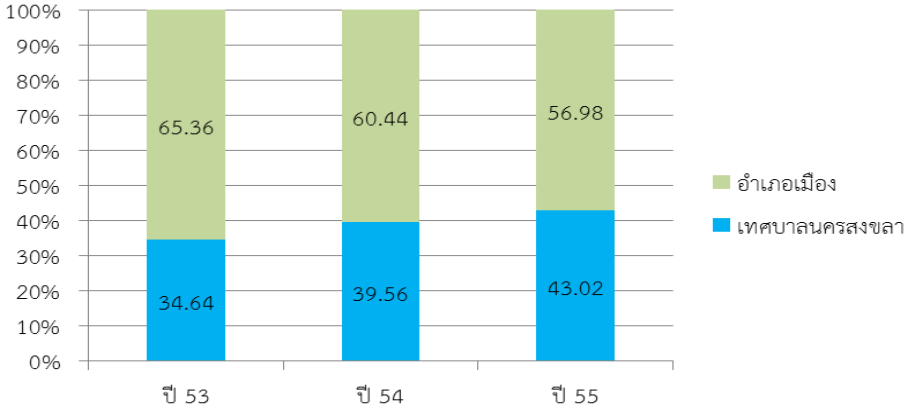
ด้านสถานการณ์ของไข้เลือดออกจังหวัดสงขลา โดยสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา (ข้อมูล ณ วันที่ 30 เมษายน 2556) พบว่าเริ่มพบจำนวนผู้ป่วยสูงกว่าค่ามัธยฐาน 5 ปี ตั้งแต่เดือนกันยายน 2555 และมีอัตราป่วยสูงสุดในเดือน มกราคม 2556 จำนวน 717 ต่อแสนประชากร (ภาพที่ 1.5)



ภาพที่ 1.5 อัตราป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดสงขลาปี พ.ศ. 2555 - 2556

ที่มา: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา (ข้อมูล ณ วันที่ 30 เมษายน 2556)

ส่วนเทศบาลนครสงขลาพื้นที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา มีจำนวนชุมชนในเขตรับผิดชอบ 36 ชุมชน ในปี พ.ศ. 2553 ได้รับรายงานผู้ป่วยไข้เลือดออกรวม 318 ราย อัตราป่วย 447.50 ต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2554 พบผู้ป่วย 72 ราย อัตราป่วย 101.32 ต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2555 พบผู้ป่วย 265 ราย อัตราป่วย 372.91 ต่อประชากรแสนคน จากข้อมูลย้อนหลังปี พ.ศ. 2553 - 2555 อำเภอเมืองสงขลาพบแนวโน้มสัดส่วนผู้ป่วยในเขตเทศบาลสูงขึ้น จากร้อยละ 34.64 เป็น 43.02 ดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 สัดส่วนระหว่างผู้ป่วยไข้เลือดออกในเขตเทศบาลสงขลากับอำเภอเมืองสงขลา ปี พ.ศ. 2553 – 2555

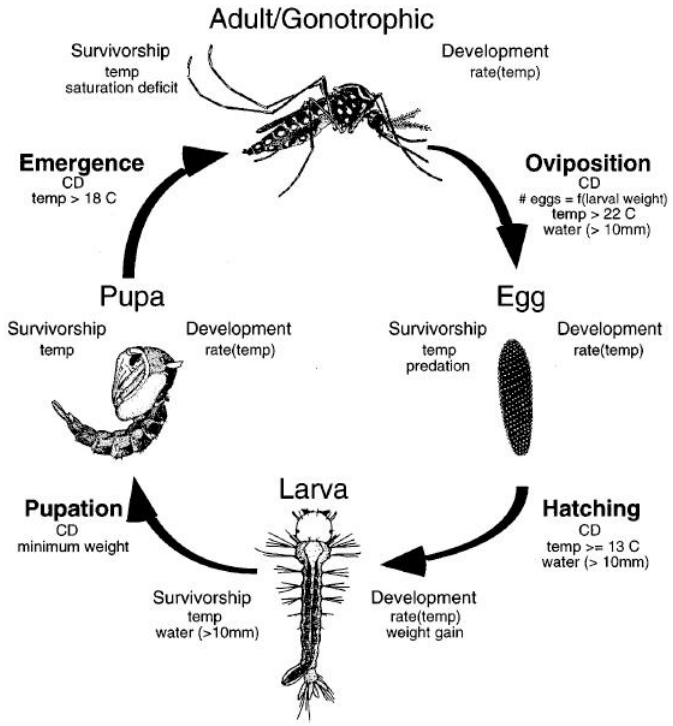
ที่มา: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา

ข้อสรุปด้านสถานการณ์ของไข้เลือดออกในภาพรวมระดับโลกนั้นพบว่ามีแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยต่อปีสูงขึ้นและมีการขยายพื้นที่การระบาดไปยังประเทศต่างๆ ที่อยู่ในเขตร้อนทั้งทวีปเอเชียและทั่วโลก (WHO 2011) สำหรับประเทศไทยมักพบการระบาดต่อเนื่องทุกปีและมีวงรอบของการระบาดใหญ่ทุกๆ 10 ปี โดยในปี พ.ศ. 2555 มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกรุนแรงมากกว่าปีที่ผ่านมา และพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างมีแนวโน้มการเกิดโรคเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับของประเทศ ซึ่งจังหวัดที่มีอัตราป่วยสูงสุด คือ สงขลา ส่วนอำเภอเมืองสงขลาพบแนวโน้มสัดส่วนผู้ป่วยในเขตเทศบาลสูงขึ้น (สำนักระบาดวิทยา 2556)

1.2.2 ยุงลายบ้านและพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย

1.2.2.1 ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*)

ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นแมลงนำโรคพาหะหลักของไข้เลือดออก ซึ่งมีพาหะรองลงมาคือ ยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) มีวงจรชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) การเจริญเติบโตของยุงลาย แบ่งเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ไข่ (egg) ลูกน้ำ (Larva) ตัวโม่ง (Pupa) และตัวเต็มวัย (adult) (WHO 2011) (ภาพที่ 1.7)



ภาพที่ 1.7 วัฏจักรชีวิตของยุงลาย

ที่มา: Hopp และ Foley (2001)

ยุงลายเป็นยุงที่ไม่ชอบแสงแดดและลมแรง ดังนั้นจึงหากินไม่ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์ 30 – 50 เมตร และอาจมีระยะบินไกลได้ถึง 400 เมตร หากขาดแคลนที่เหมาะสมสำหรับการวางไข่ (WHO 2011) นอกจากนี้ยังพบว่ามียุงลายชุกชุมในฤดูฝนช่วงหลังฝนตกชุก เพราะอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการแพร่พันธุ์ (WHO 2009) ยุงลายที่กัดคนเป็นยุงตัวเมีย โดยมากกัดเวลากลางวันช่วงเวลาที่ชอบกัดคือ 9.00 – 11.00 น. และตอนบ่อย เวลา 14.00 – 16.00 น. (2 – 3 ชั่วโมงก่อนพระอาทิตย์ตกดิน) การที่ยุงจะกัดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ ยุงชอบกัดมากขึ้นถ้าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28 – 35 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำกว่า 26 องศาเซลเซียส ยุงจะกัดน้อยลง นอกจากนี้อุณหภูมิ ความชื้นและปริมาณน้ำฝน ยังมีผลต่อการบินเข้าบ้านคนของยุง (วรรณภา สุวรรณเกิด 2549) ยุงลายชอบอาศัยอยู่ในบ้าน หรือบริเวณรอบๆบ้าน แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย เช่น ตุ่มน้ำ ถังซีเมนต์ใส่น้ำ บ่อคอนกรีต ในห้องน้ำ จานรองขาตู้กันมด ยางรถยนต์เก่า กระป๋อง แจกัน รางน้ำฝนที่มีน้ำขัง กะลา มะพร้าว กาบใบต้นไม้ รูต้นไม้ (อุษาวดี ถาวระ 2553)

ยุงลายบ้านเพศเมียตัวเต็มวัยนั้นมีศักยภาพในการแพร่เชื้อไวรัสไข้เลือดออกสูง ด้วยลักษณะนิสัยที่ชอบอาศัยอยู่ในบ้านคน (highly domesticated) มักชอบกินแต่เลือดคน (strongly anthropophilic) และชอบกัดคนภายในบ้าน (endophagic) โดยสามารถกัดคนได้หลายๆครั้งและหลายๆคน (nervous feeder) ก่อนที่จะครบวงจรการวางไข่ในแต่ละรอบ ด้วยพฤติกรรมดังกล่าวจึงทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกเป็นกลุ่มๆได้ง่าย โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ภายในรัศมีการบินของยุงลาย (WHO 2011) ดังนั้นการควบคุมยุงพาหะและแหล่งเพาะพันธุ์ จัดเป็นมาตรการหลักในการควบคุมป้องกันโรคไข้เลือดออก (WHO 2011) การใช้มาตรการป้องกันควบคุมยุงพาหะแบบผสมผสาน ทั้งส่วนของวิธีการและการจัดการเชิงนโยบายจะทำให้การป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Gubler 2011) การวางแผนควบคุมยุงพาหะ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่ได้ปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันเกี่ยวกับชีววิทยาและนิเวศวิทยา ได้แก่ การเจริญเติบโต การแพร่กระจาย การเปลี่ยนแปลงของประชากรยุงในแต่ละฤดูกาล ความสามารถในการนำโรค แหล่งอาศัย เหยื่อที่ชอบกินเลือด ตลอดจนพฤติกรรมอื่นๆที่มีประโยชน์ต่อการควบคุมยุงพาหะ (อุษาวดี ถาวระ 2553)

1.2.2.2 พารามิเตอร์ประชากรยุงลาย

พารามิเตอร์สำหรับการสำรวจเพื่อทราบความชุกชุมหรือความหนาแน่นของประชากรยุงลาย แบ่งออกเป็นการสำรวจยุงลายตัวเต็มวัย (adult mosquito) การสำรวจไข่ยุงลาย (egg) การสำรวจลูกน้ำยุงลาย (Larva) และการสำรวจตัวโม่งยุงลาย (Pupa) ดัชนีที่ใช้การสำรวจประชากรยุงโดยทั่วไป ได้แก่

ก. ดัชนีการสำรวจยุงตัวเต็มวัย

1. อัตราการเกาะกัด (Biting Rate: BR) หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อคนต่อชั่วโมงที่จับได้โดยใช้คนเป็นเหยื่อล่อ ค่า BR > 2 จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงสูง

2. อัตราการเกาะพัก (Resting Rate: RR) หมายถึง จำนวนยุงที่จับได้ต่อบ้าน

3. อัตราเคยวางไข่ (Parous Rate: PR) หมายถึง ร้อยละของยุงตัวเมียที่เคยวางไข่

4. Net Index (NI) หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อคนต่อชั่วโมงที่จับโดยใช้สวิง

5. House Density Index (HDI) หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อบ้านต่อ 15 นาที ที่จับโดยใช้หลอดดูดและสวิง

House Density Index ใช้ได้ดีกับยุงลายบ้าน ซึ่งหากินและเกาะพักอยู่ในบ้าน ทำให้สามารถจับยุงได้ทุกตัวโดยใช้หลอดและสวิง เหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมียุงน้อย ส่วน Biting Rate นิยมมากกว่าอีก 2 วิธี เนื่องจากใช้ได้กับยุงทั้งยุงลายบ้านและยุงลายสวน ทำให้เปรียบเทียบความชุกชุมได้ (จิตติ จันทร์แสง 2553)

ข. ดัชนีสำรวจลูกน้ำยุงลายและตัวโม่ง

1. House Index หรือ Premise Index (HI) หมายถึง จำนวนบ้านเป็น ร้อยละที่สำรวจพบลูกน้ำ ในการวิเคราะห์ผล ค่า HI > 10 จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงสูงต่อโรคไข้เลือดออกส่วนพื้นที่เสี่ยงต่ำ ค่า HI จะต่ำกว่า 1

2. Container Index หรือ Receptacle Index (CI) หมายถึง จำนวนภาชนะเป็นร้อยละที่สำรวจพบลูกน้ำ

3. Breteau Index (BI) หมายถึง จำนวนภาชนะที่สำรวจพบลูกน้ำในบ้าน 100 หลัง

ในบรรดาดัชนีทั้ง 3 นี้ Chan (1985) (อ้างโดย จิตติ จันทร์แสง 2553) สรุปว่า Breteau Index เป็นค่าที่ดีที่สุด เพราะจะทำให้ทราบความชุกชุมของยุงลายที่เกี่ยวข้องกับจำนวนบ้าน เนื่องจากรวม House Index และ Container Index เข้าด้วยกัน ในการวิเคราะห์ผลทั่วไป ค่า BI > 50 จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงสูง BI < 5 จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงต่ำ อย่างไรก็ดีค่าดัชนีเหล่านี้บอกได้แต่ความถี่ในการพบแต่ไม่ทราบจำนวนลูกน้ำที่แน่นอน (จิตติ จันทร์แสง 2553)

การแปรผลระหว่าง HI และ CI

HI สูง CI สูง = ชุมชนนี้มีปัญหามากโดยรวม

HI ต่ำ CI ต่ำ = ชุมชนนี้มีปัญหาน้อยโดยรวม

HI สูง CI ต่ำ = ชุมชนนี้มีปัญหาทั่วไปกระจายทั้งหมู่

HI ต่ำ CI สูง = ชุมชนนี้มีปัญหาเป็นบางจุดของชุมชน แก้ไขเฉพาะจุดได้

4. Larval Density Index หมายถึง จำนวนลูกน้ำที่สำรวจพบต่อบ้านเสนอโดย Chan (1985) (อ้างโดย จิตติ จันทร์แสง, 2553) ดัชนีนี้สอดคล้องกับ House Index และ Breteau Index แต่ไม่สอดคล้องกับค่า Container Index ทำให้ Chan (อ้างโดย จิตติ จันทร์แสง 2553) มีความเห็นว่าไม่ควรใช้ Container Index ในการเฝ้าระวังยุงลาย

5. Stegomyia Index หมายถึง จำนวนภาชนะที่สำรวจพบลูกน้ำต่อประชากร 1,000 คน ซึ่งได้นำจำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำมาสัมพันธ์กับจำนวนประชากรของคน ซึ่งเป็นข้อดีในทางระบาดวิทยา แต่ในการปฏิบัติมักได้ข้อมูลที่ไม่แน่นอน

6. Larvitrap Density Index หมายถึง จำนวนลูกน้ำที่สำรวจพบในกับดักลูกน้ำ (Larvitrap) มีประโยชน์ต่อการสำรวจลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ซึ่งมีความชุกชุมของยุงลายระดับต่ำ

7. Stegomyia Larval Density Index หมายถึง จำนวนลูกน้ำต่อประชากร 1,000 คน ค่านี้จะบอกความสัมพันธ์ระหว่างประชากรยุงกับประชากรคนได้

ค. ดัชนีสำรวจไข่ยุงลาย

1. Ovitrap Index (OI) หมายถึง จำนวนกับดักไข่ยุงที่พบไข่ยุงเป็นร้อยละ วิธีนี้เหมาะสำหรับการศึกษาการปรากฏของยุงลายบ้านในพื้นที่ซึ่งมีความชุกชุมต่ำและไม่ค่อยพบลูกน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้พารามิเตอร์ อัตราการพบไข่ยุงลาย อัตราเคยวางไข่ และ House density index ในการติดตามประชากรยุงลายหลังจากการพ่นเคมี สำหรับการสำรวจด้วยการใช้อัตราเกาะกัด อาจทำให้ผู้สำรวจมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อไข้เลือดออก (Reiter and Nathan 2001, WHO 2011, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข 2553) ถ้าดัชนีเหล่านี้มีค่าลดลงหลังจากการพ่นเคมีแสดงว่าวิธีการพ่นเคมีเกิดประสิทธิผลลดการติดต่อของไข้เลือดออกในพื้นที่ได้ โดยดัชนีสำคัญ คือ อัตราเคยวางไข่หลังการพ่นเคมีควรลดลงจนมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 (WHO 2009) และควรกำจัดจำนวนประชากรยุงในพื้นที่จากเดิมได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 97 (Giglioli 1979)

1.2.3 การจัดการและควบคุมยุงพาหะ

มาตรการเชิงปฏิบัติการในการจัดการและควบคุมยุงพาหะในปัจจุบัน (WHO 2011) สามารถจำแนกกลุ่มวิธีการตามระยะวงจรชีวิตของยุงลายได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 วิธีการจัดการและควบคุมยุงพาหะตามระยะวงจรชีวิตของยุงลาย

วงจรชีวิตยุงลาย	วิธีการจัดการและควบคุมยุงพาหะ
ยุงลายระยะไข่	[1]การจัดการและกำจัดภาชนะแหล่งเพาะพันธุ์ การขัดทำความสะอาดผนังภาชนะไม่ให้มีไข่ยุงเกาะ
ยุงลายระยะลูกน้ำ	[1]การจัดการและกำจัดภาชนะแหล่งเพาะพันธุ์ [2]แบคทีเรีย B.t.i ปล่อยปลากินลูกน้ำ ตัวห้ำ อาทิ ไรน้ำจืด (*Cyclopoid copepods*) [3]ที่มีฟอส Spinosad Insect growth regulators และน้ำมันหอมระเหย
ยุงลายระยะตัวโม่ง	[1]การจัดการและกำจัดภาชนะแหล่งเพาะพันธุ์ [2]ปล่อยปลากินลูกน้ำ
ยุงลายระยะตัวเต็มวัย	[3]การพ่นฟุ้ง (space spraying) การพ่นเคมีชนิดมีฤทธิตกค้าง (indoor residual spraying) Insect repellents อาทิ DEET

[1] เป็นวิธีการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (environmental management) [2]เป็นวิธีการควบคุมด้วยวิธีทางชีวภาพ (biological control) และ [3]เป็นวิธีการควบคุมด้วยวิธีทางเคมี (chemical control)

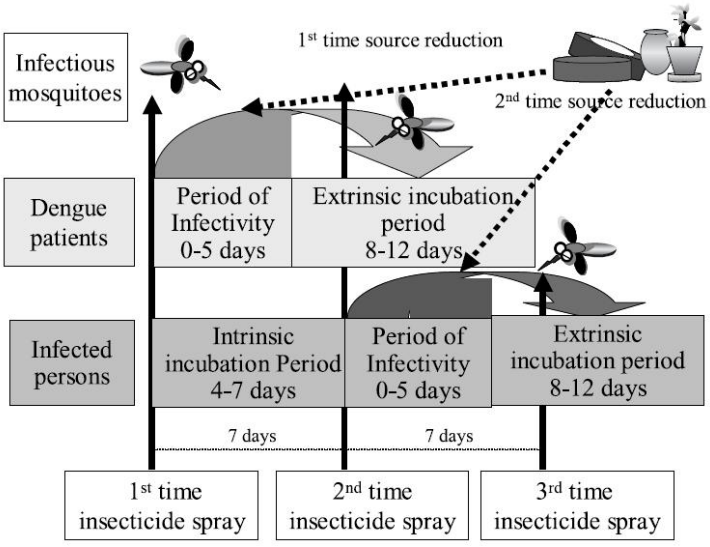
นอกจากนี้ยังมีวิธีการจัดการและควบคุมยุงพาหะที่กำลังอยู่ในขั้นตอนของการศึกษาและพัฒนา (Nguyen et al. 2009, Pettit et al. 2010, WHO 2011, Baldacchino et al. 2015 และ Achee et al. 2015) อาทิ การควบคุมโดยวิธีทางพันธุกรรม (genetic control) การใช้แบคทีเรีย *Wolbachia pipientis* การใช้เชื้อรากลุ่ม Entomopathogenic fungi การใช้กับดักไข่ยุงแบบต่างๆ อาทิ Lethal Ovitrap และการใช้สารเคมีใหม่ๆกับแหล่งเพาะพันธุ์ยุง เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีวิธีการจัดการและควบคุมยุงพาหะที่แตกต่างกันไปตามระยะวงจรชีวิตของยุงลาย ซึ่ง Gubler (2011) ได้เสนอว่า การใช้มาตรการป้องกันควบคุมยุงพาหะแบบผสมผสาน ทั้งส่วนของวิธีการและการจัดการเชิงนโยบายจะทำให้การป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2.4 การพ่นเคมี

1.2.4.1 หลักการพ่นเคมีเพื่อลดการติดต่อของไข้เลือดออก

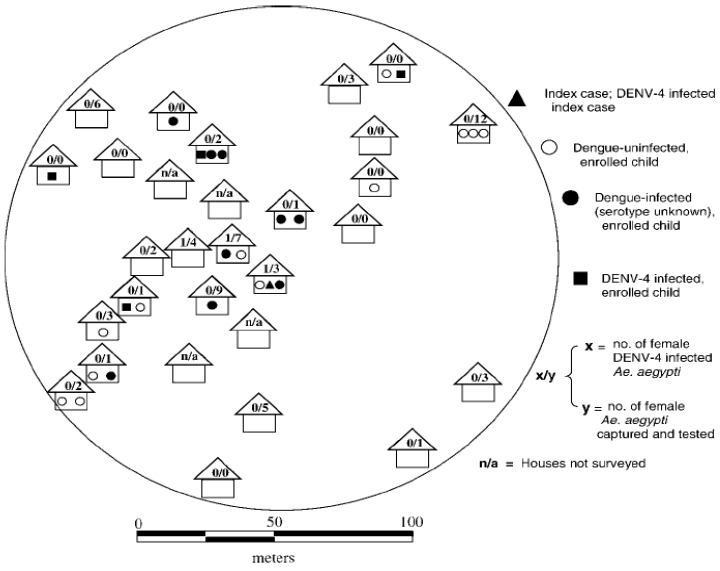
การพ่นฟุ้งหรือพ่นฝอยไปในอากาศ (space spraying) วิธีนี้เป็นมาตรการในสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อระงับการระบาดของไข้เลือดออกโดยการกำจัดยุงลายตัวเต็มวัย (WHO 2011) สารเคมีจะฟุ้งกระจายลอยอยู่ในอากาศในรูปเม็ดละอองละเอียดเพื่อสัมผัสและฆ่ายุงที่บินผ่านหรือเกาะพัก เนื่องจากยุงลายมีพฤติกรรมกินเลือดคนมากกว่าเลือดสัตว์ และมักจะบินหากินไม่ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์ซึ่งอยู่ในอาคารบ้านเรือน ชอบเกาะพักอาศัยตามสิ่งห้อยแขวน มีเพียงส่วนน้อยที่จะเกาะพักตามฝาบ้าน จึงไม่นิยมใช้วิธีการพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้าง (residual spray) ตามฝาผนังบ้าน การพ่นเคมีเพื่อลดการติดต่อของไข้เลือดออกจะต้องพ่นสารเคมีให้ครอบคลุมพื้นที่ของบ้านผู้ป่วยรายแรก (primary case) และกลุ่มบ้านในรัศมีอย่างน้อย 100 เมตร รอบบ้านผู้ป่วยรายแรก โดยมีวงรอบของการพ่นสารเคมีภายใน 7 วัน ทั้งนี้เพื่อกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยที่มีเชื้อไวรัสไข้เลือดออกในช่วงที่เรียกว่า ระยะฟักตัวภายนอกในยุง (extrinsic incubation period) คือ 8 – 12 วัน ให้มากที่สุด เพื่อลดโอกาสการแพร่เชื้อจากยุงสู่คน (Gratz 1993, WHO 1997, สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554) รวมถึงการกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยที่ยังไม่มีเชื้อแต่ที่อาจเข้ามากัดคนในชุมชนหรือผู้ป่วยที่ยังอยู่ในระยะที่มีเชื้อไวรัสอยู่ในกระแสเลือด (Viremia) คือช่วง 7 - 12 วัน ซึ่งเป็นระยะที่เชื้อไวรัสสามารถถ่ายทอดจากคนสู่ยุงได้ (Reiter and Nathan 2001) ดังภาพที่ 1.8



ภาพที่ 1.8 วงรอบของการพ่นเคมีเพื่อลดการติดต่อของไข้เลือดออก

ที่มา: Teng และคณะ (2007)

Mammen และคณะ (2008) ได้ศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของผู้ป่วยไข้เลือดออก หลังจากพบผู้ป่วยรายแรก (index case) ในชุมชนพื้นที่ชนบทของประเทศไทย พบว่าการติดต่อของไข้เลือดออกจะมีลักษณะเป็นกลุ่ม (cluster) ของผู้ป่วย ยุงลายและไวรัสเดงกี ในพื้นที่รัศมี 100 เมตร รอบบ้านผู้ป่วยรายแรก (ภาพที่ 1.9) ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ามาตรการเฝ้าระวัง การค้นหาผู้ป่วยรายแรกและการพ่นเคมีกำจัดยุงพาหะมีความสำคัญต่อการควบคุมป้องกันการระบาดของโรค



ภาพที่ 1.9 ลักษณะของกลุ่ม (cluster) ผู้ป่วย ยุงลายและไวรัสเดงกี ในพื้นที่รัศมี 100 เมตร รอบบ้านผู้ป่วยรายแรกในชุมชน

ที่มา: Mammen และคณะ (2008)

1.2.4.2 วิธีการพ่นเคมี

Pesticides and Their Application for the Control Vectors and Pests of Public Health Importance โดย Department of Control of Neglected Tropical Diseases WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES) (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554) ได้ระบุถึงเครื่องมือที่ใช้สำหรับสารเคมีกำจัดแมลง 6 ประเภท คือ

1. Hand-operated compression sprayer

2. Mist blowers (power-operated)

3. Aerosol generators (power-operated)

4. Thermal foggers (power-operated)

5. Aerial spraying equipment

6. Dusters

สำหรับประเทศไทยเครื่องมือที่นิยมใช้พ่นเคมีกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยมี 2 ประเภท คือ เครื่องพ่นหมอกควัน (thermal foggers หรือ thermal fog generators) และเครื่องพ่นสารเคมีแบบ Ultra-low cold foggers หรือ Aerosol generators หรือนิยมเรียกกันว่า เครื่องพ่นฝอยละเอียด (Ultra Low Volume: ULV) โดยทั้ง 2 ประเภทสามารถใช้งานได้ทั้งแบบคนสะพายและติดตั้งบนรถยนต์ โดยมีข้อมูลเปรียบเทียบดังตารางที่ 1.2 (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554)

ตารางที่ 1.2 เปรียบเทียบการทำงานระหว่าง เครื่องพ่นหมอกควัน (Thermal foggers) กับเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV)

	หลักการทำงานของเครื่อง
Thermal foggers	ใช้ความร้อน ช่วยในการแตกตัวของน้ำยาออกเป็นละอองเม็ดเล็ก ๆ ซึ่งมักนิยมใช้สารตัวทำละลายที่มีอุณหภูมิสูง 100 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะมีผลในการทำลายคุณภาพของสารเคมี ซึ่งมักจะมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการไหลของสารเคมี (Flow rate) ไม่น้อยกว่า 24 ลิตร/ชั่วโมง
ULV	ใช้พลังงานกล แรงลม แรงเหวี่ยง สลัดน้ำยาให้แตกตัวออกเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขนาดที่เล็กกว่า 50 และชนิดสารเคมีที่ใช้พ่นมักเป็นแบบความเข้มข้นสูง อัตราการไหลของสารเคมี (Flow rate) ไม่เกิน 3 ลิตร /ชั่วโมง
	ลักษณะและขนาดของเม็ดน้ำยา
Thermal foggers	สารเคมีแตกตัวจะถูกแรงลมเป่าทำให้ฟุ้งกระจายในรูปหมอกควัน ขนาดเม็ดน้ำยาอยู่ในช่วง 0.1 - 60 µm และมีค่า Volume Median Diameter (VMD) เท่ากับ 20 µm
ULV	สารเคมีแตกตัวจะถูกแรงลมเป่าทำให้ฟุ้งกระจายในรูปฝอยละเอียด ขนาดที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 15 - 25 µm มีค่า VMD เท่ากับ 27 µm หรือคิดเป็นประมาณฝอยละเอียดที่แตกตัวในอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 85

	ข้อดี
Thermal foggers	- ราคาเครื่องถูก - ตรวจสอบความคลอบคลุมในการพ่นได้ง่าย - ให้ผลทางจิตวิทยาดี - ประชาชนสามารถหลบหลีกละอองสารเคมีได้ง่าย
ULV	- พ่นละอองน้ำยาได้ขนาดสม่ำเสมอ - ใช้ปริมาณสารเคมีต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่น้อย - ใช้ต้นทุนต่อหน่วยต่อการพ่นน้อย - ค่าบำรุงรักษาระยะยาวน้อย - ประชาชนยอมรับในประสิทธิผล - เกิดคราบน้ำยาและกลิ่นตกค้างหลังจากการพ่นน้อย - ไม่มีความเสี่ยงด้านอัคคีภัยต่อสถานที่พ่นและการบาดเจ็บจากความร้อนต่อผู้ใช้งาน

จากข้อมูลตารางเปรียบเทียบข้างต้นการพ่นฝอยละเอียดมีประสิทธิภาพดีกว่าการพ่นหมอกควันเมื่อพิจารณาด้านต้นทุนและปริมาณการใช้สารเคมี ทั้งนี้ผู้ใช้งานต้องมีทักษะที่ดีและใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน (WHO 2003)

1.2.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิผลของการพ่นเคมี

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิผลของการพ่นเคมี ประกอบด้วย สารเคมีแมลง เครื่องพ่นเคมี และผู้ปฏิบัติงานพ่นเคมี

ก. สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticide)

องค์การอนามัยโลก (2011) ได้แนะนำสารเคมีกำจัดแมลงเพื่อใช้ในการพ่นเคมีกำจัดยุงและแมลงนำโรค ประกอบด้วยสารเคมีในกลุ่มของ ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosplate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) โดยกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับพ่นฝอยละเอียด คือ ไพรีทรอยด์ (class II: moderately hazardous, LD_{50} oral 200 - 2,000 dermal 400 - 4,000 mg/kg) เช่น Deltamethrin ดังภาพที่ 1.10

Compound and formulation	Indoor (g AI/ 1000 m^3)		Outdoor (g AI/ha)	
	Cold fog	Thermal fog	Cold fog	Thermal fog
Deltamethrin UL	0.5	0.05	0.5 – 1.0	0.5 – 1.0
Deltamethrin EW	-	0.05	1	-
Lambda-cyhalothrin EC	-	-	1 - 2	2
Malathion EW and UL	-	-	112-600	112-600
Permethrin (25 cis:75 trans; 10.35% w/w) + S-bioallethrin (0.14 w/w) + piperonyl butoxide (9.85% w/w) EW	0.55 permethrin	0.73 permethrin	-	-
d-d, trans-cyphenothrin EC	0.1 - 0.2	0.2	3.5 - 4.00	3.5 - 4.0

EC = Emulsifiable concentrate; EW = emulsion, oil in water; UL = ultra-low volume (ULV) liquid

ภาพที่ 1.10 สารเคมีกำจัดแมลงเพื่อใช้ในการพ่นเคมีกำจัดยุงและแมลงนำโรคที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก

ที่มา: WHO (2011)

สารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้สำหรับการพ่นเคมีจะต้องเป็นสารเคมีที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่ายุงที่เรียกว่า การตรวจวัดปริมาณโดยชีววิธี (Bioassay test) อีกทั้งยังเป็นวิธีการมาตรฐานในการปฏิบัติงานพ่นเคมีอีกด้วย (WHO 2011) ซึ่งผู้วิจัยได้การสอบเทียบน้ำยาเคมีในระยะเตรียมการก่อนการทดลองภาคสนาม โดยมีรายละเอียดของการสอบเทียบน้ำยาเคมีในภาคผนวก ง

ปัญหาเกิดขึ้นกับสารเคมีกำจัดแมลง คือ การเพิ่มขึ้นของการดื้อต่อยาฆ่าแมลงของยุงลาย โดยเฉพาะสารเคมีของไพรีทรอยด์ ที่มีความปลอดภัยสูงต่อมนุษย์ ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิผลของมาตรการพ่นสารเคมีลดลง (วรรณภา สุวรรณเกิด และคณะ 2551, Marcombe et al. 2011) ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์จากการพ่นเคมีในระยะสั้นพบผลกระทบน้อยหากใช้ตามมาตรฐานที่กำหนด แต่ควรมีการเฝ้าระวังในระยะยาวและศึกษาเพิ่มเติมเพราะสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์อาจเป็นพิษต่อปลาและสัตว์น้ำหลายชนิด (Peterson et al. 2006, Schleier III et al. 2012, Bonds 2012)

ข. เครื่องพ่นเคมี

ขนาดของเม็ดละอองน้ำยา (Droplet size of the aerosol) ที่ถูกปล่อยออกจากหัวพ่นของเครื่องพ่นเคมี เป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดความสามารถในการฟุ้งกระจายลอยอยู่ในอากาศของเม็ดละอองน้ำยาทั้งในด้านของปริมาณและเวลาในการคงสภาพของเม็ดน้ำยา ทั้งนี้เพื่อสัมผัสและฆ่ายุงที่บินผ่านหรือเกาะพักในบริเวณที่มีการพ่นเคมี (Reiter and Nathan 2001) ดังข้อมูลในตารางที่ 1.3 (สำนักงานควบคุมไข้เลือดออก 2545, La Mer et al. 1947)

ตารางที่ 1.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของละอองเม็ดน้ำยากับปริมาณและอัตราเร็วในการตกลงสู่พื้นจากอากาศของเม็ดละอองน้ำยา

ละอองน้ำยา	ขนาดเม็ดละอองน้ำยา (µm)	จำนวนละอองน้ำยา ในพื้นที่ 1 cm^2 (อัตราพ่น 1 ลิตร/เฮคเตอร์)	อัตราเร็วในการตกลงพื้นจากอากาศ (m/sec)
ควัน (Smoke)	1 - 5	> 19,099	
ฝอยละเอียด (Aerosols)	10 - 20	2,387 – 19,099	0.01 (60 นาที ตกลง 100 ฟุต หรือ 30 เมตร)
Cloud particles	30	708	
ฝอยละออง (Mists)	50 - 100	19 - 153	0.1 (6 นาที ตกลง 100 ฟุต หรือ 30 เมตร)
ละอองขนาดเล็ก (Fine sprays)	100 - 250	2.4 - 19	0.3 (2 นาที ตกลง 100 ฟุต หรือ 30 เมตร)
ละอองขนาดกลาง (Medium sprays)	250 - 400	0.15 – 2.4	
ละอองหยาบ (Coarse sprays)	> 400	< 0.15	

จากการประเมินผลการเฝ้าระวังป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออก ภาพรวมระดับประเทศ ปี พ.ศ. 2554 ของสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค พบปัญหาการใช้เครื่องพ่นเคมีที่ไม่เหมาะสม เช่น การนำเครื่องพ่นเคมีทางการเกษตร (Mist blowers) มาพ่นกำจัดยุง และ ขาดการตรวจสอบคุณภาพในการผลิตเม็ดน้ำยาของเครื่องพ่นเคมี สอดคล้องกับการศึกษาของ สุวิช ธรรมปาโล และคณะ (2553) ซึ่งพบว่าเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้ควบคุมยุงในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง มีเพียงร้อยละ 18.8 เท่านั้น ที่ผลิตละอองน้ำยาได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน

Volume median diameter (VMD) คือ ค่าเฉลี่ยเม็ดน้ำยาที่องค์การอนามัยโลกกำหนดเป็นดัชนีสำหรับวัดคุณภาพของเครื่องพ่นเคมี โดยคุณสมบัติของเครื่องพ่นฝอยละเอียดที่ดีควรมีค่า VMD เท่ากับ 5 – 27 µm ผู้วิจัยได้การสอบเทียบเครื่องพ่นเคมีเพื่อวัดค่า VMD ในระยะเตรียมการก่อนการทดลองภาคสนาม โดยมีรายละเอียดของการการสอบเทียบเครื่องพ่นเคมีในภาคผนวก ง

ค. ผู้ปฏิบัติงานพ่นเคมี

ความรู้และทักษะในการพ่นเคมีของคนพ่น เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิผลมาตรการพ่นเคมีอย่างยิ่งและต้องได้รับการฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้โดยหน่วยงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน รวมทั้งควรมีการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบจากหน่วยงานต้นสังกัด อาทิ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ความรู้และทักษะดังกล่าวประกอบด้วย (WHO 2011)

1. ความเข้าใจในนิสัยของยุงพาหะ เช่น ตำแหน่งที่อยู่และช่วงเวลาออกบินหากินของยุงลาย เพื่อใช้กำหนดเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการพ่นเคมี (06.30 - 10.00 น.) ระยะบินของยุงลายเพื่อกำหนดขนาดของพื้นที่ที่ควรพ่นเคมี เป็นต้น

2. รู้จักสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการพ่นเคมี เช่น หลีกเลี่ยงการพ่นเคมีตอนฝนตกหรือมีลมแรง (ความเร็วลมเกิน 13 กิโลเมตร/ ชั่วโมง) เป็นต้น

3. ความเป็นพิษและคุณสมบัติของสารเคมี เช่น การใส่ชุดป้องกันตนเองอย่างถูกต้องเวลาพ่นเคมี การรู้จักพิษและอาการผิดปกติที่เกิดจากสารเคมีรวมถึงวิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้น เป็นต้น

4. คุณภาพของสารเคมี เช่น การผสมสารเคมีได้อย่างถูกต้องตามสัดส่วน การใช้สารเคมีถูกประเภท เป็นต้น

5. คุณภาพของเครื่องพ่น เช่น การรู้จักวิธีการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง การแก้ไขหรือซ่อมบำรุงเบื้องต้นขณะปฏิบัติงานที่ถูกต้องหรือการลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากการใช้เครื่องมือ เป็นต้น

6. ประชาชนกลุ่มเป้าหมาย เช่น การสื่อสารกับเจ้าของบ้านขณะปฏิบัติงาน และให้คำแนะนำต่างๆในการลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีขณะพ่นและหลังการพ่น อาทิ การปกปิดอาหาร การเปิดประตูหน้าต่าง หลังการพ่นอย่างน้อย 30 นาที จึงสามารถกลับเข้าบ้านหรือห้องได้ การเช็ดถูพื้นหลังการพ่น เป็นต้น

7. คุณภาพและเทคนิคของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ทีมพ่นควรมีอย่างน้อย 5 คน ประกอบด้วย ผู้ควบคุม 1 คน และทีมพ่น 4 คน เพื่อสลับสับเปลี่ยนกันในการพ่นทุกๆ 15 - 30 นาที มีการวางแผนก่อนการพ่นเคมีทุกครั้ง อาทิ การกำหนดเส้นทาง การใช้แผนที่ เป็นต้น

สถานการณ์ของมาตรการพ่นเคมีเพื่อควบคุมยุงลายและไข้เลือดออกของประเทศสามารถสรุปได้ว่ามีแนวโน้มการใช้สารเคมีเพื่อการกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยเพิ่มมากขึ้นทุกภาคส่วน และประสบปัญหาด้านการปฏิบัติให้ได้ตามมาตรฐาน อาทิ การใช้สารเคมีมีความหลากหลาย การใช้เครื่องพ่นสารเคมีที่ไม่เหมาะสม บุคลากรขาดองค์ความรู้และทักษะที่ดีในการพ่นเคมี เป็นต้น โดยสาเหตุเกิดจากการขาดช่องทางที่ดีในการถ่ายทอดองค์ความรู้และการประสานงานระหว่างหน่วยงานภายในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขในพื้นที่กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งมีผลทำให้มาตรการพ่นเคมีขาดประสิทธิผลในการกำจัดยุงพาหะ ขาดการยอมรับและความร่วมมือจากชุมชน รวมถึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงมากเมื่อเทียบกับมาตรการอื่นๆ (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554) โดยจากการศึกษาต้นทุนต่อหน่วยต่อผู้ป่วยหนึ่งรายในการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดตามมาตรฐาน (SID-ULV) ของประเทศไทยในปี 2551 ต้นทุนสำหรับหน่วยงานผู้ปฏิบัติการอยู่ที่ 114 ดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 3,900 บาท และสามารถเพิ่มสูงถึง 705 ดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 24,200 บาท หากพิจารณาต้นทุนทางสังคมร่วมด้วย (Ditsuwan et. al., 2012)

1.2.4.4 ความแตกต่างระหว่างการพ่นเคมี SID-ULV กับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกได้แนะนำ หรือวิธี SID-ULV กับการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานหรือวิธีพ่นแบบปกติ จากการทบทวนวรรณกรรม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Ditsuwan et. al. 2012, WHO 2011, สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554) พบว่ามีความแตกต่างของวิธีการอยู่ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ก่อนพ่นเคมี 2) การปฏิบัติการพ่นเคมี และ 3) หลังพ่นเคมี และเนื่องด้วยการศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิผลการพ่นทั้งสองวิธีดังกล่าว จึงมีวิธีการควบคุมปัจจัยรบกวนที่อาจเกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างวิธีการพ่นทั้งสองแบบ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการพ่นเคมี SID-ULV กับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ

