

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

การศึกษาใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน เพื่อป้องกันไข้มาลาเรีย

Study on using long lasting insecticidal nanonet jacket (LLINJ) for malaria vector control

บุญเสริม อ่วมอ่อง* วท.ม. (เกษตรศาสตร์)

Boonserm Aumaung,* M.Sc. (Agriculture)

จิราภรณ์ เสวะนา* วท.ม. (กีฏวิทยา)

Jiraporn Sevana,* M.Sc. (Entomology)

บุษราคัม สีนาคม* วท.บ. (กีฏวิทยา)

Bussarakum Sinakom,* B.Sc. (Entomology)

ศิริพร ยงชัยตระกูล* วท.ม. (เกษตรศาสตร์)

Siriporn Yongchaitrakol,* M.Sc. (Agriculture)

ยุทธพงศ์ หมื่นราษฎร์** วท.ม. (เวชศาสตร์ชุมชน)

Yuthapong Muenrat,** M.Sc. (Community Medicine)

*สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง

*Bureau of Vector-Borne Diseases,

กรมควบคุมโรค

Department of Disease Control

**สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11

**Office of Disease Prevention and Control Region 11,

จังหวัดนครศรีธรรมราช

Nakhon Si Thammarat

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมี deltamethrin ใช้ป้องกันไข้มาลาเรีย ในกลุ่มอาชีพทำสวนยางพาราในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดย (1) ศึกษาเปรียบเทียบจำนวนเข้ากินเลือดของยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย ต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี (2558-2559) ระหว่างกลุ่มนักกีฏวิทยาผู้ใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมี และกลุ่มไม่ใช้เสื้อคลุมตาข่าย (2) ทดสอบฤทธิ์คงทนของสารเคมีบนเสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมี (3) ทดสอบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมีทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม และ (4) ประเมินผลการใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมี ต่อจำนวนการติดเชื้อไข้มาลาเรียในพื้นที่วิจัย ผลการศึกษาพบว่า การใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมี สามารถลดการเข้ากัดของยุงก้นปล่องลง ร้อยละ 71.67 การเข้ากัดของยุงก้นปล่องรวมทุกชนิด ผู้ใส่เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมี ต่ำกว่าผู้ไม่ใส่เสื้อคลุมตาข่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ ($\chi^2 = 37.608$, $p = 0.000$) ลดการเข้ากัดของยุง *An. minimus* ลงร้อยละ 74.42 พบว่า จำนวนยุงเข้ากินเลือด กลุ่มที่ใส่เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมีต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่ใส่เสื้อคลุมตาข่าย ($\chi^2 = 31.065$, $p = 0.000$) แต่การเข้ากัดของยุง *An. dirus* มีจำนวนต่ำ และจำนวนการเข้ากัดของยุงในกลุ่มที่ใส่เสื้อคลุมตาข่าย ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใส่เสื้อคลุมตาข่าย แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2 = 3.210$, $p = 0.668$) พบว่า สาร deltamethrin ซุบเสื้อคลุมตาข่าย ขนาด 60 mg/m^2 มีฤทธิ์คงทนอยู่ได้นาน 18 เดือน ทั้งในห้องปฏิบัติการ และในสภาพใช้ในสนามตามธรรมชาติ นอกจากนี้พบว่า ยุง *An. minimus* มีความไวต่อ deltamethrin ที่ใช้ซุบกับเสื้อคลุมตาข่าย และพบว่า ยุง *An. minimus* มีความไวต่อสารไพรีทรอยด์ชนิดอื่น เช่น permethrin, bifenthrin, alphacy-permethrin และมีความไวต่อ propoxur ซึ่งเป็นสารกลุ่มคาร์บาเมต การใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมี ทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ประกอบอาชีพทำสวนยางพารามีภาวะไข้มาลาเรียลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมีที่อยู่ในหมู่บ้านเดียวกัน การศึกษานี้เป็นประโยชน์ในการพิจารณามาตรการควบคุมการติดเชื้อมาลาเรีย

นอกร้าน เช่น การทำสวนยางพารา การผลิตเสื้อคลุมตาข่ายนาโน และการศึกษาในพื้นที่ขนาดใหญ่ควรได้รับการสนับสนุน เพื่อนำมาประยุกต์เป็นมาตรการควบคุมไข้มาลาเรียที่ติดเชืื่อนอกบ้านต่อไป

Abstract

The research on the effectiveness of a long lasting insecticidal nano netting jacket (LLINJ) against mosquito bites was conducted in Surathani Province. Deltamethrin treated jackets, local made nano netting, were used to protect against mosquito bites to prevent outdoor malaria transmission and to compare levels of man-vector contact density, through landing catches, between LLINJ and non-LLINJ wearing groups of entomologists. The residual effects of deltamethrin on the nano netting of LLINJs under laboratory and field conditions were investigated. Furthermore, the local malaria vectors were tested against deltamethrin and other insecticides to determine their susceptibility status. Measurement was done for protective ability of LLINJs toward number of infected malaria cases in the study area. Results showed 71.67% reduction in the number of Anopheles mosquito landings in the LLINJ wearing group compared with the non-LLINJ wearing group, which was a significant difference with p -value <0.05 ($\chi^2 = 37.608$, $p=0.000$). There was a significant reduction of 74.42% in the number of local malaria vector, *Anopheles minimus*, landing in the LLINJ wearing group compared with the non-LLINJ wearing group with p -value <0.05 ($\chi^2 = 31.065$, $p=0.000$). Despite the number of *An. dirus* collected in this study being low, its number in the LLINJ wearing group was not significantly lower than that of the non-LLINJ wearing group ($\chi^2 = 3.210$, $p=0.668$). The residual effect of deltamethrin treatment on LLINJ at a dose of 60 mg/m² in 18 months was effective under both laboratory and field conditions. It was also found that wildly caught *An. minimus* was susceptible to deltamethrin as well as other alternative pyrethroids, such as permethrin, bifenthrin, alphacypermethrin, including carbamate insecticide, propoxur. Study result provides useful information for an alternative measure to control outdoor malaria transmission. Further well-designed large-scale studies are needed to determine the impact for the use of LLINJ as well as encouraging large scale production of LLINJ.

