พฤติกรรมการหากินของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย และการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย ในจังหวัดตาก ประเทศไทย

Biting behavior of malaria vectors and malaria elimination in Tak province, Thailand

นายบุญเสริม อ่วมอ่อง
นางสาวขนิษฐา ปานแก้ว
นางสาวบุษราคัม สินาคม
นางศิริพร ยงชัยตระกูล
ดร. กิตติพงษ์ เกิดฤทธิ์

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง
กรมควบคุมโรค
2561

รายนามผู้ศึกษาและที่ปรึกษา

ผู้ศึกษาหลัก

นายบุญเสริม อ่วมอ่อง	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

ผู้ร่วมศึกษา

1.	นางสาวขนิษฐา ปานแก้ว	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค
2.	นางสาวบุษราคัม สินาคม	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค
3.	นางศิริพร ยงชัยตระกูล	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค
4.	ดร. กิตติพงษ์ เกิดฤทธิ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนระดับชำนาญการพิเศษ กองพัฒนาและส่งเสริมการบริหารงานท้องถิ่น กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

รายนามที่ปรึกษา

1.	นายแพทย์วิชัย สติมัย	นายแพทย์ทรงคุณวุฒิ กรมควบคุมโรค
2.	นายแพทย์นิพนธ์ ชินานนท์เวช	ผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการควบคุมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ กรมควบคุมโรค
3.	นายแพทย์ปรีชา เปรมปรี	ผู้อำนวยการสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาพฤติกรรมการหากินของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียและการกำจัดโรคไข้มาลาเรียในจังหวัดตาก ประเทศไทยครั้งนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก องค์กรเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศของสหรัฐฯ (USAID) ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ให้การสนับสนุนการศึกษา ผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลกที่อนุญาตให้ใช้พื้นที่ หัวหน้าศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง 2.3 อำเภอแม่สอดและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมดำเนินการ

สุดท้ายขอขอบคุณนายสมพงษ์ ชื่นชม อดีตหัวหน้าหน่วยควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 2.3.4 แม่จะเรา อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก และเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงแห่งนี้ที่ช่วยในการศึกษาเป็นอย่างดียิ่ง

คณะผู้ศึกษา
ธันวาคม 2561

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาชีวนิสัยยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ความไวของยุงต่อสารเคมี ความคงทนและประสิทธิภาพมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (LLIN) ที่ได้รับในพื้นที่บ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ซึ่งเป็นพื้นที่ชายแดนติดกับประเทศพม่า เป็นเวลา 11 เดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2557- ตุลาคม 2558 พบยุงก้นปล่องจากการสำรวจตัวเต็มวัย 13 ชนิด เป็นยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย 3 ชนิด ได้แก่ *Anopheles minimus และ An. maculatus* group และ *An. dirus* การสำรวจพบยุงเหล่านี้ตลอดปี ยุง *An. minimus* มีความชุกชุมระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน และความชุกชุมสูงสุดในเดือนเมษายน พบยุงชนิดนี้เข้ากัดคนนอกบ้านมากกว่าในบ้าน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.079) และพบหากินเลือดสัตว์สูง ส่วนยุง *An. maculatus* group เข้ากัดคนนอกบ้าน (ใกล้บ้าน) มากกว่าในบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ p=0.030 และพบกัดสัตว์สูง ยุง *An. minimus* และ *An. maculatus* group ออกหากินเลือดทั้งคืนแต่มีความชุกชุมสูงช่วงพลบค่ำ การศึกษาไม่พบว่ายุง *An. dirus* กัดสัตว์ พบยุง *An dirus* จำนวนน้อยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ การศึกษาที่จังหวัดตาก ซึ่งเป็นพื้นที่แถบตะวันตกของประเทศแสดงว่าทั้งยุง *An. minimus* และ *An. maculatus* group หากินนอกบ้านและชอบกินเลือดสัตว์เป็นข้อมูลเพียงแห่งเดียว จำเป็นต้องมีการศึกษาชีวนิสัยของพาหะในพื้นที่ภาคอื่นและศึกษาความสัมพันธ์เปรียบเทียบกับกิจกรรมปกติของชาวบ้านในตอนค่ำคืน จะทำให้ทราบข้อมูลที่แท้จริงของยุงพาหะทั่วประเทศเพื่อนำมาประกอบการพิจารณาทบทวนและกำหนดแนวทางการใช้มาตรการควบคุมพาหะทั้งประเทศ

