ชีวนิเวศของยุงพาหะมาลาเรียในพื้นที่แพร่โรคใหม่เพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์การกำจัดโรคของประเทศไทย

ศิริพร ยงชัยตระกูล ป.ร.ด. (อายุรศาสตร์เขตร้อน) จิราภรณ์ เสวะนา ว.ท.ม. (เกษตรศาสตร์)
สุรวดี กิจการ ว.ท.ม. (จุลชีววิทยา)
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค
วันที่รับบทความ (Received), 1 กันยายน 2568 วันแก้ไขบทความ (Revised), 5 ตุลาคม 2568
วันตอบรับบทความ (Accepted). 1 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

ประเทศไทยตั้งเป้าหมายในการกำจัดโรคมาลาเรียให้หมดไปภายในปี 2569 อย่างไรก็ตามในปี 2565 มีผู้ป่วยสูงถึง 10,155 ราย และพบพื้นที่แพร่โรคใหม่ (new foci) จำนวน 301 แห่ง ซึ่งไม่มีรายงานพบผู้ป่วยมานานกว่า 3 ปี วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อเข้าใจชีวนิเวศของยุงพาหะนำโรคมาลาเรียในพื้นที่แพร่โรคใหม่ โดยพิจารณาความแตกต่างทางภูมิศาสตร์และฤดูกาล ข้อมูลที่ได้จะใช้สนับสนุนกำหนดมาตรการการควบคุมโรคให้เหมาะสมกับบริบทพื้นที่เป้าหมายการกำจัดโรค การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์เชิงภาคตัดขวาง ครอบคลุมพื้นที่ 27 แห่ง (42.19% ของพื้นที่แพร่โรคใหม่) ใน 35 จังหวัด 6 ภูมิภาค ดำเนินการระหว่างปี 2566 - 2567 โดยใช้วิธีสำรวจยุงตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก(WHO) ผลการศึกษาพบว่ามียุงพาหะหลัก 3 ชนิด (*Anopheles minimus, An. dirus, An. maculatus*) มีสัดส่วนสูงถึง 83.5% ของพื้นที่สำรวจ ยุงมีพฤติกรรมการหากินนอกบ้านถึง 73.2% ช่วงเวลาเข้ากัดสูงสุดคือ 20:00 - 22:00น. การกระจายของประชากรยุงแตกต่างตามภูมิภาค โดยมีความชุกสูงสุดในภาคตะวันตก (92.0%) ในขณะที่ภาคใต้มีความหนาแน่นสูงสุด 3.57 ตัว/ชั่วโมง ผลการวิจัยในครั้งนี้สะท้อนว่าการควบคุมยุงพาหะไม่ควรจำกัดเฉพาะมาตรการภายในบ้าน พร้อมทั้งปรับการตอบสนองให้เหมาะสมกับบริบทและระดับความเสี่ยงของแต่ละพื้นที่ เพื่อป้องกันการกลับมาแพร่เชื้อซ้ำและสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายการกำจัดโรคมาลาเรียของประเทศไทย

คำสำคัญ : ชีวนิเวศยุงพาหะ, พื้นที่แพร่โรคใหม่, ยุทธศาสตร์การกำจัดโรค

Malaria Vector Bionomics in New Foci for Thailand's Disease Elimination Strategy

Siriporn Yongchaitrakul Ph.D. (Tropical Medicine) Jiraporn Sevana M.Sc.(Entomology)
Suravadee Kitchakarn M.Sc. (Microbiology)
Division of Vector Borne Diseases

Abstract

Thailand has set a goal to eliminate malaria by 2026. However, in 2022, the number of malaria cases increased to 10,155 with 301 new foci reported areas that had been free of transmission for more than three years. The research aimed to study the bionomics of malaria vectors in these new foci, focusing on geographical and seasonal variation, in order to provide evidence for effective control strategies and policy development. This cross-sectional study was carried out in 127 of the 301 new foci (42.19%) covering 35 provinces in six regions from 2023 to 2024. Mosquitoes were collected using the WHO Human Landing Collection (HLC) method. Three main vector species (*Anopheles minimus, An. dirus, and An. maculatus*) were found in 83.5% of surveyed sites, indicating vectorial capacity. Most vectors (73.2%) exhibited outdoor biting behavior with peak biting activities occurring between 20:00 and 22:00 hours. Regional variation was evident: the western region showed the highest prevalence (92.0%), while the southern region recorded the highest mosquito density (3.57 mosquitoes/h). These findings highlight the need to expand vector control strategies beyond indoor measures to include indoor intervention, tailored responses based on local risk contexts, and intensified prevention in high - risk areas. Such approaches are essential to prevent re - establishment of transmission and to achieve and sustain malaria elimination in Thailand.