กระบวนการพ่นเคมี	SID-ULV	การพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ	การควบคุมปัจจัยรบกวน
1. ก่อนพ่นเคมี	1.มีการวางแผนและศึกษาพื้นที่ก่อนการพ่นเคมี 2.มีการทดสอบ VMD ของเครื่องพ่นเคมี 3.มีการทดสอบ bioassay ของสารเคมีกำจัดแมลง 4.มีการอบรมหรือให้ความรู้แก่ทีมพ่นเคมีสม่ำเสมอ	1.ไม่มีการทดสอบ VMD ของเครื่องพ่นเคมี 2.ไม่มีการทดสอบ bioassay ของสารเคมีกำจัดแมลง	1.ให้มีการทดสอบ VMD ของเครื่องพ่นเคมีเหมือนกัน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง) 2.ให้มีการทดสอบ bioassay ของสารเคมีกำจัดแมลง และใช้สารเคมีตัวเดียวกัน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง) 3.ให้มีการทดสอบความรู้ ทักษะ วิธีการปฏิบัติ และทัศนคติของทีมพ่นทั้งสองทีม
2. การปฏิบัติการพ่นเคมี	1..มีการแจ้งข้อมูลและประสานชุมชนทุกครั้งที่พ่นเคมี เช่น - การหลีกเลี่ยงสัมผัสสารเคมีระหว่างการพ่นหรือหลังการพ่น - การเปิด ปิดประตูหน้าต่างก่อนและหลังการพ่นเคมี - การปกคลุมป้องกันการปนเปื้อนสารเคมีในอาหาร เป็นต้น	- ขาดความครอบคลุมกลุ่มบ้านในรัศมี 100 เมตร ส่วนข้อแตกต่างอื่นๆมีบ้างแต่ไม่มากนัก	1.ให้มีการพ่นเคมีในวันและเวลาเดียวกัน เพื่อลดความแตกต่างด้านสภาพอากาศและช่วงเวลาพ่นเคมี 2.ใช้กระบวนการเตรียมชุมชนเหมือนกัน เพื่อลดความแตกต่างด้านการประสานชุมชนและแจ้งข้อมูล

กระบวนการพ่นเคมี	SID-ULV	การพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ	การควบคุมปัจจัยรบกวน
2. การปฏิบัติการพ่นเคมี (ต่อ)	2. มีการพ่นที่ถูกวิธี เช่น - พ่นเคมีในช่วงเวลายุงออกหากิน - พ่นเมื่อสภาพอากาศเหมาะสมและดูทิศทางลม - พ่นคลอบคลุมกลุ่มบ้านในรัศมี 100 เมตร - พ่นจากด้านในบ้านออกมานอกบ้าน - มีการสวมเครื่องป้องกันและชุดพ่นเคมีที่ถูกต้อง - มีการพักเครื่องพ่นและสลับคนพ่นทุก 15-30 นาที - มีการพ่นซ้ำรอบสองภายใน 7-10 วัน เป็นต้น		3.ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินความครอบคลุมในการพ่นเคมี โดยการใช้แผนที่ชุมชนรายหลังคาเรือนในการบันทึกสถานะการพ่นเคมีและแจงนับจำนวน
3. หลังพ่นเคมี	- มีการประเมินผล ทั้งด้านจำนวนประชากรยุง และจำนวนผู้ป่วย ในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี	- ขาดการติดตามและประเมินที่ชัดเจน	- ทีมสำรวจภาคสนามจะไม่ทราบว่าปฏิบัติการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งเป็นกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลอง

1.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย สถานที่ศึกษา	วัตถุประสงค์และรูปแบบการวิจัย	ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ	ข้อสังเกต
Lofgren และคณะ (1970) Thailand	- เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องบินในการควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออก - โดยกำหนดให้กลุ่มเปรียบเทียบและกลุ่มควบคุม มีระยะห่างกัน 18 กิโลเมตร จากนั้นทำการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดโดยเครื่องบินโดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ malathion 2 ครั้ง ทำการวัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	- อัตราการเกาะกัดของพื้นที่พ่นเคมีลดลงร้อยละ 89 ในขณะที่พื้นที่ควบคุมลดลงร้อยละ 47 (วัดผลในวันที่ 10 หลังจากการพ่น โดยในวันที่ 0 และ 4 ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติ) ส่วนอัตราพบไข่ยุงลายของพื้นที่พ่นเคมีในวันที่ 0 เท่ากับ 33.4 วันที่ 11 เท่ากับ 0 ในขณะที่พื้นที่ควบคุมวันที่ 0 เท่ากับ 52 วันที่ 11 เท่ากับ 30 - ซึ่งจากผลดังกล่าวผู้วิจัยสรุปว่าการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องบินโดยใช้ malathion สามารถใช้เป็นมาตรการในควบคุมการระบาดของไข้เลือดออกได้	- จำนวนของชุมชนที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบอาจน้อยเกินไป การวัดผลโดยการใช้อัตราเกาะอาจขาดความแน่นอนและมีการรบกวนจากปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ทักษะของคนจับยุงที่แตกต่างกัน เป็นต้น
Pant และคณะ (1971) Thailand	- เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์ ที่ใช้อัตราการไหลของสารเคมีแตกต่างกัน (91 – 149 ml/min) ในการควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออก	- ที่อัตราการพ่น 438 ml/ha อัตราการเกาะกัดลดลงร้อยละ 99 แต่จำนวนประชากรยุงกลับมาเท่าเดิมหลังจาการพ่น 2 สัปดาห์ โดยค่าดัชนีสำรวจลูกน้ำยุงลาย อาทิ HI CI สามารถตรวจพบได้ใน 19 หลังจากการพ่นเคมีครั้งสุดท้าย	- จำนวนของชุมชนที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบอาจน้อยเกินไป การวัดผลโดยการใช้อัตราเกาะอาจขาดความแน่นอนและมีการรบกวนจากปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ทักษะของคนจับยุงที่แตกต่างกัน เป็นต้น

ผู้วิจัย สถานที่ศึกษา	วัตถุประสงค์และรูปแบบการวิจัย	ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ	ข้อสังเกต
Pant และคณะ (1971) **Thailand** **(ต่อ)**	- โดยกำหนดให้กลุ่มเปรียบเทียบและกลุ่มควบคุม มีระยะห่างกัน 5 กิโลเมตร จากนั้นทำการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์ โดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ malathion พื้นที่ห้วยขวาง 5 ครั้ง และ ศรีราชา 3 ครั้ง ทำการวัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	- จากผลดังกล่าวผู้วิจัยสรุปว่าการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์อัตราการพ่น 438 ml/ha 2 ครั้ง ในรอบ 3 วัน สามารถให้ผลควบคุมประชากรยุงลายได้ 10 วัน ใช้เป็นมาตรการในควบคุมการระบาดของไข้เลือดออกได้	
Pant และคณะ (1973) **Thailand**	- เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์ที่ใช้อัตราการไหลของสารเคมีแตกต่างกัน ในการควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออกระยะยาว - โดยมีกลุ่มควบคุมและเปรียบเทียบโดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ fenitrothion	- หลังจากการพ่นเคมีครั้งที่ 1 อัตราการเกาะกัดลดลงร้อยละ 95แต่จำนวนประชากรยุงกลับมาเท่าเดิมหลังจาการพ่น 7 สัปดาห์ ด้านอัตราพบไข่ยุงลายเท่ากับพื้นที่ไม่พ่นเคมี ส่วนค่า BI ลดลงร้อยละ 60 แต่กลับมาเท่าเดิมหลังจากการพ่น 4 - 5 สัปดาห์ หลังจากการพ่นเคมีครั้งที่ 2 อัตราการเกาะกัดลดลงร้อยละ 100 แต่จำนวนประชากรยุงกลับมาเท่าเดิมหลังจาการพ่น 7 สัปดาห์ ด้านอัตราพบไข่ยุงลายสามารถตรวจพบได้ในวันที่ 10 หลังจากการพ่นครั้งที่ 2 ส่วนค่า BI ลดลงร้อยละ 86 แต่กลับมาเท่าเดิมหลังจาการพ่น 4 - 5 สัปดาห์ และหลังจากการพ่นครั้งสุดท้าย (5 ครั้ง) ค่าอัตราการเกาะกัดน้อยกว่าร้อยละ 1 เป็นเวลา 3 เดือน ด้านอัตราพบไข่ยุงลายสามารถตรวจพบได้ในสัปดาห์ที่ 7 ส่วนค่า BI น้อยกว่าร้อยละ 10 เป็นเวลา 6 สัปดาห์	- จำนวนของชุมชนที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบอาจน้อยเกินไป การวัดผลโดยการใช้อัตราเกาะอาจขาดความแน่นอนและมีการรบกวนจากปัจจัยหลายอย่างอาทิ ทักษะของคนจับยุงที่แตกต่างกันเป็นต้น

ผู้วิจัย สถานที่ศึกษา	วัตถุประสงค์และรูปแบบการวิจัย	ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ	ข้อสังเกต
		- จากผลดังกล่าวผู้วิจัยสรุปว่าการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์สามารถควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออกระยะยาวได้	
Hudson (1986) Suriname	- เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์ในการควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออก - โดยไม่มีกลุ่มควบคุมและเปรียบเทียบ ใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ malathion ทำการพ่นตามถนนทั้งสองข้างทุกๆสัปดาห์	- สามารถลดอัตราพบไข่ยุงลายได้พอประมาณโดยเห็นความแตกต่างชัดเจนในวันที่ 3 หลังการพ่นเคมี แต่ค่าดังกล่าวสามารถกลับมาเท่าเดิมได้อย่างรวดเร็วภายใน 4 - 6 วัน หลังการพ่นเคมี - จากผลดังกล่าวผู้วิจัยสรุปว่าการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์มีผลลดอัตราพบไข่ยุงลายในระยะสั้นๆ	- จำนวนของชุมชนที่ใช้ในการศึกษาอาจน้อยเกินไป และควรมีชุมชนควบคุมเพื่อเปรียบเทียบ
Perich และคณะ (1990) Dominican Republic	- เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องบินกับการพ่นภาคพื้นดินโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์ในการควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออก - โดยกำหนดให้กลุ่มเปรียบเทียบและกลุ่มควบคุม มีระยะห่างกัน 500 เมตร จากนั้นทำการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดโดยเครื่องบินและเครื่องพ่นติดรถยนต์ ที่อัตราการพ่น 438.8 ml/ha โดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ malathion 3 ครั้ง ในช่วง 4 - 10 วัน ทำการวัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	- ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนประชากรยุงลายตัวเต็มวัยและอัตราพบไข่ยังลายระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการพ่นเคมี - การพ่นทั้งสองวิธี คือ การพ่นฝอยละเอียดโดยเครื่องบินกับการพ่นภาคพื้นดินโดยเครื่องพ่นติดรถยนต์ ไม่สามารถลดประชากรยุงลายได้มากกว่าร้อยละ 97 ซึ่งเป็นค่าขั้นต่ำที่ Giglioli (1979) เสนอไว้	- ระยะห่างของพื้นที่ควบคุมอาจไม่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการพ่นโดยเครื่องบินกับเครื่องพ่นติดรถยนต์

ผู้วิจัย สถานที่ศึกษา	วัตถุประสงค์และรูปแบบการวิจัย	ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ	ข้อสังเกต
Perich และคณะ (2001) Honduras	- เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียดกับการพ่นหมอกควันในการควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออก ในสถานการณ์ฉุกเฉิน - โดยกำหนดให้มีกลุ่มเปรียบเทียบและกลุ่มควบคุม การพ่นฝอยละเอียดกับการพ่นหมอกควัน ที่อัตราการพ่น 100 ml/min ขนาดของเม็ดน้ำยา 10 - 25 µm โดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ lambda-cyhalothrin 1 ครั้ง 4 แบบ คือ พ่นเฉพาะหน้าบ้าน 1 นาที กับ พ่นในบ้านห้องละ 15 วินาที ทำการวัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	- ค่าเฉลี่ยประชากรยุง (ก่อนวันพ่นเคมี 1 สัปดาห์) ULV at front door = 5 ULV in each room = 6.5 Fogging at front door = 2.8 Fogging in each room = 2.8 กลุ่มควบคุม = 4.7 (หลังพ่นเคมี 7 สัปดาห์) ULV at front door = 1.8 ULV in each room = 1.7 Fogging at front door = 3.0 Fogging in each room = 18.3 กลุ่มควบคุม = 4.5 - การพ่นฝอยละเอียดกับการพ่นหมอกควันโดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง lambda-cyhalothrin สามารถควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออก ในสถานการณ์ฉุกเฉินได้	- หากเปรียบเทียบเป็นอัตราร้อยละจะพบว่าจำนวนประชากรยุงก่อนและหลังการพ่นไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งอาจเกิดจากการกำหนดช่วงเวลาวัดผลหลังพ่นเคมีที่นานเกินไป (มากกว่า 2 สัปดาห์)
Perich และคณะ (2003) **Costa Rica**	- เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียด การพ่นหมอกควันและการพ่นฝอยละอองในการควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือกออก ในสถานการณ์ฉุกเฉิน	- ค่าเฉลี่ยประชากรยุง (ก่อนวันพ่นเคมี 1 สัปดาห์ ใน 2 พื้นที ได้แก่ Juanita Mora และ Fray Casiano	- หากเปรียบเทียบเป็นอัตราร้อยละจะพบว่าจำนวนประชากรยุงก่อนและหลังการพ่นไม่แตกต่างกันมากนัก

ผู้วิจัย สถานที่ศึกษา	วัตถุประสงค์และรูปแบบการวิจัย	ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ	ข้อสังเกต
Perich และคณะ (2003) Costa Rica (ต่อ)	- โดยกำหนดให้มีกลุ่มเปรียบเทียบและกลุ่มควบคุม การพ่นฝอยละเอียดกับการพ่นหมอกควัน ที่อัตราการพ่น 100 ml/min ขนาดของเม็ดน้ำยา 10 - 25 µm โดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ lambda-cyhalothrin 1 ครั้ง 6 แบบ คือ พ่นเฉพาะหน้าบ้าน 1 นาที กับ พ่นในบ้านห้องละ 15 วินาที ทำการวัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	ULV at front door = 13.6/8.3 ULV in each room = 5.3/5.6 Fogging at front door = 4.8/8.8 Fogging in each room = 8.3/8.0 LV at front door = 9.6/8.8 LV in each room = 6.8/6.0 กลุ่มควบคุม = 6.6/6.5 (หลังพ่นเคมี 7 สัปดาห์) ULV at front door = 7.6/6.8 ULV in each room = 5.2/8.4 Fogging at front door = 6.0/7.2 Fogging in each room = 5.0/9.2 LV at front door = 5.2/13.3 LV in each room = 6.8/14.3 กลุ่มควบคุม = 6.8/12.3 - การพ่นฝอยละเอียด การพ่นหมอกควันและการพ่นฝอยละอองโดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ lambda-cyhalothrin สามารถควบคุมยุงลายพาหะโรคไข้เลือดออก ในสถานการณ์ฉุกเฉินได้	ซึ่งอาจเกิดจากการกำหนดช่วงเวลาวัดผลหลังพ่นเคมีที่นานเกินไป (มากกว่า 2 สัปดาห์)

ผู้วิจัย สถานที่ศึกษา	วัตถุประสงค์และรูปแบบการวิจัย	ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ	ข้อสังเกต
Koenraadt และคณะ (2007) Thailand	- เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียด ที่มีต่อการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของประชากรยุงลาย - โดยไม่มีกลุ่มควบคุม ใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ pyrethrin ในอัตราการพ่น 55 ml/min โดยใช้สารผสมที่แตกต่างกัน 3 แบบ พ่นกลุ่มบ้านในรัศมี 100 เมตร วัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	- สามารถลดประชากรยุงได้ในทันที แต่หลังจากการพ่นสารเคมี 2 วัน กลุ่มบ้านที่ตั้งอยู่ที่ระยะรัศมี 85 เมตรจากศูนย์กลาง พบยุงที่อพยพจากด้านนอกพื้นที่การพ่นเคมีเข้ามาแทนที่ประชากรยุงในพื้นที่พ่นเคมี ภายใน 7 วันหลังการพ่นเคมี ประชากรยุงสามารถกลับมาถึงร้อยละ 50 - การพ่นฝอยละเอียดสามารถลดประชากรยุงในพื้นที่ระบาดของโรคได้แต่ควรขยายพื้นที่การพ่นให้มากกว่า 100 เมตร ด้วยพบการกลับเข้ามาแทนที่ของประชากรอย่างรวดเร็วจากพื้นที่โดยรอบ	-ขาดกลุ่มควบคุมในการศึกษาและจำนวนพื้นที่ศึกษาที่ใช้เพียง 2 กลุ่ม ต่อ 1 วิธีการพ่น อาจไม่เพียงพอในการใช้เปรียบเทียบวิธีการพ่นที่แตกต่างกันถึง 3 แบบ
Teng และคณะ (2007) **Taiwan**	- เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการพ่นฝอยละเอียดและการพ่นหมอกควันในการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออก - โดยไม่มีกลุ่มควบคุม ใช้สารเคมีฆ่าแมลง ได้แก่ deltamethin 0.5 % และ permethrin 7 % พ่นในกลุ่มบ้านพื้นที่ระบาด 2 แห่ง รอบ 6 - 7 วัน วัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	- BI ลดลงร้อยละ 51 CI ลดลงร้อยละ 34 HI ลดลงร้อยละ 45 จำนวนผู้ป่วยรายใหม่ลดลง โดยพบเพียง 1 ราย หลังจากการพ่นเคมี 4 สัปดาห์ - การพ่นฝอยละเอียดและการพ่นหมอกควันสามารถลดดัชนีลูกน้ำยุงลายได้และสัมพันธ์กับการลดจำนวนของผู้ป่วยไข้เลือดออกในพื้นที่	- ไม่ได้วัดผลจำนวนประชากรยุงลายตัวเต็มวัย และกลุ่มการศึกษาอาจมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการศึกษาด้านความสัมพันธ์ของอัตราป่วยกับการพ่นเคมี

ผู้วิจัย สถานที่ศึกษา	วัตถุประสงค์และรูปแบบการวิจัย	ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ	ข้อสังเกต
วิรัช วงศ์หิรัญรัชต์และคณะ (2552) ประเทศไทย	- เพื่อเปรียบเทียบการพ่นแบบหมอกควัน,พ่นแบบฝอยละเอียดและพ่นแบบฝอยละเอียดติดรถยนต์ในการควบคุมประชากรยุงลายบ้าน - โดยมีกลุ่มควบคุม ใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ deltamethin 0.5 % พ่นในชุมชน 4 แห่ง 2 รอบ โดยพ่นครั้งที่ 2 ห่างจากพ่นครั้งแรก 2 สัปดาห์ วัดผลเปรียบเทียบความหนาแน่นของยุงลายก่อนและหลังการพ่นเคมี	- พ่นหมอกควันประชากรยุงลดลงเฉลี่ยร้อยละ 20 - 30 พ่นฝอยละเอียดประชากรยุงลดลงเฉลี่ยร้อยละ 50 - 80 พ่นฝอยละเอียดติดรถยนต์ไม่สามารถลดประชากรยุงได้ - การพ่นฝอยละเอียดโดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง คือ deltamethin 0.5 % สามารถควบคุมประชากรยุงลายบ้านได้ดี	- การใช้อัตราการกัดวัดผลอาจขาดความแน่นอนและมีการรบกวนจากปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ทักษะของคนจับยุงที่แตกต่างกัน เป็นต้น

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นพบว่าการศึกษาด้านประสิทธิผลของมาตรการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดที่ผ่านมา ส่วนใหญ่มีรูปแบบการวิจัยเป็นแบบวิเคราะห์ (analytical research) ซึ่งอาจมีข้อจำกัดในการควบคุมปัจจัยที่เป็นตัวแปรควบคุม (control variables) ที่อาจส่งผลรบกวนต่อผลลัพธ์ของการศึกษา อาทิ ปัจจัยด้านสารเคมี ปัจจัยด้านเครื่องพ่น และปัจจัยด้านวิธีการพ่น (Reiter and Nathan 2001) รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความเร็วและทิศทางของกระแสลม ฝน อุณหภูมิ ลักษณะของบ้าน อาคารและชุมชน เป็นต้น (Esu et al. 2010, Bonds 2012) เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นเคมีโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นชุมชนเขตเมืองที่มีความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคสูง อีกทั้งยังเป็นการตอบปัญหาด้านประสิทธิผลของการใช้มาตรการพ่นเคมีในการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออกของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ผู้วิจัยจึงนำวิธีศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม (Cluster-randomized controlled trial) มาใช้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลที่มีต่อพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้าน จากวิธีการพ่นเคมีที่แตกต่างกันระหว่างการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน หรือ SID-ULV กับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติทั้งนี้เพื่อลดข้อจำกัดในการควบคุมปัจจัยรบกวนและมีความเหมาะสมกับการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการพ่นเคมีที่แตกต่างกันในพื้นที่ศึกษา

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน (SID-ULV) ที่ปฏิบัติการโดยทีมวิจัย กับกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติที่ปฏิบัติการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภายใต้เงื่อนไขการจัดสรรวิธีการพ่นเคมีแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม (Cluster-randomized controlled trial) โดยติดตามวัดพารามิเตอร์ประชากรยุงลายในบ้านก่อนและหลังพ่นเคมี

พารามิเตอร์ประชากรยุงลายที่ต้องการศึกษาคือ

1. House Density Index (HDI)

2. อัตราเคยวางไข่ (Parous Rate)

3. อัตราการพบไข่ยุงลาย (Ovitrap Index)

ทั้งนี้รายละเอียดของแต่ละพารามิเตอร์ได้อธิบายไว้ในวิธีการวิจัย

1.3.2 วัตถุประสงค์รอง

เพื่อศึกษาผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี โดยเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้าน House Density Index (HDI) ในบ้านศึกษาที่ไม่ได้รับการพ่นเคมี กับจำนวนเพื่อนบ้านที่จัดกลุ่มตามสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 วิธีการวิจัยวัตถุประสงค์หลัก: การศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน (SID-ULV) กับกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ (Regular ULV)

2.1.1 สถานที่ศึกษา

สถานที่ทำการศึกษา คือ เทศบาลนครสงขลา ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มีลักษณะเป็นแหลมอยู่ระหว่างทะเลสาบสงขลากับฝั่งทะเลอ่าวไทย ตั้งอยู่ ณ เส้นรุ้งที่ 7 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101 องศาตะวันออก สงขลามีสภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน โดยฤดูร้อนเริ่มเดือนกุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคมและฤดูฝนเริ่มเดือนสิงหาคมถึงมกราคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 28.2 องศาเซลเซียส (ช่วง: 19.3 - 36.5 ° C) ความชื้นเฉลี่ยต่อปี 76% (ช่วง: 38 - 97%) และมีปริมาณน้ำฝนประจำปี 1,941 mm ในปี พ.ศ. 2014 กับมีวันฝนตก 142 วัน (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก) เทศบาลนครสงขลามีพื้นที่ทั้งหมด 9.27 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 5,793.75 ไร่ ประชากรในเขตเทศบาลนครสงขลา มีจำนวน 67,600 คน จำนวนบ้าน 26,600 หลัง และบ้านชั่วคราว 1,459 หลัง ความหนาแน่นประชากรเฉลี่ย 7,300 คน ต่อตารางกิโลเมตร จำนวนประชากรเฉลี่ย 3 คน ต่อหลังคาเรือน มีจำนวนชุมชนในเขตรับผิดชอบ 36 ชุมชน โดยส่วนหนึ่งมีลักษณะเป็นชุมชนแออัด ที่รวมกลุ่มกันเป็นทั้งลักษณะชั่วคราวและการรวมกลุ่มแบบถาวร มีศูนย์บริการสาธารณสุขเทศบาล จำนวน 2 แห่ง สถานที่นี้เป็นสถานที่เดียวกันกับการศึกษาวัตถุประสงค์รอง (แผนที่แสดงที่ตั้งของชุมชนพื้นที่ศึกษาอยู่ในภาคผนวก ค)

2.1.2 รูปแบบการศึกษา

รูปแบบของการศึกษาครั้งนี้ คือ การศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม (Cluster-randomized controlled trial) โดยได้รับการพิจารณารับรองด้านจริยธรรมของการวิจัยในมนุษย์ (ethical approval) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เลขที่ 57-068-19-9

2.1.3 นิยามศัพท์

2.1.3.1 กลุ่มทดลอง (experimental group)

หมายถึง กลุ่มบ้านได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลกที่ปฏิบัติการโดยทีมวิจัย หรือ SID-ULV

2.1.3.2 กลุ่มควบคุม (control group)

หมายถึง กลุ่มบ้านได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติที่ปฏิบัติการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือ Regular ULV

2.1.3.3 SID-ULV

หมายถึง การพ่นฝอยละเอียดที่ปฏิบัติการโดยทีมวิจัย คือ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา มีการนำมาตรฐานเชิงปฏิบัติการในการพ่นฝอยละเอียดที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลกมาใช้อย่างเคร่งครัด โดยมีวิธีการอยู่ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย ก่อนพ่นเคมี การปฏิบัติการพ่นเคมี และหลังพ่นเคมี (รายละเอียดดังตารางที่ 1.3)

2.1.3.4 Regular ULV

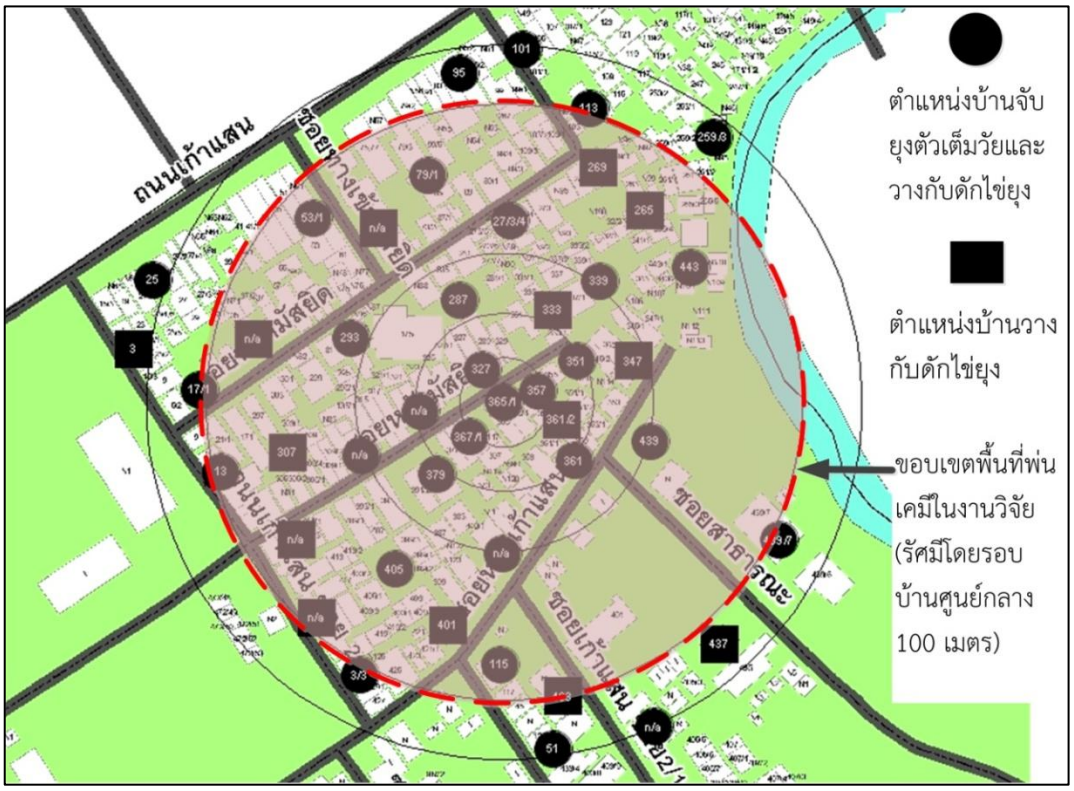
หมายถึง การพ่นฝอยละเอียดที่ปฏิบัติการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น คือ หน่วยงานในสังกัดเทศบาลนครสงขลา ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติตามแบบปกติเป็นประจำในการป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกดังรายละเอียดตารางที่ 1.3

2.1.3.5 การพ่นฝอยละเอียด หรือ ULV

หมายถึง วิธีพ่นเคมีโดยใช้เครื่องพ่นฝอยละเอียด (Ultra-low cold foggers) ในงานวิจัยนี้จะใช้กล่าวถึงวิธีพ่นทั้งแบบ SID-ULV และ Regular ULV

2.1.3.6 กลุ่มบ้านพ่นเคมี (cluster)

หมายถึง กลุ่มบ้านที่ตั้งอยู่ในรัศมี 100 เมตร ของบ้านตำแหน่งเป้าหมายที่ได้รับการสุ่มให้เป็นกลุ่มศึกษา และได้รับการพ่นฝอยละเอียดเพื่อป้องกันการระบาดของโรคในสถานการณ์จำลองการพบผู้ป่วยไข้เลือดออกรายแรกในชุมชน โดยมีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดทำแผนที่และระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์รายหลังคาเรือนของกลุ่มบ้านที่ได้รับการสุ่มให้เป็นกลุ่มศึกษา ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนภาพแสดงกลุ่มบ้านเป้าหมายในการพ่นเคมี

2.1.4 กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา

ด้วยเป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม มีรูปแบบการวิจัยแบบสองกลุ่มคู่ขนาน (Two-sample parallel) ที่กำหนดการทดสอบแสดงการเท่ากันของค่าผลลัพธ์ (Test for equality)

$$H_0 : \pi_0 - \pi_1 = 0$$

$$H_1 : \pi_0 - \pi_1 \neq 0$$

โดยผลลัพธ์ของการทดลองเป็นสัดส่วน (Proportions) จำนวนขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่มในการศึกษาจึงใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (Hayes and Bennett 1999)

$$n = \frac{\left[Z_{\frac{\alpha}{2}} + Z_{\beta}\right]^2 [\pi_0(1-\pi_0) + \pi_1(1-\pi_1)]}{(\pi_0 - \pi_1)^2}$$

โดยที่ n คือ จำนวนขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่ม หรือ จำนวนของหลังคาเรือนที่ได้รับการสำรวจประชากรยุงในแต่ละกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมี

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ คือ ค่าจุดตัดสินใจที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Z_{β} คือ ค่าจุดตัดที่บอกความสามารถในการจำแนกความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

π_0 คือ ค่าสัดส่วนผลลัพธ์ที่ 1

π_1 คือ ค่าสัดส่วนผลลัพธ์ที่ 2

$(\pi_0 - \pi_1)$ คือ ค่าผลต่างระหว่างค่าสัดส่วนผลลัพธ์ของทั้ง 2 กลุ่ม ที่คาดว่าจะได้จากการศึกษาหรือขนาดความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าสัดส่วนผลลัพธ์ ที่นำมาใช้ในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา คือ อัตราเคยวางไข่ ตัวแปรตามของการวิจัย ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ประชากรยุงลายที่สำคัญในการวัดประสิทธิผลของการพ่นเคมี (WHO 2009) จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า องค์การอนามัยโลกได้มีการแนะนำวิธีการพ่นเคมีตามแบบมาตรฐานและกำหนดให้อัตราเคยวางไข่หลังการพ่นเคมีควรมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 โดยจากการศึกษาของ Koenraddt และคณะ (2007) ซึ่งได้ใช้วิธีการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกและมีรูปแบบใกล้เคียงกับการพ่นเคมีแบบ SID-ULV โดยสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา พบว่าอัตราเคยวางไข่หลังการพ่นเคมีวันแรกอยู่ที่ร้อยละ 14 และจากผลการศึกษาของ วิรัช วงศ์หิรัญรัชต์ และคณะ (2552) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพ่นฝอยละเอียดในการควบคุมยุงลายบ้านพื้นที่เทศบาลนครสงขลา พบว่าอัตราเคยวางไข่หลังการพ่นเคมีเท่ากับร้อยละ 50 ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดให้ค่าสัดส่วนผลลัพธ์ของอัตราเคยวางไข่จากการพ่นเคมีแบบ SID-ULV เท่ากับร้อยละ 30 และกำหนดให้ส่วนสัดส่วนผลลัพธ์ของอัตราเคยวางไข่จากการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดตามแบบ Regular ULV เท่ากับร้อยละ 50

2.1.4.1 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติแบบทดสอบ 2 ทิศทางเท่ากับร้อยละ 5 ค่าจุดตัดภายใต้โค้งปรกติ $Z\frac{\alpha}{2}$ = 1.96 และค่าอำนาจจำแนกเท่ากับร้อยละ 80 ค่าจุดตัดภายใต้โค้งปรกติ Z_{β} = 0.84

π_0 = 0.30

(ค่าสัดส่วนผลลัพธ์ของอัตราเคยวางไข่จากการพ่นเคมีแบบ SID-ULV)

π_1 = 0.50

(ค่าสัดส่วนผลลัพธ์ของอัตราเคยวางไข่จากการพ่นเคมีแบบ Regular ULV)

จำนวนขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่ม $= \frac{[1.96+0.84]^2 \times \big((0.3)(0.7)+(0.5)(0.5)\big)}{(0.2)^2}$

= 90 ตัว

สรุป ขนาดของจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 90 ต่อกลุ่ม

ด้วยเป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม (Cluster-randomized controlled trial) จึงต้องมีการคำนวณหาจำนวนกลุ่ม

$$c = 1 + \frac{\left[Z_{\frac{\alpha}{2}} + Z_{\beta}\right]^2 \left[\frac{\pi_0(1-\pi_0)}{n} + \frac{\pi_1(1-\pi_1)}{n} + k^2({\pi_0}^2 + {\pi_1}^2)\right]}{(\pi_0 - \pi_1)^2}$$

c คือ จำนวนของกลุ่ม ในการศึกษาครั้งนี้คือจำนวนของกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีพื้นที่รัศมี 100 เมตร

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปรของค่าสัดส่วนผลลัพธ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งเป็นค่าคงที่ทางสถิติที่ผู้วิจัยกำหนดให้ โดยพิจารณาจากการทบทวนวรรณกรรมที่พบว่าการวิจัยเชิงทดลองส่วนใหญ่ กำหนดให้ค่า k เท่ากับ 0.25 (Hayes and Bennett 1999) และความเหมาะสมกับรูปแบบของการศึกษาที่มีตัวอย่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา

$$\text{จำนวนกลุ่ม} = 1 + \frac{[1.96+0.84]^2 \times \left[\frac{(0.3\times0.7)}{90} + \frac{(0.5\times0.5)}{90} + (0.25)^2((0.3)^2+(0.5)^2)\right]}{(0.2)^2}$$

$$= 6 \text{ กลุ่ม}$$

สรุป ในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีพื้นที่รัศมี 100 เมตร ทั้งหมด 12 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มควบคุม (Regular ULV) จำนวน 6 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง (SID-ULV) จำนวน 6 กลุ่ม

2.1.5 เกณฑ์การคัดเลือกชุมชนกลุ่มเป้าหมาย

เกณฑ์ในการคัดเลือกชุมชนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยมีดังนี้

1. เป็นพื้นที่ที่พบผู้ป่วยไข้เลือดออกเป็นประจำทุกปีใน 3 ปีย้อนหลัง (พ.ศ. 2554 – 2556)

2. มีพื้นที่เพียงพอต่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ชุมชนมีขนาดพื้นที่อย่างน้อย 130 x 130 เมตร หรือ ครอบคลุมรัศมีเก็บข้อมูลรายหลังคาเรือนในรัศมี 100 เมตร

3. มีระยะห่างจากชุมชนที่ได้รับการพ่นเคมีอย่างน้อย 1,000 เมตร

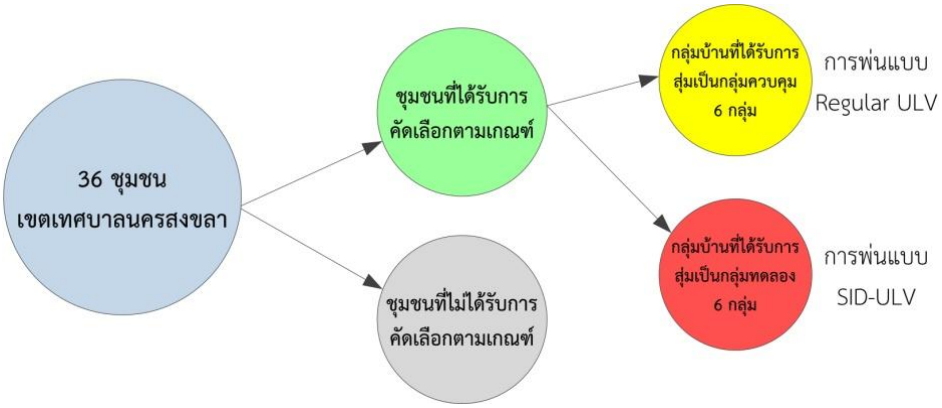
4. เป็นชุมชนที่ไม่ได้รับการพ่นเคมีมาก่อนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ก่อนการทดลอง

5. เป็นชุมชนที่มีความพร้อมและให้ความร่วมมือในการดำเนินงานเก็บข้อมูลภาคสนาม

เกณฑ์ในการคัดเลือกบ้านเป้าหมายในการวิจัยมีดังนี้

1. ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การพ่นเคมีและระยะเก็บข้อมูล

2. มีผู้อาศัยในช่วงที่มีการเก็บข้อมูลและให้ความร่วมมือในการสอบถาม สำรวจประชากรยุงและพ่นเคมีในบ้าน



ภาพที่ 2.2 การจัดสรรกลุ่มบ้านในงานวิจัย

2.1.6 ตัวแปรในการศึกษา (Variables)

2.1.6.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

ตัวแปรอิสระในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ปัจจัย (treatment) ที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบในการทดลอง ได้แก่

- การพ่นเคมีแบบ SID-ULV

- การพ่นเคมีแบบ Regular ULV

2.1.6.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

ตัวแปรตามในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ผลลัพธ์ (outcome) ของปัจจัยที่มีต่อประชากรยุงลายบ้านในพื้นที่ศึกษาวิจัย ประกอบด้วย

- Ovitrap Index (OI) หมายถึง จำนวนกับดักไข่ยุงที่พบไข่ยุงเป็นร้อยละ

- Parous Rate (PR) หมายถึง ร้อยละของยุงตัวเมียที่เคยวางไข่

- House Density Index (HDI) หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อบ้านต่อ 15 นาที ที่จับโดยใช้สวิง

2.1.6.3 ตัวแปรภายนอก (Extraneous Variables)

ตัวแปรภายนอก หรือ ตัวแปรควบคุม (control variables) ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง สภาพแวดล้อมภายนอกขณะทำการทดลองที่สามารถรบกวน (confounders) ผลลัพธ์ (outcome) ในการทดลองได้ หรือมีผลต่อประสิทธิผลของการพ่นเคมี ได้แก่

ก. กลุ่มตัวแปรภายนอกที่ได้รับการควบคุม ประกอบด้วย

- ช่วงเวลาในการปฏิบัติงานพ่นเคมี (time)
- ขนาดของเม็ดน้ำยา (droplet size)
- ประสิทธิภาพของน้ำยาเคมี (การพ่นทั้งสองกลุ่มใช้สารเคมีชนิดเดียวกัน คือ เดลตาเมธริน (deltamethrin) โดยได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง)

ข. กลุ่มตัวแปรภายนอกที่ไม่ได้รับการควบคุม ประกอบด้วย

- ลักษณะของบ้านและอาคาร

1. ประเภทของบ้าน
2. จำนวนห้อง
3. การติดตั้งมุ้งลวดประตูและหน้าต่าง
4. วัสดุปลูกสร้าง
5. การใช้น้ำประปาและการเก็บน้ำภายในบ้าน
6. แหล่งมูลฝอยบริเวณบ้าน

2.1.7 การสำรวจข้อมูลทั่วไปและติดตามข้อมูลพารามิเตอร์ประชากรยุงลายในงานวิจัย

2.1.7.1 การสำรวจแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของบ้านที่ได้รับการสุ่ม

บ้านที่ได้รับการสุ่มเพื่อเก็บข้อมูลพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย ผู้อาศัยจะได้รับการให้ข้อมูลเกี่ยวกับที่มาของการวิจัยโดยละเอียดรวมถึงอธิบายขั้นตอนวิธีการเก็บข้อมูลของงานวิจัยในบ้านพักอาศัย พร้อมกับมีการลงนามในแบบฟอร์มแสดงความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและเก็บข้อมูลแบบสอบถามก่อนที่จะมีการเก็บข้อมูลเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายและการพ่นเคมีในบ้านต่อไป แบบสอบถามซึ่งเป็นเครื่องมือที่ในการวิจัยได้รับการตรวจสอบและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