คำสำคัญ

มาลาเรีย, เสื้อคลุมตาข่ายนาโนซุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน

Key words

malaria, long lasting insecticidal nano jacket

บทนำ

โรคไข้มาลาเรียเป็นปัญหาสาธารณสุขในประเทศไทย การควบคุมพาหะนำโรคเป็นมาตรการหลักที่สำคัญ ได้แก่ การใช้มุ้งซุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน และการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้างตามผนังบ้านเรือน ซึ่งต่อมามีการปรับปรุงและพัฒนาการควบคุมโรคไข้มาลาเรียเป็นลำดับ⁽¹⁻²⁾ ตั้งแต่ปี 2554 การดำเนินการ

ควบคุมไข้มาลาเรียได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนโลก เพื่อหยุดการแพร่เชื้อไข้มาลาเรียที่ต้านต่อยาอนุพันธ์อาร์ติมิซินิน โดยส่งเสริมการป้องกันตนเองโดยใช้มุ้งซุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน⁽³⁾ มีรายงานการศึกษาการใช้มุ้งซุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานควบคุมไข้มาลาเรียในพื้นที่สวนยางพาราได้ดีในประเทศไทย⁽⁴⁾ การแพร่เชื้อมาลาเรียยังเป็นปัญหาในสวนยางพารา

ของประเทศไทย และประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้⁽⁵⁾ ปัญหาการติดเชื้อมากบ้าน ซึ่งเกิดในกลุ่มประชากรที่อาศัยในพื้นที่ที่ยังมีการแพร่เชื้อ ประกอบอาชีพนอกรับจ้างทำค่านี เช่น การกรีดยางพารา หรือหาของป่า⁽⁶⁻⁷⁾ กระทรวงสาธารณสุขมีแผนดำเนินการกำจัดไข้มาลาเรียให้ประเทศไทยปลอดจากไข้มาลาเรียภายในปี พ.ศ. 2567 โดยมียุทธศาสตร์ที่สำคัญคือ เร่งรัดการจัดการแพร่เชื้อมาลาเรีย พัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม มาตรการและรูปแบบที่เหมาะสมในการกำจัดไข้มาลาเรีย สร้างความร่วมมือระหว่างภาคีเครือข่าย และส่งเสริมให้ประชาชนมีศักยภาพในการดูแลตนเองจากไข้มาลาเรีย⁽⁸⁾ องค์การอนามัยโลกมีข้อเสนอแนะในการป้องกันกำจัดยุงพาหะหลายวิธี รวมทั้งการใช้สารเคมีชุบเสื้อผ้าป้องกันยุงกัดนอกรับจ้าง⁽²⁾ มีการศึกษาพบว่า มาตรการควบคุมยุงพาหะเพียงวิธีเดียว ไม่สามารถหยุดยั้งการแพร่เชื้อมาลาเรียได้ จำเป็นต้องมีมาตรการเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อมาลาเรียโดยเฉพาะการติดและแพร่เชื้อมาลาเรียนอกรับจ้าง⁽⁹⁾ สำหรับประเทศไทย ประชากรในพื้นที่แพร่เชื้อมาลาเรียที่ปฏิบัติงานหรือค้างคืนในป่าสวนไร่ โครงการกองทุนโลกด้านมาลาเรียส่งเสริมให้มีการใช้ถุงชุบสารเคมีคลุมเปลและสารป้องกันยุง แต่ยังไม่ครอบคลุมประชากรกลุ่มเสี่ยง⁽⁸⁾ จำเป็นต้องหามาตรการที่เหมาะสมมาปกป้องประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงและประกอบอาชีพนอกรับจ้างทำค่านี ไม่ให้ถูกยุงกัด มีความเหมาะสมคล่องตัวในการปฏิบัติงาน และมีฤทธิ์คงทนยาวนาน จึงมีแนวคิดที่จะนำเสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี deltamethrin มาศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี ศึกษาฤทธิ์คงทนของ เสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี ความไวของยุงต่อสารเคมี และผลของการใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี กับการป่วยไข้มาลาเรียในกลุ่มผู้ทำสวนยางพารา

วัสดุและวิธีการศึกษา

เสื้อคลุมตาข่าย เสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี (long lasting insecticidal nano jacket หรือ LLINJ)

ด้วย deltamethrin ผลิตจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ ขนาดเส้นใย 75 ดีเนียร์ จำนวนช่องโปร่งไม่น้อยกว่า 600 รูต่อตารางนิ้ว สารออกฤทธิ์กำจัดแมลง deltamethrin 60 mg/m² ซึ่งพัฒนาการผลิตโดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงอุตสาหกรรม ใช้กระบวนการนาโนเทคโนโลยีในการผลิต มีฤทธิ์คงทนของสารเคมีติดเนื้อเส้นใย ดีกว่าการชุบด้วยวิธีธรรมดา

พื้นที่ศึกษา ทำการศึกษาในพื้นที่ หมู่ที่ 7 ตำบลคลองศก อำเภอนวม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประชากร 1,315 คน มีอาชีพกรีดยางพารา 837 คน จำนวน 417 ครอบครัว