Key words : vector bionomics, new foci, malaria elimination strategy

บทนำ

โรคมาลาเรียยังคงเป็นปัญหาสำคัญของโลก โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน แม้จะมีความก้าวหน้าด้านในการควบคุมโรค แต่รายงานจากองค์การอนามัยโลกในปี พ.ศ. 2567 ระบุว่ามีผู้ป่วยกว่า 263 ล้านราย ซึ่งมีผู้เสียชีวิตประมาณ 597,000 รายทั่วโลก[1] ทั้งนี้องค์การอนามัยโลกได้กำหนดกรอบยุทธศาสตร์การกำจัดโรคมาลาเรีย พ.ศ. 2559–2573 และเรียกร้องให้ประเทศสมาชิกเร่งดำเนินการเพื่อบรรลุเป้าหมายการกำจัดโรคภายในปี พ.ศ. 2573[2]

ประเทศไทยได้จัดทำยุทธศาสตร์การกำจัดโรคมาลาเรียแห่งชาติ (National Malaria Elimination Strategy: NMES) สำหรับช่วงปี 2560–2569 โดยมีเป้าหมายไม่ให้มีผู้ป่วยโรคมาลาเรียในประเทศภายในปี 2567 และกำจัดโรคมาลาเรียออกจากประเทศ (zero indigenous case) ภายในปี 2569 [3] นอกจากนี้ได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ 1 - 3 - 7 ขึ้น ซึ่งกำหนดให้มีการแจ้งเตือน การสืบสวน และการตอบสนองภายใน 1 วัน 3 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ เพื่อหยุดและกำจัดการระบาดในชุมชน[4] ผลการดำเนินงานระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2564 พบว่าจำนวนผู้ป่วยลดลงมากกว่า 80% จาก 19,080 รายในปี พ.ศ. 2559 และในปี พ.ศ. 2564 ลดลงเหลือเพียง 3,266 ราย[5] พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่อาศัยในพื้นที่ชายแดนใกล้เมียนมา กัมพูชา และมาเลเซีย

อย่างไรก็ตาม ในปี 2565 มีการกลับมาระบาด โดยพบผู้ป่วย 10,155 ราย และตรวจสอบพบผู้ป่วยในพื้นที่แพร่โรคใหม่ จำนวนถึง 301 แห่งในจังหวัดชายแดน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีรายงานผู้ป่วยมานานกว่า 3 ปี[6] บ่งชี้ถึงพลวัตการแพร่เชื้อที่แตกต่างและเสี่ยงต่อการระบาดซ้ำ (reintroduction) เป็นอุปสรรคต่อการบรรลุเป้าหมายการกำจัดโรค ตามที่ประเทศไทยได้กำหนดยุทธศาสตร์ 1 - 3 - 7 จึงได้เพิ่มความเข้มข้นในการดำเนินการทันทีในพื้นที่แพร่เชื้อเดิมและใหม่ โดยการศึกษายุงในพื้นที่ (entomological surveillance) เป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญในการสอบสวนแหล่งแพร่เชื้อที่ต้องทำภายใน 7 วันหลังรับรายงานพบผู้ป่วยในพื้นที่นั้น[7]

การเฝ้าระวังทางกีฏวิทยา (Entomological surveillance) จึงมีบทบาทสำคัญในการประเมินความเสี่ยงของพื้นที่ โดยเฉพาะศึกษาชีวนิเวศยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) ซึ่งข้อมูลด้านชนิด ความหนาแน่น การแพร่กระจาย และรูปแบบการออกหากินตามช่วงเวลา ฤดูกาล และภูมิภาค [8] ข้อมูลเหล่านี้เมื่อบูรณาการร่วมกับข้อมูลระบาดวิทยาจะช่วยให้การควบคุมและตอบสนองต่อการแพร่เชื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการบรรลุเป้าหมายการกำจัดโรคมาลาเรียของประเทศไทยภายในปี 2569 รวมทั้งการป้องกันไม่ให้โรคกลับมาแพร่ระบาดซ้ำอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อระบุชนิด ความหนาแน่น และพฤติกรรมการหากินของยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) ทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมถึงเปรียบเทียบลักษณะทางชีวนิเวศระหว่างภูมิภาคของประเทศไทยในพื้นที่แพร่โรคใหม่ (new foci)

2. เพื่อใช้ข้อมูลชีวนิเวศเป็นหลักฐานเชิงวิชาการในการกำหนดนโยบายและมาตรการควบคุมที่เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ ตลอดจนป้องกันการกลับมาแพร่เชื้อในพื้นที่ที่ปลอดจากโรคมาลาเรียแล้ว

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (cross - sectional analytical study) ที่ใช้แนวทางเชิงนิเวศ (ecological approach) ในการสำรวจ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบพรรณนา นอกจากนี้มีการเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยสำคัญระหว่างกลุ่มพื้นที่ศึกษา เก็บข้อมูลภาคสนามโดยทีมกีฏวิทยาของกองโรคติดต่อนำโดยแมลงและศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่มีพื้นที่ตามนิยามพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่แพร่โรคใหม่ (new foci) ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี ระหว่างเดือนมกราคม 2566 จนถึง ธันวาคม 2567

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยคัดเลือกพื้นที่ ศึกษาเป็นพื้นที่แพร่โรคใหม่ (new foci) ที่พบยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) เป็นเกณฑ์ และนำพื้นที่ที่คัดเลือกได้ทั้งหมด 127 แห่ง (ร้อยละ 100) เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด ถือเป็นการสำรวจแบบครบจำนวน (complete enumeration) ของพื้นที่ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

นิยามพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่แพร่โรคใหม่ (new foci) ตามการจำแนกของกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข หมายถึง พื้นที่ที่ไม่มีรายงานผู้ป่วยมาลาเรียที่ยืนยันแล้วภายในชุมชนติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 ปี แล้วมีผู้ป่วยมาลาเรียเกิดขึ้นใหม่ที่ได้รับการตัดสินแล้วว่าเป็นการติดเชื้อในพื้นที่

เครื่องมือที่ใช้

1. **อุปกรณ์ภาคสนาม** ได้แก่ หลอดแก้วขนาด 15 มล., ไฟฉาย LED, สำลีชุบคลอโรฟอร์ม, เทอโมมิเตอร์และไฮโกรมิเตอร์
2. **อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการ** ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ, คู่มือจำแนกชนิดยุงก้นปล่องเพศเมีย [9]