2.1.7.2 การติดตามข้อมูลพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย

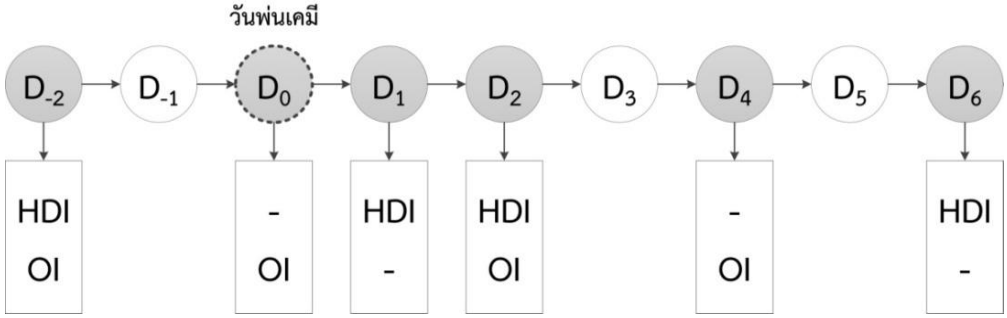
การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายในงานวิจัยก่อนและหลังการพ่นเคมี ประกอบด้วย HDI และ OI โดยมีผังแสดงรายละเอียดของวันเก็บข้อมูลดังภาพที่ 2.3

ก. HDI

เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรยุงลายตัวเต็มวัย (Reiter and Nathan 2001) โดยจับยุงในบ้านหลังเดิมที่ได้รับการสุ่ม จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 คือ วันที่ D_{-2} หรือ ก่อนวันพ่นเคมี 2 วัน โดยวันที่ D_0 คือ วันพ่นเคมี ครั้งที่ 2 คือ วันที่ D_1 (1 วันหลังจากวันพ่นเคมี) ครั้งที่ 3 คือ วันที่ D_2 (2 วันหลังจากวันพ่นเคมี) และครั้งที่ 4 คือ วันที่ D_6 (6 วันหลังจากวันพ่นเคมี)

ข. OI

เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรยุงลายโดยใช้กับดักเก็บไข่ยุง (Reiter and Nathan 2001) โดยวางกับดักในบ้านหลังเดิมที่ได้รับการสุ่มทุกๆ 2 วัน รวมจำนวน 4 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 คือ วันที่ D_{-2} หรือ ก่อนวันพ่นเคมี 2 วัน ครั้งที่ 2 คือ วันที่ D_0 (วันพ่นเคมี) ครั้งที่ 3 คือ วันที่ D_2 (2 วันหลังจากวันพ่นเคมี) และครั้งที่ 4 คือ วันที่ D_4 (4 วันหลังจากวันพ่นเคมี)



ภาพที่ 2.3 ผังกำหนดวันติดตามข้อมูลพารามิเตอร์ประชากรยุงลายในงานวิจัย

2.1.8 พารามิเตอร์ประชากรยุงลายในงานวิจัย

2.1.8.1 House Density Index (HDI)

House Density Index (HDI) หมายถึง จำนวนยุงตัวเมียต่อบ้านต่อ 15 นาที ที่จับโดยใช้หลอดดูด เครื่องดูดและสวิง

การคำนวณ

$$\text{HDI} = \frac{\text{จำนวนยุงตัวเมียที่จับได้ทั้งหมด}}{\text{จำนวนบ้านที่จับยุงทั้งหมด}}$$

HDI เป็นการจับยุงลายขณะเกาะพัก (indoor resting rate) อยู่ตามห้องต่างๆในบ้าน ฝาผนัง กองเสื้อผ้า ผ้าม่าน ฯลฯ โดยใช้สวิงโฉบ หลอดดูด เครื่องดูดหรือครอบด้วยหลอด โดยงานวิจัยครั้งนี้ใช้สวิงเป็นเครื่องมือจับยุง ทีมเก็บข้อมูลจะได้รับการฝึกการจับยุงภาคทฤษฎี ณ ห้องปฏิบัติการด้านกีฏวิทยาทางการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และศูนย์อ้างอิงพาหะนำโรค สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา ส่วนการเก็บข้อมูลภาคสนามจะมีนักกีฏวิทยาทางการแพทย์เป็นผู้กำกับดูแล

ข้อดี คือ สามารถบอกประชากรยุงตัวเต็มวัยได้โดยตรง และนำยุงตัวเมียที่ได้ไปคำนวณค่าดัชนีอื่นๆ อาทิ อัตราเคยวางไข่

ข้อเสีย คือ ผู้สำรวจต้องมีทักษะสูงในจับยุง ใช้กำลังคนและเวลามากในการเก็บข้อมูล ใช้ต้นทุนสูง และต้องอาศัยความร่วมมือจากเจ้าของบ้าน

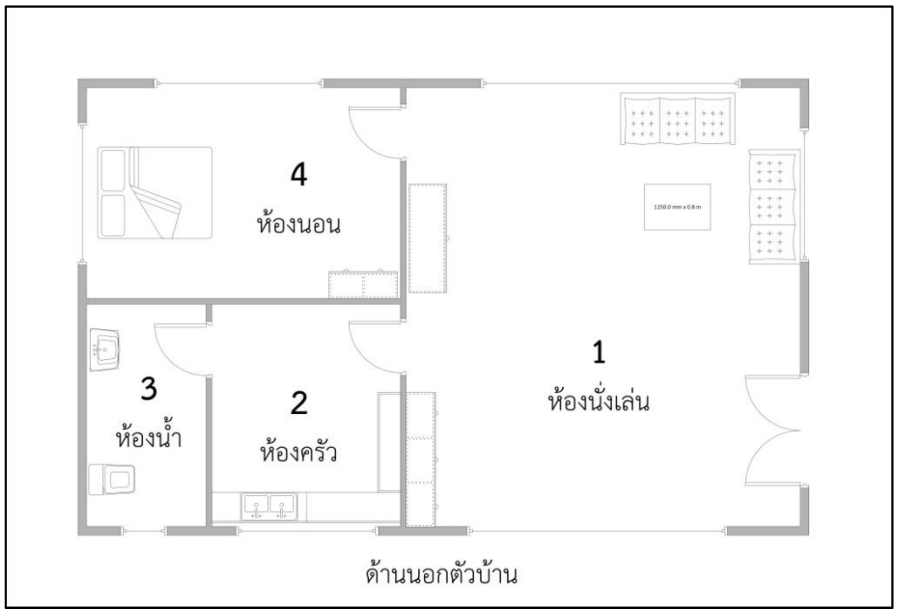
อุปกรณ์

สวิงจับยุง และ หลอดแก้วหรือหลอดพลาสติกเก็บยุงพร้อมฉลาก

วิธีการ (ดัดแปลงจาก Reiter และ Nathan (2001) และ จิตติ จันทร์แสง (2553))

แจ้งขอความร่วมมือและชี้แจงวิธีปฏิบัติงานกับเจ้าของบ้าน จับและยุงลายทั้งหมดที่เกาะพักตามห้องต่างๆตามลักษณะการใช้งานในบ้าน บ้านละ 4 ห้อง ห้องละ 1 หลอดพลาสติก อาทิ ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องครัว ห้องนั่งเล่น ตำแหน่งที่โฉบจับยุงโดยสวิงได้แก่ สถานที่ที่มืดและชื้น มีสิ่งห้อยแขวน เช่น เสื้อผ้า มุ้ง เชือก โดยใช้เวลาบ้านละ 15 นาที ยุงลายที่จับได้นำมารวบรวมจำแนกชนิดและเพศแล้วคำนวณหาค่าดัชนีต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยจับยุงในวันก่อนพ่นเคมีสองวัน และหลังพ่นเคมีในวันที่ 1 2 และ 6 จำนวนทั้งหมดประมาณ 20 หลัง ต่อกลุ่มบ้านต่อวัน

จำนวนคนเก็บข้อมูล กลุ่มบ้านละ 3 - 4 ทีม ทีมละ 2 - 3 คน



ภาพที่ 2.4 การแบ่งประเภทของห้องเพื่อระบุตำแหน่งที่มีการจับยุงตัวเต็มวัยในบ้าน

ภาพที่ 2.5 กระบวนการเก็บข้อมูลประชากรยุงตัวเต็มวัยในงานวิจัย

2.1.8.2 อัตราเคยวางไข่ (Parous Rate: PR)

อัตราเคยวางไข่ (Parous Rate: PR) หมายถึง ร้อยละของยุงตัวเมียที่เคยวางไข่

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{PR} = \frac{\text{จำนวนยุงตัวเมียที่เคยวางไข่}}{\text{จำนวนยุงตัวเมียที่ผ่าพบรังไข่ระยะ } 1-2} \times 100$$

อัตราเคยวางไข่ เป็นดัชนีชี้วัดที่ดีที่สุดในการคาดคะเนความเสี่ยงจากการติดเชื้อ (WHO 2011) ถ้าหลังการพ่นเคมีอัตราเคยวางไข่ลดลงจนมีค่าไม่เกินร้อยละ 10 แสดงว่าการพ่นเคมีเกิดประสิทธิผลลดการติดต่อของไข้เลือดออกในพื้นที่ได้ (WHO 2009) โดยในการวิจัยครั้งนี้จะผ่ารังไข่ยุงลายบ้านตัวเมียทุกตัวที่จับได้

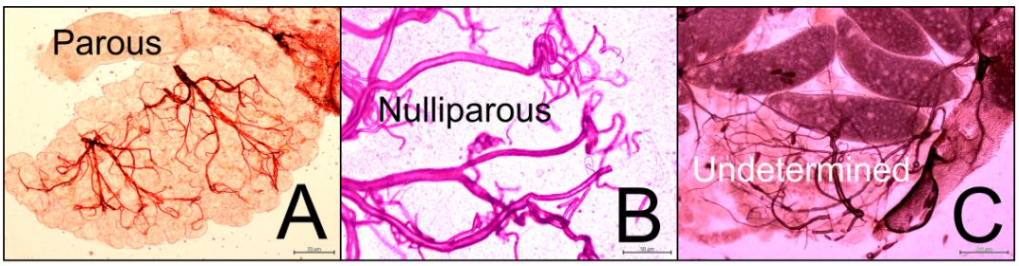
<u>วิธีการ</u> (สำนักควบคุมโรคไข้เลือดออก 2545)

1. ทำให้ยุงสลบ โดยนำหลอดพลาสติกที่มียุงอยู่นั้นไปแช่ในช่องแช่แข็งนาน 15-20 นาที

2. นำยุงออกมาจากหลอดพลาสติก วางยุงลงบนกระจกสไลด์ ดึงปีกและขาออกให้หมด จะได้สะดวกต่อการผ่า แล้วหยดน้ำธรรมดาลงไปเล็กน้อยเพื่อป้องกันไม่ให้ยุงแห้ง

3. ทำการผ่าใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ ใช้ปลายของเข็มเขี่ยกดที่ส่วนอกของยุงไว้ ใช้ปลายเข็มเขี่ยอีกอันหนึ่งกดที่บริเวณปลายส่วนท้อง แล้วค่อยๆลากปลายเข็มเพื่อให้ก้นยุงหลุดออกจากตัว ส่วนของระบบทางเดินอาหารพร้อมด้วยรังไข่จะถูกดึงออกมาด้วยกัน

4. ปรับกำลังขยายให้สูงขึ้นเพื่อดูลักษณะของรังไข่ ถ้าเป็น nulliparous คือ เป็นยุงเกิดใหม่ที่รังไข่มีแต่ไข่อ่อน และเป็นยุงที่ยังไม่เคยวางไข่มาก่อน จะเห็นปลายเส้นหลอดลม (tracheole) ขดหรือขมวดอยู่แต่ถ้าเป็น parous คือ เป็นยุงที่เคยวางไข่มาแล้ว ขนาดของรังไข่ที่ขยายใหญ่ขึ้นจะทำให้ปลายเส้นหลอดลมยืดออก อย่างไรก็ตามแม้ยุงตัวนั้นอาจจะเป็นยุงเกิดใหม่ที่ยังไม่เคยวางไข่แต่ถ้าไข่มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้วพร้อมที่จะวางออกมา (มองเห็นไข่มีลักษณะคล้ายเมล็ดข้าวสารได้ชัดเจน) ปลายเส้นหลอดลมก็จะยืดออกเช่นกัน อาจทำให้เกิดความสับสนได้ว่ายุงนั้นเคยวางไข่มาแล้วหรือไม่ ดังนั้น ก่อนการคำนวณหา PR จึงต้องแยกรังไข่ที่มีไข่ระยะ 3 - 4 (undetermined) ออกเสียก่อน ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การจำแนกระยะรังไข่ของยุงลายในงานวิจัย A:รังไข่ที่เคยวางไข่แล้ว (Parous) B: รังไข่ที่ยังไม่เคยวางไข่ (Nulliparous) และ C:รังไข่ที่ระยะ 3 - 4 ของ Christophers' stage (Undetermined)

2.1.8.3 อัตราการพบไข่ยุงลาย (Ovitrap Index: OI)

อัตราการพบไข่ยุงลาย (Ovitrap Index) คือ จำนวน กับดักไข่ที่ตรวจพบไข่ยุงลาย ใน 100 อัน

<u>การคำนวณ</u>

$$OI = \frac{\text{จำนวนกับดักไข่ที่พบไข่ยุงลาย}}{\text{จำนวนกับดักไข่ที่วางทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลาย} = \frac{\text{จำนวนไข่ยุงลายที่นับได้}}{\text{จำนวนกับดักไข่ที่วางทั้งหมด}}$$

การสำรวจไข่ยุงลายมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบว่าในพื้นที่นั้นหรือบริเวณนั้นมียุงลายอยู่หรือไม่ ปกติแล้ววิธีนี้มักใช้ในพื้นที่ที่มีความชุกชุมของยุงลายต่ำ เช่น การประเมินความชุกชุมของยุงลายทันทีหลังจากที่ดำเนินมาตรการในการควบคุมโรค (จิตติ จันทร์แสง 2553) และสามารถใช้เป็นดัชนีประเมินผลการพ่นเคมีเพื่อควบคุมยุงลายควบคู่กับดัชนีสำรวจยุงตัวเต็มวัย (Reiter and Nathan 2001)

<u>ข้อดี</u> คือ ต้นทุนอุปกรณ์ต่ำ ปฏิบัติได้ง่าย ใช้กำลังคนสำรวจไม่มากแต่สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก ลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของผู้สำรวจ ไม่จำเป็นต้องสำรวจในบ้านลดการรบกวนต่อเจ้าของบ้าน

<u>ข้อเสีย</u> คือ ไม่สามารถบอกประชากรยุงตัวเต็มวัยได้โดยตรง และอาจต้องใช้เวลาและทักษะสูงในการจำแนกชนิดของไข่ยุง หากเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่พบยุงหลายสายพันธุ์

อุปกรณ์

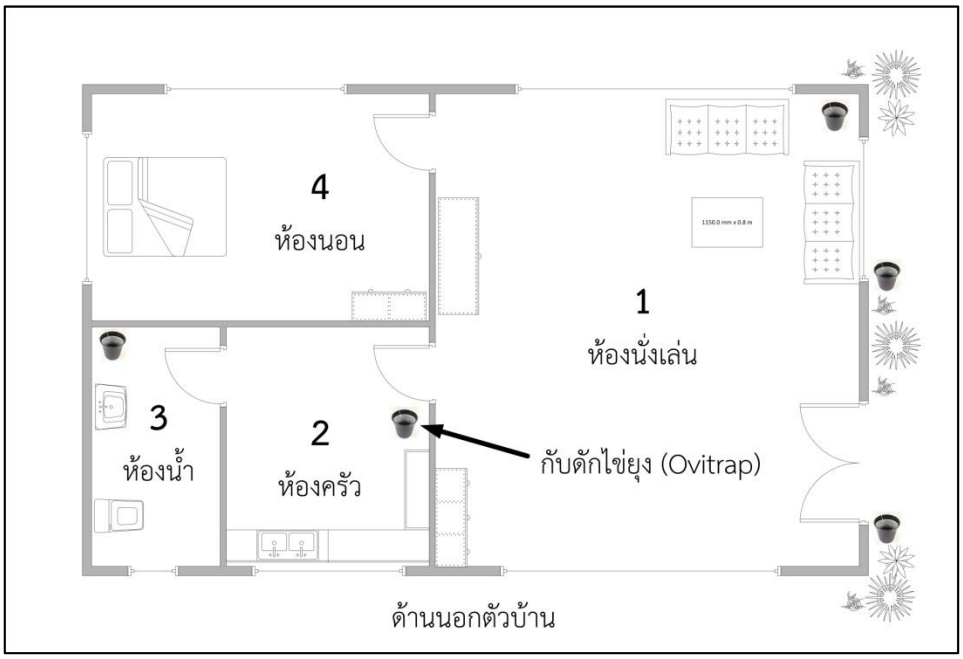
ภาชนะใส่น้ำ ถ้วยพลาสติกสีดำหรือไม่ก็ได้ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว สูงประมาณ 5 นิ้ว วัสดุที่ใช้สำหรับให้ยุงลายวางไข่ที่ทำด้วยกระดาษลูกฟูกมีผิวด้านขรุขระ มีขนาดกว้างประมาณ 2 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว ความยาวเท่ากับความสูงของภาชนะให้ยุงวางไข่ (ดังภาพที่ 2.7)

วิธีการ (ดัดแปลงจาก Reiter และ Nathan (2001) และ จิตติ จันทร์แสง (2553))

แจ้งขอความร่วมมือและชี้แจงวิธีปฏิบัติงานกับเจ้าของบ้าน นำกับดักไข่ยุงลาย ที่ใส่กระดาษลูกฟูกระบุหมายเลขกำกับ หนีบด้วยไม้หนีบหรือคลิปกับปากภาชนะ เติมน้ำหมักฟางหรือน้ำสะอาดลงไปในภาชนะสูงห่างจากจากขอบด้านบนภาชนะประมาณ 1 - 2 นิ้ว (ภาพที่ 2.7) ตำแหน่งวางกับดักประกอบด้วย 1) ด้านในบ้าน (indoor) โดยสถานที่เหมาะสมกับการวางไข่ของยุงลาย เช่น ใต้ตู้กับข้าว ข้างตุ่มน้ำ มุมห้องที่ค่อนข้างมืดมีลมสงบ 2) ด้านนอกบ้าน (outdoor) วางกับดักไข่ในบริเวณรอบตัวบ้านใต้ชายคาบ้าน บริเวณที่ลมสงบและแสงแดดส่องไม่ถึง ในงานวิจัยได้วางกับดักยุงลาย 2 กับดัก ต่อ 1 บ้าน (ด้านในบ้าน 1 กับดัก และ ด้านนอกบ้าน 1 กับดัก) จำนวนบ้านที่วางกับดักทั้งหมด 40 หลัง ต่อกลุ่มบ้าน โดยวางไว้ก่อนวันพ่นเคมี 2 วัน แล้วเก็บข้อมูลทุกๆสองวัน คือ ในวันพ่นเคมีหรือวันที่ 0 และวันที่ 2 4 และ 6 หลังจากวันพ่นเคมี โดยเก็บการเก็บจะให้กับดักอยู่ในตำแหน่งเดิมมีการสับเปลี่ยนเฉพาะกระดาษลูกฟูกดักไข่ยุง เพื่อนำไปตรวจนับจำนวนไข่ยุงลายด้วยกล้องจุลทรรศน์นำข้อมูลมาคำนวณหาอัตราการพบไข่ยุงลาย

จำนวนคนเก็บข้อมูล กลุ่มบ้านละ 2 ทีม ทีมละ 2 คน

ภาพที่ 2.7 กับดักไข่ยุงลาย (Ovitrap) ในงานวิจัย
ที่มา: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 2.8 ตำแหน่งการวางกับดักไข่ยุงลายในบ้านและนอกบ้าน โดยเลือกวางด้านในบ้าน 1 กับดักและด้านนอกบ้าน 1 กับดัก

ภาพที่ 2.9 กระบวนการเก็บข้อมูลกับดักไข่ยุงลาย (Ovitrap) ในงานวิจัย

2.1.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R (R Development Core Team 2014) และโปรแกรม RStudio (RStudio, Inc., USA) โดยการใช้กราฟเส้นและทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI PR และ OI ของกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบ SID-ULV และ Regular ULV ด้วย Paired sample t-tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05)

2.2 วิธีการวิจัยวัตถุประสงค์รอง: การศึกษาผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี โดยเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้าน House Density Index (HDI) ในบ้านศึกษาที่ไม่ได้รับการพ่นเคมี กับจำนวนเพื่อนบ้านที่จัดกลุ่มตามสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน

2.2.1 ตัวแปรในการศึกษาวัตถุประสงค์รอง

ตัวแปรในการศึกษาวัตถุประสงค์รองการศึกษาผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมีครั้งนี้ เป็นการนำข้อมูลของกลุ่มทดลองหรือกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบ SID-ULV จากการศึกษาในวัตถุประสงค์หลักมาวิเคราะห์ ทั้งนี้เพื่อลดปัจจัยรบกวนที่อาจเกิดจากวิธีพ่นเคมีที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดของตัวแปรในการศึกษาดังนี้

2.2.1.1 HDI

คือ ข้อมูลความหนาแน่นของประชากรยุงลาย โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของ HDI ทั้งก่อนและหลังการพ่นเคมี ในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบ SID-ULV ทั้งหมดจำนวน 6 กลุ่ม โดยบ้านแต่ละหลังที่มีการเก็บข้อมูล HDI จะมีการบันทึกสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และ บ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน

2.2.1.2 ข้อมูลจำนวนของเพื่อนบ้านในรัศมี 20 เมตร

บ้านทุกหลังในรัศมี 100 เมตร ของพื้นที่พ่นเคมีแบบ SID-ULV จะได้รับการบันทึกค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (geographic coordinates) โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง และบ้านทุกหลังจะมีการบันทึกสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และ บ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน เช่นเดียวกันกับบ้านที่มีการเก็บข้อมูล HDI ในหัวข้อ 2.2.1.1 ส่วนวิธีนับจำนวนเพื่อนบ้านในรัศมี 20 เมตร รอบบ้านที่จับยุงลายตัวเต็มวัยหรือติดตาม HDI ใช้เครื่องมือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) ประกอบด้วย

Buffer และ Identity analysis ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ArcGIS 10.1 จากศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคใต้) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (รายละเอียดดังภาพที่ 3.2)

2.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

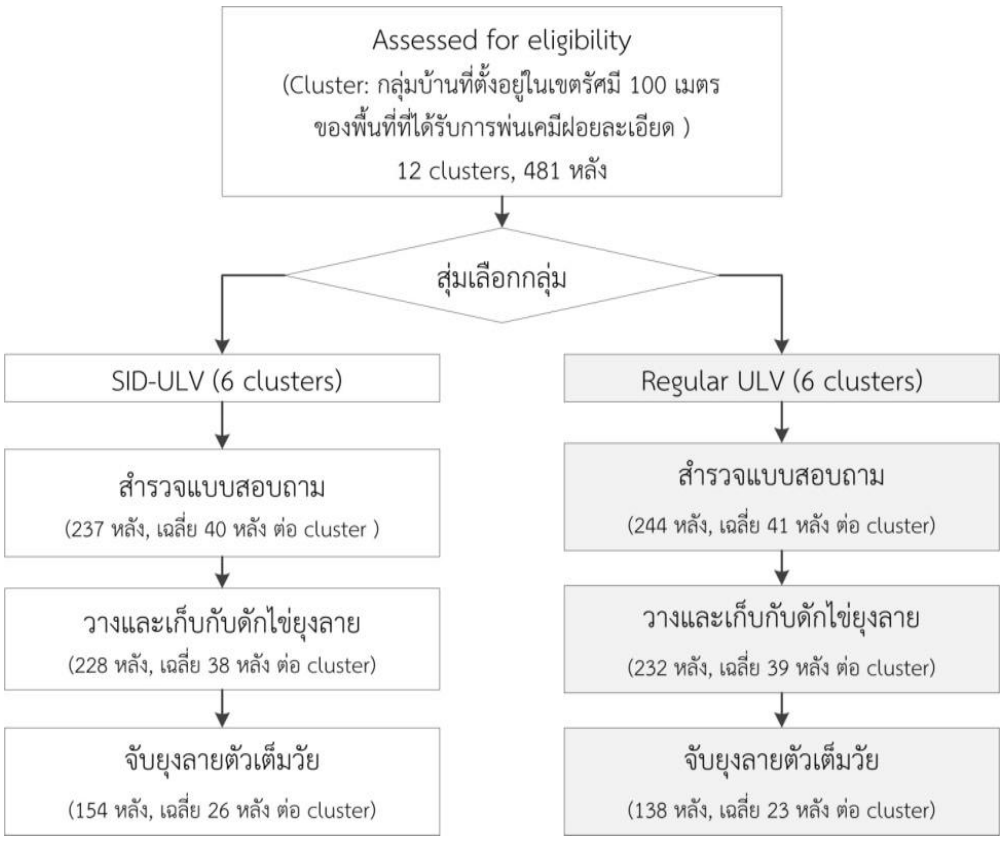
ข้อมูลจำนวนยุงลายบ้านทั้งก่อนและหลังพ่นเคมีของบ้านที่ได้รับการสุ่ม จะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของบ้านที่จำแนกตามสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และ บ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน โดยการใช้การทดสอบทางสถิติ Chi-square test, Sign test และ One-way ANOVA test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05)

บทที่ 3

ผล

การศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกระหว่างกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมี แบบ SID-ULV กับกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบ Regular ULV ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามช่วงเดือนมีนาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2557 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินงานวิจัยโดยรวมมีดังนี้

ชุมชนจำนวน 12 ชุมชน จาก 36 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาได้รับการสุ่มคัดเลือกในการวิจัย (รายละเอียดแผนที่ตำแหน่งของ 12 ชุมชน อยู่ในภาคผนวก ค) โดยมีหลังคาเรือนที่ได้รับการสุ่มเพื่อสำรวจแบบสอบถามก่อนการพ่นเคมีจำนวนทั้งหมด 481 หลัง หลังคาเรือนที่ได้รับการติดตามประชากรยุงลายทั้งก่อนและหลังพ่นเคมี ประกอบด้วย วางและเก็บกับดักไข่ยุงลาย (Ovitrap) ทั้งหมด 460 หลัง และ จับยุงลายตัวแก่โดยใช้สวิง ทั้งหมด 292 หลัง ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภาพเปรียบเทียบผลการดำเนินงานวิจัยระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV

3.1 ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มศึกษา

3.1.1 ผลการเปรียบเทียบลักษณะของบ้านและชุมชนพื้นที่วิจัยระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV

จำนวนบ้านที่ได้รับการสำรวจแบบสอบถามจำนวนทั้งหมด 481 หลัง โดยแยกเป็นกลุ่มบ้าน SID-ULV จำนวน 237 หลัง คิดเป็นร้อยละ 49.3 และ กลุ่มบ้าน Regular ULV จำนวน 244 หลัง คิดเป็นร้อยละ 50.7 โดยมีการเปรียบเทียบลักษณะของบ้านและชุมชนที่เอื้อต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย (WHO 2011) ระหว่างกลุ่มการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบลักษณะของบ้านและชุมชนพื้นที่วิจัยระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV

ลักษณะทั่วไปของบ้านที่ได้รับการสุ่มสำรวจ	SID-ULV	Regular ULV
	จำนวนหลัง (%)	จำนวนหลัง (%)
1. ประเภทของบ้าน		
บ้านชั่วคราวหรือแออัด	9 (3.8)	3 (1.2)
บ้านเดี่ยว	155 (65.4)	146 (59.8)
ตึกแถว	58 (24.5)	74 (30.3)
ทาวน์เฮ้าส์	15 (6.3)	18 (7.4)
อพาร์ทเมนท์	0	3 (1.2)
2. การติดตั้งมุ้งลวด		
ไม่มีการติดตั้งมุ้งลวด	141 (59.5)	114 (46.7)
ติดมุ้งลวดเฉพาะห้องนอน	71 (30)	86 (35.3)
ติดมุ้งลวดครบทุกห้อง	25 (10.5)	44 (18)
3. การจัดการภาชนะกักเก็บน้ำ		
ไม่มีภาชนะกักเก็บน้ำ	61 (25.7)	42 (17.2)
มีภาชนะแต่ไม่มีฝาปิด	40 (16.9)	61 (25)
มีภาชนะและมีฝาปิด	136 (57.4)	141 (57.8)
4. พบการทิ้งขยะรอบบริเวณบ้าน	39 (16.5)	39 (16)
5. พบยางรถยนต์เก่าบริเวณบ้าน	16 (6.8)	12 (4.9)
6. มีกองหรือแหล่งพักขยะใกล้บ้าน	35 (14.8)	33 (13.5)
7. มีการจัดสวนและใช้จานรองกระถาง	51 (21.5)	71 (29.1)

จากตารางที่ 3.1 พบว่าลักษณะของบ้านและชุมชนที่เอื้อต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV โดยส่วนมากไม่แตกต่างกัน ข้อมูลจากการสำรวจแสดงให้เห็นว่าชุมชนส่วนใหญ่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง ส่วนรายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบสอบถามรายชุมชนได้นำเสนอไว้ในภาคผนวก ค

3.1.2 ผลการเปรียบเทียบด้านปฏิบัติการพ่นเคมีระหว่างการพ่นแบบ SID-ULV กับ Regular ULV

จากจำนวนทั้งหมด 12 กลุ่มบ้านพ่นเคมี ได้รับการสุ่มให้รับการพ่นเคมีเพื่อป้องกันการระบาดของโรคแบบ SID-ULV จำนวน 6 กลุ่มบ้าน โดยมีจำนวนบ้านที่ตั้งอยู่ในกลุ่มบ้านพ่นเคมีทั้งหมด 1,689 หลัง และแบบ Regular ULV จำนวน 6 กลุ่มบ้าน โดยมีจำนวนบ้านที่ตั้งอยู่ในกลุ่มบ้านพ่นเคมี ทั้งหมด 1,629 หลัง การเปรียบเทียบด้านปฏิบัติการพ่นเคมีระหว่างการพ่นทั้งสองแบบแสดงผลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบด้านปฏิบัติการพ่นเคมีระหว่างการพ่นแบบ SID-ULV กับ Regular ULV

ปฏิบัติการพ่นเคมี	SID-ULV	Regular ULV
1. ความพร้อมของทีมพ่นเคมี		
1.1 ทีมพ่นเคมีผ่านการอบรมการพ่น SID-ULV	ใช่	ไม่ใช่
1.2 เครื่องพ่น ULV ผ่านการสอบเทียบ*	ใช่	ใช่
1.3 ยาฆ่าแมลง ผ่านการสอบเทียบ*	ใช่	ใช่
2. ความพร้อมด้านทัพยากรในงานพ่นเคมี (ต่อ 1 cluster)		
2.1 จำนวนเครื่องพ่น ULV ที่ใช้ (เครื่อง)	3-4	1
2.2 จำนวนคนปฏิบัติงานพ่นเคมี (คน)	12-16	2-4
3. ความครอบคลุมของการพ่นเคมี		
3.1 บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี (หลัง / ร้อยละ)	579 / 34.3	1,384 / 85
3.2 บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน (หลัง / ร้อยละ)	362 / 21.4	162 / 9.9
3.3 บ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน (หลัง / ร้อยละ)	748 / 44.3	83 / 5.1

* เครื่องพ่น ULV (Fontan Portastar S, Germany) และ น้ำยาเคมี (2% deltamethrin w/v) ที่ใช้ในงานวิจัยของการพ่นทั้งสองแบบผ่านการสอบเทียบโดยสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา โดยรายละเอียดผลการสอบเทียบอยู่ในภาคผนวก ง

จากตารางที่ 3.2 พบว่า ความครอบคลุมของการพ่นเคมี ระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV มีความแตกต่างกันมาก โดยร้อยละของบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีทั้งแบบพ่นเคมีเฉพาะ

ภายนอกตัวบ้านและพ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน ของกลุ่มการพ่นแบบ SID-ULV เท่ากับ 65.7 ส่วนกลุ่ม Regular ULV เท่ากับ 15 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้าในพื้นที่เทศบาลนครสงขลา ที่พบว่าความครอบคลุมการพ่นแบบ SID-ULV เท่ากับ 64.4% (Ditsuwan et al. 2012) ส่วน Regular ULV พบว่าค่าเฉลี่ยของรัศมีการพ่นโดยรอบบ้านผู้ป่วย อยู่ในช่วง 22 - 24 เมตร เท่านั้น ซึ่งต่ำกว่า 100 เมตร ตามข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลก (Thammapalo et al. 2012)

3.1.3 ข้อมูลประชากรยุงตัวเต็มวัยที่จับได้ในงานวิจัย

ยุงทั้งหมดที่จับโดยการใช้สวิงภายในบ้านทั้ง 12 กลุ่มบ้านพ่นเคมี มีจำนวน 3,924 ตัว โดยส่วนใหญ่พบว่าเป็นยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) 3,161 ตัว คิดเป็นร้อยละ 80.6 นอกนั้นเป็นยุงชนิดอื่นๆ 750 ตัว คิดเป็นร้อยละ 19.1 ส่วนยุงลายสวน (*Aedes albopitus*) ซึ่งเป็นพาหะรองของไข้เลือดออก พบ 13 ตัว คิดเป็นร้อยละ 0.3 โดยข้อมูลแสดงการเปรียบเทียบจำนวนยุงแต่ละชนิดแยกตามห้องที่จับระหว่างสองกลุ่มศึกษาได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบจำนวนยุงตัวตัวเต็มวัยแยกตามประเภทของห้องที่จับยุงระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV

ยุงตัวเต็มวัยแยกตามชนิดและห้อง	SID-ULV (6 clusters)				Regular ULV (6 clusters)			
	ยุงเพศผู้	ยุงเพศเมีย	รวม	ร้อยละ	ยุงเพศผู้	ยุงเพศเมีย	รวม	ร้อยละ
ยุงลายบ้าน	**827**	**725**	**1,552**	**80.9**	**856**	**753**	**1,609**	**80.2**
ห้องนั่งเล่น	397	395	792	51.0	381	423	804	50.0
ห้องครัว	224	156	380	24.5	277	176	453	28.2
ห้องนอน	106	135	241	15.5	85	96	181	11.3
ห้องน้ำ	65	74	139	9.0	87	84	171	10.6
ยุงลายสวน	**0**	**3**	**3**	**0.2**	**3**	**7**	**10**	**0.5**
ห้องนั่งเล่น	0	2	2	67.0	3	7	10	100.0
ห้องครัว	0	1	1	33.0	0	0	0	0.0
ห้องนอน	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
ห้องน้ำ	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
ยุงอื่นๆ	**163**	**200**	**363**	**18.9**	**153**	**234**	**387**	**19.3**
ห้องนั่งเล่น	91	109	200	55.1	80	99	179	46.3
ห้องครัว	30	40	70	19.3	26	59	85	22.0
ห้องนอน	28	26	54	14.9	20	29	49	12.7
ห้องน้ำ	14	25	39	10.7	27	47	74	19.1
ผลรวมทั้งหมด	**990**	**928**	**1,918**		**1,012**	**994**	**2,006**	

จากตารางที่ 3.3 พบว่า จำนวนยุงทั้งสามชนิดแยกตามประเภทของห้องที่จับยุงระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV มีจำนวนและสัดส่วนใกล้เคียงกัน โดยสามารถจับยุงได้มากที่สุดบริเวณห้องนั่งเล่น รองลงมาได้แก่ห้องครัว ห้องนอน และห้องน้ำตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Perich (2000) ที่พบว่าส่วนมากยุงลายบ้านชอบอาศัยอยู่ภายในบ้านและจับได้ที่ห้องนั่งเล่นเป็นส่วนใหญ่

3.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์หลัก

3.2.1 การเปลี่ยนแปลงของประชากรยุงลายตัวเต็มวัย (HDI) หลังจากการพ่นฝอยละเอียด

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของประชากรยุงลายตัวเต็มวัยหลังจากการพ่นฝอยละเอียดระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของยุงลายบ้านเพศเมียตัวเต็มวัยต่อบ้านก่อนและหลังการพ่นเคมีระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV

วันที่จับยุง	ค่าเฉลี่ยของยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยต่อบ้าน (SD)		P-value*
	SID-ULV	Regular ULV	
D_{-2}	2.1 (2.2)	1.8 (1.6)	NS
D_1	1.4 (1.9)**	2.4 (2.3)**	< 0.001
D_2	1.5 (1.9)**	1.9 (2)	NS
D_6	2 (2.4)	1.8 (1.9)	NS

* P-values รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของ HDI ตามวันที่จับยุง ระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV (t-tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value < 0.05) และ NS = Not statistically significant.

** รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของ HDI ในแต่ละกลุ่มศึกษาเปรียบเทียบค่าระหว่างก่อนและหลังพ่นเคมี

จากตารางที่ 3.4 พบว่าหลังจากพ่นเคมีแบบ SID-ULV ค่าเฉลี่ยของจำนวนยุงลายบ้านเพศเมียต่อบ้านลดลงจากวันก่อนพ่นเคมี (D_{-2}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 1 (D_1) และ 2 (D_2) หลังจากการพ่นเคมี ในขณะที่การพ่นเคมีแบบ Regular ULV พบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยของจำนวนยุงลายบ้านเพศเมียต่อบ้านในวันที่ 1 หลังจากการพ่นเคมี (D_1) โดยการพ่นทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 1 (D_1) หลังจากการพ่นเคมี

ผลจากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น พบว่าการพ่นเคมีแบบ SID-ULV ไม่สามารถกำจัดประชากรยุงลายตัวเต็มวัยได้ แต่สามารถลดความหนาแน่นของประชากรยุงลายได้ระดับหนึ่ง คือ ลดลงจากจำนวนยุงวันก่อนพ่นเคมีร้อยละ 33.3 ในวันที่ 1 หลังจากวันพ่นเคมี ร้อยละ 28.6 ในวันที่ 2 หลังจากวันพ่นเคมี และเพียงร้อยละ 4.8 ในวันที่ 6 หลังจากวันพ่นเคมี จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าภายในระยะเวลา 6 วัน หลังจากพ่นเคมีแบบ SID-ULV พบว่าประชากรยุงจะกลับมาเท่ากับจำนวนประชากรยุงในวันก่อนพ่นเคมี ในทางตรงกันข้ามพบว่าการเคมีพ่นแบบ Regular ULV นั้นไม่สามารถลดความหนาแน่นของประชากรยุงลายได้ โดย 1 วันหลังจากการพ่นเคมีแบบ Regular ULV กลับพบการเพิ่มขึ้นประชากรยุงอย่างเห็นได้ชัดถึงร้อยละ 33.3 ร้อยละ 5.6 ในวันที่ 2 หลังจากวันพ่นเคมี และจำนวนยุงกลับมาเท่ากับจำนวนยุงก่อนวันพ่นเคมีในวันที่ 6 หลังจากวันพ่นเคมี จากผลดังกล่าวแสดงว่าการพ่นเคมีทั้งแบบ SID-ULV และ Regular ULV ไม่สามารถกำจัดประชากรยุงให้มากกว่าร้อยละ 97 ตามข้อแนะนำของ Giglioli (1979) ได้

3.2.2 การเปลี่ยนแปลงของอัตราเคยวางไข่ (Parous rate) ประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยหลังจากการพ่นฝอยละเอียด

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของสถานะรังไข่ของยุงลายเพศเมียที่ได้รับการผ่าตรวจสอบทั้งหมดจำนวน 1,399 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มพ่นแบบ SID-ULV 675 ตัว และกลุ่มพ่นแบบ Regular ULV 724 ตัว ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบสถานะของรังไข่ยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV ก่อนและหลังพ่นเคมี

วันที่จับยุง	สถานะของรังไข่ยุงลาย**	SID-ULV	Regular ULV	P-value*
		จำนวนยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัย (ร้อยละ ของยุงที่จับได้รายวัน)	จำนวนยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัย (ร้อยละ ของยุงที่จับได้รายวัน)	
D_{-2}	Parous	86 (37.1)	68 (38.4)	NS
	Nulliparous	9 (3.9)	8 (4.5)	NS
	Undetermined	137 (59)	101 (57.1)	NS
D_1	Parous	37 (27.8)	90 (36.6)	NS
	Nulliparous	11 (8.3)	12 (4.9)	NS
	Undetermined	85 (63.9)	144 (58.5)	NS
D_2	Parous	55 (37.4)	61 (36.1)	NS
	Nulliparous	10 (6.8)	8 (4.7)	NS
	Undetermined	82 (55.8)	100 (59.2)	NS
D_6	Parous	59 (36.2)	46 (34.9)	NS
	Nulliparous	6 (3.7)	5 (3.8)	NS
	Undetermined	98 (60.1)	81 (61.3)	NS

* P-values รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของสถานะของรังไข่ยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยตามวันที่จับยุง ระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV (t-tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value < 0.05) และ NS = Not statistically significant.