วิธีการศึกษา การศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้เสื้อคลุมตาข่าย ในการป้องกันยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย ทำการจับยุงที่มากาะคนระหว่างเวลา 18.00 น. – 06.00 น. ของวันถัดไป จับยุงครั้งละ 4 คิน พนักงานจับยุงแต่ละคน จับยุงคินละ 6 ชั่วโมง โดยผลัดเปลี่ยนพนักงานจับยุง ช่วงเวลา 24.00 น. จับยุงแต่ละชั่วโมง 50 นาที พัก 10 นาที จับยุง 3 จุด จุดละ 2 คน ยุงที่จับได้แยกรายชั่วโมง เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่ยุงเข้ากัดคน จุดที่ 1 โกลบ้าน ห่างจากบ้าน 10 เมตร พนักงานจับยุงสวมใส่เสื้อผ้าปกติ เพื่อทราบว่า มียุงพาหะในพื้นที่บริเวณดังกล่าว หรือไม่ จุดที่ 2 โกลบ้าน ในสวนยางพารา ห่างจากบ้านประมาณ 100 เมตร พนักงานจับยุงสวมใส่เสื้อผ้าปกติ เพื่อทราบว่า หากไม่ใส่เสื้อคลุมตาข่ายจะมียุงพาหะกัดมากน้อยเพียงใด จุดที่ 3 โกลบ้าน ในสวนยางพารา ห่างจากบ้านประมาณ 100 เมตร และห่างจากจุดที่ 2 ประมาณ 50 เมตร พนักงานจับยุงสวมใส่เสื้อคลุมตาข่ายฯ ทับเสื้อผ้าปกติ เพื่อทราบว่า หากใส่เสื้อคลุมฯ ทับเสื้อผ้าปกติ จะมียุงพาหะกัดมากน้อยเพียงใด สำหรับจุดที่ 2 และจุดที่ 3 สลับคนนั่งจับยุงกันทุกคิน นำยุงที่จับได้ไปเลี้ยงและวินิจฉัยชนิดตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ยุงที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับจำนวนเข้ากัดระหว่างใส่เสื้อคลุมตาข่ายฯ กับไม่ใส่เสื้อคลุมตาข่ายฯ และนำยุง จุดที่ 1 และจุดที่ 2 ซึ่งไม่สัมผัสสารเคมีไปทดสอบความไวต่อสารเคมี ทำการจับยุงทุก 2 เดือน

ตลอดระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559

2. การทดสอบฤทธิ์คงทนของสารเคมีในเสื่อคลุมตาข่าย (cone bioassay test) นำยุง *An. minimus* อายุ 3-5 วัน จากห้องปฏิบัติการสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง ซึ่งมีความไวต่อสารเคมี deltamethrin มาทดสอบฤทธิ์คงทนของเสื่อคลุมตาข่าย โดยสุ่มตัวอย่างเสื่อคลุมตาข่าย จากผู้เข้าร่วมโครงการ ซึ่งแนะนำไม่ให้ชักรื้อเสื่อคลุมตาข่าย จำนวน 30 ตัว ทำการทดสอบทุก 2 เดือน โดยใช้เสื่อคลุมตาข่าย ตัวเดิม ทำการทดสอบยุง 5 จุด ได้แก่ ที่แขน 2 ข้าง ด้านหน้า ด้านหลังและหมวกคลุมจุดละ 10 ตัว ใช้วิธีการทดสอบขององค์การอนามัยโลก เกณฑ์การตัดสินประสิทธิภาพของเสื่อคลุมตาข่าย ยาวนานเพียงใดนั้น พิจารณาจากช่วงเวลาให้อัตราตายเฉลี่ยของยุงทดสอบต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80⁽¹⁰⁾ นอกจากนั้นได้ทำการทดสอบฤทธิ์คงทนของสารเคมี กับเสื่อคลุมตาข่าย 4 ตัว ที่พนักงานจับยุงใส่จับยุงในพื้นที่ และอีก 2 ตัวที่แขวนไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง เพื่อเปรียบเทียบผลความคงทนที่ได้นำมาใช้ในสนาม

3. การทดสอบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมี (susceptibility test) เพื่อที่จะทราบความไวของยุงพาหะ กับสารเคมีที่ใช้ชุบเสื่อคลุมตาข่าย จึงได้นำยุง *An. minimus* ที่จับจากจุดที่ 1 และจุดที่ 2 ซึ่งไม่ได้สัมผัสสารเคมี มาทดสอบกับ deltamethrin 0.05% และทดสอบกับสารเคมีชนิดอื่นเป็นสารไพรีทรอยด์ 2 ชนิด คือ permethrin 0.75%, alphacypermethrin 0.05% และสารกลุ่มคาร์บาเมต 1 ชนิด ได้แก่ propoxur 0.1% ใช้วิธีการทดสอบ และเกณฑ์การตัดสินตามแนวทางองค์การอนามัยโลก⁽¹¹⁾

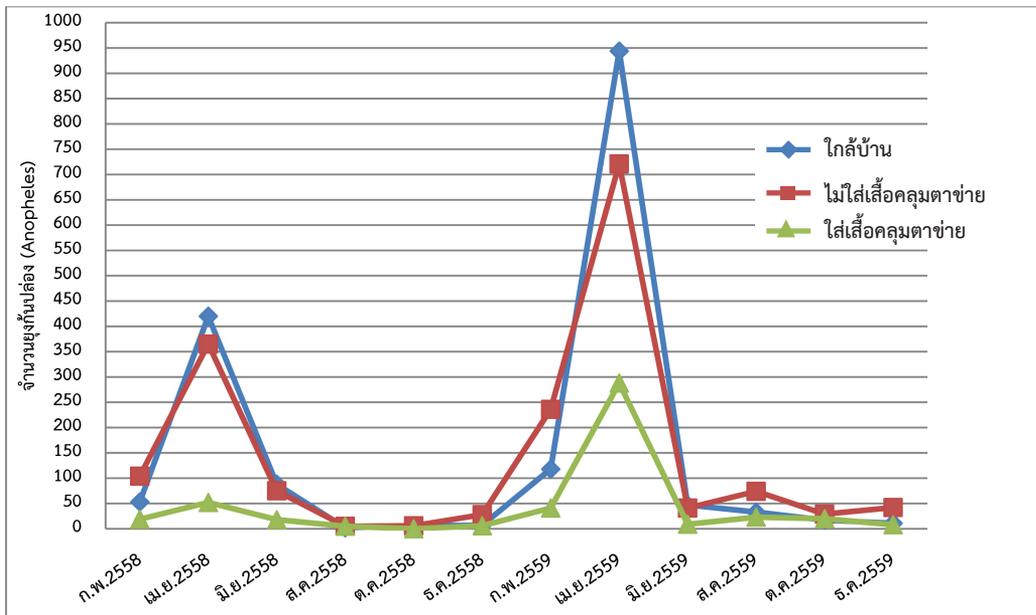
4. ติดตามผลกระทบจากการใช้เสื่อคลุมตาข่าย ต่อการป่วยไข้มาลาเรีย แจกเสื่อคลุมตาข่าย 550 ตัว ให้กับผู้มีอาชีพกรีดยาง 550 คน ผู้ได้รับเสื่อคลุมตาข่าย จะได้รับคำแนะนำให้ใส่เสื่อคลุมตาข่าย