3. **เครื่องมือบันทึกข้อมูล** ได้แก่ แบบฟอร์มรายงาน กว.3 และระบบมาลาเรียออนไลน์ (electronic Malaria Information System: eMIS) ของกรมควบคุมโรค

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้การเก็บยุงด้วยวิธีเข้าเกาะคน (Human Landing Collection: HLC) ตามมาตรฐาน WHO[10] โดยเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการอบรมและมีความชำนาญ จับยุงครึ่งคืนตั้งแต่เวลา 18.00 - 24.00 น. ครั้งละ 2 คืน ทั้งในบ้านและนอกบ้าน นั่งจับจุดละ 2 คน ทุก 1 ชม. ใช้เวลาจับยุง 50 นาที พัก 10 นาที การจับยุงในบ้านเลือกบ้านผู้ป่วยหรือบ้านโดยรอบ ส่วนการจับยุงนอกบ้านนั่งห่างจากบ้านประมาณ 5 - 10 เมตร เมื่อยุงมาเกาะใช้หลอดแก้วจับยุงจับทันทีก่อนที่ยุงจะกัด แยกเก็บตามชั่วโมงและสถานที่ พร้อมบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมง ใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10 - 40X ประเมินลักษณะสำคัญและจำแนกยุงโดยใช้คู่มือแยกชนิดยุงก้นปล่องเพศเมีย ของ Rattanarithikul & Harrison บันทึกข้อมูลวันเวลา สถานที่ และข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องในรายงานกว.3 ข้อมูลจะถูกบันทึกในระบบมาลาเรียออนไลน์ของกรมควบคุมโรค

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ผลรวม และสัดส่วนเพื่ออธิบายความหนาแน่นรายชั่วโมง รูปแบบการกัดรายชั่วโมง พฤติกรรมการกัดในและนอกบ้าน สถิติเชิงอนุมานที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ Chi - square test of homogeneity สำหรับการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนยุงพาหะระหว่างในบ้านและนอกบ้าน และ Welch's two - sample t - test สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ p - value < 0.05

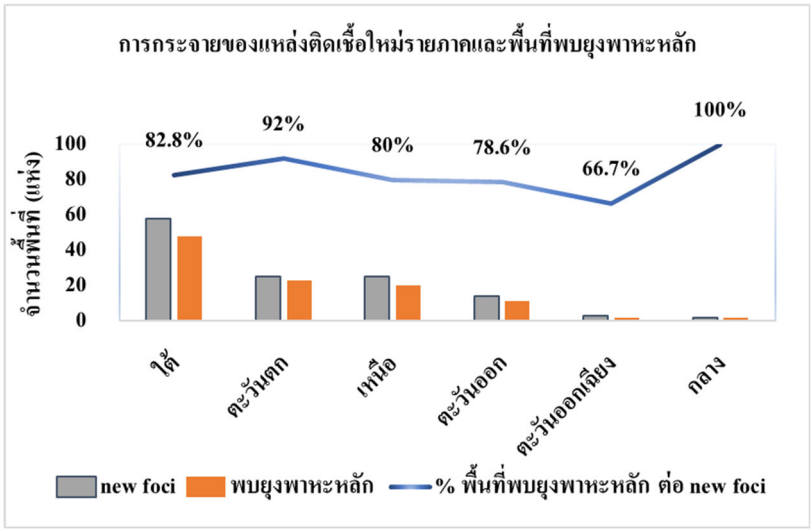
ค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's) d = 2.694 คำนวณจากสูตร d = (M_1 - M_2)/SDpooled แสดงขนาดผลกระทบใหญ่มาก (very large effect size) ตามเกณฑ์ Cohen [11] ที่กำหนด d = 0.2, 0.5, 0.8 เป็นขนาดเล็ก ปานกลาง และใหญ่ตามลำดับ และ Sawilowsky [12] ที่เสนอ d $\geq$ 1.2 เป็น very large effect หมายความว่าความแตกต่างจำนวนยุงพาหะระหว่างในบ้านและนอกบ้านมีความหมายทางปฏิบัติอย่างชัดเจน โดยใช้สูตร d = (M_1 - M_2)/SDpooled ซึ่ง M_1 คือค่าเฉลี่ยจำนวนยุงนอกบ้าน, M_2 คือค่าเฉลี่ยจำนวนยุงในบ้าน และ SDpooled คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

ผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจยุงก้นปล่องตัวเต็มวัยแสดงการแพร่กระจายยุงพาหะหลักตามภูมิภาค

การศึกษาชีวนิเวศของยุงพาหะมาลาเรียในพื้นที่เฝ้าระวังจำเพาะระดับประเทศ มุ่งเน้นพื้นที่ระบาดใหม่ (new foci) ซึ่งหมายถึงพื้นที่ที่ตรวจพบผู้ป่วยยืนยันติดเชื้อ (A) ในพื้นที่หลังไม่มีประวัติผู้ป่วยเกิน 3 ปี (A ในระยะท้องที่ B) ในปีงบประมาณ 2566–2567 สำรวจยุงพาหะได้ 127 แห่ง จากทั้งหมด 301 แห่ง (42.19%) ครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศ และพบว่าการกระจายของยุงพาหะตามภูมิภาคมีความสอดคล้องกับความชุกการเกิดโรคมาลาเรียของประเทศไทย โดยรายละเอียดแสดงในภาพที่ 1