** สถานะของรังไข่ยุงลาย จำแนกเป็น Parous: รังไข่ที่เคยวางไข่แล้ว Nulliparous: รังไข่ที่ยังไม่เคยวางไข่ และ Undetermined: รังไข่ที่ระยะ 3 - 4 ของ Christophers' stage

จากตารางที่ 3.5 พบว่าในกลุ่มพ่นแบบ SID-ULV มีการลดลงของยุงในระยะเคยวางไข่หลังจากการพ่นเพียงเล็กน้อยในวันที่ 1 (D_1) หลังจากการพ่นเคมี แล้วกลับเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 (D_2) และมีแนวโน้มกลับลงมาเท่ากับค่าเริ่มต้นก่อนการพ่นเคมี ในขณะเดียวกันกลับไม่พบ การ

เปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของสถานะรังไข่ของยุงลายเพศเมียที่ได้รับการผ่าในกลุ่มที่พ่นเคมีแบบ Regular ULV โดยทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้งระหว่างกลุ่ม

ผลการศึกษาข้างต้นพบว่าอัตราเคยวางไข่ของการพ่นทั้งสองแบบสูงกว่าเกณฑ์ที่องค์การอนามัยโลกได้แนะนำไว้ว่า หลังการพ่นเคมีอัตราเคยวางไข่ของยุงควรน้อยกว่า 10% ซึ่งเป็นตัวชี้วัดว่าการพ่นเคมีมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงเก่าที่อาจติดเชื้อไวรัสเดงกีและเป็นพาหะของไข้เลือดออกในพื้นที่เกิดการระบาดของโรค

3.2.3 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการพบไข่ยุงลาย (Ovitrap Index) หลังจากการพ่นฝอยละเอียด

Ovitrap ที่ได้วางไว้เพื่อเก็บข้อมูลการวางไข่ของยุงลายเพศเมียของทั้งสองกลุ่มศึกษามีจำนวนทั้งหมด 2,008 ใบ โดยทั้งสองกลุ่มสามารถเก็บกับดักได้ในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกลุ่ม SID-ULV เก็บกับดักได้ทั้งหมด 1,007 ใบ คิดเป็นร้อยละ 50.1 และกลุ่ม Regular ULV เก็บกับดักได้ทั้งหมด 1,001 ใบ คิดเป็นร้อยละ 49.9 ผลการวิเคราะห์พบว่ากับดักที่วางด้านนอกบริเวณรอบตัวบ้านจะมีโอกาสพบไข่ยุงลายมากกว่ากับดักที่วางในบ้านเล็กน้อย ทั้งนี้การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.6 และ 3.7

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบ Ovitrap Index ของกับดักไข่ยุงที่วางด้านในตัวบ้านก่อนและหลังการพ่นเคมีระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV

วันที่เก็บกับดัก	Ovitrap Index (กับดักที่วางด้านในตัวบ้าน)	SID-ULV	Regular ULV	P-value*
D_0	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	218	229	
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	102 (46.8)	117 (51.1)	NS
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	5.7 (11.4)	6 (13.1)	
D_2	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	252	257	
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	79 (31.3)**	118 (45.9)	< 0.001
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	3.5 (13.4)	4.9 (12.2)	
D_4	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	254	250	
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	105 (41.3)	119 (47.6)	NS
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	4.8 (12.3)	4.4 (10.4)	
D_6	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	283	265	
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	144 (50.9)	136 (51.3)	NS
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	7.4 (18.9)	5.3 (10.8)	

* P-values รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของ OI ตามวันที่จับยุง ระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV (z-tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value < 0.05) และ NS = Not statistically significant.

** รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของ OI ในแต่ละกลุ่มศึกษาเปรียบเทียบค่าระหว่างก่อนและหลังพ่นเคมี

จากตารางที่ 3.6 พบว่าหลังจากพ่นเคมีแบบ SID-ULV 2 วัน (D_2) อัตราการพบไข่ยุงลายบ้านของกับดักที่วางไว้ด้านในของตัวบ้านลดลงจากวันก่อนพ่นเคมี (D_{-2}) อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ในขณะที่หลังจากพ่นเคมีแบบ Regular ULV พบการลดลงของอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านในวันที่ 2 (D_2) หลังจากการพ่นเคมีเช่นกัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านในวันก่อนพ่นเคมี จากข้อมูลในตารางพบว่าอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านของทั้งสองกลุ่มจะกลับมาใกล้เคียงกับค่าในวันก่อนพ่นเคมีภายในวันที่ 6 (D_6) หลังจากการพ่นเคมี ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะวันที่ 2 (D_2) หลังจากการพ่นเคมีเท่านั้น

Ovitrap ที่วางด้านนอกตัวบ้านของทั้งสองกลุ่มศึกษามีจำนวนทั้งหมด 2,117 ใบ โดยทั้งสองกลุ่มสามารถเก็บกับดักได้ในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกลุ่ม SID-ULV เก็บกับดักได้ทั้งหมด 1,052 ใบ คิดเป็นร้อยละ 49.7 และกลุ่ม Regular ULV เก็บกับดักได้ทั้งหมด 1,065 ใบ คิดเป็นร้อยละ 50.3 ทั้งนี้การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบ Ovitrap Index ของกับดักไข่ยุงที่วางด้านนอกตัวบ้านก่อนและหลังการพ่นเคมีระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV

วันที่เก็บกับดัก	Ovitrap Index (กับดักที่วางด้านนอกตัวบ้าน)	SID-ULV	Regular ULV	P-value*
D_0	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	210	243	NS
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	114 (54.3)	114 (46.9)	
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	7.4 (21.1)	5.5 (11.1)	
D_2	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	255	277	0.01
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	100 (39.2)**	142 (51.3)	
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	4.5 (9.9)	4.8 (10.8)	
D_4	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	285	263	NS
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	150 (52.6)	142 (54)	
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	8.1 (22.1)	6.2 (13)	
D_6	จำนวนกับดักที่เก็บได้ทั้งหมด	302	282	NS
	จำนวนกับดักที่พบไข่ยุงลาย (%)	173 (57.3)	164 (58.2)**	
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ยุงลายต่อกับดัก (SD)	10.8 (25.7)	7.5 (16.2)	

* P-values รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของ OI ตามวันที่จับยุง ระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV (z-tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value < 0.05) และ NS = Not statistically significant.

** รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของ OI ในแต่ละกลุ่มศึกษาเปรียบเทียบค่าระหว่างก่อนและหลังพ่นเคมี

จากตารางที่ 3.7 พบว่าหลังจากพ่นเคมีแบบ SID-ULV 2 วัน (D_2) อัตราการพบไข่ยุงลายบ้านของกับดักที่วางไว้ด้านนอกของตัวบ้านลดลงจากวันก่อนพ่นเคมี (D_{-2}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลับมาใกล้เคียงกับค่าในวันก่อนพ่นเคมีภายในวันที่ 6 (D_6) หลังจากการพ่นเคมี ในขณะที่การพ่นเคมีแบบ Regular ULV กลับพบการเพิ่มขึ้นของอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านในตลอดระยะเวลา 6 วัน หลังจากการพ่นเคมี และอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านในวันที่6 (D_6) มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านในวันก่อนพ่นเคมี ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านระหว่างกลุ่ม SID-ULV กับ Regular ULV พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะวันที่ 2 (D_2) หลังจากการพ่นเคมีเท่านั้น

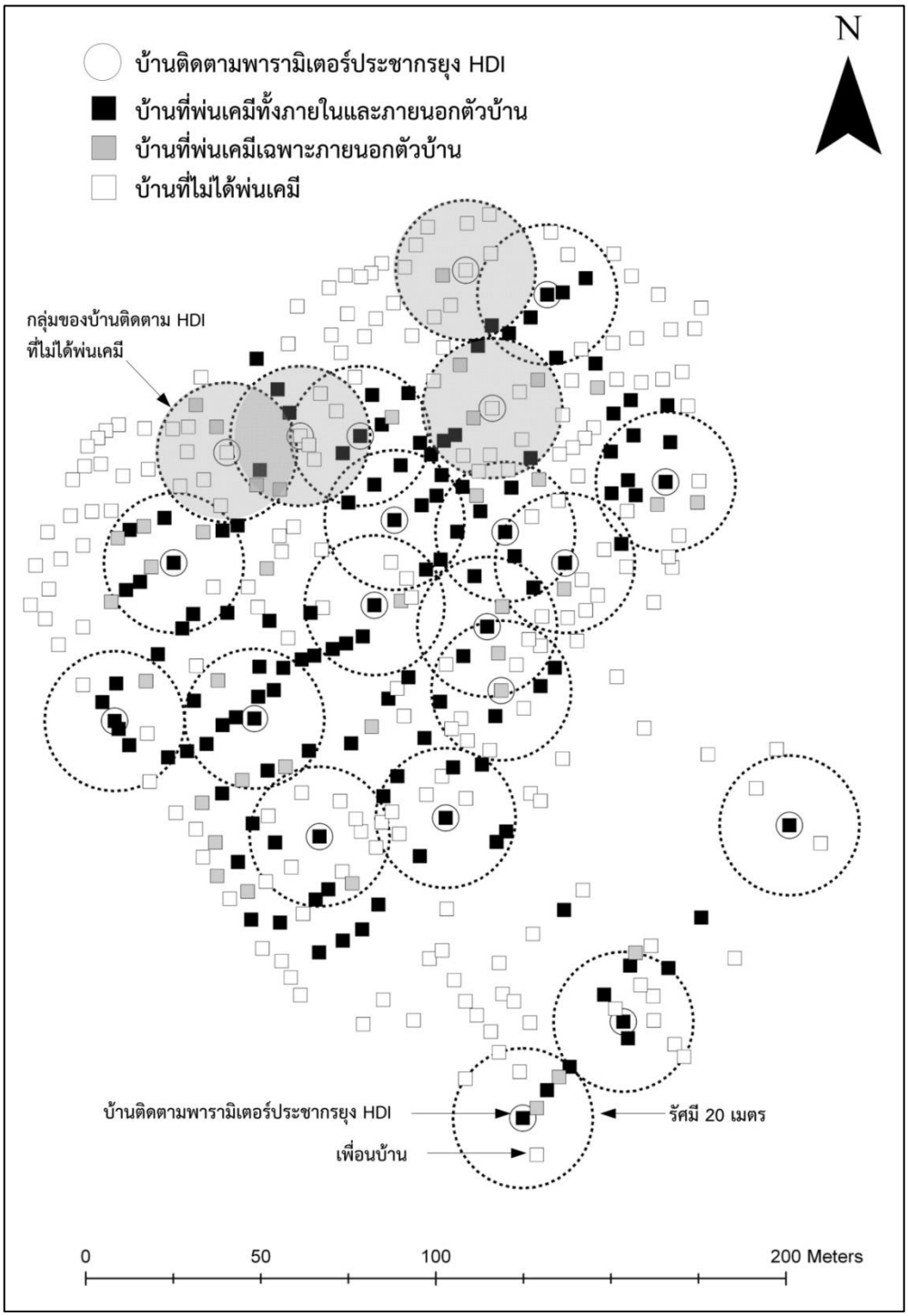
3.3 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์รอง

3.3.1 บ้านศึกษาติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลายกับจำนวนเพื่อนบ้านที่จำแนกตามสถานะการพ่นเคมี

จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่พบว่าในรัศมี 20 เมตร ของบ้านติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI จำนวน 141 หลัง มีจำนวนเพื่อนบ้านโดยรอบเฉลี่ย 11 หลัง จากตารางที่ 3.8 แสดงให้เห็นว่า บ้านติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลายที่ไม่ได้พ่นเคมีจะมีค่าเฉลี่ยนของจำนวนเพื่อนบ้านที่ไม่ได้พ่นเคมีสูงสุด คือ 5.3 หลัง ในทางตรงข้ามบ้านติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลายที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้านจะมีค่าเฉลี่ยนของจำนวนเพื่อนบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้านสูงสุด คือ 5.6 หลัง ซึ่งแสดงว่ามีการกระจุกตัวของกลุ่มบ้านที่มีสถานะการพ่นเคมีเหมือนๆกัน ดังภาพที่ 3.2

ตารางที่ 3.8 กลุ่มของบ้านศึกษาติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI กับจำนวนเพื่อนบ้านในรัศมี 20 เมตร ตามสถานะการพ่นเคมี

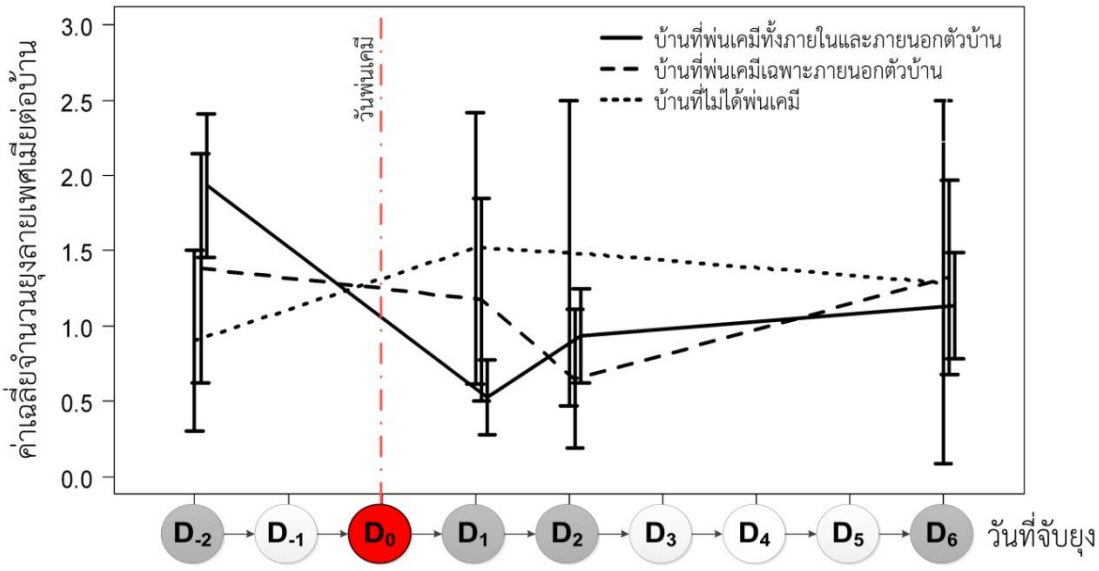
		บ้านศึกษาติดตาม HDI ที่จัดกลุ่มตามสถานะการพ่นเคมี (141 หลัง)		
		ไม่ได้พ่นเคมี (31 หลัง)	**พ่นเคมีเฉพาะด้านนอกตัวบ้าน (34 หลัง)**	**พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน (76 หลัง)**
เพื่อนบ้านในรัศมี 20 เมตร	ค่าเฉลี่ยของบ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี (SD)	5.3 (2.5)	4.9 (2.5)	3.1 (2.3)
	ค่าเฉลี่ยของบ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน (SD)	2.5 (1.4)	2.5 (1.8)	2.7 (2.1)
	ค่าเฉลี่ยของบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน (SD)	3.3 (2.7)	3 (2.8)	5.6 (2.8)
	ค่าเฉลี่ยของจำนวนบ้านเพื่อนบ้านทั้งหมด (SD)	11 (4.5)	10.4 (4.7)	11.4 (4.1)



ภาพที่ 3.2 การกระจายตัวของบ้านศึกษาติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI กับจำนวนเพื่อนบ้านในรัศมี 20 เมตร ชุมชนเก้าเส้ง เทศบาลนครสงขลา

3.3.2 ประสิทธิผลการพ่นฝอยละเอียดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตามสถานะการพ่นเคมีของบ้านศึกษา ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และ บ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน

กลุ่มบ้านพ่นเคมีแบบ SID-ULV ทั้ง 6 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยจำนวนยุงลายบ้านเพศเมียที่จับได้ในแต่ละวันจำแนกตามสถานะการพ่นเคมี ซึ่งประกอบด้วย บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และ บ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน แสดงการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟเส้น ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยุงลายบ้านเพศเมียที่จับได้ในแต่ละวันแยกตามสถานะการพ่นเคมีของบ้านศึกษาในกลุ่ม SID-ULV

จากภาพที่ 3.3 แสดงว่าบ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี มีจำนวนประชากรยุงเพิ่มมากขึ้นหลังจากการพ่นเคมี ส่วนบ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน มีการลดจำนวนของประชากรยุงลงเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับจำนวนประชากรยุงก่อนพ่นเคมี ซึ่งแตกต่างกันกับบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน ที่มีการลดของจำนวนของประชากรยุงอย่างเห็นได้ชัด และมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนประชากรยุงก่อนพ่นเคมี ซึ่งสอดคล้องกับข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลกที่ให้มุ่งเน้นการพ่นเคมีภายในบ้านเป็นหลักในการควบคุมยุงลายบ้านตัวเต็มวัย (WHO 2011) ซึ่งกลุ่มบ้านที่ไม่ได้รับการพ่นเคมีจะได้รับการวิเคราะห์ผลกระทบจากเพื่อนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงในบ้านในหัวข้อที่ 3.3.3

3.3.3 การเปลี่ยนแปลงของ HDI ในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีกับจำนวนของเพื่อนบ้านโดยรอบรัศมี 20 เมตร ที่ได้รับการพ่นเคมีภายนอกตัวบ้าน

กลุ่มบ้านศึกษาที่ไม่ได้รับการพ่นเคมีจำนวนทั้งหมด 31 หลัง ได้นำมาวิเคราะห์ผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี โดยการนับจำนวนของเพื่อนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายนอกบ้านโดยรอบรัศมี 20 เมตร เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย House Density Index (HDI) ในบ้านศึกษาที่ไม่ได้รับการพ่นเคมี ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ HDI ในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีกับจำนวนของเพื่อนบ้านโดยรอบรัศมี 20 เมตร ที่ได้รับการพ่นเคมีภายนอกตัวบ้าน

วันที่จับยุงเปรียบเทียบกับวันก่อนพ่นเคมี	การเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านศึกษา (จำนวนหลัง)	จำนวนของเพื่อนบ้านโดยรอบรัศมี 20 เมตร (SD)	P- value*
หลังพ่นเคมี 1 วัน (D_1 vs D_{-2})	จำนวนยุงลดลง (7)	5.4 (2.9)	NS*
	จำนวนยุงคงที่ (10)	5.1 (3.1)	
	จำนวนยุงเพิ่มขึ้น (14)	6.4 (3.8)	
หลังพ่นเคมี 2 วัน (D_2 vs D_{-2})	จำนวนยุงลดลง (7)	4.4 (2.8)	NS*
	จำนวนคงที่ (10)	5.9 (3.3)	
	จำนวนเพิ่มขึ้น (14)	6.4 (3.7)	
หลังพ่นเคมี 6 วัน (D_6 vs D_{-2})	จำนวนลดลง (6)	5.8 (3.3)	NS*
	จำนวนคงที่ (16)	5.1 (2.9)	
	จำนวนเพิ่มขึ้น (9)	6.9 (4.2)	

* P-values รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของจำนวนของเพื่อนบ้านโดยรอบรัศมี 20 เมตร ตามวันที่จับยุงเปรียบเทียบกับวันก่อนพ่นเคมี ระหว่างกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมี (One way ANOVA tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value < 0.05) และ NS = Not statistically significant.

จากตารางที่ 3.9 พบว่าบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีและอยู่ในกลุ่มบ้านที่มีการเพิ่มของจำนวนประชากรยุงในบ้านหลังจาการพ่นเคมี จะมีจำนวนของเพื่อนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายนอกบ้านโดยรอบรัศมี 20 เมตร มากกว่ากลุ่มบ้านศึกษาที่มีจำนวนยุงคงที่และลดลง แต่ผลดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ถึงแม้ว่ายังไม่มีหลักฐานที่แสดงว่าจำนวนประชากรยุงที่เพิ่มขึ้นในบ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี เกิดจากยุงที่อพยพหนีละอองสารเคมีมาจากบ้านใกล้เคียงที่พ่นเคมีรอบตัวบ้าน แต่จากการศึกษาของ Chareonviriyaphap (2012) พบว่ายุงมีพฤติกรรมหลบเลี่ยงสารเคมีโดยการบิน

หลบหนีจากพื้นที่มีสารเคมี ผนวกกับผลในงานวิจัยครั้งนี้ที่พบว่ากลุ่มบ้านที่ไม่ติดมุ้งลวดมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงอย่างชัดเจน ทำให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของผลกระทบจากพฤติกรรมหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายต่อมาตรการพ่นเคมีโดยเฉพาะบ้านที่ไม่ได้ติดมุ้งลวด ซึ่งประเด็นดังกล่าวควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมในขนาดของกลุ่มศึกษาที่ใหญ่ขึ้น

3.3.4 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านกับการติดตั้งมุ้งลวดประตูหน้าต่างของบ้าน

กลุ่มบ้านศึกษาที่ไม่ได้รับการพ่นเคมีจำนวนทั้งหมด 31 หลัง ได้รับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านกับการติดตั้งมุ้งลวดประตูหน้าต่างของบ้าน ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านศึกษากับการติดตั้งมุ้งลวดประตูหน้าต่างของบ้าน

วันที่จับยุงเปรียบเทียบกับวันก่อนพ่นเคมี	การเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านศึกษา (จำนวนหลัง)	จำนวนของบ้านศึกษาที่ทุกห้องมีการติดมุ้งลวดประตูหน้าต่าง (n = จำนวนหลัง)		จำนวนของบ้านศึกษาที่ไม่มีการติดมุ้งลวดประตูหน้าต่าง (n = จำนวนหลัง)		P-value**
		n	P-value*	n	P-value*	
หลังพ่นเคมี 1 วัน (D_1 vs D_{-2})	จำนวนยุงลดลง (7)	3	NS	4	NS	0.012
	จำนวนยุงคงที่ (10)	4		6		
	จำนวนยุงเพิ่มขึ้น (14)	0		14		
หลังพ่นเคมี 2 วัน (D_2 vs D_{-2})	จำนวนยุงลดลง (7)	4	NS	3	NS	0.012
	จำนวนคงที่ (10)	2		8		
	จำนวนเพิ่มขึ้น (14)	1		13		
หลังพ่นเคมี 6 วัน (D_6 vs D_{-2})	จำนวนลดลง (6)	3	NS	3	NS	0.052
	จำนวนคงที่ (16)	3		13		
	จำนวนเพิ่มขึ้น (9)	1		8		

* P-values รายงานผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้าน (จำนวนยุงลดลง ต่อ จำนวนยุงเพิ่มขึ้น) กับบ้านที่มีการติดตั้งและไม่ติดตั้งมุ้งลวด

** P-values รายงานผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนบ้านที่ไม่ได้ติดมุ้งลวดกับติดมุ้งลวดทั้งบ้าน ตามวันที่จับยุงเปรียบเทียบกับวันก่อนพ่นเคมี ระหว่างกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมี (Chi-square test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% P-value < 0.05)

NS = Not statistically significant.

ตารางที่ 3.10 แสดงให้เห็นว่าบ้านศึกษาที่ไม่ได้ติดมุ้งลวดพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรยุงหลังจากการพ่นเคมีในวันที่ 1 และ 2 อย่างเห็นได้ชัด ถึงแม้ว่าผลดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนบ้านที่ไม่ได้ติดมุ้งลวดกับติดมุ้งลวดทั้งบ้านตามวันที่จับยุงเปรียบเทียบกับวันก่อนพ่นเคมี ระหว่างกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 1 และ 2 หลังจากวันพ่นเคมี (P = 0.012)

บทที่ 4

บทวิจารณ์

4.1 ประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายเพศเมียระยะตัวเต็มวัย

การพ่นเคมีแบบ SID-ULV สามารถลดความหนาแน่นของประชากรยุงลายเพศเมียระยะตัวเต็มวัยอย่างได้ผล โดยพบว่าในวันที่ 1 และ 2 หลังจากการพ่นเคมีแบบ SID-ULV ประชากรยุงลายเพศเมียระยะตัวเต็มวัยมีจำนวนลดลงจากจำนวนยุงในวันก่อนการพ่นเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการพ่นเคมีแบบ Regular ULV ไม่มีประสิทธิผลในการลดความหนาแน่นของประชากรยุงลาย โดยพบว่าในวันที่ 1 หลังจากการพ่นเคมีแบบ Regular ULV ประชากรยุงลายเพศเมียระยะตัวเต็มวัยมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากจำนวนยุงในวันก่อนการพ่นเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าการพ่นเคมีทั้งสองแบบมีผลกระทบต่อประชากรยุงในระยะสั้นๆ จำนวนประชากรยุงลายเพศเมียระยะตัวเต็มวัยมีการคืนกลับมาเท่ากับจำนวนก่อนการพ่นเคมีอย่างรวดเร็วภายใน 6 วันหลังจากการพ่นเคมี

ร้อยละการลดลงของประชากรยุงหลังจากการพ่นเคมีแบบ SID-ULV (D_1 = 33.3% และ D_2 = 28.6%) แสดงว่าไม่สามารถลดปริมาณประชากรยุงได้มากพอถึงระดับอย่างน้อยร้อยละ 97 ตามที่ Giglioli (1979) ได้เสนอไว้ว่าเป็นระดับที่มีผลทำให้ลดการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้ ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้า ของ Esu และคณะ (2010) และ Bonds (2012) ที่ไม่พบการรายงานผลการศึกษาที่สามารถลดปริมาณประชากรยุงลายถึงระดับดังกล่าว นอกจากนี้จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าอัตราดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (99% (Pant et al. 1971), 95% (Pant et al. 1973), 80% (Castro et al. 2007), 74% (Perich et al. 2001)) ส่วนการเปรียบเทียบกับผลการศึกษาก่อนหน้าในพื้นที่เทศบาลนครสงขลา (50 – 80%) โดย วิรัช วงศ์หิรัญรัชต์ และคณะ (2552) กับผลในงานวิจัยครั้งนี้พบว่าการพ่นแบบ SID-ULV สามารถลดจำนวนประชากรยุงได้ต่ำกว่าผลการศึกษาก่อนหน้า จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่ามาตรการพ่นเคมีไม่สามารถกำจัดประชากรยุงได้

ในทางกลับกันผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการพ่นเคมีแบบ Regular ULV นอกจากจะเป็นวิธีที่ไม่สามารถลดความหนาแน่นของประชากรยุงลายได้แล้ว ยังกลับพบการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยในบ้านศึกษาอย่างเห็นได้ชัด ข้อมูลดังกล่าวนับเป็นรายงานที่น่าสนใจที่จะทำให้เกิดมุมมองใหม่สำหรับหน่วยงานในพื้นที่ แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการพ่นเคมีที่ไม่สามารถปฏิบัติตามมาตรฐาน ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการพ่นฝอยละเอียดแบบ SID-ULV กับแบบ Regular ULV (รายละเอียดในตารางที่ 3.2) พบว่าความครอบคลุมของการพ่นเคมี โดยเฉพาะร้อยละของบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดทั้ง

ภายในและภายนอกบ้าน ซึ่งเป็นวิธีการพ่นที่ให้ประสิทธิผลสูงสุดในการกำจัดยุงลายบ้าน ของการพ่นแบบ Regular ULV ต่ำกว่าการพ่นแบบ SID-ULV อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ditsuwan และคณะ (2012) และ Thammapalo และคณะ (2012) ที่พบว่ามาตรการพ่นเคมีในพื้นที่เมืองมีความครอบคลุมของบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีต่ำ

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า การกลับเข้ามาแทนที่ของประชากรยุงลายในพื้นที่ศึกษาใช้ระยะเวลาสั้นกว่าผลการศึกษาที่ผ่านมาของ Esu และคณะ (2010) ซึ่งพบว่าจำนวนประชากรยุงจะกลับมาเท่าเดิมในภายใน 2 อาทิตย์ การกลับเข้ามาแทนที่ของประชากรยุงอย่างรวดเร็วของการพ่นทั้งสองแบบสามารถวิเคราะห์สาเหตุตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

1. ปัจจัยการเกิดขึ้นใหม่ของประชากรยุงในชุมชนช่วงหลังจากวันพ่นเคมี ด้วยการพ่นเคมีไม่มีผลต่อยุงที่อยู่ในระยะไข่ ลูกน้ำและตัวโม่ง (Esu et al. 2010) ทำให้มียุงตัวเต็มวัยที่เกิดใหม่จากยุงระยะตัวโม่งในช่วงหลังจากการพ่นเคมีได้และอาจส่งผลให้การกลับเข้ามาแทนที่ของประชากรยุงลายในพื้นที่ศึกษาใช้ระยะเวลาสั้นลง เพื่อตรวจสอบผลกระทบดังกล่าวในงานวิจัยได้ใช้ อัตราเคยวางไข่ (Parous Rate) ในการตรวจสอบประชากรยุงที่เกิดใหม่ซึ่งวิจารณ์ผลการศึกษาได้นำเสนอไว้ในหัวข้อ 4.2

2. ปัจจัยการอพยพของประชากรยุงตัวเต็มวัยจากพื้นที่ไม่ได้รับการพ่นเคมีเข้ามาแทนที่ประชากรยุงที่ลดลงในพื้นที่พ่นเคมี Koenraadt และคณะ (2007) พบว่าหลังจากการพ่นเคมีพบการอพยพแทนที่ประชากรยุงในกลุ่มบ้านที่ตั้งอยู่ชายขอบพื้นที่พ่นเคมี และจากการศึกษาของ Kongmee และคณะ (2004) Mongkalangoon และคณะ (2009) และ Chareonviriyaphap (2012) พบว่ายุงลายมีพฤติกรรมการหลบเลี่ยงออกจากพื้นที่มีสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (synthetic pyrethroids) ในงานวิจัยครั้งนี้ปัจจัยด้านพฤติกรรมดังกล่าวของยุงลายบ้านได้รับศึกษาในวัตถุประสงค์รองและวิจารณ์ผลการศึกษาในหัวข้อ 4.4

3. ปัจจัยการดื้อต่อสารเคมีที่ใช้ในการพ่นเคมีของยุงในพื้นที่ จากการศึกษาของ Marcombe และคณะ (2011) พบว่าการดื้อต่อสารเคมีของประชากรยุงในพื้นที่เป้าหมายสามารถลดประสิทธิผลของมาตรการพ่นเคมีได้ สำหรับประเทศไทยผลการศึกษาของ Ponlawat และคณะ (2005) พบว่ายุงลายบ้านที่จับได้จากพื้นที่ศึกษาทุกภาคของประเทศมีการดื้อต่อสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ แต่การศึกษาของ Jirakanjanakit และคณะ (2007) ไม่พบการดื้อต่อ deltamethrin และ permethrin ของยุงลายบ้านในจังหวัดสงขลา ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในระบบเฝ้าระวังการดื้อต่อสารเคมีของแมลงพาหะนำโรคของ สคร.12 ทั้งนี้ในงานวิจัยได้ทำการสอบเทียบสารเคมีก่อนการพ่นภาคสนามทั้งการพ่นแบบ SID-ULV และ Regular ULV โดยผลการทดสอบพบว่ายุงลายบ้านในพื้นที่ศึกษามีความไวต่อต่อ deltamethrin ในระดับสูง มีอัตราตาย (Mortality Rate) เท่ากับ 99.9% (รายละเอียดในภาคผนวก ง) ผลดังกล่าวแสดงว่าการกลับเข้ามาแทนที่ของประชากรยุงอย่างรวดเร็วหลังการพ่นเคมีในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ใช่ผลกระทบที่เกิดจากการดื้อต่อสารเคมีของยุงลายบ้านในพื้นที่การศึกษา

4.2 ประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายเพศเมียระยะเคยวางไข่

การพ่นเคมีแบบ SID-ULV สามารถลดความหนาแน่นของประชากรยุงลายเพศเมียระยะเคยวางไข่ได้มากกว่าการพ่นเคมีแบบ Regular ULV โดยพบว่าในวันที่ 1 หลังจากการพ่นเคมี อัตราเคยวางไข่ของยุงที่จับจากกลุ่มบ้านพ่นเคมีแบบ SID-ULV มีจำนวนลดลงที่ร้อยละ 27.8 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับอัตราเคยวางไข่ในวันก่อนพ่นเคมี (37.1%) และพบว่าอัตราเคยวางไข่กลับเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 หลังจากการพ่นเคมีที่ร้อยละ 37.4 และมีแนวโน้มกลับไปเท่ากับค่าเริ่มต้นในวันที่ 6 หลังจากพ่นเคมี ส่วนการพ่นเคมีแบบ Regular ULV พบว่าหลังจากการพ่นเคมีไม่มีการเปลี่ยนแปลงของประชากรยุงลายเพศเมียระยะเคยวางไข่ โดยอัตราเคยวางไข่ของทั้งสองกลุ่มพ่นเคมีแบบ SID-ULV และ Regular ULV ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ผลดังกล่าวแตกต่างจากการศึกษาของ Koenraadt และคณะ (2007) ที่พบว่าอัตราเคยวางไข่หลังจากพ่นเคมีลดลงเท่ากับร้อยละ 14 ในวันที่ 1 และ 2 หลังจากวันพ่นเคมี

การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของประชากรยุงตัวเต็มวัยที่เคยวางไข่แล้วหลังการพ่นเคมีดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการกลับคืนมาที่รวดเร็วของประชากรยุงหลังการพ่นเคมีส่วนใหญ่เป็นยุงเก่าในพื้นที่ (ยุงในกลุ่ม parous และ undetermined) ซึ่งอาจเป็นผลกระทบที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างบ้านหรือพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมีกับบ้านหรือพื้นที่ที่ไม่ได้รับการพ่นเคมี (Koenraadt et al. 2007) และพฤติกรรมการหลบเลี่ยงต่อละอองน้ำยาเคมี (Kongmee et al. 2004, Mongkalangoon et al. 2009, Chareonviriyaphap 2012) ซึ่งอาจมียุงจำนวนหนึ่งที่สามารถหลบซ่อนการสัมผัสต่อละอองน้ำยาเคมีโดยการหลบพักในตำแหน่งที่ละอองน้ำยาเคมีไม่สามารถเข้าถึงได้ หรือเกิดจากวิธีการพ่นเคมีที่ไม่สามารถพ่นในพื้นที่แหล่งอาศัยของยุงได้อย่างแม่นยำและทั่วถึง (Esu et al. 2010, Bonds 2012)

อัตราเคยวางไข่เป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญในการวัดประสิทธิภาพของการพ่นเคมีต่อการควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยองค์การอนามัยโลกได้แนะนำไว้ว่าหลังการพ่นเคมีอัตราเคยวางไข่ของยุงลายเพศเมียในพื้นที่การพ่นเคมีควรน้อยกว่าร้อยละ 10 ซึ่งเป็นระดับที่แสดงว่ายุงตัวเต็มวัยที่มีอยู่ก่อนการพ่นเคมีที่เป็นพาหะของเชื้อไวรัสเดงกีได้ถูกกำจัดและจะทำให้การติดเชื้อไข้เลือดออกรายใหม่ในพื้นที่ลดลง (WHO 2011) เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ดังกล่าวกับผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าจำนวนยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยที่จับได้ในงานวิจัยโดยส่วนใหญ่เป็นประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยที่มีอยู่ก่อนวันพ่นเคมี ดังนั้นแสดงว่าการพ่นเคมีทั้งแบบ SID-ULV และ Regular ULV ไม่สามารถกำจัดประชากรยุงลายเพศเมียระยะเคยวางไข่ในพื้นที่ได้และอาจจะไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก

4.3 ประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายระยะไข่

การพ่นเคมีแบบ SID-ULV สามารถลดอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านของกับดักที่วางไว้ทั้งด้านในและด้านนอกตัวบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 2 หลังจากการพ่นเคมี จากนั้นอัตราการพบไข่ยุงลายมีการคืนกลับใกล้เคียงค่าเริ่มต้นก่อนการพ่นเคมีภายใน 6 วันหลังจาการพ่นเคมี ส่วนการพ่นเคมีแบบ Regular ULV ไม่มีประสิทธิผลในการลดอัตราการพบไข่ยุงลายบ้าน จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายระยะไข่ มีความสอดคล้องกับประสิทธิผลของการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการลดจำนวนประชากรยุงลายเพศเมียระยะตัวเต็มวัย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากจำนวนประชากรยุงเพศเมียตัวเต็มวัยลดลงจะทำให้อัตราการพบไข่ยุงลายลดลงตามด้วย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังมีการศึกษาที่ใช้ Ovitrap ในการวัดประสิทธิผลของการพ่นเคมีไม่มากนัก โดยผลการศึกษาของ Hudson (1986) พบว่าการพ่นเคมีสามารถลดอัตราการพบไข่ยุงลายได้หลังจากการพ่นเคมี 3 วัน โดยภายใน 6 วันอัตราการพบไข่ยุงลายจะคืนกลับมาเท่ากับจำนวนก่อนพ่นเคมีซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ ส่วนผลการศึกษาของ Castle และคณะ (1999) พบว่าหลังการพ่นเคมีอัตราการพบไข่ยุงลายมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 72 เป็น 93 Reiter และ Nathan (2001) ได้แนะนำว่านอกจากการใช้วิธีตรวจนับประชากรยุงตัวเต็มวัยแล้วการติดตามพฤติกรรมการวางไข่ของยุงลายตัวเต็มวัยเพศเมียโดยใช้กับดักไข่ยุงหรือ Ovitrap สามารถใช้เป็นเครื่องมือชี้วัดประสิทธิผลของการพ่นเคมีได้ดี ด้วยเพราะสามารถใช้แสดงถึงความหนาแน่นของจำนวนประชากรยุงตัวเต็มวัยเพศเมียได้ สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลประชากรยุงได้สม่ำเสมอ เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลซ้ำๆในตำแหน่งเดิมและใช้ต้นทุนน้อยกว่าวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับ Bowman และคณะ (2014) และ Codeço และคณะ (2015) ที่เสนอว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นการพัฒนาศักยภาพของอัตราการพบไข่ยุงลายเพื่อใช้เป็นดัชนีเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชน

4.4 ผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี

ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ HDI ในบ้านศึกษาที่ไม่ได้รับการพ่นเคมีกับจำนวนของเพื่อนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมี พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่แสดงว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงลายบ้านในกลุ่มบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีเป็นยุงที่อพยพหนีละอองสารเคมีมาจากบ้านใกล้เคียงที่มีการพ่นเคมีภายนอกบ้าน แต่อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาพบว่าจำนวนประชากรยุงของกลุ่มบ้านศึกษาที่ไม่ได้รับการพ่นเคมีจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นหากมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนเพื่อนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบภายนอกบ้าน

นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าการพ่นเคมีภายนอกตัวบ้านของบ้านที่อยู่ใกล้เคียงมีผลต่อการเพิ่มประชากรยุงในบ้านศึกษาที่ไม่ติดมุ้งลวดมากกว่าบ้านศึกษาที่ติดมุ้งลวด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ogoma และคณะ (2010) ที่พบว่าบ้านที่มีการติดมุ้งลวดประตูและหน้าต่างทุกห้องสามารถป้องกันการบินเข้าบ้านของยุงและลดความหนาแน่นของประชากรยุงในบ้านได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาของ Ko และคณะ (1992) ยังพบว่าการติดเชื้อไข้เลือดออกในกลุ่มผู้อาศัยในบ้านที่ติดมุ้งลวดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการติดมุ้งลวดประตูและหน้าต่างเป็นวิธีการจัดการด้านกายภาพของบ้านหรือที่พักอาศัยที่มีผลต่อการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อไวรัสเดงกีของผู้พักอาศัย