ทุกครั้งก่อนออกไปปฏิบัติงานในสวนยางพาราเวลากลางคืน เพื่อป้องกันยุง ไม่ควรชักรื้อเสื่อคลุมตาข่าย หากชักรื้อเสื่อคลุมตาข่าย ควรชักรด้วยน้ำเปล่า การผึ่งหลังใช้งานหรือหลังชักร ต้องผึ่งในที่ร่ม และผู้ที่ได้รับเสื่อ จะได้รับการติดตามการป่วยไข้มาลาเรียตลอดการศึกษา เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้เสื่อคลุมตาข่าย ในการป้องกันการป่วยไข้มาลาเรีย

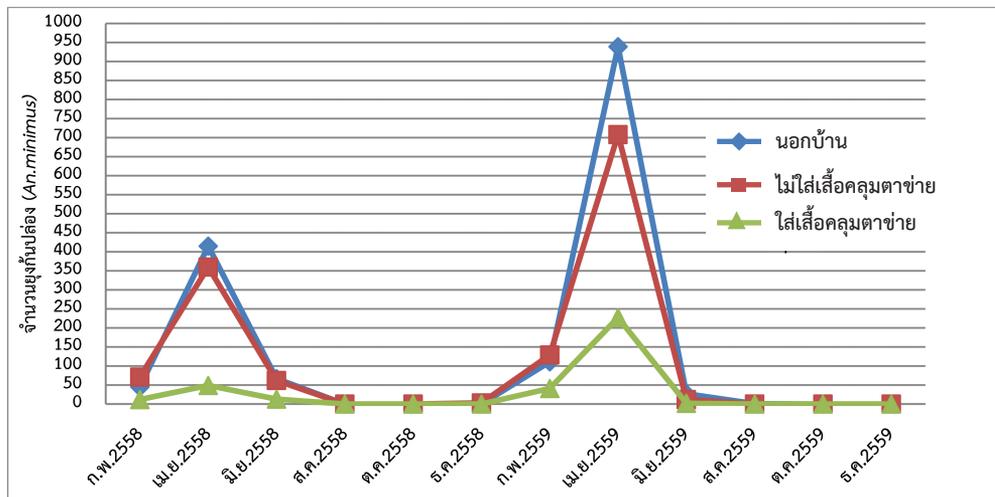
การวิเคราะห์ผล การตัดสินอัตราการตาย และประสิทธิภาพตามแนวทางองค์การอนามัยโลก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ และเปรียบเทียบความแตกต่างหรือทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้สถิติ chi-square test หรือ Fisher's exact test ในกรณีค่า expected value น้อยกว่า 5

ผลการศึกษา

1. การศึกษาผลของการใช้เสื่อคลุมตาข่ายนาโนซุสสารเคมี ต่อการเข้ากัดของยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย พบยุงก้นปล่อง 6 ชนิด ได้แก่ *An. dirus*, *An. minimus*, *An. maculatus*, *An. barbirostris*, *An. hyrcanus group* และ *An. tessellatus* รวมทั้งสิ้น 3,778 ตัว ซึ่ง 3 ชนิดแรกเป็นยุงพาหะหลักของประเทศไทย โดยพบยุง *An. minimus* ร้อยละ 87.19 จะเห็นได้ว่า ยุงก้นปล่องทั้งหมดและ *An. minimus* ที่เข้ากัดแต่ละเดือน มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงไปในทิศทางเดียวกัน ทั้ง 3 จุดจับยุง ดังภาพที่ 1 และ 2 แสดงว่า การใช้เสื่อคลุมตาข่าย จะสามารถลดยุงก้นปล่องทั้งหมดที่เข้ากัดได้ ร้อยละ 71.67 ลดยุง *An. minimus*, *An. dirus* ได้ร้อยละ 74.42 และ 69.57 ตามลำดับ จากการจำแนกฤดูกาลจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตามแนวทางของศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล กรมอุตุนิยมวิทยา⁽¹²⁾ แบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝนและฤดูหนาว ความชุกชุมของยุงจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลพบว่า ยุงก้นปล่องจะมีความชุกชุมสูง ระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม ทั้ง 2 ปี



ภาพที่ 1 แสดงยุงก้นปล่องที่จับได้ทั้งหมด ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559



ภาพที่ 2 แสดงยุง *An. minimus* ที่จับได้ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559

เมื่อนำจำนวนยุงก้นปล่องทุกชนิดที่เข้าหากิน เลือดมาวิเคราะห์พบว่า กลุ่มที่ใช้เสื้อคลุมตาข่าย สามารถลดการเข้าสัมผัสผืนคน ดังภาพที่ 1 โดยลดส่วนการ เข้ากัดของยุงก้นปล่องรวม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่

ใส่เสื้อคลุมตาข่ายฯ ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับต่ำกว่า 0.05 ($\chi^2 = 37.608, p=0.000$) ดังตารางที่ 1 ดังนั้นการใส่เสื้อคลุมตาข่ายฯ สามารถลด ยุงก้นปล่องเข้ากัดได้