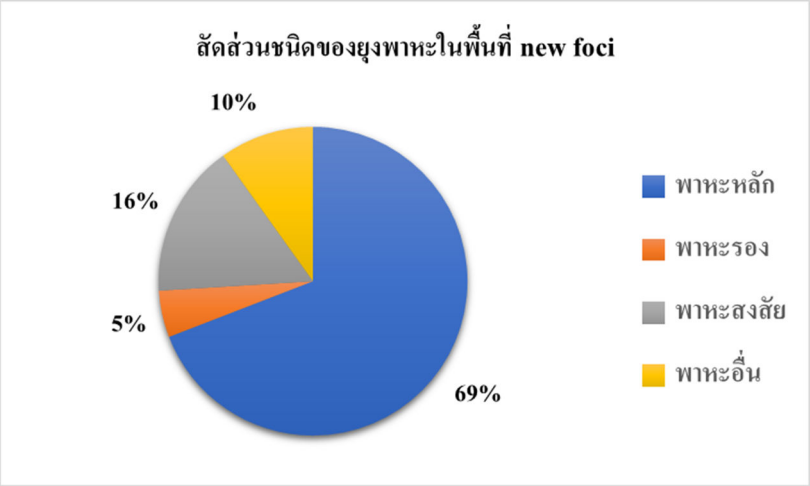
ภาพที่ 1 แสดงจำนวนแห่งที่สำรวจพบยุงก้นปล่องพาหะหลัก ในพื้นที่เกิดโรคใหม่ (new foci) เปรียบเทียบรายภาคของประเทศไทย

ผลการสำรวจพบว่าการกระจายของยุงพาหะหลัก (*An. minimus, An. dirus* และ *An. maculatus*) ในพื้นที่ระบาดใหม่ (new foci) แตกต่างกันตามภูมิศาสตร์และสภาพแวดล้อม โดยรวมพบยุงพาหะหลักคิดเป็น 83.5% ภาคตะวันตกมีความชุกสูงสุด (92.0%) ขณะที่ภาคกลางพบ 100% แม้จะสำรวจเพียง 2 พื้นที่ ภาคใต้มีพื้นที่สำรวจมากที่สุด (58 แห่ง) และพบยุงพาหะหลักในสัดส่วนสูง (82.8%) ส่วนภาคเหนือพบ 80.0% โดยส่วนใหญ่เป็น *An. dirus* และ *An. minimus* สำหรับภาคตะวันออกพบ 78.6% และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความชุกต่ำที่สุด (66.7%)

2.ความหลากหลายและสัดส่วนการพบยุงก้นปล่องในพื้นที่ new foci

จากการสำรวจยุงก้นปล่องในพื้นที่เกิดโรคใหม่ (new foci) ระหว่างเดือนมกราคม 2566 – ธันวาคม 2567 พบว่ายุงพาหะหลัก ได้แก่ *Anopheles minimus, An. dirus* และ *An. maculatus* มีสัดส่วนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ โดยจากยุงก้นปล่องทั้งหมด 4,265 ตัว พบเป็นพาหะหลัก 2,950 ตัว (69.2%)

พาหะรอง เช่น *An. annularis, An. philippinensis* และ *An. aconitus* รวม 207 ตัว (4.9%) พาหะสงสัย เช่น *An barbirostris, An. vagus* และ *An. campestirs* รวม 685 ตัว (16.1%) และยุงก้นปล่องชนิดอื่น ๆ 423 ตัว (9.9%) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงสัดส่วนชนิดของยุงก้นปล่องพาหะนำโรคมาลาเรียชนิดต่างๆในพื้นที่เกิดโรคใหม่ (new foci)

1. **การศึกษาพฤติกรรมการหากินของยุงพาหะ**

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาพฤติกรรมการหากินของยุงพาหะหลัก ในพื้นที่แพร่โรคใหม่ พบยุงก้นปล่องทั้งหมด 4,265 ตัว แบ่งเป็นจับได้ในบ้าน 1,141 ตัว (26.8%) และจับได้นอกบ้าน 3,124 ตัว (73.2%) โดยมีอัตราส่วน 1:2.7 โดยนอกบ้านมีค่าเฉลี่ย 24.60 ± 7.01 ตัวต่อจุดสำรวจ และในบ้าน 8.98 ± 4.24 ตัวต่อจุดสำรวจ (ความแตกต่าง 15.62 ตัว)

ตารางที่ 2 พฤติกรรมการหากินของยุงพาหะในบ้านและนอกบ้าน

สถานที่	จำนวนจุดสำรวจ	จำนวนยุงรวม	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ร้อยละ
ในบ้าน	127	1,141	8.98 ± 4.24	(8.24, 9.73)	26.8
นอกบ้าน	127	3,124	24.60 ± 7.01	(23.37, 25.82)	73.2
รวม	**254**	**4,265**	**16.79 ± 11.37**	**(15.67, 17.91)**	**100.0**

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยและช่วงความเชื่อมั่น 95% ของยุงพาหะรวม คำนวณจากจำนวนยุงทั้งหมดต่อจำนวนจุดสำรวจทั้งหมด (n = 254)