ส่วนผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของกลุ่มบ้านที่มีสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกันในพื้นที่เป้าหมายการพ่นเคมีของแต่ละชุมชน พบว่ามีลักษณะเกาะกลุ่มเชิงพื้นที่อย่างเห็นได้ชัด ได้แก่ กลุ่มบ้านที่ผู้อาศัยให้ความร่วมมือต่อมาตรการพ่นเคมีส่งผลให้เกิดกลุ่มบ้านพ่นเคมีที่สามารถพ่นภายในและภายนอกบ้านได้ ส่วนกลุ่มบ้านที่ผู้อาศัยไม่ให้ความร่วมมือต่อมาตรการพ่นเคมีส่งผลให้เกิดกลุ่มบ้านที่ไม่ได้รับการพ่นเคมี (ดังรายละเอียดในภาพที่ 3.2) ผลดังกล่าวทำให้เกิดกลุ่มบ้านจุดเสี่ยงต่อการติดเชื้อไข้เลือดออกซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มาตรการพ่นเคมีเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกไม่ได้ผล และรูปแบบของการเกิดกลุ่มดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยด้านความร่วมมือของกลุ่มผู้นำระดับต่างๆในชุมชน ซึ่งหากกลุ่มดังกล่าวมีความเข้มแข็ง เห็นถึงความสำคัญของมาตรการพ่นเคมีและสนับสนุนให้หลังคาเรือนที่ดูแลรับผิดชอบให้ความร่วมมือต่อมาตรการพ่นเคมี ทำให้จำนวนบ้านในชุมชนได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลให้ความครอบคลุมของการปฏิบัติงานพ่นเคมีของเจ้าหน้าที่และหน่วยงานผู้รับผิดชอบเพิ่มมากขึ้นและทำให้ประสิทธิผลของมาตรการพ่นเคมีในการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

4.5 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิผลของการพ่นเคมีในงานวิจัย

ปัจจัยที่อาจเป็นสาเหตุส่งผลให้การพ่นเคมีแบบ SID-ULV และ Regular ULV ไม่สามารถกำจัดประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยได้อย่างมีประสิทธิผล ประกอบด้วย

4.5.1 พฤติกรรมการหลบเลี่ยงต่อละอองน้ำยาเคมีของยุงลาย

จากผลการศึกษาของ Kongmee และคณะ (2004) Mongkalangoon และคณะ (2009) และ Chareonviriyaphap (2012) พบว่ายุงลายจะแสดงพฤติกรรมการหลบเลี่ยงต่อละอองน้ำยาเคมีโดยการบินออกจากบริเวณที่มีละอองสารเคมีอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ในการศึกษาของ Koenraadt และคณะ (2007) พบว่าหลังจากการพ่นเคมีจะมีการอพยพกลับเข้ามาของประชากรยุงจากพื้นที่นอกเขตการพ่นเคมี จากการผลการศึกษาข้างต้นจึงเป็นไปได้ว่าพฤติกรรมการหลบเลี่ยงต่อละอองน้ำยาเคมีของยุงลายเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การพ่นเคมีทั้งสองแบบไม่สามารถกำจัดประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยในพื้นที่ได้มากถึงระดับที่องค์การอนามัยโลกได้แนะนำไว้

4.**5.2 สภาพแวดล้อมภายในบ้าน**

จากการศึกษาของ Bonds (2012) พบว่าสภาพแวดล้อมภายในบ้านที่ไม่เป็นระเบียบมีวัสดุ สิ่งของ อาทิ ตู้ชนิดต่างๆ เช่น ตู้เสื้อผ้า ตู้รองเท้า ตู้เก็บของ เครื่องใช้ ภาชนะต่างๆ รวมถึงกองมูลฝอย และมีต้นไม้ทั้งในบ้านและรอบบ้านมาก จะทำให้ยุงใช้กำบังหลบซ่อนจากการสัมผัสละอองของสารเคมีได้ง่าย ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นสามารถลดอัตราการสัมผัสละอองสารเคมีของยุงได้และอาจส่งผลให้ประสิทธิผลของการพ่นเคมีลดลง ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการสำรวจลักษณะของบ้านและชุมชนพื้นที่วิจัย (ตารางที่ 3.1 และรายละเอียดในภาคผนวก ค) พบว่าส่วนใหญ่บ้านศึกษามีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง จึงเป็นไปได้ว่าปัจจัยสภาพแวดล้อมภายในบ้านและบริเวณบ้านมีส่วนทำให้การพ่นเคมีทั้งสองแบบไม่สามารถกำจัดประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยได้

4.**5.3 มีจำนวนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านไม่มากพอ**

จากตารางที่ 3.2 พบว่าการพ่นเคมีทั้งแบบ SID-ULV และแบบ Regular ULV มีอัตราความครอบคลุมการพ่นเคมีภายในบ้านและนอกบ้านน้อยกว่าร้อยละ 50 จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลการพ่นฝอยละเอียดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มบ้านที่มีสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน แสดงให้เห็นว่าวิธีการพ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้านจะให้ประสิทธิผลสูงสุดในการลดจำนวนประชากรยุง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Harwood และคณะ (2014) ที่พบว่าการพ่นฝอยละเอียดภายในอาคารเป็นวิธีที่ได้ผลในการกำจัดจำนวนประชากรยุงลายบ้าน ซึ่งจากผลดังกล่าวจึงมีความเป็นไปได้ว่าในชุมชนเป้าหมายของการพ่นเคมีหากมีจำนวนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านไม่มากพอจะส่งผลให้ประสิทธิผลของการพ่นเคมีลดลง

นอกจากนี้วิธีการพ่นเคมีที่มีจำนวนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านไม่มากพอจะทำให้การกระจายของละอองน้ำยาเคมีไม่ทั่วถึง ไม่คลอบคลุมพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค เกิดกลุ่มของละอองน้ำยาเคมีที่กระจายเป็นหย่อมๆและมีความเข้มข้นต่ำ ซึ่งจากการศึกษาของ Cooperband และคณะ (2010) พบว่าละอองน้ำยาเคมีที่มีความเข้มข้นต่ำในระดับที่ไม่สามารถออกฤทธิ์ฆ่ายุงได้ เมื่อสัมผัสถูกตัวยุงจะกระตุ้นให้ยุงมีการตื่นตัว บินได้นานขึ้นและมีระยะไกลกว่าปกติ และผลดังกล่าวอาจส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการหลบเลี่ยงต่อละอองน้ำยาเคมีของยุงลาย ดังรายละเอียดข้อ 4.5.1

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทั้งวิธีการพ่นเคมีที่มีจำนวนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านไม่มากพอและพฤติกรรมการหลบเลี่ยงต่อละอองน้ำยาเคมีของยุงลาย เป็นปัจจัยส่งเสริมซึ่งกันและกันที่อาจเป็นสาเหตุส่งผลให้การพ่นเคมีแบบ SID-ULV และ Regular ULV ไม่สามารถกำจัดประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยได้อย่างมีประสิทธิผล ทำให้เกิดการอพยพและการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงในบ้านหรือชุมชนใกล้เคียงได้ ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบ Regular ULV

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โรคไข้เลือดออกนับเป็นโรคติดต่อนำโดยยุงที่มีการระบาดอย่างรวดเร็วและเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย มาตรการในสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อควบคุมและป้องกันการระบาดของโรค คือ การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ซึ่งเป็นยุงพาหะหลักของโรค แต่จากผลการศึกษาที่ผ่านมาไม่สามารถยืนยันได้ว่าวิธีการพ่นเคมีสามารถลดจำนวนประชากรยุงได้อย่างมีประสิทธิผลและในทางกลับกันก็พบว่ามาตรการดังกล่าวไม่สามารถป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาประสิทธิผลมาตรการพ่นเคมีเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพของมาตรการดังกล่าวและใช้เป็นข้อมูลตัดสินใจเชิงนโยบายในวิธีการควบคุมพาหะของโรคติดต่อที่นำโดยยุงต่อไป

5.1. การศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน (SID-ULV) กับกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติ (Regular ULV)

วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านในกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐาน (SID-ULV) ที่ปฏิบัติการโดยทีมวิจัยกับกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นฝอยละเอียดตามแบบปกติที่ปฏิบัติการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (Regular ULV) ภายใต้เงื่อนไขการจัดสรรวิธีการพ่นเคมีแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม (Cluster-randomized controlled trial) เพื่อป้องกันการระบาดของโรคในสถานการณ์จำลองการพบผู้ป่วยไข้เลือดออกรายแรกในชุมชนช่วงเดือนมีนาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2557 กลุ่มศึกษาจำนวนทั้งหมด 12 ชุมชน ได้รับการสุ่มเพื่อพ่นเคมีแบบ SID-ULV จำนวน 6 กลุ่ม และพ่นแบบ Regular ULV จำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มบ้านพ่นเคมี (cluster) หมายถึง บ้านที่ตั้งอยู่ในพื้นที่รัศมี 100 เมตร รอบหลังคาเรือนที่ได้รับการสุ่มให้เป็นบ้านผู้ป่วย โดยติดตามวัดพารามิเตอร์ประชากรยุงลายในบ้านจำนวน 20 - 31 หลังคาเรือนต่อกลุ่มบ้านพ่นเคมี ในวันก่อนและหลังการพ่นเคมี ซึ่งประกอบด้วย House Density Index (HDI) หมายถึง จำนวนยุงลายบ้านเพศเมียต่อบ้านต่อ 15 นาที ที่จับโดยใช้สวิง ในวันก่อนพ่นเคมี 2 วัน และวันที่ 1 2 และ 6 หลังการพ่นเคมี Parous Rate (PR) หมายถึง ร้อยละของยุงลายบ้านเพศเมียที่เคยวางไข่ และ Ovitrap Index (OI) หมายถึง จำนวนกับดักไข่ยุงลายที่พบไข่ยุงเป็นร้อยละ โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 2 วัน คือ วันพ่นเคมี วันที่ 2 4 และ 6 หลังการพ่นเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม R โดยการใช้กราฟเส้นและทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของพารามิเตอร์ประชากรยุงลาย HDI PR และ OI ของกลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีแบบ SID-ULV และการพ่นแบบ Regular ULV ด้วย paired sample t-tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05)

ผลการศึกษาลำดับแรกพบว่ากลุ่มบ้านที่ได้รับการพ่นแบบ SID-ULV มีการลดลงของ HDI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 1 และ 2 หลังจากวันพ่นเคมี ส่วนการพ่นแบบ Regular ULV กลับพบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ HDI อย่างไรก็ตามภายใน 6 วันหลังจากมีการพ่นเคมีทั้งแบบ SID-ULV และ Regular ULV จำนวนของประชากรยุงลายบ้านได้คืนกลับมาเท่ากับจำนวนยุงก่อนวันพ่นเคมี การพ่นเคมีแบบ SID-ULV สามารถลดอัตราการพบไข่ยุงลายบ้านของกับดักที่วางไว้ทั้งด้านในและด้านนอกตัวบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 2 หลังจากการพ่นเคมี ส่วนการพ่นเคมีแบบ Regular ULV ไม่มีประสิทธิผลในการลดอัตราการพบไข่ยุงลายบ้าน โดยภายใน 6 วัน หลังจากมีการพ่นเคมีทั้งสองแบบอัตราการพบไข่ยุงลายมีการคืนกลับมาเท่ากับจำนวนก่อนพ่นเคมี นอกจากนี้ยังพบว่าการพ่นเคมีทั้งสองแบบไม่สามารถลดอัตราเคยวางไข่ของยุงลายเพศเมียในพื้นที่ให้ต่ำกว่าร้อยละ 10 ได้

สาเหตุที่การพ่นเคมีทั้งแบบ SID-ULV และ Regular ULV ไม่สามารถกำจัดประชากรยุงลายเพศเมียตัวเต็มวัยในพื้นที่เป้าหมายพ่นเคมีได้ อาจเกิดได้จากหลายปัจจัยประกอบด้วย พฤติกรรมการหลบเลี่ยงต่อละอองน้ำยาเคมีของยุงลาย ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนย้ายประชากรยุงไปมาระหว่างพื้นที่พ่นเคมีและพื้นที่ชายขอบโดยรอบ สภาพแวดล้อมภายในบ้านที่ไม่มีระเบียบมีสิ่งของหรือที่กำบังมากทำให้เกิดจุดอับให้ยุงได้หลบเกาะพักหลีกเลี่ยงการสัมผัสละอองน้ำยาเคมี มีจำนวนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านไม่มากพอ ด้วยแหล่งอาศัยเกาะพักของยุงลายคือภายในบ้านเป็นส่วนใหญ่ดังนั้นวิธีการพ่นเคมีภายในบ้านจึงเป็นวิธีที่สามารถกำจัดประชากรยุงในพื้นที่เป้าหมายได้มากที่สุด การที่มีจำนวนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านน้อยย่อมทำให้มาตรการพ่นเคมีขาดประสิทธิผลในการลดความหนาแน่นของประชากรยุงในพื้นที่เป้าหมายได้

5.2 การศึกษาผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี

วัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อศึกษาผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายในพื้นที่ที่ได้รับการพ่นเคมี จำนวนบ้านศึกษาทั้งหมด 141 หลัง ใน 6 กลุ่มบ้านที่พ่นเคมีแบบ SID-ULV จะได้รับการติดตามความหนาแน่นของประชากรยุงลายบ้าน HDI และบ้านทุกหลังในพื้นที่พ่นเคมีรัศมี 100 เมตร จะได้รับการระบุค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (geographic coordinates) โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงและนับจำนวนเพื่อนบ้านที่ตั้งอยู่ภายในรัศมี 20 เมตร โดยรอบบ้านศึกษาด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) ด้วยวิธี Buffer และ Identity Analysis โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.1 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนยุงลายบ้านทั้งก่อนและหลังพ่นเคมีของบ้านศึกษาจะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับจำนวนเพื่อนบ้านที่จัดกลุ่มตามสถานะการพ่นเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ บ้านที่ไม่ได้พ่นเคมี บ้านที่พ่นเคมีเฉพาะภายนอกตัวบ้าน และบ้านที่พ่นเคมีทั้งภายในและภายนอกตัวบ้าน โดยใช้การทดสอบทางสถิติ วิธี Chi-square test Sign test และ One-way ANOVA test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05)

ผลการศึกษาพบว่าหลังจากการพ่นเคมีมีเพียงวิธีการพ่นฝอยละเอียดแบบพ่นภายในบ้านร่วมกับพ่นภายนอกบ้านเท่านั้นที่จำนวนประชากรยุงลายบ้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าจะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงในบ้านศึกษาที่ไม่ได้พ่นเคมีกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนเพื่อนบ้านที่พ่นเคมีภายนอกบ้าน แต่ก็ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติที่จะยืนยันถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวซึ่งควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป นอกจากนี้ยังพบว่าบ้านศึกษาที่ไม่ได้ติดตั้งมุ้งลวดจะมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากมีการพ่นฝอยละเอียด

5.3 สรุปผลการศึกษา

การพ่นเคมีแบบ SID-ULV สามารถลดความหนาแน่นของประชากรยุงลายบ้านได้เพียง 6 วัน แตกต่างจากการพ่นแบบ Regular ULV ที่กลับพบการเพิ่มขึ้นของประชากรยุงหลังจากมีการพ่นเคมีในพื้นที่ การคืนกลับอย่างรวดเร็วของจำนวนของประชากรยุงหลังจากพ่นเคมีอาจเกิดจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายบ้านและการอพยพเข้ามาของประชากรยุงนอกพื้นที่พ่นเคมี ส่วนวิธีการพ่นฝอยละเอียดที่สามารถลดจำนวนประชากรยุงลายบ้านอย่างได้ผล คือ การพ่นภายในบ้านหรือที่พักอาศัย

5.4 ข้อจำกัดของการศึกษา

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลวิจัยครั้งแรกโดยใช้แบบสอบถามรายหลังคาเรือนที่ได้รับการสุ่มของกลุ่มบ้านทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากการชี้แจงกระบวนการเก็บข้อมูลงานวิจัยมีหลังคาเรือนบางหลังที่ปฏิเสธการเข้าร่วมงานวิจัยเนื่องด้วยสาเหตุหลายประการ อาทิ ไม่มีผู้พักอาศัยในช่วงเวลาที่มีการเก็บข้อมูลติดตามพารามิเตอร์ประชากรยุงในบ้าน ที่พักอาศัยเป็นสถานประกอบการและไม่สะดวกต่อการให้จับยุงภายในบ้าน โดยในกรณีดังกล่าวทีมวิจัยจะเลือกบ้านที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงมากที่สุดเป็นบ้านทดแทนเพื่อเก็บข้อมูล

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 การใช้มาตรการพ่นเคมีเพื่อควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกควรปฏิบัติตามมาตรฐานคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกอย่างเคร่งครัดและมุ่งเน้นการพ่นเคมีภายในที่พักอาศัยเป็นหลัก

5.5.2 วิธีการพ่นเคมีที่ไม่สามารถปฏิบัติตามมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกได้แนะนำไว้อย่างเคร่งครัดและมีจำนวนบ้านที่ได้รับการพ่นเคมีภายในบ้านต่ำกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนบ้านทั้งหมดในพื้นที่เป้าหมายการพ่นเคมี วิธีการพ่นเคมีดังกล่าวอาจกระตุ้นพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลาย ทำให้เกิดการอพยพและการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรยุงในบ้านหรือชุมชนใกล้เคียงได้และอาจส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของยุงที่ติดเชื้อไวรัสเดงกีจากชุมชนพื้นที่ระบาดไปสู่ชุมชนพื้นที่ใกล้เคียงได้

5.5.3 บ้านหรือที่พักอาศัยในพื้นที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อไข้เลือดออก ควรมีการติดตั้งมุ้งลวดที่ประตูและหน้าต่างในทุกๆห้องโดยเฉพาะห้องนั่งเล่นและห้องนอน เพื่อป้องกันยุงจากภายนอกเข้ามากัดคนในบ้านและช่วยป้องกันการคืนกลับอย่างรวดเร็วของประชากรยุงหลังจากมีการพ่นเคมีภายในบ้าน

5.5.4 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลกระทบจากพฤติกรรมการหลบเลี่ยงละอองสารเคมีของยุงลายที่มีต่อประสิทธิผลของมาตรการพ่นเคมีเพื่อป้องกันและควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก

บรรณานุกรม

จิตติ จันทร์แสง. 2553. การสำรวจยุงลายพาหะโรคไข้เลือดออกและการวิเคราะห์ด้านสถิติ.ใน *ชีววิทยานิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย,* สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุขกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2553 (ฉบับปรับปรุง). นนทบุรี:บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด.

วิรัช วงศ์หิรัญรัชต์, ชูศักดิ์ โมลิโต และโสภาวดี มูลเมฆ. 2552. *การศึกษาเปรียบเทียบการพ่นหมอควันพ่นฝอยละออง และพ่นฝองละอองติดรถยนต์ในการควบคุมยุงลายบ้าน Aedes aegypti Linnaeus (1762) ในเทศบาลสงขลา*. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 สงขลา. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

วรรณภา สุวรรณเกิด นันทวัน สุวรรณโชติ และธรรม บุญติ. 2551. ระดับความไวของยุงลายต่อสารกำจัดแมลงในจังหวัดเชียงใหม่. *วารสารสาธารณสุขล้านนา*. ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 กย.-ธค. 2551

สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก. 2545. *โรคไข้เลือดออก ฉบับประเกียรณก*. สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก กรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักระบาดวิทยา. 2556. *สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี 2555: AESR 2012*. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข. http://www.boe.moph.go.th/. (สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2558).

สำนักระบาดวิทยา. 2557. *สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี 2556: AESR 2013*. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข. http://www.boe.moph.go.th/. (สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2558).

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2551. แผนยุทธศาสตร์โรคติดต่อนำโดยแมลงระดับชาติปี 2555-2559. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. http://www.thaivbd.org/. (สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2558).

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2554. *การประเมินผลการเฝ้าระวังป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออก ภาพรวมระดับประเทศ ปี พ.ศ. 2554*. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. http://www.thaivbd.org/. (สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2556).

อุษาวดี ถาวระ. 2553. *ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข.* สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2553 (ฉบับปรับปรุง). นนทบุรี: บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด.

อุษาวดี ถาวระ. 2553. *ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย.*สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2553 (ฉบับปรับปรุง). นนทบุรี: บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด.

Achee, N. L., F. Gould, T. A. Perkins, R. C. Reiner, Jr., A. C. Morrison, S. A. Ritchie, D. J. Gubler, R. Teyssou and T. W. Scott. 2015. A Critical Assessment of Vector Control for Dengue Prevention. *PLoS Negl Trop Dis* 9(5): e0003655.

Azil, A. H., D. Bruce and C. R. Williams. 2014. Determining the spatial autocorrelation of dengue vector populations: influences of mosquito sampling method, covariables, and vector control. *Journal of Vector Ecology* 39(1): 153-163.

Baldacchino, F., B. Caputo, F. Chandre, A. Drago, A. della Torre, F. Montarsi and A. Rizzoli. 2015. Control methods against invasive Aedes mosquitoes in Europe: a review. Pest management science 71(11): 1471-1485.

Banu, S., W. Hu, C. Hurst and S. Tong. 2011. Dengue transmission in the Asia-Pacific region: impact of climate change and socio-environmental factors. *Tropical Medicine & International Health* 16(5): 598-607.

Bhatt, S., P. W. Gething, O. J. Brady, J. P. Messina, A. W. Farlow, C. L. Moyes, J. M. Drake, J. S. Brownstein, A. G. Hoen and O. Sankoh. 2013. The global distribution and burden of dengue. *Nature* 496(7446): 504-507.

Bowman, L. R., S. Runge-Ranzinger and P. McCall. 2014. Assessing the relationship between vector indices and dengue transmission: a systematic review of the evidence. *PLoS Negl Trop Dis* 8(5): e2848.

Bonds, J. A. S. 2012. Ultra-low-volume space sprays in mosquito control: a critical review. *Medical and Veterinary Entomology* 26(2): 121-130.

Castle, T., Amador, M., Rawlins, S., Figueroa, JP & Reiter, P. 1999. Absence of impact of aerial malathion treatment on *Aedes aegypti* during a dengue outbreak in Kingston, Jamaica. *Revista Panamericana de Salud Publica*. 5, 100–105.

Castro, M., N. Quintana and M. L. Quiñones. 2007. Evaluating two pyrethroids in dengue vector control in Putumayo, Colombia. *Revista de Salud Pública* 9(1): 106-116.

Chan, K. 1985. Methods and indices used in the surveillance of dengue vectors. *Mosq Borne Dis Bull* 1: 79-88.

Chareonviriyaphap, T., P. Akratanakul, S. Nettanomsak and S. Huntamai. 2003. Larval habitats and distribution patterns of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse), in Thailand. *Southeast Asian journal of tropical medicine and public health* 34(3): 529-535.

Chareonviriyaphap, T. 2012. Behavioral Responses of Mosquitoes to Insecticides. in *Insecticides - Pest Engineering*, F. Perveen, ed. InTech. http://www.intechopen.com/books/insecticides-pest-engineering/behavioral-responses-of-mosquitoes-to-insecticides (accessed August, 2015).

Chareonviriyaphap, T., M. J. Bangs, W. Suwonkerd, M. Kongmee, V. Corbel and R. Ngoen-Klan. 2013. Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. *Parasit Vectors* 6(280): 1-28.

Codeço, C. T., A. Lima, S. C. Araújo, J. Lima, R. Maciel-de-Freitas, N. A. Honório, A. Galardo, I. A. Braga, G. E. Coelho and D. Valle. 2015. Surveillance of *Aedes aegypti*: Comparison of House Index with Four Alternative Traps. *PLoS Negl Trop Dis* 9(2): e0003475.

Cooperband, M. F., F. V. Golden, G. G. Clark, W. Jany and S. A. Allan. 2010. Prallethrin-induced excitation increases contact between sprayed ultralow volume droplets and flying mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a wind tunnel. Journal of medical entomology 47(6): 1099-1106.

Ditsuwan, T., T. Liabsuetrakul, V. Ditsuwan and S. Thammapalo. 2012. Cost of standard indoor ultra-low-volume space spraying as a method to control adult dengue vectors. *Tropical Medicine & International Health* 17(6): 767-774.

Ditsuwan, T., T. Liabsuetrakul, V. Ditsuwan and S. Thammapalo. 2013. Feasibility of ultra-low-volume indoor space spraying for dengue control in Southern Thailand. *Tropical Medicine & International Health* 18(2): 230-236.

Espinoza-Gomez, F., Hernandez-Suarez, CM. & Coll-Cardenas, R. 2002. Educational campaign versus malathion spraying for the control of *Aedes aegypti* in Colima, Mexico. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 56, 148–152.

Esu, E., A. Lenhart, L. Smith and O. Horstick. 2010. Effectiveness of peridomestic space spraying with insecticide on dengue transmission; systematic review. *Tropical Medicine & International Health* 15(5): 619-631.

Giglioli, M. 1979. *Aedes aegypti* programs in the Caribbean and emergency measures against the Dengue pandemic of 1977-1978: A critical review. Dengue in the Caribbean. *Pan American Health Organization Scientific Publication*, 375, 133–152.

Gratz, N. G. 1991. Emergency control of *Aedes aegypti* as a disease vector in urban areas. *Journal of the American Mosquito Control Association* 7, 353–365.

Gratz, N. G. 1993. Lessons of *Aedes aegypti* control in Thailand. *Medical and Veterinary Entomology*. 7, 1–10.

Gratz, N. G. 1999. Space sprays for the control of *Aedes aegypti* in South-East Asia and the Western Pacific. *Dengue Bulletin*. 23, 80–84.

Gubler, D. J. 1997. Dengue and dengue haemorrhagic fever: its history and resurgence as a global public health problem. In: *Dengue and dengue haemorrhagic fever*. Gubler, DJ. and Kuno, G. (eds.). New York: CAB International. 22 pp.

Gubler, D. J. 2011. Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: lesson learned from past successes and failures. *AsPac J Mol Biol Biotechnol* 19(3): 111-114.

Harwood, J. F., M. Farooq, A. G. Richardson, C. W. Doud, J. L. Putnam, D. E. Szumlas and J. H. Richardson. 2014. Exploring new thermal fog and ultra-low volume technologies to improve indoor control of the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 51(4): 845-854.

Hayes, R. and S. Bennett. 1999. Simple sample size calculation for cluster-randomized trials. *International journal of epidemiology* 28(2): 319-326.

Hopp, M. J. and J. A. Foley. 2001. Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic change* 48(2-3): 441-463.

Hudson, JE. (1986). The 1982 emergency ultralow volume spray campaign against *Aedes aegypti* adults in Paramaribo, Suriname. *Bulletin of the Pan American Health Organization* 20,294–303.

Jirakanjanakit, N., P. Rongnoparut, S. Saengtharatip, T. Chareonviriyaphap, S. Duchon, C. Bellec and S. Yoksan. 2007. Insecticide susceptible/resistance status in *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* and *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* (Diptera: Culicidae) in Thailand during 2003-2005. *J Eco Entomol* 100(2): 545 - 550.

Ko, Y.-C., M.-J. Chen and S.-M. Yeh. 1992. The predisposing and protective factors against dengue virus transmission by mosquito vector. *American Journal of Epidemiology* 136(2): 214-220.

Koenraadt, C., J. Aldstadt, U. Kijchalao, A. Kengluecha, J. Jones and T. Scott. 2007. Spatial and temporal patterns in the recovery of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) populations after insecticide treatment. *Journal of medical entomology* 44(1): 65-71.

Kongmee, M., A. Prabaripai, P. Akratanakul, M. J. Bangs and T. Chareonviriyaphap. 2004. Behavioral Responses of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Exposed to Deltamethrin and Possible Implications for Disease Control. *Journal of Medical Entomology* 41(6): 1055-1063.

LaMer, V. K., S. Hochberg, K. Hodges, I. Wilson, J. A. Fales and R. Latta. 1947. The influence of the particle size of homogeneous insecticidal aerosols on the mortality of mosquitoes in confined atmospheres. *Journal of colloid science* 2(6): 539-549.

Limkittikul, K., J. Brett and M. L'Azou. 2014. Epidemiological Trends of Dengue Disease in Thailand (2000–2011): A Systematic Literature Review. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 8(11): e3241.

Lofgren, CS., Ford, HR., Tonn, RJ. & Jatanasen, S. 1970. The effectiveness of ultra-low-volume applications of malathion at a rate of 6 US fluid ounces per acre in controlling *Aedes aegypti* in a large-scale test at Nakhon Sawan, Thailand. *Bulletin of the World Health Organization.* 42, 15–25.

Mammen Jr, M. P., C. Pimgate, C. J. Koenraadt, A. L. Rothman, J. Aldstadt, A. Nisalak, R. G. Jarman, J. W. Jones, A. Srikiatkhachorn and C. A. Ypil-Butac. 2008. Spatial and temporal clustering of dengue virus transmission in Thai villages. *PLoS Med* 5(11): e205.

Marcombe, S., F. Darriet, M. Tolosa, P. Agnew, S. Duchon, M. Etienne, M. M. Y. Tcha, F. Chandre, V. Corbel and A. Yébakima. 2011. Pyrethroid resistance reduces the efficacy of space sprays for dengue control on the island of Martinique (Caribbean). *PLoS neglected tropical diseases* 5(6): e1202.

Mongkalangoon, P., J. P. Grieco, N. L. Achee, W. Suwonkerd and T. Chareonviriyaphap. 2009. Irritability and repellency of synthetic pyrethroids on an *Aedes aegypti* population from Thailand. *Journal of Vector Ecology* 34(2): 217-224.

Nguyen, H. T., P. I. Whelan, M. S. Shortus and S. P. Jacups. 2009. Evaluation of bifenthrin applications in tires to prevent Aedes mosquito breeding. Journal of the American Mosquito Control Association 25(1): 74-82.

Ogoma, S. B., D. W. Lweitoijera, H. Ngonyani, B. Furer, T. L. Russell, W. R. Mukabana, G. F. Killeen and S. J. Moore. 2010. Screening Mosquito House Entry Points as a Potential Method for Integrated Control of Endophagic Filariasis, Arbovirus and Malaria Vectors. *PLoS Negl Trop Dis* 4(8): e773.

Pant, C., G. Mount, S. Jatanasen and H. Mathis. 1971. Ultra-low-volume ground aerosols of technical malathion for the control of *Aedes aegypti* L. *Bulletin of the World Health Organization* 45(6): 805.

Pant, C., M. Nelson and H. Mathis. 1973. Sequential application of ultra-low-volume ground aerosols of fenitrothion for sustained control of *Aedes aegypti*. *Bulletin of the World Health Organization* 48(4): 455.

Perich, M., M. Tidwell, D. Williams, M. Sardelis and C. Pena. 1990. Comparison of ground and aerial ultra-low volume applications of malathion against *Aedes aegypti* in Santo Domingo, Dominican Republic. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 6, 1–6.

Perich, MJ., Davila, G., Turner, A., Garcia, A. & Nelson, M. 2000. Behavior of resting *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) and its relation to ultra-low volume adulticide efficacy in Panama City, Panama. *Journal of Medical Entomology*. 37, 541–546.

Perich, M., C. Sherman, R. Burge, E. Gill, M. Quintana and R. Wirtz. 2001. Evaluation of the efficacy of lambda-cyhalothrin applied as ultra-low volume and thermal fog for emergency control of *Aedes aegypti* in Honduras. *Journal of the American Mosquito Control Association* 17(4): 221-224.

Perich, MJ., O. Rocha L., 'L. Castro A., W. Alfaro A., J KB PLATT, T. Solano and W. Rowley. 2003. Evaluation of the efficacy of lambda-cyhalothrin applied by three spray application methods for emergency control of *Aedes aegypti* in Costa Rica. Journal of the American Mosquito Control Association. 19, 58–62.

Peterson, R. K., P. A. Macedo and R. S. Davis. 2006. A human-health risk assessment for West Nile virus and insecticides used in mosquito management. *Environmental Health Perspectives*: 366-372.

Pettit, W. J., P. I. Whelan, J. McDonnell and S. P. Jacups. 2010. Efficacy of alpha-cypermethrin and lambda-cyhalothrin applications to prevent Aedes breeding in tires. Journal of the American Mosquito Control Association 26(4): 387-397.

Ponlawat, A., J. G. Scott and L. C. Harrington. 2005. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* across Thailand. *Journal of Medical Entomology* 42(5): 821-825.

Reiter, P. and M. B. Nathan. 2001. Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space sprays for control of the dengue vector *Aedes aegypti.* Geneva: WHO.

Schleier, J. J., R. K. Peterson, P. A. Macedo and D. A. Brown. 2008. Environmental concentrations, fate, and risk assessment of pyrethrins and piperonyl butoxide after aerial ultralow-volume applications for adult mosquito management. *Environmental Toxicology and Chemistry* 27(5): 1063-1068.

Schleier, J.J. III., Macedo, P.A., Davis, R.S., Shama, L.M. & Peterson, R.K.D. 2009. A two-dimensional probabilistic acute human-health risk assessment. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessmen*t. 23, 555–563.

Strickman, D. and P. Kittayapong. 2003. Dengue and its vectors in Thailand: calculated transmission risk from total pupal counts of *Aedes aegypti* and association of wing-length measurements with aspects of the larval habitat. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 68(2): 209-217.

Suwonkerd, W., Mongkalangoon, P., Parbaripai, A., Grieco, J.P., Achee, N.L., Roberts, D.R. and Chareonviriyaphap, T. 2006. The effect of host type on movement patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) into and out of experimental huts in Thailand. *J. Vector Ecol*. 31: 311-318.

Teng, H., T. Chen, S. Tsai, C. Lin, H. Chiou, M. Lin, S. Yang, Y. Lee, C. Kang and H. Hsu. 2007. Emergency vector control in a DENV-2 outbreak in 2002 in Pingtung City, Pingtung County, Taiwan. *Japanese journal of infectious diseases* 60(5): 271.

Thammapalo, S., Y. Nagao, W. Sakamoto, S. Saengtharatip, M. Tsujitani, Y. Nakamura, P. G. Coleman and C. Davies. 2008. Relationship between transmission intensity and incidence of dengue hemorrhagic fever in Thailand. *PLoS Negl Trop Dis* 2(7): e263.

Thammapalo, S., V. Chongsuvivatwong, A. Geater and M. Dueravee. 2008. Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. *Epidemiology and Infection* 136(01): 135-143.

Thammapalo, S., S. Meksawi and V. Chongsuvivatwong. 2012. Effectiveness of Space Spraying on the Transmission of Dengue/Dengue Hemorrhagic Fever (DF/DHF) in an Urban Area of Southern Thailand. *Journal of Tropical Medicine* 2012: 7.

World Health Organization. 2003. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control: a practitioner's guide. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. 2009. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. France: World Health Organization.

World Health Organization. 2009. Guidelines for efficacy testing of insecticides for indoor and outdoor ground-applied space spray applications. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. 2011. Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever. India: World Health Organization.

ภาคผนวก ก
(บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์)

บทความวิชาการวารสาร (Journal paper)

1. Sudsom, N., K. Techato, S. Thammapalo, V. Chongsuvivatwong and T. Pengsakul. 2015. High resurgence of dengue vector populations after space spraying in an endemic urban area of Thailand: A cluster randomized controlled trial. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5(11): 965-970.

2. Sudsom, N., S. Thammapalo, T. Pengsakul and K. Techato. 2016. A SPATIAL CLUSTERING APPROACH TO IDENTIFY RISK AREAS OF DENGUE INFECTION AFTER INSECTICIDE SPRAYING. *Jurnal Teknologi* 78(5-3): 73-77.

สำเนาต้นฉบับที่ได้รับการยินยอมจากผู้พิมพ์ผลงาน

Re: Request for permission letter of the published article

Shunhai Qu
12:49 AM
To: napadol sudsom

Dear author,

Thanks for your email.

Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine is open access on ScienceDirect. For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

Regards,
Autumn

Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine

EVISE® Online submission
at https://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=APJTB
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/2020/
http://www.sciencedirect.com/science/journal/22211691
www.apjtb.com
Email:apjtbb@yahoo.com
Tel: +86-898-36335723
Fax: +86-898-36335723

Asian Pac J Trop Biomed 2015; 5(11): 965–970

HOSTED BY

ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apjtb

Epidemiological investigation http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.07.022

High resurgence of dengue vector populations after space spraying in an endemic urban area of Thailand: A cluster randomized controlled trial

Napadol Sudsom[1], Kuaanan Techato[1], Suwich Thammapalo[2], Virasakdi Chongsuvivatwong[3], Theerakamol Pengsakul[4*]

[1]*Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90110, Thailand*

[2]*Office of Disease Prevention and Control, 12 Songkhla, Thailand*

[3]*Epidemiology Unit, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90110, Thailand*

[4]*Faculty of Medical Technology, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90110, Thailand*

ARTICLE INFO

Article history:
Received 10 Jul 2015
Received in revised form 17 Jul 2015
Accepted 25 Jul 2015
Available online 19 Aug 2015

Keywords:
Aedes aegypti
Cluster randomized controlled trial
Dengue
Space spraying
Ultra low volume

ABSTRACT

Objective: To examine the resurgence rate, house density index (HDI) and parous rate of the *Aedes aegypti* vector after space spraying carried out by the routine spraying team, and compare with the rates after standard indoor ultra low volume (SID-ULV) spraying carried out by the trained research spraying team.

Methods: Between March and September 2014, a cluster randomized controlled trial including 12 clusters (6 regular ULV, 6 SID-ULV) with totally 4341 households was conducted, and around 20–31 houses in each cluster were selected for assessment. The parous rate and HDI of collected mosquitoes 2 days before and 1, 2 and 6 days after spraying were obtained and compared.

Results: The HDI dropped significantly from the baseline 1 and 2 days after spraying to a non-zero value in the SID-ULV treated locations but not in the regular ULV group locations. However, by 6 days after spraying, the HDI of both groups had returned to the base value measured 2 days before spraying. There were no statistically significant differences in the parous rate between groups.

Conclusions: SID-ULV is more effective in reducing *Aedes aegypti* populations. However, rapid resurgence of dengue vector after spraying in urban areas was observed in both groups.

1. Introduction

Dengue infection is a well-known rapidly spreading mosquito-borne disease, which causes significant public health problems in Thailand. The most effective way to prevent dengue virus transmission during an outbreak is exterminating the disease-carrier *Aedes aegypti* (*Ae. aegypti*) [1,2]. In emergency conditions, space spraying is the only effective means of suppressing an acute dengue virus outbreak [3,4]. However, it has been demonstrated that routine space spraying does not completely prevent secondary dengue cases [5,6]. Therefore, more field research is needed on the effect of various kinds of space spraying [7,8].

In Thailand, local administrative organizations (LAO) are the main organizations responsible for conducting space spraying. Two forms of space spraying have been implemented since 2002, ultra low volume (ULV) and thermal fog [6]. The effect of ULV spraying is more sustained for vector suppression when applied as an indoor space spraying [9], but the effectiveness is dependent on the droplet size and the application method because there is a low probability of contact between adult mosquitoes and the insecticide droplets [8]. During dengue outbreaks, LAO space spraying has been shown to be ineffective in preventing dengue transmission and evidence of the effectiveness of standard indoor ultra low volume (SID-ULV) spraying is still lacking [6,8,10,11].

The infected vector density in outbreak clusters is linked to the parity rate (PR), the proportion of female mosquitoes that

*Corresponding author: Theerakamol Pengsakul, Faculty of Medical Technology, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90110, Thailand.
E-mail: theerakamol.p@psu.ac.th

Peer review under responsibility of Hainan Medical University.

Foundation Project: Supported by the National Science and Technology Development Agency, Thailand (Research Chair Grant NO. P-10-10307).

2221-1691/Copyright © 2015 Hainan Medical University. Production and hosting by Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

have laid eggs at least once [12]. To effectively interrupt transmission, the PR should be kept below 10% which results in a reduction in the adult dengue vector population of more than 97% [2,13]. While it is difficult to assess the effectiveness of measures taken to prevent secondary dengue cases, the number of female *Ae. aegypti* per house, (a good proxy for PR [2]) and the house density index (HDI), the number of adult female *Ae. aegypti* mosquitoes collected in each house for 15 min, can be employed as an indication of potential success.

The objective of this study was to verify the resurgence rate of the *Ae. aegypti* vector, by comparing the rates after regular ULV treatment carried out by the municipality and SID-ULV spraying, which was carried out by the research team.

2. Materials and methods

2.1. Study site

The study site was Songkhla City which is located at 7°12′ N, 100°36′ E on a peninsular of the east coast of Southern Thailand. The municipality covers 9.3 km^2, and is divided into 32 communities with 26000 households containing a population of 71000 people, a population density of 7400 persons/km^2 in 2013. The study was conducted in both the dry (February–July) and wet (August–January) seasons during which periods there was an average annual rainfall of 1434 mm, an average temperature of 28.4 °C and an average relative humidity of 73% (South Eastern Meteorological Center, Songkhla, 2014). The study site was selected because it is urban area prone to endemic transmission, with an average annual incidence rate of 500 per 100000 population [6,14].

2.2. Study design

A clustered randomized control trial was used with, for practical reasons, only one type of spray being used in each community. The design also covered externality effects, *i.e.*, the spray affecting nearby unsprayed houses. The trial was designed comparing 6 randomly selected SID-ULV clusters with 6 regular ULV clusters. A cluster in this study consisted of households located in a circle of 120 m in radius. In each cluster, around 20–31 houses were randomly selected for entomological assessment.