ตารางที่ 1 จำนวนยุงก้นปล่องทุกชนิดเข้าหากินเลือด ในกลุ่มไม้เสื่อคลุมตาข่าย และใส่เสื่อคลุมตาข่าย

ฤดูกาลที่เข้ากินเลือด	ยุงที่จับได้				χ^2	df	p-value
	ไม้เสื่อคลุม		ใส่เสื่อคลุม				
	ตาข่าย ๑		ตาข่าย ๑				
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			
การเข้ากินเลือดของยุงก้นปล่องรวมทุกชนิด					37.608	5	0.000**
ฤดูร้อน 2558	469	27.17	71	14.52			
ฤดูฝน 2558	80	4.63	23	4.70			
ฤดูหนาว 2558	34	1.97	6	1.23			
ฤดูร้อน 2559	957	55.45	329	67.28			
ฤดูฝน 2559	115	6.66	32	6.54			
ฤดูหนาว 2559	71	4.11	28	5.73			

**Fisher's exact test * $p < 0.05$

เมื่อนำยุงพาหะ *An. minimus* มาแยกวิเคราะห์ จะพบว่า ความชุกชุมยุงชนิดนี้สูงในฤดูร้อน ระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม จำนวนยุงที่จับได้นำมาเปรียบเทียบ ความแตกต่าง ระหว่างกลุ่มไม้เสื่อคลุมตาข่าย กับ กลุ่มใส่เสื่อคลุมตาข่าย พบว่า การเข้าหากินเลือด ของยุง *An. minimus* ในกลุ่มใช้เสื่อคลุมตาข่าย มีจำนวน ต่ำกว่ากลุ่มไม้เสื่อคลุมตาข่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2 = 31.065, p=0.000$) ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนยุงพาหะ *An. minimus* เข้ากินเลือดในกลุ่มไม้เสื่อคลุมตาข่าย และใส่เสื่อคลุมตาข่าย

ฤดูกาลที่เข้ากินเลือด	ยุงที่จับได้				χ^2	df	p-value
	ไม้เสื่อคลุม		ใส่เสื่อคลุม				
	ตาข่าย ๑		ตาข่าย ๑				
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			
การเข้ากัดของยุง <i>An. minimus</i>					31.065	5	0.000**
ฤดูร้อน 2558			61	17.73			
ฤดูฝน 2558	431	32.04	13	3.77			
ฤดูหนาว 2558	62	4.61	0	0			
ฤดูร้อน 2559	3	0.22	268	77.91			
ฤดูฝน 2559	837	62.23	2	0.58			
ฤดูหนาว 2559	12	0.89	0	0			

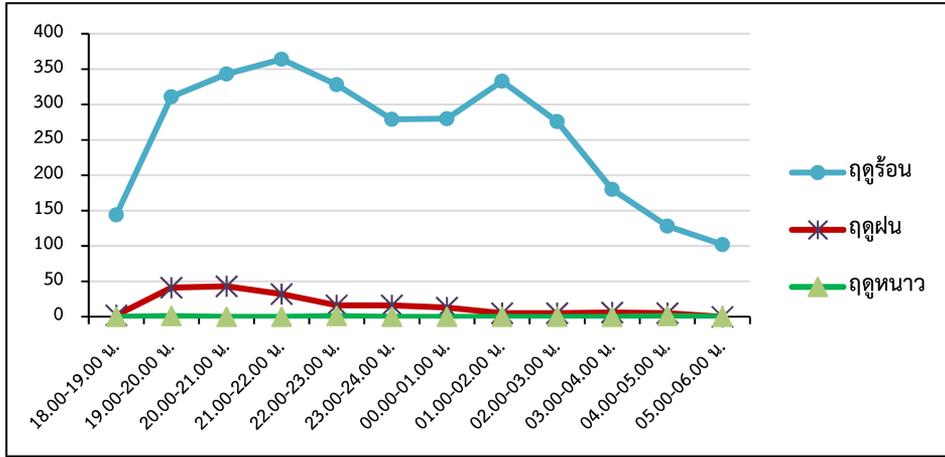
**Fisher's exact test * $p < 0.05$

ในการศึกษาจับยุงพาหะมาลาเรียชนิด *An. dirus* ในพื้นที่ศึกษาได้เช่นกัน แต่มีจำนวนน้อย โดยในกลุ่มที่ใส่เสื่อคลุมตาข่าย จับได้ 70 ตัว กลุ่มไม้เสื่อคลุมตาข่าย จับได้ 230 ตัว แม้จำนวนการเข้ากัดของยุงในกลุ่มที่ใส่เสื่อคลุมตาข่าย จะต่ำกว่าไม้เสื่อคลุมตาข่าย แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2 = 3.210, p=0.668$)

จากการจับยุงทั้งคืนตั้งแต่เวลา 18.00 น ถึง 06.00 น. ของวันถัดไป โดยนำจำนวนยุงก้นปล่องทุกชนิด แต่ละชั่วโมง แยกตามฤดูกาล ในฤดูร้อนพบว่า ยุงก้นปล่องออกหากินตลอดคืน ตั้งแต่พลบค่ำจนถึงสว่าง แต่มีความชุกชุมสูงตั้งแต่เวลา 20.00 น. เป็นต้นไป ฤดูหนาวและฤดูฝนมีความชุกชุมต่ำ แต่ออกหากินตลอดคืน

ซึ่งพบว่า ชุกชุมในครึ่งคืนแรกเช่นกัน นอกจากนี้เมื่อแยกวิเคราะห์เฉพาะยุง *An. minimus* เนื่องจากยุงที่จับได้ส่วนใหญ่เป็น *An. minimus* จะพบว่า นิยัหากินเลือดเหมือนภาพรวมทั้งหมดคือยุงชนิดนี้หากินทั้งคืน และพบ