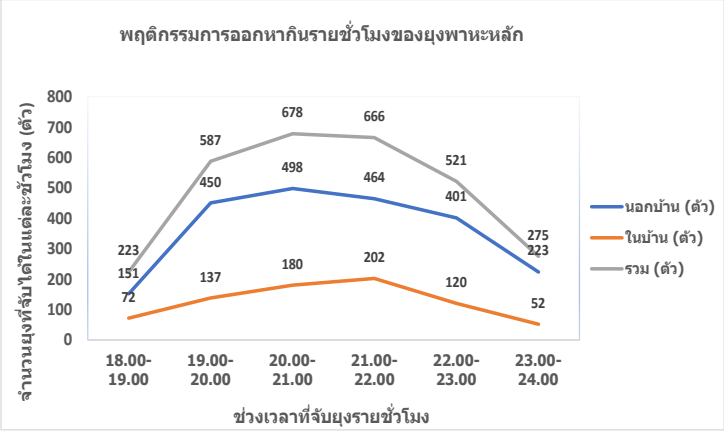
ก่อนการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ทำการทดสอบการแจกแจงแบบปรกติด้วย Shapiro - Wilk test ($p < 0.05$) และทดสอบความแปรปรวนเท่ากันด้วย Levene's test ($F = 18.642$, $p < 0.001$) พบว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของ Independent Samples t - test จึงเลือกใช้ Welch's two - sample t - test ผลการทดสอบแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 21.471$, $p < 0.001$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางสถิติสำหรับการเปรียบเทียบจำนวนยุงพาหะระหว่างในบ้านและนอกบ้าน

Test	Test statistic	df	P - value	Effect size
Welch's two - sample t - test	t = 21.471	207.2	< 0.001***	Cohen's d = 2.694

*** ผลการทดสอบแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ด้วยขนาดผลกระทบขนาดใหญ่มาก และ **Cohen's d** คือ ที่ 2.694 แสดงความแตกต่างของยุงสองพื้นที่อย่างชัดเจน (>0.8)

การออกหากินของยุงก้นปล่องพาหะหลักในพื้นที่แพร่โรคมาลาเรียใหม่ (new foci) จากการสำรวจพบว่ามีรูปแบบการออกหากินในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน ซึ่งมีความสำคัญทางระบาดวิทยาอย่างชัดเจน จากการสำรวจยุงพาหะในช่วงเวลา 18.00 - 24.00 น. พบยุงพาหะหลักรวมทั้งสิ้น 2,950 ตัว โดยจะพบยุงในระดับต่ำ ช่วงเวลา 18.00 - 19.00 น. (223 ตัว) และมีการเพิ่มขึ้นในระดับสูงช่วง 19.00 - 20.00 น. หลังจากนั้นจะพบสูงสุดในระดับสูงตลอดช่วง 20.00 - 22.00 น. โดยมีการกระจายตัวแบบมีความถี่สูงสุดในสองช่วงค่าในช่วง 20.00 - 22.00 น. คิดเป็นร้อยละ 45.6 ของการพบยุงทั้งหมด และค่อย ๆ ลดลงในช่วงหลังเที่ยงคืน



ภาพที่ 3 การออกหากินรายชั่วโมงของยุงก้นปล่องพาหะหลักในพื้นที่ศึกษา ระหว่างเวลา 18.00–24.00 น.

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4 โดยใช้ Chi - square test of homogeneity ผลการทดสอบ χ^2=921.990, df = 1, p - value < 0.001 แสดงว่าปฏิเสธสมมุติฐานหลัก จึงสรุปได้ว่าสัดส่วนของยุงพาหะมาลาเรียระหว่างในบ้านและนอกบ้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบยุงนอกบ้านมากกว่าในบ้านอย่างชัดเจน (73.2% vs 26.8%) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบสัดส่วนของยุงพาหะมาลาเรียระหว่างในบ้านและนอกบ้าน

Test	Test statistic	df	P - value	Null Hypothesis
Chi - square test of homogeneity	χ^2 = 921.990	1	< 0.001***	สัดส่วนของยุงในบ้านและนอกบ้านเท่ากัน ($p_1 = p_2 = 0.5$)

* * การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของสัดส่วน

ตารางที่ 5 วิเคราะห์แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนยุงพาหะระหว่างนอกบ้านและในบ้าน ค่าเฉลี่ยของยุงนอกบ้านสูงกว่าในบ้าน 15.61 ตัวต่อจุดสำรวจ (95% CI: 14.18 - 17.05) ซึ่งแสดงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางปฏิบัติและสะท้อนพฤติกรรมการหากินนอกบ้านของยุงพาหะอย่างเด่นชัด

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนยุงพาหะมาลาเรียระหว่างในบ้านและนอกบ้าน

Comparison	Mean Difference	95% CI of Difference	Interpretation
นอกบ้านและในบ้าน	15.61	(14.18, 17.05)	ขนาดผลกระทบใหญ่มาก

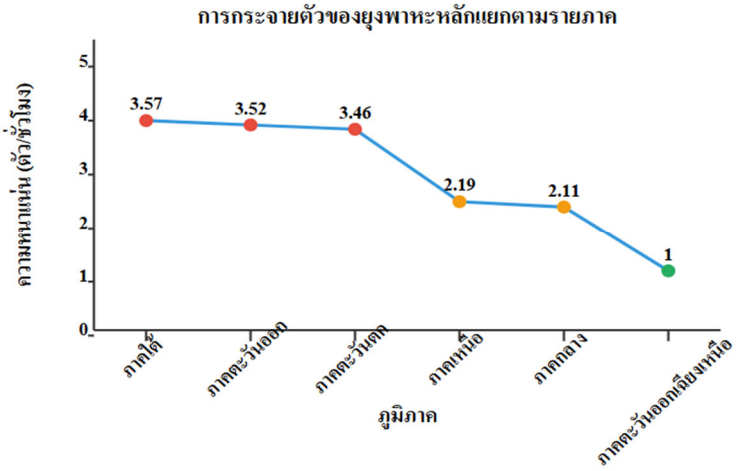
* การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจาก Welch's two - sample t - test