The inclusion criteria for eligible clusters were that they were all communities in dengue endemic areas with high population density; at least 100 houses; and a minimum area per cluster of at least 120 m × 120 m. The minimum distance between each SID-ULV cluster and regular ULV cluster with which it was compared was at least 1000 m. Maps of all the clusters were generated and the clusters were geo-located using high resolution satellite images (Quick Bird, USA) and Geographic Information System software (ArcGIS 9.3) from Southern Regional Geo-Informatics and Space Technology Center, Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University.

2.3. Spraying operations

SID-ULV spraying was conducted by well-trained officers from the Office of Disease Prevention and Control 12 (DPC-12). The application strictly followed the World Health Organization (WHO) guidelines. Regular ULV treatment was based on routine space spraying conducted by LAO. This application did not follow the WHO guidelines [15]. Both the SID-ULV and regular ULV treatments were carried out with portable ULV equipment (Fontan Portastar S, Germany). Both the SID-ULV and regular ULV treatments were conducted based on the same spraying conditions representing controlled variables within the study. These included time, wind, rain and temperature. The meteorological conditions were monitored using the same daily time slot data from the Songkhla Weather Observation Station located in the center of Songkhla City. The dates of spraying and the locations sprayed were informed to the local health department and there was regular surveillance and response to dengue cases in cooperation with the local health officers.

2.4. Calibration of chemicals and spray generators

The equipment and the insecticides used were calibrated before the field spraying operations were conducted. The measurement of the volume median diameter of the droplets produced by the ULV generators was conducted according to the slide wave technique [15]. Then 2% deltamethrin (w/v) (Type II pyrethroids insecticides) was applied for field spraying operations. A droplet bio-assay test was used to evaluate the efficacy of deltamethrin by semi-field evaluation in experimental rooms [16]. Both tests were performed at DPC-12.

2.5. Entomological surveys

The pre- and post-space spraying parameters of the *Ae. aegypti* populations were monitored. The parameters included PR and HDI assessed 2 days before, and 1, 2 and 6 days after spraying in the same houses. Adult *Ae. aegypti* mosquitoes were collected using hand-held nets by the trained collecting team following WHO guidelines [2,15]. The adult mosquitoes were collected from the living areas of around 20–31 houses in each cluster over a period of 15 min. The identification of the collected mosquitoes and the dissection of the ovaries from the female *Ae. aegypti* to establish their parity status were conducted at Faculty of Medical Technology, Prince of Songkla University.

2.6. Statistical analysis

The data were analyzed using the R statistical program (R Development Core Team) and RStudio software (RStudio, Inc., USA). The PR and HDI of the SID-ULV and regular ULV clusters were compared using line graphs and paired sample *t*-tests at a 95% confidence interval ($P < 0.05$).

3. Results

3.1. Droplet size and bio-assays

The volume median diameter of the five ULV generators (four belonging to DPC-12 and one from LAO) used in the study was measured. The equipment delivered droplets of 23, 25, 25, 26 and 26 μm respectively, which were within the acceptable ranges (5–27 μm) recommended by WHO [2].

The vector susceptibility to deltamethrin (2%, w/v) established at the DPC-12 laboratory was 99.8% knockdown and 99.9% mortality.

3.2. Results of mosquito collection

Field trials were carried out between March and September in 2014 at a total of 292 randomly selected houses in 12 clusters, of which 138 houses in 6 clusters received regular ULV treatment and 154 houses in 6 clusters received SID-ULV treatment (Figure 1). A total of 3924 adult mosquitoes, comprising 3161 (80.56%) *Ae. aegypti*, 13 (0.33%) *Aedes albopitus* and 750 (19.11%) other species, were collected before and after space spraying (Table 1).

As Table 1 shows, the mean number of *Ae. aegypti* per house was not significantly different between the two groups at baseline [2 days before space spraying (D_{-2}) and 6 days after space spraying (D_6)], however, there were significant differences between the groups at 1 and 2 days after spraying (D_1, D_2).

3.3. Difference in HDI after spraying

After spraying, the HDI at the sites treated with SID-ULV became significantly lower than that at baseline (D_{-2}) throughout the follow up period (Figure 2). In contrast, the HDI of the sites treated with regular ULV spraying unexpectedly increased significantly from the baseline.

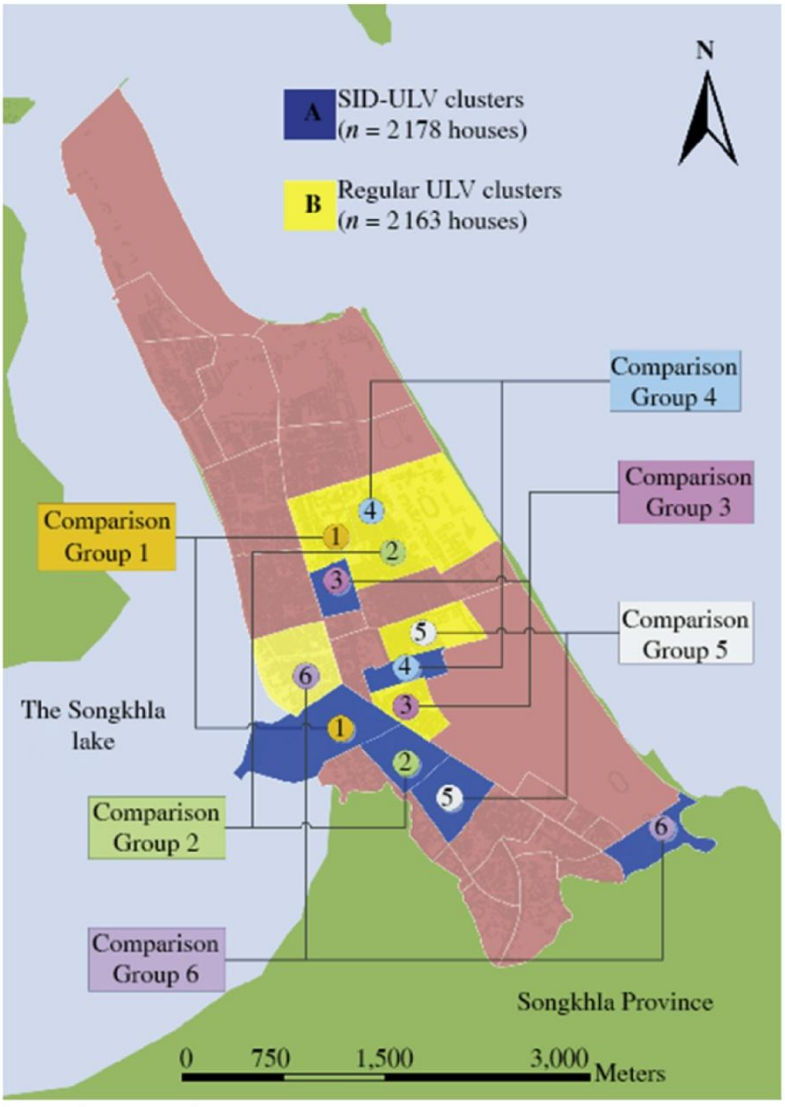


Figure 1. A map of six comparison groups studied.
Comparison Group 1: Thasaan (A, *n* = 444) and Bonwuakao (B, *n* = 360); Comparison Group 2: Watthasalahuayang (A, *n* = 185) and Watchaimongkon (B, *n* = 413); Comparison Group 3: Ruamjaiphatthana (A, *n* = 396) and Wangkhiaowangkao (B, *n* = 320); Comparison Group 4: Noksuan (A, *n* = 344) and Watsraket (B, *n* = 391); Comparison Group 5: Kubo (A, *n* = 445) and Wachirasoiku (B, *n* = 365); Comparison Group 6: Kaoseng (A, *n* = 364) and Banbon (B, *n* = 314). A: SID-ULV clusters; B: Regular ULV clusters; *n*: Number of houses.

Table 1
Comparison of number of adult mosquitoes collected by days before and after regular ULV versus SID-ULV spraying.

Day of collection	Group sprayed (6 clusters)	*Ae. aegypti*		*Aedes albopitus*		Other species		Total by days	
		n (%)	Mean per house (SD)	*n* (%)	Mean per house (SD)	*n* (%)	Mean per house (SD)	*n* (%)	Mean per house (SD)
D_{-2}	Regular ULV	404 (79.68)	2.93 (3.59)	0	0	103 (20.32)	0.75 (1.92)	507 (100)	3.67 (4.36)
	SID-ULV	564 (81.86)	3.66 (4.66)	0	0	125 (18.14)	0.81 (1.90)	689 (100)	4.47 (5.07)
	P-value	–	0.14	–	–	–	0.77	–	0.15
D_1	Regular ULV	486 (81.00)	3.52 (4.08)	10 (1.67)	0.08 (0.92)	104 (17.33)	0.75 (2.00)	600 (100)	4.35 (4.97)
	SID-ULV	286 (80.34)	1.86 (2.81)	2 (0.56)	0.02 (0.13)	68 (19.10)	0.44 (1.00)	356 (100)	2.31 (3.07)
	P-value	–	0.00[a]	–	0.40	–	0.10	–	0.00[a]
D_2	Regular ULV	371 (82.26)	2.69 (3.43)	0	0	80 (17.74)	0.58 (1.73)	451 (100)	3.27 (4.11)
	SID-ULV	301 (81.57)	1.95 (2.95)	1 (0.27)	0.01 (0.09)	67 (18.16)	0.44 (1.10)	369 (100)	2.40 (3.24)
	P-value	–	0.05[a]	–	0.34	–	0.39	–	0.05[a]
D_6	Regular ULV	348 (77.68)	2.52 (3.90)	0	0	100 (22.32)	0.72 (1.91)	448 (100)	3.25 (4.80)
	SID-ULV	401 (79.56)	2.60 (5.01)	0	0	103 (20.44)	0.67 (1.50)	504 (100)	3.27 (5.54)
	P-value	–	0.88	–	–	–	0.78	–	0.97
Total (% of all species)		3 161 (80.56)	–	13 (0.33)	–	750 (19.11)	–	3924 (100)	–

[a]: *P*-values reported are the results of independent sample *t*-tests weighted by number of houses per cluster (138 houses for regular ULV and 154 houses for SID-ULV).

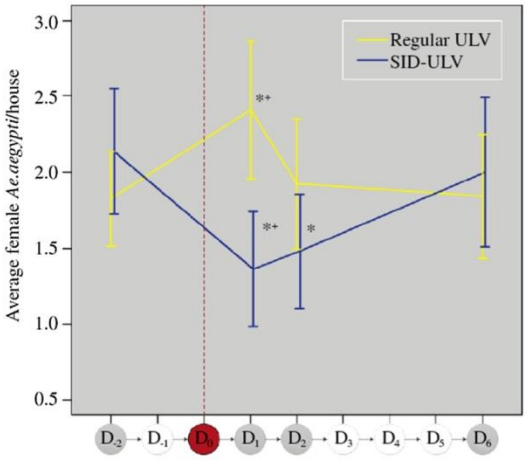


Figure 2. Variability of average number of female *Ae. aegypti* per house after SID-ULV versus regular ULV spraying.
*: Significant difference in vector density compared with the base values of the same group (D_{-2}) (*t*-test, $P < 0.05$); +: Significant difference between groups (*t*-test, $P < 0.05$).

In a comparison between the two groups (ULV and SID-ULV) on the same days, the only statistical significance was found on D_1 where the HDI increased in the regular ULV group but decreased dramatically in the SID-ULV group.

Table 2
Comparison of parity status of female *Ae. aegypti* collected between regular ULV clusters and SID-ULV clusters.

Day of collection	Parity status	Regular ULV	SID-ULV	*P*
		n (%)	*n* (%)	
D_{-2}	Parous	68 (38.4)	86 (37.1)	0.28
	Nulliparous	8 (4.5)	9 (3.9)	0.35
	Undetermined	101 (57.1)	137 (59.0)	0.09
D_1	Parous	90 (36.6)	37 (27.8)	0.14
	Nulliparous	12 (4.9)	11 (8.3)	0.95
	Undetermined	144 (58.5)	85 (63.9)	0.37
D_2	Parous	61 (36.1)	55 (37.4)	0.51
	Nulliparous	8 (4.7)	10 (6.8)	0.18
	Undetermined	100 (59.2)	82 (55.8)	0.52
D_6	Parous	46 (34.9)	59 (36.2)	0.50
	Nulliparous	5 (3.8)	6 (3.7)	–
	Undetermined	81 (61.3)	98 (60.1)	0.91

P-values reported are the result of independent sample *t*-tests weighted by number of houses per cluster.

3.4. Comparison of parity status

Female *Ae. aegypti* from regular ULV group locations (724) and SID-ULV group locations (675) were dissected to examine their ovaries. The PR status of the females dissected was classified into 3 types, parous, nulliparous, and undetermined (Figure 3). Table 2 summarizes the differences in parity status between treatment groups on the day after spraying. None of

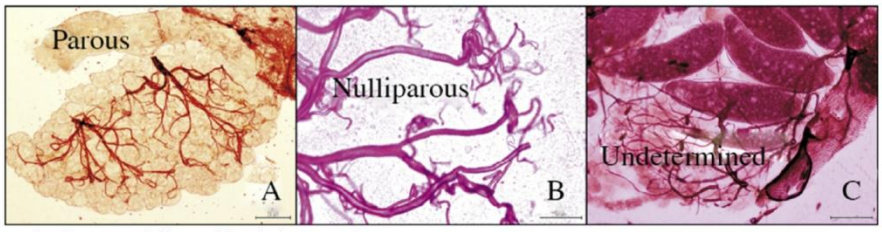


Figure 3. Types of parity status of dissected female *Ae. aegypti*.
A: Parous (ovaries that have completed at least one gonotrophic cycle); B: Nulliparous (ovaries that have not completed a full gonotrophic cycle); C: Undetermined (Christophers' stage III or IV of oocyte and gravid females).

the groups had a PR of less than 10% and no significant difference was detected between the two groups at any of the time periods.

4. Discussion

Our study demonstrated that SID-ULV spraying transiently decreased the density of, but did not eliminate, *Ae. aegypti* in the first few days after spraying, but the resurgence to baseline density followed within one week. On the other hand, regular ULV spraying did not reduce the density but was followed by a possibly transient increase of *Ae. aegypti* density. Based on mosquitoes collected at sites treated with both types of spraying, a high percentage of the mosquitoes were parous throughout the monitored period.

The finding of only a small change in mosquito density after spraying raises several questions. The bio-assay conducted in the laboratory revealed high susceptibility, and the previous studies of natural resistance to deltamethrin in Songkhla by DPC-12 reported that deltamethrin induces the specified level of susceptibility (> 98% mortality).

The rebound effect of new mosquito populations may reduce the effectiveness of space spraying, because space spraying is not effective in controlling immature mosquitoes. There is need for integrated control approaches including spraying combined with environmental management since otherwise space spraying may not be sustained over long periods [7,10]. It is notable that in this study, there were minor increases in the percentages of emerging nulliparous mosquitoes after spraying.

Thus it is likely that resurgence can be due to immigrating mosquitoes. When exposed directly to deltamethrin, the major behavioral responses of *Ae. aegypti* are contact irritancy, increased movement and flying [17], and rapid flight escaping from sprayed areas to unsprayed areas [18]. After space spraying, exposed or unexposed mosquitoes immigrate from untreated areas back to treated areas [19]. The behavioral responses of mosquitoes to pyrethroids are likely to cause a reduction in the effectiveness of space spraying, and the association between these phenomena needs further investigation [20,21].

In addition, the urban environment in which this study was conducted, with high house density, is likely to play an important role in the high resurgence rate of dengue vector populations and thus in efforts to suppress vector populations, because the externality effects of nearby unsprayed houses can reduce the effectiveness of space spraying. This suggests that intensive space spraying should be conducted in urban areas.

This study shows that the resurgence of dengue vectors after space spraying in urban areas is rapid, and within 6 days of spraying, adult *Ae. aegypti* populations returned to their base value. SID-ULV is an effective method of space spraying which has greater potential to control adult dengue vector populations than regular ULV spraying. However, SID-ULV spraying or regular ULV spraying applied as a single intervention to suppress dengue vector populations may be an ineffective measure and the externality effects on nearby unsprayed houses requires further study.

Conflict of interest statement

The authors declare that they have no competing interests.

Acknowledgments

We are grateful to all the fieldworkers, the DPC-12 vector borne teams and the respondents for their support throughout this study; Songkhla City and Muang Songkhla District Public Health Office for their participation and cooperation during the field studies; and also the people in the study area for their cooperation. We also sincerely thank Mr. Michael Currie for improving the English writing in the manuscript. This study was supported by "Research Chair Grant NO. P-10-10307" of the National Science and Technology Development Agency, Thailand.

References

[1] 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**: e3241.

[2] World Health Organization. Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever. Geneva: World Health Organization; 2011. [Online] Available from: http://apps.searo.who.int/pds_docs/B4751.pdf [Accessed on 24th May, 2015]

[3] World Health Organization. Global strategy for dengue prevention and control 2012–2020. Geneva: World Health Organization; 2012. [Online] Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75303/1/9789241504034_eng.pdf?ua=1 [Accessed on 24th May, 2015]

[4] Amaku M, Coutinho FAB, Raimundo SM, Lopez LF, Nascimento Burattini M, Massad E. A comparative analysis of the relative efficacy of vector-control strategies against dengue fever. *Bull Math Biol* 2014; **76**: 697-717.

[5] Kappagoda S, Ioannidis JPA. Prevention and control of neglected tropical diseases: overview of randomized trials, systematic reviews and meta-analyses. *Bull World Health Organ* 2014; **92**: 356C-66C.

[6] Thammapalo S, Meksawi S, Chongsuvivatwong V. Effectiveness of space spraying on the transmission of dengue/dengue hemorrhagic fever (DF/DHF) in an urban area of Southern Thailand. *J Trop Med* 2012; http://dx.doi.org/10.1155/2012/652564.

[7] Esu E, Lenhart A, Smith L, Horstick O. Effectiveness of peridomestic space spraying with insecticide on dengue transmission; systematic review. *Trop Med Int Health* 2010; **15**: 619-31.

[8] Bonds JA. Ultra-low-volume space sprays in mosquito control: a critical review. *Med Vet Entomol* 2012; **26**: 121-30.

[9] Harwood JF, Farooq M, Richardson AG, Doud CW, Putnam JL, Szumlas DE, et al. Exploring new thermal fog and ultra-low volume technologies to improve indoor control of the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 2014; **51**: 845-54.

[10] Gubler D. Prevention and control of *Aedes aegypti*-borne diseases: lesson learned from past successes and failures. *Asia Pac J Mol Biol Biotechnol* 2011; **19**: 111-4.

[11] Ditsuwan T, Liabsuetrakul T, Ditsuwan V, Thammapalo S. Feasibility of ultra-low-volume indoor space spraying for dengue control in Southern Thailand. *Trop Med Int Health* 2013; **18**: 230-6.

[12] Reiter P, Nathan MB. *Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space sprays for control of the dengue vector Aedes aegypti*. Geneva: World Health Organization; 2001.

[13] Giglioli M. *Aedes aegypti* programs in the Caribbean and emergency measures against the Dengue pandemic of 1977–1978: a critical review. In: *Dengue in the Caribbean, 1977: proceedings of a workshop held in Montego Bay, Jamaica, 8–11 May 1978; 1978 May 8–11; Montego Bay, Jamaica*. Washington: Pan American Health Organization; 1979, p. 133-52.

[14] Ditsuwan T, Liabsuetrakul T, Ditsuwan V, Thammapalo S. Cost of standard indoor ultra-low-volume space spraying as a method to control adult dengue vectors. *Trop Med Int Health* 2012; **17**: 767-74.

[15] World Health Organization. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control: a practitioner's guide.

Geneva: World Health Organization; 2003. [Online] Available from: http://whqlibdoc.who.int/hq/2003/WHO_CDS_WHOPES_GCDPP_2003.5.pdf [Accessed on 24th May, 2015]

[16] World Health Organization. Guidelines for efficacy testing of insecticides for indoor and outdoor ground-applied space spray applications. Geneva: World Health Organization; 2009. [Online] Available from: http://whqlibdoc.who.int/hq/2009/WHO_HTM_NTD_WHOPES_2009.2_eng.pdf [Accessed on 24th May, 2015]

[17] Clark GG, Golden FV, Allan SA, Cooperband MF, Mcnelly JR. Behavioral responses of two dengue virus vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), to DUET and its components. *J Med Entomol* 2013; **50**: 1059-70.

[18] Kongmee M, Prabaripai A, Akratanakul P, Bangs MJ, Chareonviriyaphap T. Behavioral responses of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) exposed to deltamethrin and possible implications for disease control. *J Med Entomol* 2004; **41**: 1055-63.

[19] Koenraadt CJ, Aldstadt J, Kijchalao U, Kengluecha A, Jones JW, Scott TW. Spatial and temporal patterns in the recovery of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) populations after insecticide treatment. *J Med Entomol* 2007; **44**: 65-71.

[20] 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.

[21] Perich MJ, Davila G, Turner A, Garcia A, Nelson M. Behavior of resting *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) and its relation to ultra-low volume adulticide efficacy in Panama City, Panama. *J Med Entomol* 2000; **37**: 541-6.

สำเนาต้นฉบับที่ได้รับการยินยอมจากผู้พิมพ์ผลงาน

Re: Request for permission letter of the published article

NOR AZMAN BIN SUKRI TNCPI
Wed 5/25/2016 1:04 AM
To: napadol sudsom (napadol_sudsom@hotmail.com)
Cc: HAPIZAH BINTI MOHMAD@MOHAMAD TNCPI (piza@utm.my)

Dear Dr Napadol Sudsom,

Please note that our articles in www.jurnalteknologi.utm.my is free for access and also free to be downloaded. You can also print the article without our consent as long as you don't modify the contents or informations.

Thank you.

'inovatif. entrepreneurial. global'

NOR AZMAN BIN SUKRI
ASSISTANT PUBLICATION OFFICER
PENERBIT UTM PRESS
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA
81310 UTM JOHOR BAHRU, JOHOR DARUL TAKZIM
Email: norazmans@utm.my | Site: jurnalteknologi.utm.my | www.penerbit.utm.my

Jurnal Teknologi

Full Paper

A SPATIAL CLUSTERING APPROACH TO IDENTIFY RISK AREAS OF DENGUE INFECTION AFTER INSECTICIDE SPRAYING

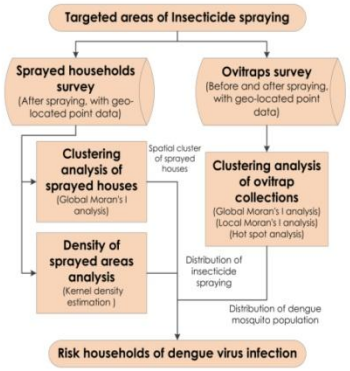
Napadol Sudsom[a], Suwich Thammapalo[b], Theerakamol Pengsakul[c], Kuaanan Techato[a*]

[a]Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Thailand
[b]The Office of Disease Prevention and Control 12 Songkhla, Thailand
[c]Faculty of Medical Technology, Prince of Songkla University, Thailand

Article history
Received
8 June 2015
Received in revised form
10 September 2015
Accepted
13 December 2015

*Corresponding author
uhugua@hotmail.com

Graphical abstract



Abstract

This study aims to demonstrate a spatial clustering approach for identifying risk households of dengue virus infection during the period of insecticide spraying-ultra low volume (ULV). All households located within 100 m radius of spraying area were recorded with geographic coordinates and divide into three groups of spraying (unsprayed, only outdoor and indoor plus outdoor sprayed house). A total of 45 households with geographic coordinates, were randomly selected to monitor ovitrap index, the percentage of positive ovitraps and the number of eggs per trap, in pre- and post-ULV spraying. Application of spatial analyst tools and spatial statistics tools in ArcGIS 10.1 were used to determine mosquito density and identify risk households using ovitrap index. The prediction maps of *Aedes aegypti* vector abundance were illustrated by kriging technique. Base on the results, the cluster of *Ae. aegypti* populations were detected on four day after the spraying. This finding shows the significant spatial pattern of dengue vector populations which may cause high risk areas of dengue virus infection after insecticide treatment. This methodological framework could be used for improving the strategy of dengue vector and outbreak control. The spatial association between dengue vector and the coverage of space spraying requires further study.

Keywords: Spatial clustering, *Aedes aegypti*, Dengue, Ultra low volume, Ovitrap

© 2016 Penerbit UTM Press. All rights reserved

1.0 INTRODUCTION

At dengue outbreak areas, space spraying, thermal fogs and ultra low volume (ULV), is the major method to reduce dengue virus transmitted mosquito, adult female *Aedes aegypti*, populations using insecticide control [1]. However, there were insufficient evidences that the insecticide spraying is the effective way to prevent dengue virus infection [2]. In addition, human health and environmental impact of chemical spray to control dengue vector has become the public concerns [3].

Behavioral avoidance to insecticides of mosquitoes may reduce the effectiveness of chemical vector control measures [4]. In laboratory, a small number of ULV droplets with sub-lethal of synthetic pyrethroids on mosquito bodies cause immediate excitation movements of flying mosquito, increasing duration of fight and speed [5]. After insecticide treatment, the immigration pattern from untreated to treated areas of *Ae. aegypti* populations were detected [6]. Similarly on previous study, it has been presented that the recovery of adult female *Ae. aegypti* population density after the spraying in the endemic urban area is rapid within a week [7]. Thus, it is possible that the actions of ULV spraying on mosquitoes not only the direct toxicity (knockdown/death) but also the excitation or repellency, which may play a critical role to improve chemical control intervention of transmitted dengue mosquitoes [4, 8]. The escape effect of external ULV spray which may cause high risk of dengue virus infection in the group of households without spraying with rapid immigration of transmitted mosquitoes from treated houses is still lacking.

During dengue outbreaks, the prioritized areas of proactive vector control with high or low risk of dengue transmission were determined using the Priority Area Classification (PAC), the mapping approaches of entomological indices [9]. Ovitrap Index, the percentage of positive ovitraps and the number of eggs per trap, is the entomological parameter of *Ae. aegypti* to assess the impact of insecticide spray treatment [10]. The predict map of Potential Breeding and Resting (PBR) sites of *Ae. aegypti* was generated by total egg numbers of ovitrap using spatial autocorrelation, Moran's Index and hot spot identity [11]. The ovitrap survey was used to estimate the spatial risk of urban dengue infection using a geographic information system (GIS) [12]. Moreover, the study of a space-time clusters analysis shows that vector monitored by ovitrap and mosquito trap can use to predict the risk of dengue transmission [13].

The objective of this study is to develop a spatial clustering method to identify households within dengue transmission risk areas after insecticide spraying, by using households and ovitraps survey data (Figure 1).

2.0 EXPERIMENTAL

2.1 Ethics Statement

The study received approval from the ethics committee of Prince of Songkla University, Thailand. The Ethical Protocol number is 57-068-19-9. All respondents signed an informed consent form.

2.2 Study Site

The study site (7°12' N, 100°36' E) with tropical monsoon climate, is located in Songkhla province, lower southern Thailand. Songkhla City municipality was divided into 32 communities, 26,000 households with population of 71,000 people and density of population of 7,400 persons per sq. km. in 2013. Thasaan community of Songkhla City was randomly selected as study site with population of 4,074 people and 1,513 households.

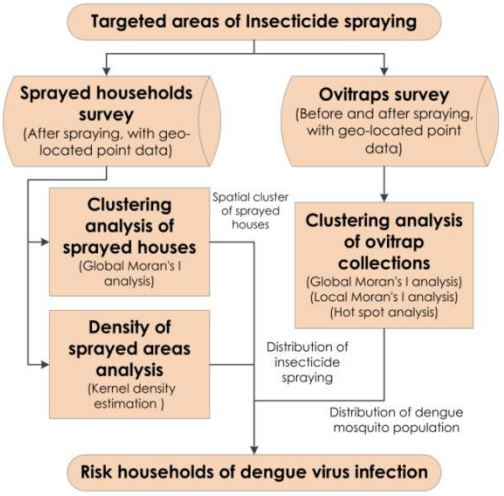


Figure 1 The methodological framework of spatial clustering approach to identify the risk households of dengue virus infection

2.3 Spraying Operation

Base on guideline of WHO [14], the hand-portable ULV generators (Fontan Portastar S, Germany) and chemical (Deltamethrin 2% w/v) were calibrated at the Office of Disease Prevention and Control 12 (DPC-12) before the space spraying of insecticide for prevention and control of mosquito vectors were carried out by DPC-12 staff. The spraying area cover all households located in a circle of 100 m radius.

2.4 Ovitrap Collection

Base on guideline of WHO [10], the oviposition activity of adult female *Ae. aegypti* populations in treated area were monitored at pre- and post-space spraying by using infusion-baited ovitraps. A total of 45 households were randomly collected ovitraps in March 2014. Ovitraps were placed indoors (living room, bath room or kitchen) and outdoors (sheltered areas) of houses. Ovitrap collections were performed and replaced at the same time every two day on day of spraying (D0), and after 2 (D2), 4 (D4) and 6 (D6) days of spraying in the same house. The percentage of positive ovitraps and the number of eggs per trap were counted in the laboratory with the aid of a magnifying glass at Faculty of Medical Technology, Prince of Songkla University.

2.5 Spatial Clustering Analysis

To display and analyze spatial data of households and ovitrap survey we used Spatial Analyst Tools and Spatial Statistics Tools [15] in ArcGIS 10.1 (ESRI ArcGISTM, Redlands, CA, United States) with high-resolution satellite images from Southern Regional Geo-Informatics and Space Technology Center, Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University.

2.5.1 Spatial Clustering Of Sprayed Houses and Area

The spatial analyses were carried out on dataset of geo-located houses in spraying areas. To determined the distribution of sprayed houses, we used Average Nearest Neighbor Analysis to calculate mean distance of houses, and to identify the location of cluster or hotspots of significant sprayed houses (unsprayed, outdoor sprayed and indoor plus outdoor sprayed houses) by using Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I) [15]. We used Kernel Density to calculate and display the density of sprayed area.

2.5.2 Spatial Clustering of Ovitrap Collections

To determine the distribution of ovitraps, we used Average Nearest Neighbor Analysis to calculate mean distance of ovitrap collected houses. We used Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*) to identify statistically significant hot spots and cold spots of number of *Ae. aegypti* eggs, and to identify the location of hotspots by using Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I). To illustrated the spatial pattern of *Ae. aegypti* eggs, we used Kriging Interpolation to create prediction maps [15].

3.0 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 The Mosquito Oviposition Survey Data

A total of 253 ovitraps, comprising 124 (49%) indoor ovitraps and 129 (51%) outdoor ovitraps, were collected with the percentage of positive ovitraps of 53 (indoor traps) and 47 (outdoor traps), and the mean numbers of *Ae. aegypti* eggs per trap (SD) of 14(24) indoor traps and 14(37) outdoor traps. In a comparison between the two places (indoor and outdoor) of ovitrap, there were not significantly different.

3.2 Spatial Cluster of Sprayed Houses

A total of 444 houses, comprising 208 (46.8%) unsprayed houses, 70 (15.8%) only outdoor sprayed houses and 166 (37.4%) indoor plus outdoor sprayed houses, located in Thasaan treatment area. Global Moran's I analysis of study sites revealed that types of sprayed houses was significantly clustered (Table 1). The result revealed that high coverage of indoor insecticide spraying as vector control intervention need more community involvement with awareness of household owner to allow inside house spraying. Because indoor sprayed was more effective to suppress the transmitted mosquito [16], two clusters of households (unsprayed and only outdoor sprayed) likely be still habitats of *Ae. aegypti* mosquito which is risk areas of dengue infection after conducted space spraying.

Table 1 Spatial characteristics of houses and ovitraps survey data in Thasaan community

Spatial characteristics of survey data	Thasaan
Data of collected ovitrap houses	
Number of collected ovitrap houses	45
Mean distance to the nearest neighbor (m)	18.1
Data of sprayed houses	
Number of sprayed houses (100 m radius)	444
Number of unsprayed houses (%)	208 (46.8)
Number of outdoor sprayed houses (%)	70 (15.8)
Number of indoor plus outdoor sprayed houses (%)	166 (37.4)
Mean distance to the nearest neighbor (m)	5.6
Global Moran's I analysis of sprayed houses	
Moran's Index	0.04
Z-score	2.07
P-value	0.04
Spatial pattern of type of sprayed houses	Cluster

3.3 Distribution of Insecticide Spraying

As Figure 2 (A) shows, the maps of high and low value of indoor sprayed houses was determined by using Anselin Local Moran's I, and displayed spatial pattern by using Kernel density analysis. The method can be help to visualize the spatial distribution of insecticide sprayed. In the next study, to improve the method meteorological factors such as win speed and direction should be use to determined the density of insecticide sprayed [17].

3.4 Distribution of Dengue Mosquito Population

Result of Global Moran's I analysis, there were only significantly clustered of *Ae. aegypti* eggs after space spraying on D4 (Table 2). In addition, the number of hotspots was detected throughout the follow up period, but little locations of hotspots were identified.

As Figure 2 (B) shows, the distribution of *Ae. aegypti* mosquito populations were estimated by using Kriging Interpolation of the number of *Ae. aegypti* eggs per trap by days.

Ovitrap has the potential for predicting adult mosquito abundance [18]. As Table 2 shows, adult female *Ae. aegypti* mosquito activity were cluster detected within four days after ULV spraying. The spatial cluster of adult mosquito abundance was presented by the prediction map (Figure 2 (B)). Base on result, the escape effect of external ULV spray likely play a role in the spread of transmitted mosquito and required further investigation.

Table 2 Spatial distribution of *Ae. eagypti* mosquito after spraying by day of collections of ovitraps in Thasaan study site

Day of collection	Spatial analysis of number of *Aedes aegypti* mosquito eegs per traps	Thasaan	
		Indoor	Outdoor
D_0	Global Moran's I analysis (Cluster detected?)	No	No
	Local Moran's I analysis (Number of clusters)	-	1
	Hot spot analysis (Number of hot spots)	4	1
D_2	Global Moran's I analysis (Cluster detected?)	No	No
	Local Moran's I analysis (Number of clusters)	-	2
	Hot spot analysis (Number of hot spots)	1	3
D_4	Global Moran's I analysis (Cluster detected?)	Yes	No
	Local Moran's I analysis (Number of clusters)	2	1
	Hot spot analysis (Number of hot spots)	3	3
D_6	Global Moran's I analysis (Cluster detected?)	No	No
	Local Moran's I analysis (Number of clusters)	1	2
	Hot spot analysis (Number of hot spots)	3	1

3.5 Risk Households of Dengue Infection

Mapping of risk households of dengue infection were demonstrated in Figure 2 (C) by using overlay analysis of the spatial clustering maps (insecticide spray density map, sprayed houses map and distribution map of *Ae. aegypti* after spraying). To identify high risk households of dengue virus infection, house constructed with corrugated iron sheet and full windows screened [19], and house without being insecticide sprayed were key factors of dengue risk identification.

The results and maps (Figure 2) showed that the spatial distribution patterns of dengue vector after insecticide spraying were significant difference from the baseline. The recovery patterns of *Ae. aegypti* populations were found to be significantly clustered in households located near the border of spraying area within four days after space spraying. In addition, the map revealed that all unsprayed houses located within detected cluster of *Ae. aegypti* populations could be high risk of dengue virus infection after conducted space spraying. The finding of clustering pattern of dengue vector may be related to the behavioral responses of mosquitos to chemical control [4] and environmental factors, housing and man-made breeding sites [1, 16]. However, the limitation of the study was the number of study site. This suggests that the spatial correlation between dengue vector density within insecticide treated areas and environmental factors need further study.

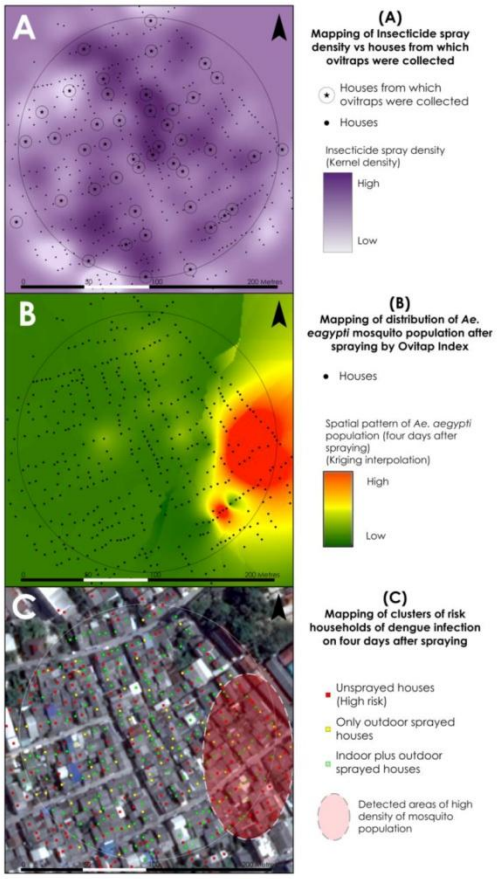


Figure 2 Set of maps showing the results of spatial clustering analysis of the study, A: Mapping insecticide spray density vs houses from which ovitraps were collected, B: Mapping of distribution of *Ae. aegypti* population after spraying by ovitap index, C: Mapping of clusters of risk households of dengue infection on four days after spraying

4.0 CONCLUSION

This study demonstrated the use of spatial clustering analysis to predict risk households of dengue virus infection in endemic urban area after insecticide spraying measure using ovitrap index. The spatial approach can be applied to identify the high risk area of dengue virus infection in household scale which is informative data to reduce and control dengue outbreak in community level. In addition, this method could be use for improving the coverage of space spraying application. The spatial and temporal risk factor analysis can be potential tools for developing the local strategies of dengue prevention and control [20]. However, the spatial association of dengue vector populations, environmental factors and the coverage of insecticide spraying require future study.

Acknowledgement

We would like to acknowledge the DPC-12 vector borne staff and Songkhla City municipality for their good support and cooperation. This study was supported by the Graduated School of Prince of Songkla University.

References

[1] World Health Organization. 2009. *Dengue: Guidelines For Diagnosis, Treatment, Prevention And Control*. France: WHO.

[2] Esu, E., Lenhart, A., Smith, L. and Horstick, O. 2010. Effectiveness Of Peridomestic Space Spraying With Insecticide On Dengue Transmission; Systematic Review. *Tropical Medicine & International Health.* 15(5): 619-631.

[3] Bonds, J. A. S. 2012. Ultra-Low-Volume Space Sprays In Mosquito Control: A Critical Review. *Medical and Veterinary Entomology.* 26(2): 121-130.

[4] Chareonviriyaphap, T., Bangs, M. J., Suwonkerd, W., Kongmee, M., Corbel, V. and Ngoen-Klan, R. 2013. Review Of Insecticide Resistance And Behavioral Avoidance Of Vectors Of Human Diseases In Thailand. *Parasit Vectors.* 6(280): 1-28.

[5] Cooperband, M. F., Golden, F. V., Clark, G. G., Jany, W. and Allan, S. A. 2010. Prallethrin-Induced Excitation Increases Contact Between Sprayed Ultralow Volume Droplets And Flying Mosquitoes (Diptera: Culicidae) In A Wind Tunnel. *Journal of medical entomology.* 47(6): 1099-1106.

[6] Koenraadt, C., Aldstadt, J., Kijchalao, U., Kengluecha, A., Jones, J. and Scott, T. 2007. Spatial And Temporal Patterns In The Recovery Of Aedes Aegypti (Diptera: Culicidae) Populations After Insecticide Treatment. *Journal of Medical Entomology.* 44(1): 65-71.

[7] Sudsom, N., Techato, K., Thammapalo, S., Chongsuvivatwong, V. and Pengsakul, T. 2015. High Resurgence Of Dengue Vector Populations After Space Spraying In An Endemic Urban Area Of Thailand: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* 5(11): 965-970.

[8] Achee, N., Masuoka, P., Smith, P., Martin, N., Chareonviryiphap, T., Polsomboon, S., Hendarto, J. and Grieco, J. 2012. Identifying The Effective Concentration For Spatial Repellency Of The Dengue Vector *Aedes aegypti*. *Parasites & Vectors.* 5: 300-300.

[9] Eisen, L. and Lozano-Fuentes, S. 2009. Use of Mapping and Spatial and Space-Time Modeling Approaches in Operational Control of *Aedes aegypti* and Dengue. *PLoS Negl Trop Dis.* 3(4): e411.

[10] Reiter, P. and Nathan, M. B. 2001. *Guidelines For Assessing The Efficacy Of Insecticidal Space Sprays For Control Of The Dengue Vector Aedes aegypti*. Geneva: WHO.

[11] Estallo, E. L., Más, G., Vergara-Cid, C., Lanfri, M. A., Ludueña-Almeida, F., Scavuzzo, C. M., Introini, M. V., Zaidenberg, M. and Almirón, W. R. 2013. Spatial Patterns of High *Aedes aegypti* Oviposition Activity in Northwestern Argentina. *PLoS ONE.* 8(1): e54167.