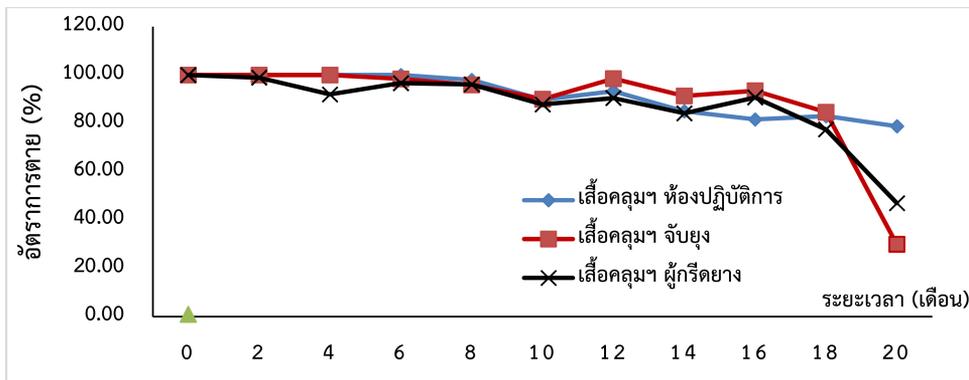
ความชุกชุมสูงตั้งแต่ 20.00 น. เป็นต้นไป (ภาพที่ 3) ดังนั้นการใส่เสื้อคลุมตาข่ายฯ จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยด้านนี้ประกอบ



ภาพที่ 3 แสดงยุงก้นปล่อง *An. minimus* ที่จับได้จำแนกรายชั่วโมง

2. การทดสอบฤทธิ์คงทนของเสื้อคลุมตาข่ายฯ (cone bioassay test) จากการทดสอบฤทธิ์คงทนเสื้อคลุมตาข่ายฯ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้กรีดยางที่ใช้เสื้อคลุมฯ ตามปกติ กลุ่มพนักงานจับยุงที่ใช้เพื่อการศึกษา และกลุ่มที่เก็บที่อุณหภูมิต้องปฏิบัติการ จากการศึกษาพบว่า มีฤทธิ์

คงทนของสารเคมี มีฤทธิ์ได้นานประมาณ 18 เดือน ดังภาพที่ 4 ซึ่งฤทธิ์คงทนของสารเคมี deltamethrin จะมีฤทธิ์ไม่แตกต่างกันแม้ว่า ลักษณะการใช้งาน และการเก็บรักษาในธรรมชาติที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4 แสดงฤทธิ์คงทนเสื้อคลุมตาข่ายฯ เมื่อทดสอบด้วยยุง *An. minimus*

3. ทดสอบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมี (susceptibility test) ผลการทดสอบความไวของยุงต่อสารเคมี ตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก ตามตารางที่ 3 พบว่ายุง *An. minimus* มีความไวต่อสารเคมี

deltamethrin นอกจากนั้นผลจากการศึกษาายังพบว่า ยุง *An. minimus* มีความไวสูงกับสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ และกลุ่มอื่นด้วย ได้แก่ permethrin, bifenthrin, alphacypermethrin และ propoxur

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความไวของยุง *An. minimus* ต่อสารเคมีชนิดต่าง ๆ

สารเคมี	จำนวนยุงทดสอบ (ตัว)	อัตราการตาย (ร้อยละ)
Deltamethrin 0.05 %	259	100
Permethrin 0.75 %	200	99.5
Alphacypermethrin 0.05%	150	100
Bifenthrin 0.20 %	164	100
Propoxur 0.1%	100	100

4. ติดตามผลกระทบจากการใช้เสื่อกุลมตาชายนานา ต่อการลดลงของผู้ป่วยไข้มาลาเรีย ประชากรในพื้นที่หมู่ที่ 7 ตำบลคลองศก อำเภอนวม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีจำนวน 1,315 คน มีอาชีพทำสวนยางพารา 837 คน และได้รับแจกเสื่อกุลมตาชายนานาตามโครงการ 550 คน คิดเป็นร้อยละ 68.80 ของผู้มีอาชีพทำสวนยางพารา ช่วงปลายเดือนธันวาคม 2557 สถานการณ์การป่วยไข้มาลาเรียพบว่า ปี พ.ศ. 2557 ก่อนมีการใช้เสื่อกุลมตาชายนานา มีจำนวนผู้ป่วยไข้มาลาเรีย 100 ราย อัตราป่วย 76.0 ต่อ 1,000 ประชากร และเมื่อมีการใช้เสื่อกุลมตาชายนานา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 และ 2559 มีผู้ป่วยไข้มาลาเรียจำนวน 33 ราย (อัตราป่วย 25.1 ต่อ 1,000 ประชากร) และ 2 ราย (อัตราป่วย 1.5 ต่อ 1,000 ประชากร ตามลำดับ) จำนวนผู้ป่วยรวม 35 รายนั้น ประกอบอาชีพทำสวนยาง และต้องออกกรีดยางยามค่ำคืน 26 ราย อาชีพอื่น 9 ราย ในจำนวนนี้มีเพียง 3 รายที่ป่วยเป็นไข้มาลาเรีย และได้รับเสื่อกุลมตาชายนานา พฤติกรรมการใช้เสื่อกุลมตาชายนานา ของ 3 ราย ที่ป่วยนี้สวมใส่เสื่อกุลมตาชายนานา นาน ๆ ครั้ง หรือบางครั้งไม่ได้ใส่ และได้พบว่า ผู้ใช้เสื่อกุลมตาชายนานา ทุก ๆ ครั้ง หรือบ่อยครั้งที่ออกปฏิบัติงานในสวนยางพารายามค่ำคืน ไม่เคยป่วยเป็นไข้มาลาเรียอีกเลย