4. การกระจายตัวของยุงพาหะหลักแยกตามรายภาค

การสำรวจการกระจายตัวของยุงพาหะเพื่อศึกษาความตกต่างของความหนาแน่นแต่ละภาค พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\chi^2 = 86.237$, df = 5, $p < 0.001$) จากจำนวนยุงที่สำรวจได้ทั้งหมด 2,950 ตัวจาก 30 จังหวัด สามารถจัดระดับความเสี่ยงได้ดังนี้

1) ระดับความเสี่ยงสูง (>3.4 ตัว/ชม.) ได้แก่ ภาคใต้ (3.57), ภาคตะวันออก (3.52) และภาคตะวันตก (3.46)
2) ระดับความเสี่ยงปานกลาง (2.0 - 3.4 ตัว/ชม.) ได้แก่ ภาคเหนือ (2.19) และภาคกลาง (2.11)
3) ระดับความเสี่ยงต่ำ (<2.0 ตัว/ชม.) ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (1.00)

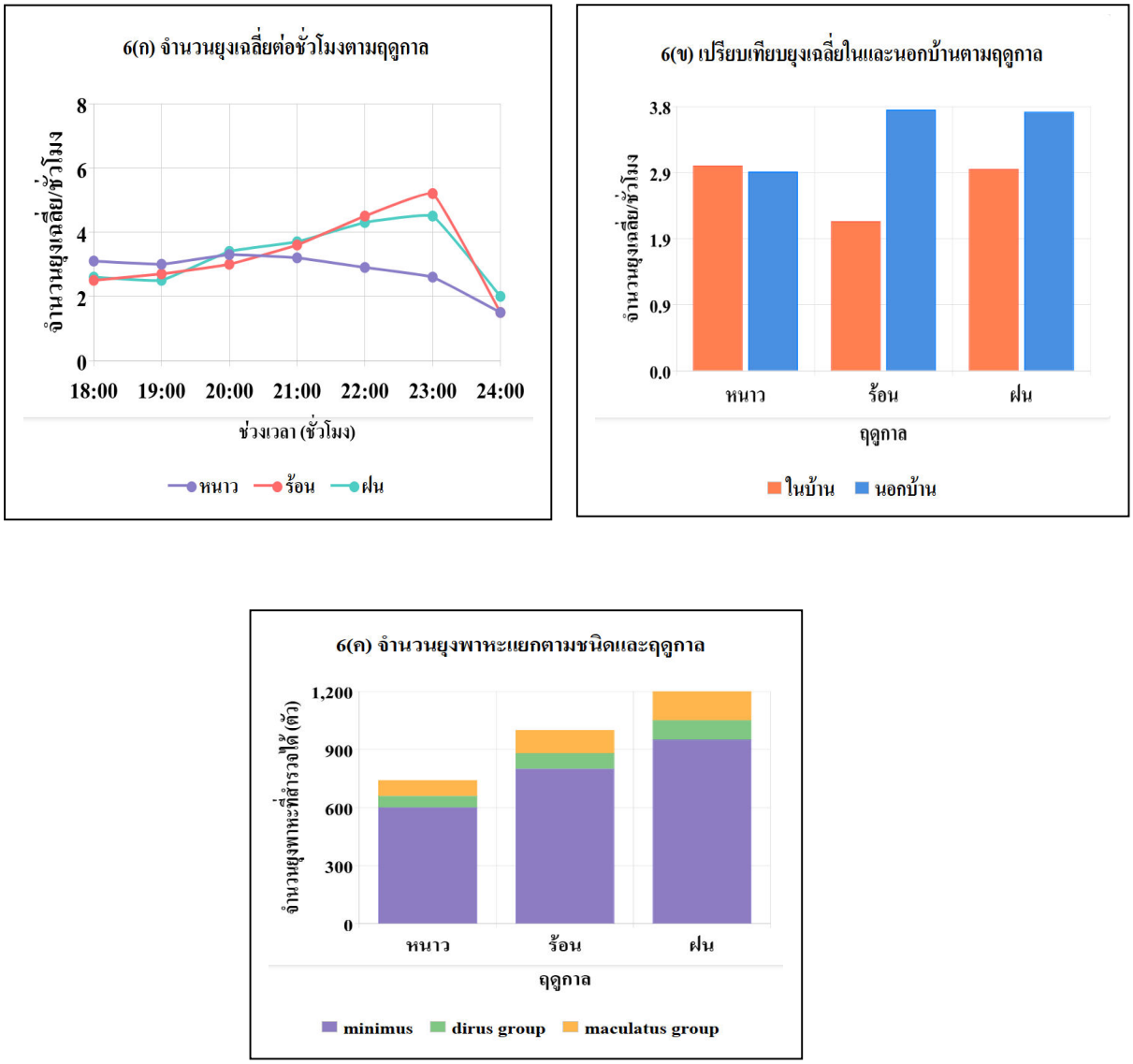
ภาคใต้จะมีความหนาแน่นของยุงพาหะมากที่สุดในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหนาแน่นต่ำที่สุด



ภาพที่ 5 ภาพแสดงความหนาแน่นของยุงพาหะหลักรายภาค (ตัว/ชั่วโมง)