[12] Wen, T.-H., Lin M.-H., Teng H.-J. and Chang N.-T.. 2015. Incorporating The Human-Aedes Mosquito Interactions Into Measuring The Spatial Risk Of Urban Dengue Fever. *Applied Geography.* 62: 256-266.

[13] de Melo, D. P. O., Scherrer L. R. and Eiras A. E.. 2012. Dengue Fever Occurrence And Vector Detection By Larval Survey, Ovitrap And Mosquitrap: A Space-Time Clusters Analysis. *PLoS ONE.* 7(7): e42125-e42125.

[14] World Health Organization. 2009. *Guidelines For Efficacy Testing Of Insecticides For Indoor And Outdoor Ground-Applied Space Spray Applications*. Geneva: WHO.

[15] Azil, A. H., Bruce, D. and Williams, C. R. 2014. Determining The Spatial Autocorrelation Of Dengue Vector Populations: Influences Of Mosquito Sampling Method, Covariables, And Vector Control. *Journal of Vector Ecology.* 39(1): 153-163.

[16] World Health Organization. 2011. *Comprehensive Guidelines For Prevention And Control Of Dengue And Dengue Haemorrhagic Fever*. India: WHO.

[17] Schleier, J. J., Peterson R. K., Irvine K. M., Marshall L. M., Weaver D. K. and Preftakes C. J. 2012. Environmental Fate Model For Ultra-Low-Volume Insecticide Applications Used For Adult Mosquito Management. *Science of the Total Environment.* 438: 72-79.

[18] Codeço, C. T., Lima A., Araújo S. C., Lima J., Maciel-de-Freitas R., Honório N. A., Galardo A., Braga I. A., Coelho G. E. and Valle D. 2015. Surveillance of *Aedes aegypti*: Comparison of House Index with Four Alternative Traps. *PLoS Negl Trop Dis.* 9(2): e0003475.

[19] Thammapalo, S., Meksawi S. and Chongsuvivatwong V. 2012. Effectiveness of Space Spraying on the Transmission of Dengue/Dengue Hemorrhagic Fever (DF/DHF) in an Urban Area of Southern Thailand. *Journal of Tropical Medicine.* 2012: 7.

[20] Naish, S., Dale P., Mackenzie J. S., McBride J., Mengersen K. and Tong S. 2014. Spatial and Temporal Patterns of Locally-Acquired Dengue Transmission in Northern Queensland, Australia, 1993–2012. *PLoS ONE.* 9(4): e92524.

ภาคผนวก ข
(เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย)

ชุมชน **(03) เก้าเส้ง**..... เทศบาลนครสงขลา บ้านเลขที่ ประเภท ( ) บ้าน A เก็บยุงตัวแก่และกับดักไข่ยุง ( ) บ้าน B เก็บเฉพาะกับดักไข่ยุง ( ) บ้านสำรอง เก็บข้อมูลทดแทนบ้านที่ขาดไป	**บันทึกข้อมูลการพ่นเคมีฝอยละเอียดในงานวิจัย** วันที่ 17 ตุลาคม 2557 d1.ไม่ได้รับการพ่นเคมี ( ) บ้านปิด ( ) ไม่อนุญาตให้พ่นเคมี d2. ได้รับการพ่นเคมี ( ) พ่นเฉพาะรอบบ้าน ( ) พ่นทั้งในและรอบบ้าน

แบบสอบถาม เรื่อง การพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกในชุมชน

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นเคมีฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธีพ่นตามปกติเขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย: การศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม” มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้านลักษณะของปัจจัยรบกวนด้านสิ่งแวดล้อมที่มีต่อประสิทธิผลการพ่นเคมีฝอยละเอียดในการควบคุมไข้เลือดออกเขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของหลังคาเรือน

ส่วนที่ 2 ลักษณะของอาคารหรือที่พักอาศัย สภาพแวดล้อมภายในและภายนอก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านทัศนคติ ความรู้และพฤติกรรม ที่มีต่อการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมไข้เลือดออก

คำตอบที่ได้รับจะไม่มีผลกระทบหรือทำให้ท่านเสียหายแต่อย่างใด การวิเคราะห์ข้อมูลจะนำเสนอในภาพรวมระดับของกลุ่มบ้านและชุมชนโดยไม่แยกนำเสนอหรือวิเคราะห์เป็นรายหลังคาเรือน

ในการวิจัยครั้งนี้บ้านที่อยู่อาศัยของท่านจะได้รับ

[ ] 1. การพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกจำนวน 1 ครั้ง ระหว่างเวลา 08.30-11.30 น. ใน วันที่ .... 17 ตุลาคม 2557

[ ] 2. การสำรวจยุงลายในบ้าน ระหว่างเวลา 08.30-11.30 น. ประกอบด้วย

( ) วางกับดักไข่ยุงลายในบ้าน 2 กับดัก รอบบ้าน 2 กับดัก จำนวน 4 ครั้ง ในวันที่ ...15, 17, 19 และ 21 ตุลาคม 2557

( ) จับยุงลายในบ้านโดยสวิง จำนวน 4 ครั้ง ในวันที่ ... 15, 18, 19 และ 23 ตุลาคม 2557.

งานวิจัยในครั้งนี้คงสำเร็จลงไม่ได้ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณในความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมาและเข้าร่วมการวิจัย ณ โอกาสนี้ เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ

นายนภดล สุดสม
นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ข้าพเจ้าได้รับทราบข้อมูลด้านขั้นตอนการวิจัยในชุมชน ประโยชน์และวิธีการที่ถูกต้องเพื่อลดความเสี่ยงด้านสุขภาพของสมาชิกในบ้านเมื่อได้รับการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออก และมีความยินดีที่จะเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

ลงชื่อ (เจ้าบ้าน/ตัวแทน) ..... วันที่ .....

ลงชื่อ (ผู้ชี้แจงแบบสอบถาม) ..... วันที่ .....

แบบสอบถาม เรื่อง การพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกในชุมชน

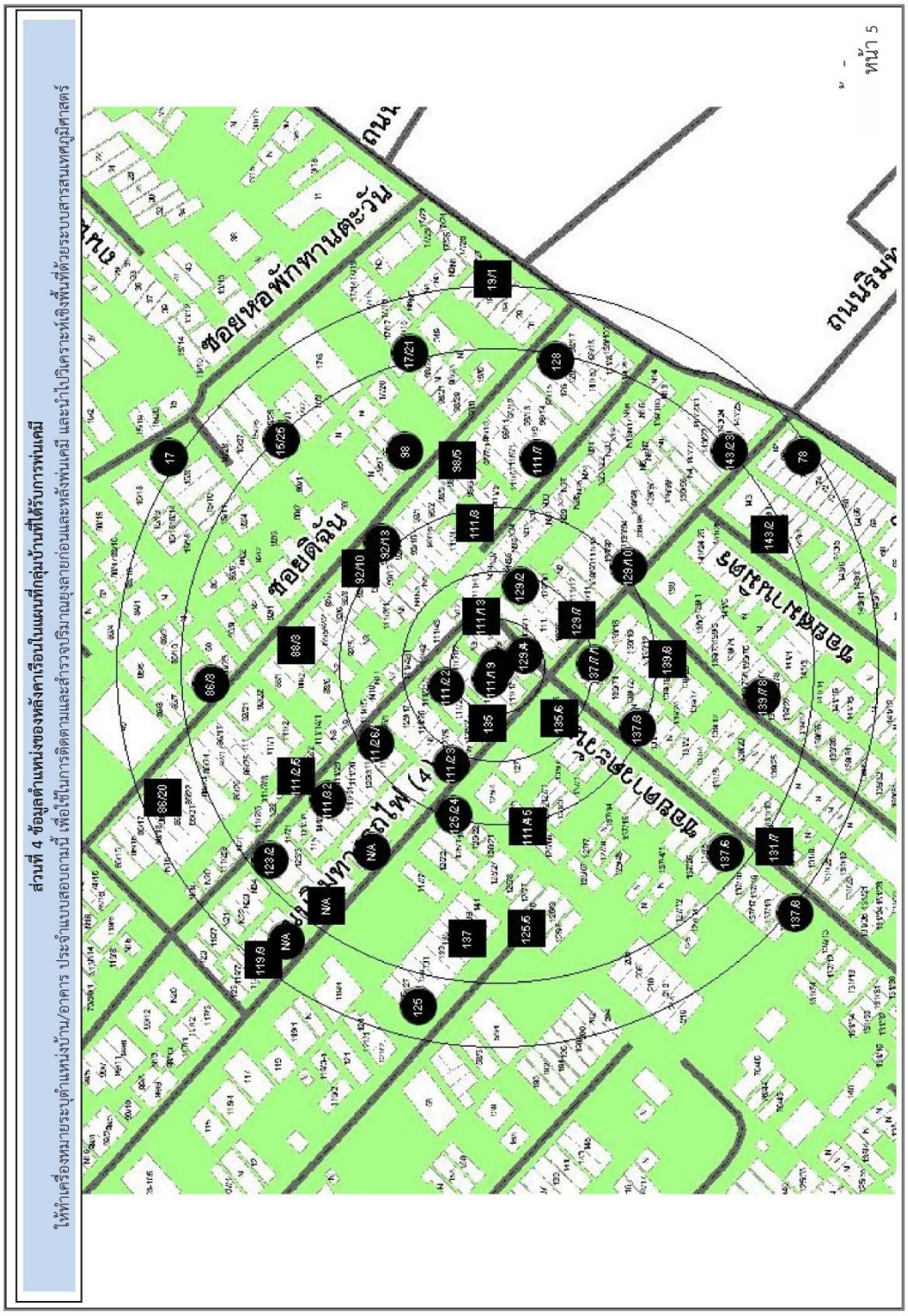
คำชี้แจงโปรดใส่เครื่องหมาย √ ลงใน [ ] หรือกรอกข้อมูล ที่ตรงกับความเป็นจริงหรือสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของหลังคาเรือน	รหัสข้อมูล (ทีมวิจัยกรอก)
ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม	
1. อายุ.....ปี	i1 .....
2. เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง	i2 .....
3. เชื้อชาติ [ ] ไทย [ ] อื่นๆ ระบุ.....	i3 .....
4. ระดับการศึกษาสูงสุด [ ] ไม่ได้เรียน [ ] ประถมศึกษา [ ] มัธยมศึกษาตอนต้น [ ] มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. [ ] อนุปริญญา/ปวส. [ ] ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	i4 .....
5. อาชีพ [ ] นักศึกษา [ ] แม่บ้าน [ ] รับจ้างทั่วไป [ ] ค้าขาย/ธุรกิจ [ ] พนักงานเอกชน [ ] รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ/อปท. [ ] เกษตรกรรม [ ] ประมง [ ] อื่นๆ ระบุ.....	i5 .....
ข้อมูลหลังคาเรือนและชุมชน	
1. บ้านเลขที่..... ถนน..... อ.เมือง จ.สงขลา	a1 .....
2. จำนวนผู้อาศัยทั้งหมด ..... คน ชาย ..... คน หญิง ..... คน	a2 ..... a21 .....
	a22 .....
3. ผู้อาศัยอายุต่ำกว่า 14 ปี ..... คน 15 – 24 ปี ..... คน 60 ปี ขึ้นไป ..... คน	a31 .....
	a32 .....
4. ศาสนาประจำครอบครัว [ ] พุทธ [ ] อิสลาม [ ] คริสต์ [ ] อื่นๆ ระบุ.....	a33 .....
	a4 .....
5. ในระยะเวลา 4 เดือนที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน ท่านเคยได้รับการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงในบ้านหรือไม่ [ ] ไม่เคย [ ] เคย (ตอบรายละเอียด ข้อ 6 และ 7)	a5 .....
6. จำนวนครั้งที่ได้รับการพ่นเคมี [ ] 1 ครั้ง ในเดือน..... พ่นโดย [ ] เทศบาลนครสงขลา [ ] อื่นๆ ระบุ..... [ ] 2 ครั้ง ในเดือน.....พ่นโดย [ ] เทศบาลนครสงขลา [ ] อื่นๆ ระบุ..... [ ] มากกว่า 2 ครั้ง ในเดือน.....พ่นโดย [ ] เทศบาลนครสงขลา [ ] อื่นๆ ระบุ.....	a6 .....
7. จากข้อ 6 วิธีการพ่นเคมีที่ใช้คือ [ ] ไม่ทราบ [ ] พ่นหมอกควัน [ ] พ่นฝอยละเอียด [ ] อื่นๆ ระบุ.....	a7 .....
8. ปัจจุบันท่านมีการกำจัดยุงในบ้านที่อยู่อาศัยหรือไม่ [ ] ไม่มี [ ] มี (รายละเอียด ข้อ 9)	a8 .....
9. มีการควบคุมและกำจัดยุงในบ้านที่อยู่อาศัยโดย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
[ ] ใช้ทรายทีมีฟอส [ ] เลี้ยงปลากินลูกน้ำ [ ] ใช้เม็ดหรือผงแบคทีเรีย	a91 .....
[ ] ใช้มุ้งชุบเคมี (ITN) [ ] ใช้กับดักไฟฟ้า [ ] ใช้ยาจุดกันยุง	a92 .....
[ ] ใช้ไม้ช็อตยุงไฟฟ้า [ ] ใช้ยากันยุงไฟฟ้า [ ] ใช้ยาฉีดยุงชนิดกระป๋องสเปรย์	a93 .....
[ ] อื่นๆ ระบุ	a94 .....

10. ชุมชนมีการรณรงค์กำจัดแหล่งเพาะพันธ์ยุงลายหรือไม่ [ ] ไม่มี [ ] มี (ระบุ ข้อ 11 และ 12)	a10 .....
11. กิจกรรมการรณรงค์กำจัดแหล่งเพาะพันธ์ยุงลายในชุมชน คือ	
12. ความถี่ของกิจกรรมการรณรงค์กำจัดแหล่งเพาะพันธ์ยุงลายในชุมชน [ ] สัปดาห์ละครั้ง [ ] เดือนละครั้ง [ ] 2 – 6 เดือนต่อครั้ง [ ] ปีละครั้ง	a12 .....
13. ในปี พ.ศ. 2556 - 2557 ที่ผ่านมามีสมาชิกในบ้านของท่านป่วยเป็นไข้เลือดออกหรือไม่ [ ] มี [ ] ไม่มี [ ] ไม่ทราบ	a13 .....
14. ในปี พ.ศ. 2556 - 2557 ที่ผ่านมาชุมชนของท่านมีผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกหรือไม่ [ ] มี [ ] ไม่มี [ ] ไม่ทราบ	a14 .....

ส่วนที่ 2 ลักษณะของอาคารหรือที่พักอาศัย สภาพแวดล้อมภายในและภายนอก	รหัสข้อมูล (ทีมวิจัยกรอก)
1. ลักษณะชุมชน [ ] แออัด [ ] พาณิชย์ [ ] บ้านจัดสรร [ ] บ้านพักอาศัยไม่แออัด	b1 .....
2. ลักษณะของอาคาร [ ] สิ่งปลูกสร้างไม่ถาวร [ ] บ้านเดี่ยว [ ] ตึกแถว [ ] ทาวน์เฮาส์ [ ] อพาร์ทเม้นท์ [ ] อื่นๆ ระบุ.....	b2 .....
3. การใช้สอย [ ] พักอาศัยอย่างเดียว [ ] พักอาศัยและพาณิชย์ ระบุ..... [ ] พักอาศัยและสำนักงาน [ ] อื่นๆ.....	b3 .....
4. วัสดุหลังคา [ ] ใบไม้/หญ้า [ ] สังกะสี/โลหะ [ ] กระเบื้อง [ ] คอนกรีต [ ] อื่นๆ.....	b4 .....
5. วัสดุผนังและตัวบ้าน [ ] ไม้ [ ] สังกะสี/โลหะ [ ] กระเบื้อง [ ] คอนกรีต [ ] อื่นๆ.....	b5 .....
6. จำนวนชั้น [ ] 1 ชั้น [ ] 2 ชั้น [ ] 3-4 ชั้น [ ] มากกว่า 4 ชั้น	b6 .....
7. จำนวนห้องนอน [ ] 1 ห้อง [ ] 2 ห้อง [ ] 3-4 ห้อง [ ] มากกว่า 4 ห้อง	b7 .....
8. จำนวนห้องน้ำ [ ] 1 ห้อง [ ] 2 ห้อง [ ] 3-4 ห้อง [ ] มากกว่า 4 ห้อง	b8 .....
9. จำนวนห้องอื่นๆ [ ] 1 ห้อง [ ] 2 ห้อง [ ] 3-4 ห้อง [ ] มากกว่า 4 ห้อง	b9 .....
10. การติดมุ้งลวด [ ] ไม่มี [ ] มีเฉพาะห้องนอน [ ] มีทุกห้อง	b10 .....
11. แหล่งน้ำใช้ [ ] บ่อน้ำตื้น [ ] บ่อบาดาล [ ] น้ำฝน [ ] น้ำประปา [ ] อื่นๆ ระบุ.....	b11 .....
12. ความเพียงพอของปริมาณน้ำใช้ [ ] ไม่เพียงพอตลอดปี [ ] มีเพียงพอตลอดปี	b12 .....
13. การกักเก็บน้ำใช้ [ ] ไม่มี [ ] มีโดยภาชนะไม่มีฝาปิด [ ] มีโดยภาชนะมีฝาปิด	b13 .....
14. ระบบท่อระบายน้ำ [ ] ไม่มี [ ] มีแต่มีน้ำขัง [ ] มีและระบายน้ำดีไม่มีน้ำขัง	b14 .....
15. การกำจัดมูลฝอยในบ้าน [ ] กำจัดเอง ระบุ..... [ ] กำจัดโดยเทศบาล	b15 .....
16. มีกองมูลฝอยในบริเวณบ้าน [ ] มี [ ] ไม่มี	b16 .....
17. มียางรถยนต์เก่าในบริเวณบ้าน [ ] มี [ ] ไม่มี	b17 .....
18. มีการจัดสวนหย่อมและจานรองกระถางในบริเวณบ้าน [ ] มี [ ] ไม่มี	b18 .....
19. มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมในบริเวณบ้าน [ ] มี [ ] ไม่มี	b19 .....
20. มีพื้นที่สวนหรือป่าไม้ในระยะ 50 เมตร [ ] มี [ ] ไม่มี	b20 .....
21. มีแหล่งน้ำ สระ แม่น้ำ ลำคลอง ในระยะ 50 เมตร [ ] มี [ ] ไม่มี	b21 .....
22. มีแหล่งทิ้ง เก็บหรือกองมูลฝอย ในระยะ 50 เมตร [ ] มี [ ] ไม่มี	b22 .....
23. มีสถานประกอบการ/โรงงาน ในระยะ 50 เมตร [ ] มี [ ] ไม่มี	b23 .....
24. มีสถานประกอบการซื้อ/เก็บของเก่า ในระยะ 50 เมตร [ ] มี [ ] ไม่มี	b24 .....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านทัศนคติ ความรู้และพฤติกรรม ที่มีต่อการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมไข้เลือดออก (ใส่เครื่องหมาย / ในช่องที่สอดคล้องตามระดับความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูล)						รหัสข้อมูล (ทีมวิจัยกรอก)
รายการคำถาม	ระดับของความคิดเห็น					
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	
1. การพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถฆ่ายุงลายตัวแกในบ้านและชุมชนอย่างได้ผล						c1
2. การพ่นเคมีในบ้านและรอบบ้านเพื่อกำจัดยุงลาย มีความปลอดภัยต่อสุขภาพของคนผู้พักอาศัยในบ้าน						c2
3. การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้าน เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงและสัตว์ชนิดอื่นๆ						c3
4. การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้าน จะเกิดสารเคมีตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ยาฆ่าแมลง น้ำมัน เป็นต้น						c4
5. การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายมี 2 แบบ คือ การพ่นหมอกควันกับการพ่นฝอยละเอียด (ULV)						c5
6. ควรพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในชุมชนเป็นประจำทุกเดือนเพื่อป้องกันโรคไข้เลือดออก						c6
7. ควรปกปิดอาหารและน้ำดื่มก่อนการพ่นเคมี						c7
8. เพื่อกำจัดยุงลายให้ได้ผลดี ควรพ่นเคมีบริเวณรอบตัวบ้านหรือท่อระบายน้ำให้มากกว่าบริเวณอื่นๆ						c8
9. ไม่จำเป็นต้องพ่นเคมีทั้งชุมชนในการควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก ควรพ่นเคมีเฉพาะบริเวณบ้านผู้ป่วยไข้เลือดออกและบ้านที่อยู่ใกล้เคียงบ้านผู้ป่วยเท่านั้น						c9
10. การพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชนได้						c10



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแผนที่แสดงการกำหนดจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศในบริเวณโครงการ

เอกสารรับรองของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารเพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ได้พิจารณาและรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยนี้ ดังนี้

รหัสโครงการ	:	57-068-19-9
ประเภทงานวิจัย		Exempt review
ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)	:	การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ประชากรยุงลายบ้านพาหะไข้เลือดออกหลังจากการพ่นเคมีฝอยละเอียดตามแบบมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธีพ่นตามปกติเขตเมืองภาคใต้ตอนล่างประเทศไทย: การศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มโดยมีกลุ่มควบคุม
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ)	:	Variability of entomological parameters of the dengue vector Aedes aegypti populations after standard indoor ultra low volume (SID-ULV) versus regular space spraying in an urban area of lower southern Thailand: a cluster-randomized controlled trial
หัวหน้าโครงการวิจัย	:	นายนภดล สุดสม
หน่วยงานที่สังกัด	:	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
เอกสารที่รับรอง	:	1. แบบเสนอโครงการวิจัย 2. แบบบันทึกข้อมูล 3. ประวัติผู้วิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดำเนินการให้การรับรองโรงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guidelines และ The international Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

.....

(รองศาสตราจารย์นายแพทย์บุญสิน ตั้งตระกูลวนิช)
รองประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

วันที่รับรอง : 7 มีนาคม 2557
วันที่หมดอายุ : 6 มีนาคม 2558

ภาคผนวก ค

(ข้อมูลจากการสำรวจแบบสอบถามเรื่อง การพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกในชุมชน)

ข้อมูลจากการสำรวจแบบสอบถามเรื่อง

การพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกในชุมชน

1. ข้อมูลทั่วไป

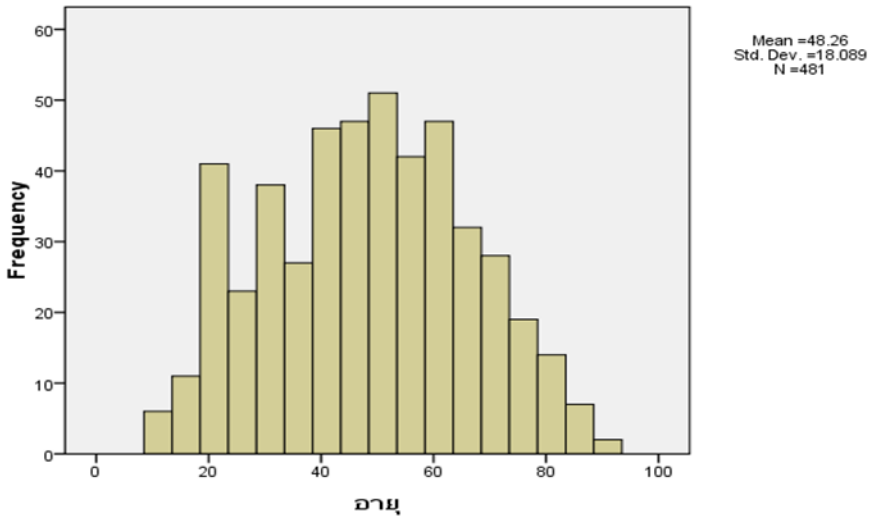
1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จำนวนหลังคาเรือนรวมทั้งหมด 481 หลัง ใน 12 ชุมชน ของเทศบาลนครสงขลา ได้รับการสำรวจแบบสอบถามเรื่อง การพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกในชุมชน โดยมีรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนแบบสอบถามที่ได้รับการสำรวจ 12 ชุมชน เทศบาลนครสงขลา

ลำดับ	ชื่อชุมชน	จำนวนแบบสอบถาม
1	กุโบร์	38
2	เก้าเส้ง	40
3	ท่าสะอ้าน	45
4	นอกสวน	34
5	บ่อนวัวเก่า	43
6	บ้านบน	33
7	ร่วมใจพัฒนา	43
8	วชิราซอยคู่	43
9	วังเขียววังขาว	43
10	วัดชัยมงคล	40
11	ศาลาหัวยาง	37
12	วัดสระเกษ	42
	รวม	**481**

โดยในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 481 คน มีอายุอยู่ในช่วงตั้งแต่ 11 ถึง 93 ปี โดยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มอายุช่วง 40 ถึง 60 ปี (ดังภาพที่ 1) และส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 344 คน (71.5 %) เพศชาย 137 คน (28.5 %)



ภาพที่ 1 Histogram กลุ่มอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาที่ระดับประถมศึกษา ร้อยละ 39.3 รองลงมาคือระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า ร้อยละ 19.8 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับวุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับวุฒิการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ไม่ได้เรียน	24	5.0
ประถมศึกษา	189	39.3
มัธยมศึกษาตอนต้น	71	14.8
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	65	13.5
อนุปริญญา/ปวส.	37	7.7
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	95	19.8
รวม	**481**	**100**

ผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่มีอาชีพค้าขายหรือประกอบธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 33.5 รองลงมาคือแม่บ้าน ร้อยละ 23.3 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
นักศึกษา	46	9.6
แม่บ้าน	112	23.3
รับจ้างทั่วไป	94	19.5
ค้าขาย/ธุรกิจ	161	33.5
พนักงานเอกชน	15	3.1
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ/อปท.	21	4.4
เกษตรกร	3	0.6
ประมง	4	0.8
อื่นๆ	25	5.2
รวม	**481**	**100**

1.2 ข้อมูลการกำจัดยุงในบ้านพักอาศัย

ทั้ง 12 ชุมชนโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 75 มีการกำจัดยุงในบ้านเรือน โดยชุมชนบ้านบนมีอัตราการกำจัดยุงในบ้านมากที่สุดที่ร้อยละ 90 ส่วนชุมชนร่วมใจพัฒนามีการกำจัดยุงในบ้านน้อยที่สุดที่ร้อยละ 65 ดังข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของการกำจัดยุงในบ้านเรือนของชุมชน

		ไม่มีการกำจัดยุงในบ้าน		มีการกำจัดยุงในบ้าน		
ลำดับ	**ชื่อชุมชน**	**จำนวน**	**ร้อยละ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**	**รวม**
1	กุโบร์	7	18.4	31	81.6	38
2	เก้าเส้ง	6	15.0	34	85.0	40
3	ท่าสะอ้าน	8	17.8	37	82.2	45
4	นอกสวน	10	29.4	24	70.6	34
5	บ่อนวัวเก่า	19	44.2	24	55.8	43
6	บ้านบน	3	9.1	30	90.9	33
7	ร่วมใจพัฒนา	15	34.9	28	65.1	43
8	วชิราซอยคู่	14	32.6	29	67.4	43
9	วังเขียววังขาว	10	23.3	33	76.7	43
10	วัดชัยมงคล	8	20.0	32	80.0	40
11	ศาลาหัวยาง	10	27.0	27	73.0	37
12	วัดสระเกษ	10	23.8	32	76.2	42
	รวม	**120**	**24.9**	**361**	**75.1**	481

ทั้ง 12 ชุมชนโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 26.4 มีการใช้ยาจุดกันยุงเพื่อกำจัดยุงในบ้านเรือน รองลงมาได้แก่การใช้ยาฉีดยุงชนิดกระป๋องเสปรย์ร้อยละ 23.4 และทรายทีมีฟอส ร้อยละ 15.9 ตามลำดับ ดังข้อมูลในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละของวิธีการควบคุมและกำจัดยุงลายในบ้านพักอาศัย

		ร้อยละของวิธีการควบคุมและกำจัดยุงลายในบ้านพักอาศัย										
ลำดับ	**ชื่อชุมชน**	**ใช้ทรายทีมีฟอส**	**เลี้ยงปลากินลูกน้ำ**	**ใช้เม็ด/ผงแบคทีเรีย**	**ใช้มุ้งชุบเคมี**	**ใช้กับดักไฟฟ้า**	**ใช้กับดักไฟฟ้า**	**ใช้ยาจุดกันยุง**	**ใช้ไม้ช็อตยุงไฟฟ้า**	**ใช้ยากันยุงไฟฟ้า**	**ใช้ยาฉีดยุงชนิดกระป๋องเสปรย์**	**อื่นๆ**
1	กุโบร์	15.9	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	13.6	2.3	13.6	2.3
2	เก้าเส้ง	2.4	2.4	0.0	0.0	2.4	2.4	57.1	2.4	14.3	16.7	0.0
3	ท่าสะอ้าน	12.5	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4	16.7	2.1	27.1	0.0
4	นอกสวน	18.4	5.3	2.6	0.0	2.6	2.6	10.5	13.2	2.6	42.1	0.0
5	บ่อนวัวเก่า	9.1	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	12.1	3.0	30.3	3.0
6	บ้านบนร่วมใจ	28.9	6.7	0.0	0.0	2.2	2.2	26.7	20.0	4.4	8.9	0.0
7	พัฒนา	23.6	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	14.5	7.3	29.1	0.0
8	วชิราชอยคู่วังเขียววัง	22.5	7.5	0.0	7.5	0.0	0.0	32.5	7.5	5.0	17.5	0.0
9	ขาว	8.3	4.2	0.0	0.0	2.1	2.1	16.7	33.3	0.0	25.0	8.3
10	วัดชัยมงคลศาลาหัว	21.1	8.8	0.0	0.0	1.8	1.8	15.8	17.5	3.5	21.1	8.8
11	ยาง	13.0	18.5	1.9	1.9	0.0	0.0	16.7	18.5	1.9	22.2	5.6
12	วัดสระเกษ	12.5	14.6	4.2	0.0	2.1	4.2	12.5	16.7	2.1	29.2	2.1
	รวม	**15.9**	**7.8**	**0.7**	**0.7**	**1.1**	**1.3**	**26.4**	**15.9**	**4.0**	**23.4**	**2.7**

2. ข้อมูลลักษณะทางอนามัยสิ่งแวดล้อมของชุมชนและหลังคาเรือน

2.1 ลักษณะกายภาพของบ้านและที่พักอาศัย

ลักษณะที่พักอาศัยทั้ง 12 ชุมชน ที่ได้รับการสอบถามโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 62.2 เป็นบ้านเดี่ยว โดยรองลงมาเป็นตึกแถวร้อยละ 27.4 (ดังข้อมูลในตารางที่ 6) โดยที่ตั้งของหลังคาเรือนที่ได้รับการสอบถามอยู่ในเขตชุมชนแออัดและเขตที่ไม่แออัดพอๆกันคือ ร้อยละ 47.8 และ 42.6 โดยที่เหลือตั้งอยู่ในย่านการพาณิชย์หรือค้าขายที่ร้อยละ 7.9 ซึ่งบ้านที่ได้รับการสอบถามโดยส่วนใหญ่ใช้พักอาศัยอย่างเดียวที่ร้อยละ 74 รองลงมาเป็นการใช้พักอาศัยและประกอบการพาณิชย์ที่ร้อยละ 25

ตารางที่ 6 ร้อยละของลักษณะที่พักอาศัยทั้ง 12 ชุมชน ที่ได้รับการสอบถาม

		สิ่งปลูกสร้างไม่ถาวร		บ้านเดี่ยว		ตึกแถว		ทาวน์เฮาส์		อพาร์ทเม้นท์		
ลำดับ	ชุมชน	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	รวม
1	กุโบร์	0	0.0	33	86.8	5	13.2	0	0.0	0	0.0	38
2	เก้าเส้ง	2	5.0	37	92.5	1	2.5	0	0.0	0	0.0	40
3	ท่าสะอ้าน	2	4.4	32	71.1	10	22.2	1	2.2	0	0.0	45
4	นอกสวน	0	0.0	19	55.9	14	41.2	1	2.9	0	0.0	34
5	บ่อนวัวเก่า	2	4.7	35	81.4	6	14.0	0	0.0	0	0.0	43
6	บ้านบนร่วมใจ	0	0.0	29	87.9	2	6.1	0	0.0	2	6.1	33
7	พัฒนา	5	11.6	17	39.5	13	30.2	8	18.6	0	0.0	43
8	วชิราซอยคู่วังเขียววัง	0	0.0	39	90.7	2	4.7	2	4.7	0	0.0	43
9	ขาว	0	0.0	10	23.3	31	72.1	2	4.7	0	0.0	43
10	วัดชัยมงคลศาลาหัว	1	2.5	12	30.0	18	45.0	9	22.5	0	0.0	40
11	ยาง	0	0.0	17	45.9	15	40.5	5	13.5	0	0.0	37
12	วัดสระเกษ	0	0.0	21	50.0	15	35.7	5	11.9	1	2.4	42
	รวม	**12**	**2.5**	**301**	**62.6**	**132**	**27.4**	**33**	**6.9**	**3**	**0.6**	**481**

2.2 ข้อมูลการติดมุ้งลวดในที่พักอาศัย

การติดมุ้งลวดเป็นวิธีการหนึ่งในการป้องกันยุงเข้าบ้านและห้องพักต่างๆ โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 53 ไม่ได้ติดมุ้งลวด ติดตั้งมุ้งลวดเฉพาะห้องนอน ร้อยละ 32.6 มีเพียงร้อยละ 14.3 ที่ติดมุ้งลวดทุกห้องของบ้าน ซึ่งชุมชนวังเขียววังขาวมีอัตราการติดมุ้งลวดมากที่สุด ส่วนชุมชนร่วมใจพัฒนามีอัตราการติดมุ้งลวดน้อยที่สุด ดังข้อมูลในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ร้อยละของการติดมุ้งลวดในที่พักอาศัย

ลำดับ	ชื่อชุมชน	ไม่ติดมุ้งลวด		ติดมุ้งลวดเฉพาะห้องนอน		ติดมุ้งลวดทุกห้อง		รวม
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
1	กุโบร์	25	65.8	13	34.2	0	0.0	38
2	เก้าเส้ง	21	52.5	16	40.0	3	7.5	40
3	ท่าสะอ้าน	27	60.0	14	31.1	4	8.9	45
4	นอกสวน	15	44.1	13	38.2	6	17.6	34
5	บ่อนวัวเก่า	35	81.4	7	16.3	1	2.3	43
6	บ้านบน	16	48.5	17	51.5	0	0.0	33
7	ร่วมใจพัฒนา	38	88.4	5	11.6	0	0.0	43
8	วชิราซอยคู่	20	46.5	17	39.5	6	14.0	43
9	วังเขียววังขาว	12	27.9	14	32.6	17	39.5	43
10	วัดชัยมงคล	11	27.5	20	50.0	9	22.5	40
11	ศาลาหัวยาง	15	40.5	10	27.0	12	32.4	37
12	วัดสระเกษ	20	47.6	11	26.2	11	26.2	42
	รวม	**255**	**53.0**	**157**	**32.6**	**69**	**14.3**	**481**

2.3 ข้อมูลการกักเก็บน้ำใช้ในที่พักอาศัย

การกักเก็บน้ำใช้ในที่พักอาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจก่อให้เกิดแหล่งเพาะพันธ์ยุงลายในบ้านได้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 57.6 มีการกักเก็บน้ำโดยภาชนะมีฝาปิด ส่วนอัตราการกักเก็บน้ำโดยภาชนะไม่มีฝาปิดอยู่ที่ร้อยละ 21 ซึ่งชุมชนบ้านบนมีอัตราการมีการกักเก็บน้ำโดยภาชนะมีฝาปิดมากที่สุด ส่วนชุมชนวัดสระเกษมีอัตราการกักเก็บน้ำโดยภาชนะไม่มีฝาปิดมากที่สุด (ดังข้อมูลในตารางที่ 8) จากการสำรวจทั้ง 12 ชุมชน พบว่าโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ใช้น้ำประปา รองลงมาร้อยละ 16 ใช้น้ำบาดาล โดยชุมชนบ่อนวัวเก่าและร่วมใจพัฒนามีอัตราการใช้น้ำจากบ่อบาดาลมากกว่าชุมชนอื่นๆ

ตารางที่ 8 ร้อยละของการกักเก็บน้ำใช้ในที่พักอาศัย

		ไม่มีการกักเก็บน้ำ		มีการกักเก็บน้ำโดยภาชนะไม่มีฝาปิด		มีการกักเก็บน้ำโดยภาชนะมีฝาปิด		
ลำดับ	**ชื่อชุมชน**	**จำนวน**	**ร้อยละ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**	**รวม**
1	กุโบร์	0	0.0	6	15.8	32	84.2	38
2	เก้าเส้ง	7	17.5	5	12.5	28	70.0	40
3	ท่าสะอ้าน	13	28.9	6	13.3	26	57.8	45
4	นอกสวน	10	29.4	6	17.6	18	52.9	34
5	บ่อนวัวเก่า	21	48.8	9	20.9	13	30.2	43
6	บ้านบน	1	3.0	2	6.1	30	90.9	33
7	ร่วมใจพัฒนา	22	51.2	7	16.3	14	32.6	43
8	วชิราซอยคู่	4	9.3	13	30.2	26	60.5	43
9	วังเขียววังขาว	4	9.3	10	23.3	29	67.4	43
10	วัดชัยมงคล	5	12.5	11	27.5	24	60.0	40
11	ศาลาหัวยาง	9	24.3	10	27.0	18	48.6	37
12	วัดสระเกษ	7	16.7	16	38.1	19	45.2	42
	รวม	**103**	**21.4**	**101**	**21.0**	**277**	**57.6**	**481**

2.4 ข้อมูลการระบายน้ำของที่พักอาศัย

การระบายน้ำของที่พักอาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจก่อให้เกิดแหล่งเพาะพันธ์ยุงลายในบ้านได้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 56.1 มีระบบท่อระบายน้ำดีไม่มีน้ำขัง ซึ่งชุมชนวังเขียววังขาวมีอัตราระบบท่อระบายน้ำดีไม่มีน้ำขังมากที่สุด ส่วนชุมชนเก้าเส้งบ้านพักอาศัยมีอัตราการไม่มีระบบท่อระบายน้ำมากที่สุด (ดังข้อมูลในตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ร้อยละของการระบายน้ำของที่พักอาศัย

		ไม่มีระบบท่อระบายน้ำ		มีระบบท่อระบายน้ำแต่มีน้ำขัง		มีระบบท่อระบายน้ำดีไม่มีน้ำขัง		
ลำดับ	ชื่อชุมชน	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	รวม
1	กุโบร์	5	13.2	18	47.4	15	39.5	38
2	เก้าเส้ง	11	27.5	12	30.0	17	42.5	40
3	ท่าสะอ้าน	8	17.8	18	40.0	19	42.2	45
4	นอกสวน	3	8.8	15	44.1	16	47.1	34
5	บ่อนวัวเก่า	10	23.3	12	27.9	21	48.8	43
6	บ้านบน	5	15.2	10	30.3	18	54.5	33
7	ร่วมใจพัฒนา	6	14.0	9	20.9	28	65.1	43
8	วชิราซอยคู่	8	18.6	16	37.2	19	44.2	43
9	วังเขียววังขาว	4	9.3	5	11.6	34	79.1	43
10	วัดชัยมงคล	4	10.0	7	17.5	29	72.5	40
11	ศาลาหัวยาง	3	8.1	6	16.2	28	75.7	37
12	วัดสระเกษ	2	4.8	14	33.3	26	61.9	42
	รวม	**69**	**14.3**	**142**	**29.5**	**270**	**56.1**	**481**

2.5 ข้อมูลการพบปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการเกิดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงในบ้านและชุมชน

การจัดการมูลฝอยในที่พักอาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจก่อให้เกิดแหล่งเพาะพันธ์ยุงลายในบ้านได้ จากการสำรวจทั้ง 12 ชุมชน โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 92 มีการกำจัดมูลฝอยในบ้านพักอาศัยโดยเทศบาลเป็นผู้ให้บริการ และมีการกำจัดเองด้วยวิธีอื่นๆร้อยละ 8 ส่วนปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการเกิดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงในบ้านและชุมชน (ดังข้อมูลในตารางที่ 10) สามารถสรุปได้ดังนี้

2.5.1 ปัจจัยการพบมูลฝอยในบริเวณที่พักอาศัย

การพบมูลฝอยในบริเวณที่พักอาศัยทั้ง 12 ชุมชนอยู่ที่ร้อยละ 16.2 โดยพบว่าชุมชนเก้าเส้งมีการพบมูลฝอยในบริเวณที่พักอาศัยมากที่สุดที่อัตราร้อยละ 30 ส่วนชุมชนนอกสวนพบน้อยที่สุดที่ร้อยละ 2.9