วิจารณ์และสรุป

การศึกษาพบยุงก้นปล่องตลอดปี โดยพบยุงพาหะ *An. minimus* และ *An. dirus* แต่พบยุง *An. minimus* มีความชุกชุมสูง คิดเป็นร้อยละ 87.19 ของยุงก้นปล่องที่จับได้ และมีความชุกชุมสูงช่วงฤดูร้อน (มีนาคม-พฤษภาคม) ของทุกปี แต่เนื่องจากยุงออกหากินตลอดคืน การออกทำงานกรีดยางหลังเที่ยงคืน จึงมีโอกาสติดเชื้อมาลาเรียได้ การใช้เสื่อกุลมตาชายนานาสามารถลดการเข้ากินเลือดของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย *An. minimus* ร้อยละ 74.42 และ *An. dirus* ร้อยละ 69.57 ทั้งนี้เนื่องจากสาร deltamethrin มีฤทธิ์ในการขับไล่ยุง ทั้ง *An. minimus* และ *An. dirus* และยังมีผลศึกษายืนยันการมีฤทธิ์ขับไล่ยุงพาหะชนิดอื่น ๆ ได้แก่ *An. swadiwongporni*, *An. maculatus*⁽¹³⁻¹⁴⁾ และ *An. epiroticus*⁽¹⁵⁾ ได้มีการศึกษาสารเคมีหลายชนิด มีผลต่อการขับไล่ยุง *An. minimus* ได้แก่ carbaryl, malathion และ cypermethrin⁽¹⁶⁾ การใช้สารเคมีชุบเสื่อกุลมตาชายนานาในพื้นที่ แสดงถึงการลดอัตราการสัมผัสคนในกลุ่มที่ใช้เสื่อกุลมตาชายนานา ได้ดี การศึกษาฤทธิ์คงทนเสื่อกุลมตาชายนานา ตามลักษณะการใช้งาน ทั้งในพื้นที่และห้องปฏิบัติการ มีฤทธิ์คงทนอยู่ได้นานประมาณ 18 เดือน เนื่องจากการผลิตใช้นาโนเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

เมื่อปี พ.ศ. 2545 โดยการชุบเสื้อคลุมตาข่าย ด้วยสารเคมีวิธีปกติทั่วไปซึ่งพบว่า การใช้สารเคมีชุบ deltamethrin ขนาด 30 mg/m² ในสภาพการใช้งานปกติ มีฤทธิ์คงทนได้นานเพียง 1 เดือน⁽¹⁷⁾ นอกจากนั้นได้มีการศึกษาการใช้สารเคมีพ่นเสื้อผ้าด้วยสารเคมี permethrin ในกลุ่มทหารที่จังหวัดศรีสะเกษในปี พ.ศ. 2534-2535 พบว่า สารเคมีมีฤทธิ์ในการฆ่ายุงได้นาน 3 เดือน แต่ผลจากการใช้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การลดอุบัติการณ์ไข้มาลาเรียไม่มีความแตกต่างกัน⁽¹⁸⁾ แต่การศึกษาในปี พ.ศ. 2545 ที่ประเทศเคนยาพบว่า การใช้เสื้อผ้าชุบด้วย permethrin 0.52% w/w พบว่าสามารถลดการแพร่เชื้อไข้มาลาเรียลงได้ร้อยละ 70 ผู้ใช้ยอมรับการใช้เสื้อผ้าชุบสารเคมีดังกล่าวนี้ และไม่พบผลข้างเคียงที่เกิดจากการใช้เสื้อผ้าชุบสารเคมี⁽¹⁹⁾

การศึกษาคความไวของยุงพาหะในพื้นที่พบว่ายุง *An. minimus* มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin นอกจากนั้นยังได้ทดสอบความไวของยุงต่อสารไพรีทรอยด์ชนิดอื่น ได้แก่ permethrin, bifenthrin, alphacypermethrin และกลุ่มคาร์บาเมต ได้แก่ propoxur พบว่า ยุงพาหะชนิดนี้มีความไวต่อสารเคมีที่ทดสอบ จึงเป็นข้อมูลเพื่อการพิจารณาเลือกสารเคมีทดแทน ที่สามารถเลือกใช้ในอนาคต

ผลการศึกษาคครั้งนี้เป็นการยืนยันความไวของยุงก้นปล่อง *An. minimus* ต่อ deltamethrin จากที่มีการศึกษาพื้นที่อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในปี พ.ศ. 2559⁽²⁰⁾ นอกจากนี้การศึกษาเมื่อปี 2555 พบว่า ยุง *An. dirus* อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ยังไวต่อ deltamethrin⁽²¹⁾ และมีรายงานว่า ยุง *An. epiroticus* อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีความไวต่อ deltamethrin⁽¹⁵⁾ หากต้องการใช้สารเคมีชนิดอื่น เพื่อการควบคุมยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย อาจใช้ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นมาพิจารณา เพื่อการคัดเลือกสารเคมีที่จะใช้ต่อไป

การศึกษาคครั้งนี้ยืนยันว่า เสื้อคลุมตาข่ายสามารถลดอัตราการเข้าหากิน และลดการสัมผัสของยุงพาหะ *An. minimus* สอดคล้องกับการศึกษาของสุกัญญา สุวรรณรัตน์ และคณะ ในปี พ.ศ. 2547 ที่ศึกษาประสิทธิภาพเสื้อคลุมตาข่าย ด้วยวิธีปกติ ต่อการป้องกันไข้มาลาเรียในประชากรที่มีอาชีพทำสวนยางพาราที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า จำนวนผู้ป่วยไข้มาลาเรียในพื้นที่ลดลง หลังจากมีการใช้เสื้อคลุมตาข่าย ในพื้นที่⁽²²⁾

เสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี deltamethrin สามารถลดอัตราการเข้าหากินเลือดของยุงก้นปล่อง โดยเฉพาะยุง *An. minimus* ลงได้มาก และเสื้อตาข่ายสามารถฆ่ายุง *An. minimus* ทั้งในห้องปฏิบัติการและสนามได้นาน 18 เดือน เหมาะสำหรับนำไปใช้ในพื้นที่เพื่อการกำจัดไข้มาลาเรียในประเทศไทย อย่างไรก็ตามการผลิตเสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี deltamethrin ควรได้รับการสนับสนุนด้านการผลิต เพื่อให้ต้นทุนต่ำจะได้นำไปใช้ในพื้นที่เป้าหมายขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อลดการติดเชื้อไข้มาลาเรียจากการถูกยุงก้นปล่องกัดนอกบ้านต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาคครั้งนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนโลกด้านมาลาเรีย ขอขอบคุณศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์เสื้อคลุมตาข่าย ผู้อำนวยความสะดวกการสำนึกโรคติดต่อมาโดยแมลง ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา ผู้อำนวยความสะดวกงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่อนุญาตให้ใช้พื้นที่ นายศพนันท์ พรหมจันทร์ หัวหน้าหน่วยควบคุมโรคติดต่อมาโดยแมลงที่ 11.3.3 อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ช่วยและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการ

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. แนวทางปฏิบัติงานควบคุมโรคมาลาเรียสำหรับบุคลากรสาธารณสุข พ.ศ. 2552. กรุงเทพมหานคร: เบริโอเซ็น; 2552.
2. World Health Organization. Guidance note on the control of residual malaria parasite transmission. Geneva: World Health Organization; 2014.
3. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. แนวทางการดำเนินงานการยับยั้งการแพร่เชื้อ มาลาเรียที่ต่ออายุผสมอนุพันธ์อาร์ติมิซินิน ระยะที่ 2 (ปีที่ 3-5 : ปีงบประมาณ 2557-2559) 2557. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2557.
4. Satitvipawee P, Wongkhang W, Pattanasin S, Hoithong P, Bhumiratana A. Predictors of malaria-association with rubber plantations in Thailand. BMC Public Health 2012;12:1115.
5. Bhumiratana A, Sorosjinda-Nunthawarasilp P, Kaewwaen W, Maneekan P, Pimnon S. Malaria-associated rubber plantations in Thailand. Travel Med Infect Dis 2013;11:37-50.
6. Killeen GF, Govella NJ, Lwetoijera DW, Okumu FO. Most outdoor malaria transmission by behaviourally-resistant *Anopheles arabiensis* is mediated by mosquitoes that have previously been inside houses. Malaria J 2016;15:225.
7. สะไบทอง หาญบุงค์ลา, เลิศชัย เจริญธัญรักษ์. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อมาลาเรียที่เป็นโรคประจำถิ่นในจังหวัดราชบุรี ปี พ.ศ. 2558. วารสารควบคุมโรค 2560;43:423-35.
8. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. ยุทธศาสตร์การกำจัดโรคไข้มาลาเรีย พ.ศ. 2560-2569. กรุงเทพมหานคร: อักษรกราฟฟิค แอนด์ ดีไซน์; 2559.
9. Zhu L, Müller GC, Marshall JM, Arheart KL, Qualls WA, Hlaing WM, et al. Is outdoor vector control needed for malaria elimination? An individual-based modeling study. Malaria J 2017; 16:266.
10. World Health Organization. Guidelines for laboratory and field testing of long-lasting insecticidal nets. Geneva: World Health Organization; 2013.
11. World Health Organization. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. Geneva: World Health Organization; 2013.
12. ศูนย์อุตุวิทยาทะเล กรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 24 เม.ย. 2561]. แหล่งข้อมูล: http://www.marine.tmd.go.th/thai/tus_type/suratthani.html
13. Chareonviriyaphap T, Prabaripai A, Bangs MJ. Excito-repellency of deltamethrin on the malaria vector, *Anopheles minimus*, *Anopheles dirus*, *Anopheles swadiwongporni*, and *Anopheles maculatus* in Thailand. J Am Mosq Control Assoc 2004;20:45-54.
14. Pothikasikorn J, Chareonviriyaphap T, Bangs MJ, Prabaripai A. Behavioral Responses to DDT and pyrethroids between *Anopheles minimus* species A and C, malaria vectors in Thailand. Am J Trop Med Hyg 2015;73:343-9.
15. Ritthison W, Titgratog R, Tainchum K, Bangs MJ, Manguin S, Chareonviriyaphap T. Pyrethroid susceptibility and behavioral avoidance in *Anopheles epiroticus*, a malaria vector in Thailand. J Vector Ecol 2014;39:32-43.

16. Pothikasikorn J, Overgaard H, Ketavan C, Visetson S, Bangs MJ, Chareonviriyaphap P. Behavioral responses of malaria vectors, *Anopheles minimus* complex, to three classes of agrochemicals in Thailand. *J Med Entomol* 2007;44:1032-9.
17. สุธีรา พูลถิ่น, บุญเสริม อ่วมอ่อง. การศึกษาฤทธิ์คงทนของสารเคมีที่ใช้ชุบเสื้อคลุมตาข่ายป้องกันไข้มาลาเรีย ในกลุ่มประชากรที่มีอาชีพทำสวนยางพารา ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารควบคุมโรค* 2547;30:167-73.
18. Eamsila C, Frances SP, Strickman D. Evaluation of permethrin treated military uniforms for personal protection against malaria in northeastern Thailand. *J Am Mosq Control Assoc* 1994;10: 515-21.
19. Kimani EW, Vulule JM, Kuria IW, Mugisha F. Use of insecticide-treated clothes for personal protection against malaria: a community trial. *Malaria J* 2006;5:63.
20. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. ฐานข้อมูลกีฏวิทยา [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 22 ก.พ. 2561]. แหล่งข้อมูล: http://www.thaivbd.org/entomological/report/test?province=&month=&year=&chemical_id=2&density=
21. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. การศึกษาความไวของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อสารเคมีกำจัดแมลง พื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. นนทบุรี: สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง; 2555.
22. สุกัญญา สุวรรณรัตน์, ปฐมพร พริกชู, อนุพงศ์ สุจริยากุล. การศึกษาประสิทธิภาพเสื้อคลุมตาข่ายชุบสารเคมีต่อการป้องกันไข้มาลาเรียในประชากรที่มีอาชีพทำสวนยางพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2545-2546. *วารสารโรคติดต่อฯ โดยแมลง* 2547;1:23-9.