5. ลักษณะการกระจายตัวของยุงพาหะมาลาเรียตามฤดูกาล สถานที่ และชนิด

การศึกษายุงพาหะหลักในพื้นที่แพร่โรคใหม่ (new foci) แบ่งพฤติกรรมของยุงเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้ ภาพ (6ก) พฤติกรรมการออกหากินของยุงพาหะ พบว่าสูงสุดช่วงเวลา 22:00 - 23:00 น. จึงเป็นช่วงที่มีความเสี่ยงสูงสุด โดยเฉพาะในฤดูร้อนและฤดูฝน ภาพ (6 ข) แสดงฤดูกาลออกหากินนอกบ้านจะสูงกว่าในบ้านในฤดูร้อนและฝน แต่ฤดูหนาวจะหากินในบ้านสูงกว่านอกบ้าน ภาพ (6ค) พบว่ายุงพาหะชนิด *An. minimus* มีบทบาทสำคัญพบมากในทุกฤดูกาล โดยมีสัดส่วนสูงมากในฤดูฝน เช่นเดียวกับ *An. dirus* ที่มีความสำคัญเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนเช่นกัน



ภาพที่ 6 รูปแบบการพบยุงพาหะหลักแยกตามเวลา สถานที่และฤดูกาล

สรุปผลและอภิปรายผล

การศึกษาชีวนิเวศของยุงพาหะมาลาเรียในพื้นที่แพร่โรคใหม่ระดับประเทศนี้ ให้ข้อมูลเชิงระบบที่สำคัญต่อการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การกำจัดโรคมาลาเรียของประเทศไทยและการป้องกันการกลับมาแพร่เชื้อ (Prevention of reestablishment) ตามกรอบ WHO Global Technical Strategy for Malaria 2016 – 2030 [2] สำคัญต่อการเตรียมความพร้อม เฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ส่งเสริมการระบาด ตรวจสอบความไวรับของพื้นที่ คือ ความสามารถของระบบนิเวศวิทยาของพื้นที่หนึ่งๆ ที่จะเอื้อให้มีการแพร่ระบาดของมาลาเรียได้ เช่น มียุงพาหะหรือมีภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม หรือความเปราะบางของ

พื้นที่ คือความเป็นไปได้ในการที่จะมีการนำเชื้อมาลาเรียเข้ามาในพื้นที่ผ่านคนที่มีเชื้อในร่างกายหรือมียุงก้นปล่องนำเชื้อเข้ามาในพื้นที่ งานวิจัยนี้ค้นพบว่าเมื่อสำรวจยุงในพื้นที่แพร่โรคใหม่ สามารถบอกได้ชัดเจนว่า 83.5% ของพื้นที่สำรวจพบยุงพาหะหลัก (*An. minimus*, *An. dirus*, *An. maculatus*) ซึ่งถือว่ามียุงพาหะที่มีความสามารถในการแพร่เชื้อสูง (high vectorial capacity) พื้นที่นั้นจึงมีความเสี่ยงต่อการกลับมาแพร่โรคมาลาเรียหากมีการนำเชื้อเข้ามาในพื้นที่ และสอดคล้องกับงานวิจัยการสอบสวนในจังหวัดพิษณุโลกซึ่งรายงานการพบยุงพาหะในพื้นที่ที่เคยปลอดโรค[13] ผลการศึกษานี้สนับสนุนแนวทางยุทธศาสตร์ 1 - 3 - 7 ในการเฝ้าระวังและตอบโต้การระบาดได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย พบว่าพฤติกรรมการหากินของยุงแบบ exophagic มีความเด่นชัด (73.2% นอกบ้าน) และช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงสูงสุดคือเวลา 20:00 - 22:00 น. สำคัญต่อการปรับมาตรการควบคุมพาหะที่เฉพาะเจาะจงสำหรับ outdoor transmission ซึ่งเป็นความท้าทายสำคัญในการบรรลุเป้าหมาย zero indigenous case ภายในปี 2569

การกระจายตัวของยุงพาหะแตกต่างกันตามภูมิภาค โดยภาคตะวันตกมีความชุกสูงสุด (92.0%) และภาคใต้มีความหนาแน่นสูงสุด (3.57 ตัว/ชั่วโมง) สนับสนุนแนวทางการจัดชั้นความเสี่ยง (risk stratification) ตาม WHO framework เพื่อจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์สอดคล้องกับการศึกษา ที่พบยุงพาหะหลักในพื้นที่ชายแดนไทย - กัมพูชาในสัดส่วนสูง[14] และพฤติกรรมการออกหากินนอกบ้านของ *An. dirus* complex[15] ข้อมูลชีวนิเวศของยุงมีบทบาทต่อการพัฒนามาตรการควบคุมที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยเพื่อป้องกันการกลับมาแพร่เชื้อตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก[2]

ข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดจากการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยทีมกีฏวิทยาทั่วประเทศ ซึ่งบางแห่งอาจมีจำกัดด้านงบประมาณ เวลา และบุคลากร จึงไม่สามารถสำรวจทางกีฏวิทยาได้ครบทุกพื้นที่ที่เกิดโรคใหม่ ดังนั้นต้องเลือกเฉพาะพื้นที่ที่ดำเนินการได้ ผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ครอบคลุมทุกบริบทของการแพร่โรคใหม่ จึงควรตีความภายใต้ข้อจำกัดนี้ และแนะนำให้การวิจัยในอนาคตขยายพื้นที่และทรัพยากรเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. พัฒนาระบบเฝ้าระวังทางกีฏวิทยาในพื้นที่แพร่เชื้อใหม่โดยเฉพาะภาคตะวันตกและภาคใต้เพื่อประเมินความไวรับของพื้นที่และป้องกันการกลับมาแพร่เชื้อซ้ำ