2.5.2 ปัจจัยแหล่งทิ้งหรือเก็บรวบรวมมูลฝอยในชุมชน

แหล่งทิ้งหรือเก็บรวบรวมมูลฝอยในชุมชนทั้ง 12 ชุมชนอยู่ที่ร้อยละ 14.1 โดยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามชุมชนวังเขียววังขาวได้ระบุว่ามีการแหล่งทิ้งหรือเก็บรวบรวมมูลฝอยในชุมชนที่อัตราร้อยละ 30 ส่วนชุมชนบ้านบนมีการระบุว่ามีแหล่งทิ้งหรือเก็บรวบรวมมูลฝอยในชุมชนพบน้อยที่สุดที่ร้อยละ 3

2.5.3 ปัจจัยการพบยางรถยนต์เก่าในบริเวณที่พักอาศัย

การพบยางรถยนต์เก่าในบริเวณที่พักอาศัยทั้ง 12 ชุมชนอยู่ที่ร้อยละ 5.8 โดยพบว่าชุมชนกุโบร์มีการพบยางรถยนต์เก่าในบริเวณที่พักอาศัยมากที่สุดที่อัตราร้อยละ 15.8 ส่วนชุมชนนอกสวนและวังเขียววังขาวไม่พบรถยนต์เก่าในบริเวณที่พักอาศัย

2.5.4 ปัจจัยการจัดสวนย่อมและจานรองกระถางในบริเวณที่พักอาศัย

การจัดสวนย่อมและจานรองกระถางในบริเวณที่พักอาศัยทั้ง 12 ชุมชนอยู่ที่ร้อยละ 25.4 โดยพบว่าชุมชนวังเขียววังขาวมีการพบการจัดสวนย่อมและจานรองกระถางในบริเวณที่พักอาศัยมากที่สุดที่อัตราร้อยละ 51.2 ส่วนชุมชนวชิราซอยคู่พบน้อยที่สุดที่ร้อยละ 9.3

ตารางที่ 10 ร้อยละการพบปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการเกิดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงในบ้านและชุมชน

ลำดับ	ชื่อชุมชน	ร้อยละการพบปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการเกิดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงในบ้านและชุมชน			
		กองมูลฝอย	แหล่งทิ้งหรือเก็บมูลฝอย	ยางรถยนต์เก่า	การจัดสวนย่อมและจานรองกระถาง
1	กุโบร์	18.4	15.8	15.8	13.2
2	เก้าเส้ง	30.0	7.5	2.5	30.0
3	ท่าสะอ้าน	15.6	11.1	6.7	20.0
4	นอกสวน	2.9	14.7	0.0	17.6
5	บ่อนวัวเก่า	18.6	4.7	2.3	11.6
6	บ้านบน	24.2	3.0	6.1	18.2
7	ร่วมใจพัฒนา	16.3	23.3	2.3	11.6
8	วชิราซอยคู่	9.3	9.3	4.7	9.3
9	วังเขียววังขาว	14.0	30.2	0.0	51.2
10	วัดชัยมงคล	22.5	17.5	10.0	37.5
11	ศาลาหัวยาง	13.5	16.2	13.5	37.8
12	วัดสระเกษ	9.5	14.3	7.1	45.2
	รวม	**16.2**	**14.1**	**5.8**	**25.4**

3. ข้อมูลด้านทัศนคติ ความรู้และพฤติกรรม ที่มีต่อการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมไข้เลือดออกของชุมชน

ข้อมูลด้านทัศนคติ ความรู้และพฤติกรรม ที่มีต่อการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมไข้เลือดออกของชุมชนเป็นการใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งมีข้อคำถามทั้งหมด 10 ข้อ โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ดังนี้

ระดับของข้อคิดเห็น	ค่าน้ำหนักคะแนนของตัวเลือกตอบ
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	กำหนดให้เท่ากับ 1
ไม่เห็นด้วย	กำหนดให้เท่ากับ 2
ไม่แน่ใจ	กำหนดให้เท่ากับ 3
เห็นด้วย	กำหนดให้เท่ากับ 4
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	กำหนดให้เท่ากับ 5

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ยของค่าความคิดเห็นของชุมชนต่อคำถามเกี่ยวกับการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมไข้เลือดออกในแต่ละข้อ กำหนดเป็นช่วงคะแนนดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49	แปลความว่า	ไม่แน่ใจ
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49	แปลความว่า	เห็นด้วย
คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00	แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.1 การพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถฆ่ายุงลายตัวแก่ในบ้านและชุมชนอย่างได้ผล

จากตารางที่ 11 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นด้วย ($\bar{x}$ = 3.58, S.D. = 1.40) การพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถฆ่ายุงลายตัวแก่ในบ้านและชุมชนอย่างได้ผล โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อการพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถฆ่ายุงลายตัวแก่ในบ้านและชุมชนอย่างได้ผล

ลำดับ	ชุมชน	1. การพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถฆ่ายุงลายตัวแก่ในบ้านและชุมชนอย่างได้ผล					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	5	1	4	15	13	38	3.79	1.39	เห็นด้วย
2	เก้าเส้ง	1	1	6	31	1	40	3.75	1.27	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	0	5	7	23	10	45	3.84	1.24	เห็นด้วย
4	นอกสวน	0	5	6	20	3	34	3.62	1.41	เห็นด้วย
5	บ่อนวัวเก่า	0	1	9	32	1	43	3.77	1.24	เห็นด้วย
6	บ้านบน	7	7	2	6	11	33	3.21	1.89	ไม่แน่ใจ
7	ร่วมใจพัฒนา	1	10	4	22	6	43	3.51	1.51	เห็นด้วย
8	วชิราซอยคู่	0	1	11	21	10	43	3.93	1.17	เห็นด้วย
9	วังเขียววังขาว	0	9	6	23	5	43	3.56	1.45	เห็นด้วย
10	วัดชัยมงคล	2	10	6	19	3	40	3.28	1.69	ไม่แน่ใจ
11	ศาลาหัวยาง	1	4	7	21	4	37	3.62	1.41	เห็นด้วย
12	วัดสระเกษ	6	13	4	13	6	42	3.00	1.97	ไม่แน่ใจ
รวม 12 ชุมชน		**23**	**67**	**72**	**246**	**73**	**481**	**3.58**	**1.40**	**เห็นด้วย**

3.2 การพ่นเคมีในบ้านและรอบบ้านเพื่อกำจัดยุงลายมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของคนผู้พักอาศัยในบ้าน

จากตารางที่ 12 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาไม่แน่ใจ ($\bar{x}$ = 3.32, S.D. = 1.59) ว่าการพ่นเคมีในบ้านและรอบบ้านเพื่อกำจัดยุงลายมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของคนผู้พักอาศัยในบ้านโดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อการพ่นเคมีในบ้านและรอบบ้านเพื่อกำจัดยุงลายมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของคนผู้พักอาศัยในบ้าน

ลำดับ	ชุมชน	2. การพ่นเคมีในบ้านและรอบบ้านเพื่อกำจัดยุงลาย มีความปลอดภัยต่อสุขภาพของคนผู้พักอาศัยในบ้าน					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	4	22	6	4	2	38	2.42	2.47	ไม่เห็นด้วย
2	เก้าเส้ง	0	4	7	28	1	40	3.65	1.34	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	2	4	11	24	4	45	3.53	1.46	เห็นด้วย
4	นอกสวน	0	6	8	17	3	34	3.50	1.50	ไม่แน่ใจ
5	บ่อนวัวเก่า	0	2	7	32	2	43	3.79	1.23	เห็นด้วย
6	บ้านบน	7	0	3	10	13	33	3.67	1.54	เห็นด้วย
7	ร่วมใจพัฒนา	1	13	6	18	5	43	3.30	1.67	ไม่แน่ใจ
8	วชิราชอยคู่	0	6	12	16	9	43	3.65	1.39	เห็นด้วย
9	วังเขียววังขาว	3	13	10	13	4	43	3.05	1.88	ไม่แน่ใจ
10	วัดชัยมงคล	3	11	12	12	2	40	2.98	1.93	ไม่แน่ใจ
11	ศาลาหัวยาง	0	7	7	21	2	37	3.49	1.49	ไม่แน่ใจ
12	วัดสระเกษ	8	9	10	11	4	42	2.86	2.08	ไม่แน่ใจ
รวม 12 ชุมชน		**28**	**97**	**99**	**206**	**51**	**481**	**3.32**	**1.59**	**ไม่แน่ใจ**

3.3 การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้านเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงและสัตว์ชนิดอื่นๆ

จากตารางที่ 13 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นด้วย ($\bar{x}$ = 3.59, S.D. = 1.38) ว่าการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้านเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงและสัตว์ชนิดอื่นๆโดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้านเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงและสัตว์ชนิดอื่นๆ

ลำดับ	ชุมชน	3. การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้าน เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงและสัตว์ชนิดอื่นๆ					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	1	2	10	15	10	38	3.82	1.29	เห็นด้วย
2	เก้าเส้ง	0	1	8	23	8	40	3.95	1.15	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	3	7	11	21	3	45	3.31	1.64	ไม่แน่ใจ
4	นอกสวน	0	6	11	10	7	34	3.53	1.50	เห็นด้วย
5	บ่อนวัวเก่า	0	1	10	24	8	43	3.91	1.17	เห็นด้วย
6	บ้านบน	4	0	2	16	11	33	3.91	1.30	เห็นด้วย
7	ร่วมใจพัฒนา	1	13	10	17	2	43	3.14	1.77	ไม่แน่ใจ
8	วชิราซอยคู่	0	2	13	18	10	43	3.84	1.24	เห็นด้วย
9	วังเขียววังขาว	0	8	18	14	3	43	3.28	1.64	ไม่แน่ใจ
10	วัดชัยมงคล	0	7	14	16	3	40	3.38	1.57	ไม่แน่ใจ
11	ศาลาหัวยาง	1	4	15	12	5	37	3.43	1.55	ไม่แน่ใจ
12	วัดสระเกษ	2	6	7	17	10	42	3.64	1.43	เห็นด้วย
รวม 12 ชุมชน		**12**	**57**	**129**	**203**	**80**	**481**	**3.59**	**1.38**	**เห็นด้วย**

3.4 การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้านจะเกิดสารเคมีตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ยาฆ่าแมลง น้ำมัน เป็นต้น

จากตารางที่ 14 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นด้วย ($\bar{x}$ = 3.52, S.D. = 1.43) ว่าการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้านจะเกิดสารเคมีตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ยาฆ่าแมลง น้ำมัน เป็นต้น โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้านจะเกิดสารเคมีตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ยาฆ่าแมลง น้ำมัน เป็นต้น

ลำดับ	ชุมชน	4. การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในบ้านและรอบบ้าน จะเกิดสารเคมีตกค้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ยาฆ่าแมลง น้ำมัน เป็นต้น					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	1	2	24	8	3	38	3.26	1.65	ไม่แน่ใจ
2	เก้าเส้ง	0	3	8	21	8	40	3.85	1.23	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	4	4	18	19	0	45	3.16	1.74	ไม่แน่ใจ
4	นอกสวน	0	9	9	12	4	34	3.32	1.65	ไม่แน่ใจ
5	บ่อนวัวเก่า	0	3	18	21	1	43	3.47	1.47	ไม่แน่ใจ
6	บ้านบน	1	1	5	8	18	33	4.24	1.06	เห็นด้วย
7	ร่วมใจพัฒนา	0	13	7	22	1	43	3.26	1.67	ไม่แน่ใจ
8	วชิราซอยคู่	0	0	8	26	9	43	4.02	1.09	เห็นด้วย
9	วังเขียววังขาว	2	13	13	12	3	43	3.02	1.88	ไม่แน่ใจ
10	วัดชัยมงคล	0	5	9	12	14	40	3.88	1.26	เห็นด้วย
11	ศาลาหัวยาง	0	7	10	15	5	37	3.49	1.51	ไม่แน่ใจ
12	วัดสระเกษ	4	6	8	16	8	42	3.43	1.60	ไม่แน่ใจ
รวม 12 ชุมชน		**12**	**66**	**137**	**192**	**74**	**481**	**3.52**	**1.43**	**เห็นด้วย**

3.5 การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายมี 2 แบบ คือ การพ่นหมอกควันกับการพ่นฝอยละเอียด (ULV)

จากตารางที่ 15 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาไม่แน่ใจ ($\bar{x}$ = 3.15, S.D. = 1.71) ว่าการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายมี 2 แบบ คือ การพ่นหมอกควันกับการพ่นฝอยละเอียด (ULV) โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อการพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายมี 2 แบบ คือ การพ่นหมอกควันกับการพ่นฝอยละเอียด (ULV)

ลำดับ	ชุมชน	5. การพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายมี 2 แบบ คือ การพ่นหมอกควันกับการพ่นฝอยละเอียด (ULV)					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	3	21	13	1	0	38	2.32	2.54	ไม่เห็นด้วย
2	เก้าเส้ง	10	1	4	19	6	40	3.25	1.79	ไม่แน่ใจ
3	ท่าสะอ้าน	1	2	10	25	7	45	3.78	1.28	เห็นด้วย
4	นอกสวน	0	1	11	19	3	34	3.71	1.31	เห็นด้วย
5	บ่อนวัวเก่า	0	4	10	20	9	43	3.79	1.28	เห็นด้วย
6	บ้านบน	3	1	23	4	2	33	3.03	1.87	ไม่แน่ใจ
7	ร่วมใจพัฒนา	1	12	12	16	2	43	3.14	1.77	ไม่แน่ใจ
8	วชิราซอยคู่	1	5	21	9	7	43	3.37	1.59	ไม่แน่ใจ
9	วังเขียววังขาว	1	17	20	5	0	43	2.67	2.15	ไม่แน่ใจ
10	วัดชัยมงคล	0	16	15	7	2	40	2.88	1.99	ไม่แน่ใจ
11	ศาลาหัวยาง	3	7	14	11	2	37	3.05	1.86	ไม่แน่ใจ
12	วัดสระเกษ	8	4	23	4	3	42	2.76	2.13	ไม่แน่ใจ
รวม 12 ชุมชน		**31**	**91**	**176**	**140**	**43**	**481**	**3.15**	**1.71**	**ไม่แน่ใจ**

3.6 ควรพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในชุมชนเป็นประจำทุกเดือนเพื่อป้องกันโรคไข้เลือดออก

จากตารางที่ 16 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นด้วย ($\bar{x}$ = 4.02, S.D. = 1.11) ว่าควรพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในชุมชนเป็นประจำทุกเดือนเพื่อป้องกันโรคไข้เลือดออก โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อควรพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในชุมชนเป็นประจำทุกเดือนเพื่อป้องกันโรคไข้เลือดออก

ลำดับ	ชุมชน	6. ควรพ่นเคมีเพื่อกำจัดยุงลายในชุมชนเป็นประจำทุกเดือนเพื่อป้องกันโรคไข้เลือดออก					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	1	2	0	4	31	38	4.63	0.82	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	เก้าเส้ง	2	0	2	26	10	40	4.05	1.12	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	0	6	4	16	19	45	4.07	1.14	เห็นด้วย
4	นอกสวน	1	1	4	18	10	34	4.03	1.15	เห็นด้วย
5	บ่อนวัวเก่า	0	1	3	23	16	43	4.26	0.96	เห็นด้วย
6	บ้านบน	1	3	4	10	15	33	4.06	1.18	เห็นด้วย
7	ร่วมใจพัฒนา	0	5	6	18	14	43	3.95	1.19	เห็นด้วย
8	วชิราซอยคู่	0	2	3	18	20	43	4.30	0.95	เห็นด้วย
9	วังเขียววังขาว	1	4	2	23	13	43	4.00	1.17	เห็นด้วย
10	วัดชัยมงคล	1	8	6	16	9	40	3.60	1.46	เห็นด้วย
11	ศาลาหัวยาง	1	8	4	13	11	37	3.68	1.43	เห็นด้วย
12	วัดสระเกษ	4	4	3	22	9	42	3.67	1.43	เห็นด้วย
รวม 12 ชุมชน		**12**	**44**	**41**	**207**	**177**	**481**	**4.02**	**1.11**	**เห็นด้วย**

3.7 ควรปกปิดอาหารและน้ำดื่มก่อนการพ่นเคมี

จากตารางที่ 17 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นด้วยอย่างยิ่ง ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.73) ว่าควรปกปิดอาหารและน้ำดื่มก่อนการพ่นเคมี โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อควรปกปิดอาหารและน้ำดื่มก่อนการพ่นเคมี

ลำดับ	ชุมชน	7. ควรปกปิดอาหารและน้ำดื่มก่อนการพ่นเคมี					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	0	0	1	2	35	38	4.89	0.57	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	เก้าเส้ง	0	0	1	21	18	40	4.43	0.84	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	0	0	0	16	29	45	4.64	0.70	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	นอกสวน	0	0	0	13	21	34	4.62	0.73	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5	บ่อนวัวเก่า	0	1	0	23	19	43	4.40	0.87	เห็นด้วย
6	บ้านบน	0	0	1	3	29	33	4.85	0.61	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7	ร่วมใจพัฒนา	1	0	1	15	26	43	4.51	0.83	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8	วชิราซอยคู่	0	0	2	13	28	43	4.60	0.74	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9	วังเขียววังขาว	1	0	0	19	23	43	4.47	0.85	เห็นด้วย
10	วัดชัยมงคล	0	0	1	15	24	40	4.58	0.76	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11	ศาลาหัวยาง	2	1	1	15	18	37	4.24	1.05	เห็นด้วย
12	วัดสระเกษ	0	0	2	8	32	42	4.71	0.68	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
รวม 12 ชุมชน		**4**	**2**	**10**	**163**	**302**	**481**	**4.57**	**0.73**	**เห็นด้วยอย่างยิ่ง**

3.8 เพื่อกำจัดยุงลายให้ได้ผลดีควรพ่นเคมีบริเวณรอบตัวบ้านหรือท่อระบายน้ำให้มากกว่าบริเวณอื่นๆ

จากตารางที่ 18 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นด้วย ($\bar{x}$ = 4.18, S.D. = 1) ว่าเพื่อกำจัดยุงลายให้ได้ผลดีควรพ่นเคมีบริเวณรอบตัวบ้านหรือท่อระบายน้ำให้มากกว่าบริเวณอื่นๆ โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อเพื่อกำจัดยุงลายให้ได้ผลดีควรพ่นเคมีบริเวณรอบตัวบ้านหรือท่อระบายน้ำให้มากกว่าบริเวณอื่นๆ

ลำดับ	ชุมชน	8. เพื่อกำจัดยุงลายให้ได้ผลดีควรพ่นเคมีบริเวณรอบตัวบ้านหรือท่อระบายน้ำให้มากกว่าบริเวณอื่นๆ					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	2	1	2	13	20	38	4.26	1.04	เห็นด้วย
2	เก้าเส้ง	0	8	1	20	11	40	3.85	1.28	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	0	3	5	16	21	45	4.22	1.02	เห็นด้วย
4	นอกสวน	0	4	3	13	14	34	4.09	1.13	เห็นด้วย
5	บ่อนวัวเก่า	0	2	3	30	8	43	4.02	1.09	เห็นด้วย
6	บ้านบน	2	1	2	12	16	33	4.18	1.11	เห็นด้วย
7	ร่วมใจพัฒนา	2	0	2	18	21	43	4.30	0.98	เห็นด้วย
8	วชิราซอยคู่	0	0	0	14	29	43	4.67	0.69	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9	วังเขียววังขาว	0	3	0	26	14	43	4.19	1.01	เห็นด้วย
10	วัดชัยมงคล	0	0	2	21	17	40	4.38	0.87	เห็นด้วย
11	ศาลาหัวยาง	2	5	4	13	13	37	3.81	1.35	เห็นด้วย
12	วัดสระเกษ	0	6	1	18	17	42	4.10	1.12	เห็นด้วย
รวม 12 ชุมชน		**8**	**33**	**25**	**214**	**201**	**481**	**4.18**	**1.00**	**เห็นด้วย**

3.9 ไม่จำเป็นต้องพ่นเคมีทั้งชุมชนในการควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก ควรพ่นเคมีเฉพาะบริเวณบ้านผู้ป่วยไข้เลือดออกและบ้านที่อยู่ใกล้เคียงบ้านผู้ป่วยเท่านั้น

จากตารางที่ 19 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาไม่เห็นด้วย ($\bar{x}$ = 2.44, S.D. = 2.44) ว่าไม่จำเป็นต้องพ่นเคมีทั้งชุมชนในการควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก ควรพ่นเคมีเฉพาะบริเวณบ้านผู้ป่วยไข้เลือดออกและบ้านที่อยู่ใกล้เคียงบ้านผู้ป่วยเท่านั้น โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อไม่จำเป็นต้องพ่นเคมีทั้งชุมชนในการควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก ควรพ่นเคมีเฉพาะบริเวณบ้านผู้ป่วยไข้เลือดออกและบ้านที่อยู่ใกล้เคียงบ้านผู้ป่วยเท่านั้น

ลำดับ	ชุมชน	9. ไม่จำเป็นต้องพ่นเคมีทั้งชุมชนในการควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก ควรพ่นเคมีเฉพาะบริเวณบ้านผู้ป่วยไข้เลือดออกและบ้านที่อยู่ใกล้เคียงบ้านผู้ป่วยเท่านั้น					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	17	20	1	0	0	38	1.58	3.62	ไม่เห็นด้วย
2	เก้าเส้ง	0	13	1	13	13	40	3.65	1.46	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	20	7	1	12	5	45	2.44	2.55	ไม่เห็นด้วย
4	นอกสวน	11	13	2	5	3	34	2.29	2.68	ไม่เห็นด้วย
5	บ่อนวัวเก่า	22	5	5	8	3	43	2.19	2.82	ไม่เห็นด้วย
6	บ้านบน	7	14	0	3	9	33	2.79	2.23	ไม่แน่ใจ
7	ร่วมใจพัฒนา	9	20	2	8	4	43	2.49	2.44	ไม่เห็นด้วย
8	วชิราซอยคู่	6	17	5	13	2	43	2.72	2.18	ไม่แน่ใจ
9	วังเขียววังขาว	12	23	1	5	2	43	2.12	2.84	ไม่เห็นด้วย
10	วัดชัยมงคล	10	16	6	5	3	40	2.38	2.55	ไม่เห็นด้วย
11	ศาลาหัวยาง	8	15	4	4	6	37	2.59	2.36	ไม่แน่ใจ
12	วัดสระเกษ	17	15	1	5	4	42	2.14	2.86	ไม่เห็นด้วย
รวม 12 ชุมชน		**139**	**178**	**29**	**81**	**54**	**481**	**2.44**	**2.44**	**ไม่เห็นด้วย**

3.10 การพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชนได้

จากตารางที่ 20 แสดงว่าทั้ง 12 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นด้วย ($\bar{x}$ = 3.90, S.D. = 1.20) ว่าการพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชนได้ โดยมีรายละเอียดของระดับความคิดเห็นแต่ละชุมชนดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคิดเห็นชุมชนต่อการพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชนได้

ลำดับ	ชุมชน	10. การพ่นเคมีเป็นวิธีที่สามารถควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชนได้					รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับข้อคิดเห็น
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง				
1	กุโบร์	2	1	3	13	19	38	4.21	1.07	เห็นด้วย
2	เก้าเส้ง	1	4	7	12	16	40	3.95	1.23	เห็นด้วย
3	ท่าสะอ้าน	1	6	2	14	22	45	4.11	1.14	เห็นด้วย
4	นอกสวน	0	2	4	20	8	34	4.00	1.14	เห็นด้วย
5	บ่อนวัวเก่า	0	1	3	20	19	43	4.33	0.92	เห็นด้วย
6	บ้านบน	5	6	9	2	11	33	3.24	1.82	ไม่แน่ใจ
7	ร่วมใจพัฒนา	2	2	2	20	17	43	4.12	1.11	เห็นด้วย
8	วชิราซอยคู่	0	1	10	19	13	43	4.02	1.12	เห็นด้วย
9	วังเขียววังขาว	2	4	3	25	9	43	3.81	1.29	เห็นด้วย
10	วัดชัยมงคล	0	8	7	14	11	40	3.70	1.39	เห็นด้วย
11	ศาลาหัวยาง	0	4	4	22	7	37	3.86	1.23	เห็นด้วย
12	วัดสระเกษ	6	7	5	18	6	42	3.26	1.75	ไม่แน่ใจ
รวม 12 ชุมชน		**19**	**46**	**59**	**199**	**158**	**481**	**3.90**	**1.20**	**เห็นด้วย**

สรุปผลการสำรวจ

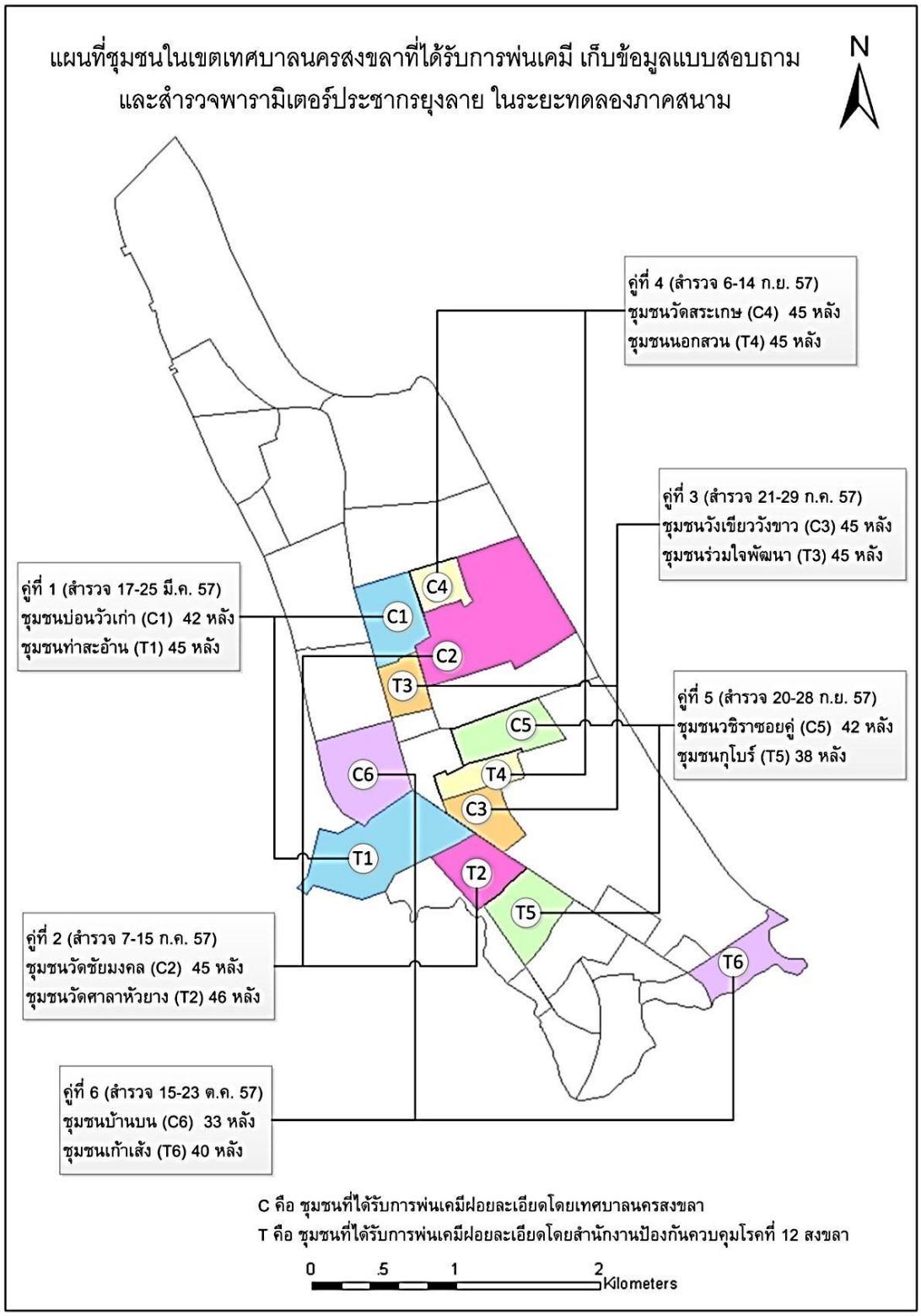
ชุมชนในเขตเทศบาลนครสงขลาทั้งหมดจำนวน 12 ชุมชน ได้รับการสุ่มสำรวจแบบสอบถามเรื่องการพ่นเคมีฝอยละเอียดเพื่อควบคุมยุงลายพาหะไข้เลือดออกในชุมชน ช่วงเวลาระหว่างเดือนมีนาคม ถึง ตุลาคม ปี พ.ศ. 2557 มีจำนวนทั้งหมด 481 หลังคาเรือน ประกอบด้วย ชุมชนกุโบร์ (38) เก้าเส้ง (40) ท่าสะอ้าน (45) นอกสวน (34) บ่อนวัวเก่า (43) บ้านบน (33) ร่วมใจพัฒนา (43) วชิราซอยคู่ (43) วังเขียววังขาว (43) วัดชัยมงคล (40) ศาลาหัวยาง (37) และ วัดสระเกษ (42) ดังรายละเอียดแผนที่แสดงที่ตั้ง วันที่และจำนวนหลังคาเรือนที่ได้รับการสำรวจข้อมูลทั้ง 12 ชุมชน ในภาพที่ 2

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอายุช่วง 40 ถึง 60 ปี เป็นเพศหญิงร้อยละ 71.5 ส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาที่ระดับประถมศึกษา (39.3%) และมีอาชีพค้าขายหรือประกอบธุรกิจส่วนตัว (33.5%)

ที่ตั้งของหลังคาเรือนที่ได้รับการสอบถาม อยู่ในเขตชุมชนแออัดและเขตที่ไม่แออัดพอๆกันคือร้อยละ 47.8 และ 42.6 โดยส่วนใหญ่เป็นบ้านเดี่ยว (62.2%) และเป็นตึกแถว (27.4%) บ้านร้อยละ 53 ไม่ได้ติดมุ้งลวด มีการกักเก็บน้ำโดยภาชนะมีฝาปิดร้อยละ 57.6 มีระบบท่อระบายน้ำดีไม่มีน้ำขังร้อยละ 56.1% พบมูลฝอยในบริเวณที่พักอาศัยร้อยละ 16.2% พบแหล่งทิ้งหรือเก็บรวบรวมมูลฝอยในชุมชนร้อยละ 14.1 พบยางรถยนต์เก่าในบริเวณที่พักอาศัยร้อยละ 5.8 และพบการจัดสวนย่อมและจานรองกระถางในบริเวณที่พักอาศัยร้อยละ 25.4% ข้อมูลจากการสำรวจแสดงให้เห็นว่าชุมชนส่วนใหญ่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย

ชุมชนโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 75 มีการกำจัดยุงในบ้านเรือน โดยร้อยละ 26.4 มีการใช้ยาจุดกันยุงเพื่อกำจัดยุงในบ้านเรือน รองลงมาได้แก่การใช้ยาฉีดยุงชนิดกระป๋องเสปรย์ร้อยละ 23.4 และทรายทีมีฟอสร้อยละ 15.9

ชุมชนในเขตเทศบาลนครสงขลาเห็นว่าการพ่นเคมีเป็นวิธีที่ได้ผลและสามารถควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชนได้ โดยมีความเห็นว่าควรฉีดพ่นเคมีให้ครอบคลุมทั้งชุมชน แต่ก็มีความไม่แน่ใจในผลกระทบที่อาจเกิดจากการพ่นเคมีทั้งต่อสุขภาพ สัตว์เลี้ยงและสิ่งแวดล้อม และมีความเข้าใจว่าชุมชนควรได้รับการพ่นเคมีเป็นประจำทุกเดือน โดยการกำจัดยุงลายให้ได้ผลดีควรพ่นเคมีบริเวณรอบตัวบ้านหรือท่อระบายน้ำให้มากกว่าบริเวณอื่นๆ ข้อมูลจากการสำรวจแสดงให้เห็นว่าชุมชนส่วนใหญ่ยอมรับในมาตรการพ่นเคมี แต่ยังมีข้อกังวลในผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นและต้องการความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการพ่นเคมีในชุมชนให้มากขึ้น



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงที่ตั้ง วันที่และจำนวนหลังคาเรือนที่ได้รับการสำรวจข้อมูลทั้ง 12 ชุมชน

ภาคผนวก ง
(ผลการสอบเทียบน้ำยาเคมีและเครื่องพ่นฝอยละเอียดในงานวิจัย)

ผลการสอบเทียบน้ำยาเคมีและเครื่องพ่นฝอยละเอียดในงานวิจัย

ก่อนการพ่นเคมีแบบฝอยละเอียดในการทดลองภาคสนาม เครื่องพ่นเคมีแบบ ULV ที่ใช้ในงานวิจัยทั้งของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่12 จังหวัดสงขลา และ เทศบาลนครสงขลา จะได้รับการวัดขนาดเม็ดละอองน้ำยาเพื่อหาค่า Volume Median Diameter (VMD) และการเตรียมน้ำยาเคมีกำจัดยุงสำหรับเครื่องพ่นเคมีในงานวิจัย เพื่อทดสอบสัมผัสละอองสารกำจัดแมลง (Droplet Bio-assay Test) โดยมีรายละเอียดของเครื่องพ่นฝอยละเอียดและน้ำยาเคมี ดังนี้

1. รายละเอียดเครื่องพ่นเคมีแบบฝอยละเอียด (ULV) ที่ใช้ในการวิจัย

FONTAN PORTASTAR S (SWINGTEC)

ข้อมูลทางเทคนิค

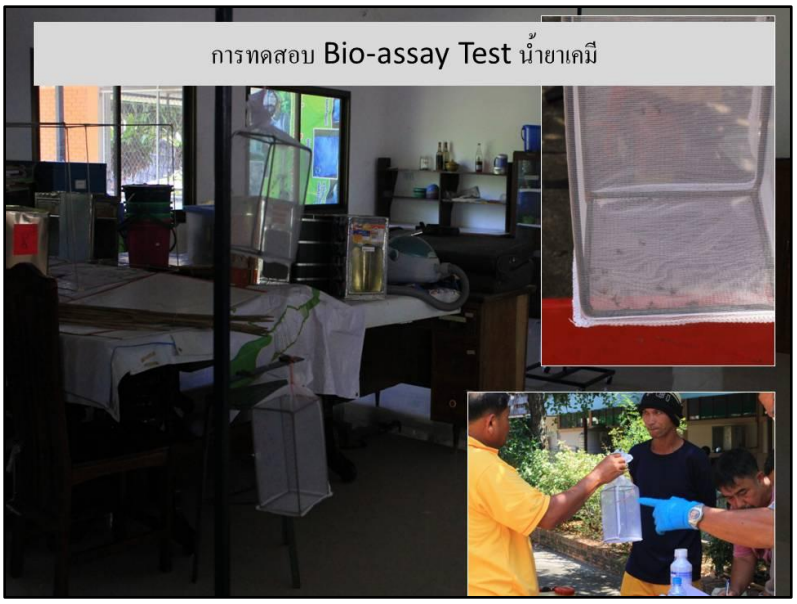
เครื่องยนต์	2 จังหวะ ระบายความร้อนด้วยอากาศ
สมรรถนะเครื่องยนต์	2 แรงม้า
ส่วนผสมน้ำมันเครื่อง :	น้ำมันเบนซิน 1 : 50 (ระยะเริ่มใช้เครื่อง 1 : 25)
ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	เบนซินธรรมดาผสมน้ำมันเครื่อง
ระบบจุดระเบิด	ใช้ระบบอีเล็คโทรแมกเนติค
สตาร์ทเตอร์	แบบมือดึงมีลานม้วนกลับ
คาร์บูเรเตอร์	ระบบไดอะแฟรม
การใช้เชื้อเพลิง (ผสม 2 จังหวะ)	ประมาณ 0.85 ลิตร/ชม.
ปั๊มลมโรตารี่	ปลอดการบำรุงรักษา
ความจุของถังเชื้อเพลิง	1 ลิตร
ความจุของถังน้ำยาเคมี	3 ลิตร
น้ำหนักเครื่องเปล่า	12.6 กิโลกรัม

ภาพที่ 1 เครื่องพ่นฝอยละเอียดในงานวิจัย

2. รายละเอียดสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ชื่อการค้า
ซับมาริน (SUMARINE)
สารเคมี
กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ มีสารออกฤทธิ์ Deltamethrin 2% W/V EC ชนิดน้ำมันละลาย (Emulsifiable Concemtration)
ชื่อทางเคมี
(IUPAC) : (S)- α-cyano-3-phenoxybenzyl (*1R,3R*)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate
หรือ สูตรเคมี $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$
ความคงทน (Stability) จะสลายตัวเมื่อสัมผัสแสงแดดหรือความร้อน
ความเป็นพิษ (Toxicity) ในหนูทดลอง acute oral LD_{50} ประมาณ 135 มก./กก.
การใช้ - พ่นด้วยเครื่องพ่นระบบ ULV ใช้น้ำยาซับมาริน 1 ลิตร ผสมน้ำมันดีเซลให้ได้ 25 ลิตร ฉีดพ่นในอัตรา 1.25 ลิตร/ 10,000 ตารางเมตร

ภาพที่ 2 น้ำยาเคมีที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 3 แสดงการทดสอบ Droplet Bio-assay Test

ผลการทดสอบ Volume Median Diameter (VMD) และ ทดสอบสัมผัสละอองสารกำจัดแมลง (Droplet Bio-assay Test)

ผลการทดสอบ VMD เครื่องพ่นเคมีฝอยละเอียดที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 5 เครื่อง อยู่ในช่วงมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ คือ 5 - 27 µm ส่วนผลทดสอบ Droplet Bio-assay Test ในห้องทดลองที่จัดทำขึ้น ณ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา พบว่าอัตราตายของยุงในกรงหลังจากพ่นเคมี 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วงมีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง (98-100%) ซึ่งแสดงว่าสารเคมีที่นำมาใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการทดสอบ VMD และ Droplet Bio-assay Test

ลำดับ	หน่วยงาน	ผลการทดสอบ VMD (µm)	อัตราตายจากการทดสอบสัมผัสละอองสารกำจัดแมลง	
			อัตราตาย 1 ชม.	อัตราตาย 24 ชม.
1	ศตม.12.2 หมายเลขเครื่องพ่น 990764	26.32	99.92	99.98
2	ศตม.12.3 หมายเลขเครื่องพ่น 051718	25.18	99.62	99.90
3	ศตม.12.4 หมายเลขเครื่องพ่น 052696	26.08	99.63	99.77
4	ศตม.12.4 หมายเลขเครื่องพ่น 990789	24.66	99.77	99.97
5	เทศบาลนครสงขลา หมายเลขเครื่องพ่น 990764	23.35	99.92	99.97

ภาพที่ 5 แสดงการทดสอบ VMD เครื่องพ่นเคมีฝอยละเอียด

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล: นายนภดล สุดสม
รหัสประจำตัวนักศึกษา: 5410930012
วุฒิการศึกษา:

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2542
รัฐประศาสนศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2545
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2551

การเผยแพร่ผลงานในการประชุมวิชาการ:

1. Sudsom, N., K. Techato, S. Thammapalo and S. Monprapussorn. 2012. Grid and Census: A Geographic Sampling Strategy for Studying Dengue Vector Breeding Sites in Urban Area. The 33rd Asian Conference on Remote Sensing, 26-30 November 2012, Pattaya, Thailand.
2. Sudsom, N., K. Techato, S. Thammapalo, T. Pengsakul and V. Chongsuvivatwong. 2014. Spatial pattern and variability of entomological parameters of dengue vector population after space spraying in un urban areas of lower southern Thailand. The 8th Seminar on Food- and Water-borne Parasitic Zoonoses, 2-4 December 2014, Bangkok, Thailand.
3. Sudsom, N., K. Techato, S. Thammapalo and T. Pengsakul. 2015. A spatial clustering approach to identify risk areas of dengue infection after insecticide spraying. 2015 Environmental and civil engineering technology international conference (ENVICET15), 1-3 December 2015, Krabi, Thailand.

การตีพิมพ์บทความวิชาการ:

1. Sudsom, N., K. Techato, S. Thammapalo, V. Chongsuvivatwong and T. Pengsakul. 2015. High resurgence of dengue vector populations after space spraying in an endemic urban area of Thailand: A cluster randomized controlled trial. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5(11): 965-970.
2. Sudsom, N., S. Thammapalo, T. Pengsakul and K. Techato. 2016. A SPATIAL CLUSTERING APPROACH TO IDENTIFY RISK AREAS OF DENGUE INFECTION AFTER INSECTICIDE SPRAYING. *Jurnal Teknologi* 78(5-3): 73-77.