2. ปรับกลยุทธ์ควบคุมพาหะให้มีความเฉพาะเจาะจง โดยเน้นการพัฒนามาตรการและเทคโนโลยีควบคุมนอกบ้าน เนื่องจากยุงมีพฤติกรรมหากินนอกบ้านสูงถึง 73.2%

3. ส่งเสริมให้ป้องกันตนเองในช่วงเวลาเสี่ยงสูงระหว่าง 20:00 - 22:00 น.โดยเน้นมาตรการป้องกันตนเอง เช่น การใช้สารทากันยุง การสวมเสื้อผ้าปกปิด หรือใช้นวตกรรมป้องกันใหม่

4. จัดชั้นความเสี่ยงตามภูมิภาคเพื่อจัดสรรทรัพยากรสาธารณสุขอย่างเหมาะสม เน้นพื้นที่ที่มียุงพาหะหนาแน่น และบูรณาการข้อมูลชีวนิเวศของยุงกับระบบเฝ้าระวังทางระบาด เพื่อพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้าและการตอบสนองที่รวดเร็วในพื้นที่ที่มีศักยภาพแพร่เชื้อสูงเพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์ 1 - 3 - 7 อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาอัตราการติดเชื้อในยุงพาหะ (sporozoite rate) ในพื้นที่แพร่โรคใหม่ (new foci) เพื่อประเมินความเสี่ยงที่แท้จริงต่อการเกิดผู้ป่วยใหม่

2. ทดสอบประสิทธิภาพมาตรการควบคุมพาหะนอกบ้าน เช่น กับดักยุงและสารไล่ยุง

3. พัฒนาแบบจำลองทำนายความเสี่ยง โดยบูรณาการข้อมูลกีฏวิทยา ระบาดวิทยา และสิ่งแวดล้อม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย

4. ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ต่อการกระจายตัวและชีวนิเวศของยุงพาหะ รวมถึงการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการกำจัดเชื้อมาลาเรียดื้อยาในภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง (Regional Artemisinin Initiative 4 Elimination: RAI4E) คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.พญ.ฉันทนา ผดุงทศ ผู้อำนวยการกองโรคติดต่อนำโดยแมลง ที่กรุณาให้การสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง รวมทั้งขอขอบคุณ ดร.ประยุทธ สุดาทิพย์ รองผู้อำนวยการกองโรคติดต่อนำโดยแมลง สำหรับคำแนะนำและข้อเสนอแนะที่สำคัญ ตลอดจนนักวิชาการและเจ้าหน้าที่กีฏวิทยาของกองโรคติดต่อนำโดยแมลงและภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วนที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยจนประสบความสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. World malaria report 2024: addressing inequity in the global malaria response. Geneva: World Health Organization; 2024.
2. World Health Organization. Global technical strategy for malaria 2016–2030. Geneva: World Health Organization; 2015.
3. กรมควบคุมโรค. ยุทธศาสตร์การกำจัดโรคไข้มาลาเรียแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2569. กรุงเทพมหานคร: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2559.
4. Lertpiriyasuwat C, Sudathip P, Kitchakarn S, Areechokchai D, Naowarat S, Shah JA, et al. Implementation and success factors from Thailand's 1 - 3 - 7 surveillance strategy for malaria elimination. Malar J 2021;20:201. doi:10.1186/s12936-021-03740-z.
5. Division of Vector - Borne Diseases, Department of Disease Control. Annual malaria report 2021. Nonthaburi: Department of Disease Control; 2022.
6. Division of Vector - Borne Diseases, Department of Disease Control. Malaria situation report 2022. Nonthaburi: Department of Disease Control; 2023.
7. Division of Vector - Borne Diseases, Department of Disease Control. Technical manual for entomological surveillance. Nonthaburi: Department of Disease Control; 2022.
8. World Health Organization. Guidelines for malaria vector control. Geneva: World Health Organization; 2019.
9. Rattanarithikul R, Harrison BA, Harbach RE, Panthusiri P, Coleman RE. Illustrated keys to the mosquitoes of Thailand. IV. Anopheles. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2006;37 Suppl 2:1 - 128.
10. World Health Organization. Malaria entomology and vector control: learner's guide. Geneva: World Health Organization; 2003.
11. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
12. Sawilowsky SS. New effect size rules of thumb. J. Mod. Appl. Stat. Methods 2009;8:597 - 599.
13. เสมาทอง พัชร์พิบูล, พรมชาติ จอมพล, บัวครี้น สมัญญา, วงศ์กวานกรม วัชรีญา, ติดเทียน วรวิทย์. การสอบสวนโรคมาลาเรีย ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก. วารสารวิชาการป้องกันควบคุมโรค สคร.2 พิษณุโลก 2565;9(2):93 - 100.

14. Sumarnrote A, Overgaard HJ, Chareonviriyaphap T, Kobayashi J, Bangs MJ, Sochantha T. Biting patterns and seasonality of Anopheles mosquitoes in relation to malaria transmission in the Thai–Cambodian border area. Parasit Vectors 2020;13:501. doi:10.1186/s13071 - 020 - 04386 - 8.

15. Edwards HM, Sriwichai P, Kirabittir K, Prachumsri J, Chavez IF, Hii J. Transmission risk beyond the village: entomological and human factors contributing to residual malaria transmission in an area approaching malaria elimination on the Thailand–Myanmar border. Malar J 2019;18:221. doi:10.1186/s12936-019-2852-5.