จากการศึกษาพบว่ายุง *An. minimus* and *An. maculatus* group ทั้งสองชนิดมีความไวต่อสารเคมี deltamethrin, permethrin และ bifenthrin การศึกษาความคงทนและประสิทธิภาพของมุ้ง LLIN ที่ใช้งานจริงในพื้นที่ศึกษา พบว่ามุ้งเส้นใยโพลีเอสเตอร์เคลือบ deltamethrin (55 mg a.i./m^2) มีอายุคงทนและมีประสิทธิภาพนานมากกว่า 5 ปี ในขณะที่มุ้งโพลีเอทิลินใส่ permethrin (2% a.i. mg/m^2) เข้าไปในเส้นใยมีอายุคงทนและมีประสิทธิภาพนานมากกว่า 4 ปี ซึ่งยาวนานกว่าที่บริษัทผู้ผลิตและองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้เพียง 3 ปี

การศึกษาเพื่อทราบถึงการมียุงพาหะในพื้นที่ โดยการสำรวจลูกน้ำวิธีการเดียวไม่สามารถสรุปว่าพื้นที่นั้นไม่พบยุงพาหะ จำเป็นต้องสำรวจยุงตัวเต็มวัยที่เข้าหากินเลือดคนและสัตว์รวมทั้งใช้อาจวิธีการอื่นที่เหมาะสมด้วย นอกจากนั้นการสำรวจยุงเพื่อจัดแบ่งพื้นที่สำหรับการกำจัดโรคไข้มาลาเรียจำเป็นต้องเข้าสำรวจในพื้นที่และฤดูกาลที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถยืนยันการพบหรือไม่พบยุงพาหะที่แท้จริง

Abstract

A study to investigate behavior of malaria vector, susceptibility to insecticide and durability of field used Long Lasting Insecticide Treated Nets (LLIN) was conducted on Thai-Myanmar Border at Village No.12, Ban Huay Pa Kong, Kanajue Sub-district, Mae-Ramat District, Tak Province for 11 month between December 2014 and October 2015. Thirteen species of *Anopheles* were collected with three malaria vectors and found all year round, (i.e. *Anopheles minimus*, *An. maculatus* group and *An. dirus*). *An. minimus* found in high density from February to June with highest peak in April. It preferred to bite outdoor than indoor and it was highly zoophilic but not statistically significant difference (p=0.079). *An. maculatus* group showed significantly preference to bite human outdoor than indoor (p=0.030). It was found with high density from April to October with highest peak in June. and it was highly zoophilic. Density of *An. dirus* was insufficient for statistical analysis. These finding indicated that both vector species prefer to bite humans outdoor rather than indoor. Moreover, they were highly zoophilic. This outdoor biting behavior suggested that it may reduce the effective of LLIN and indoor residual spray, which are the main vector control measures, for malaria elimination. Both *An. minimus* and *An. maculatus* group were highly susceptible to deltamethrin, permethrin and bifenthrin. Further, it was found that durability of LLIN produced from manufactures dated of deltemethrin (55 mg a.i./m^2) coated polyester net longer than 5 years and permethrin (2.0% a.i. w/w) incorporated polyethylene net longer than 4 years, after distribution into this village. These findings provided evidence that durability of LLIN last much longer than recommendation made by manufactures and World Health Organization (WHO). Finding from Tak province, Western Thailand of outdoor biting behavior and long durability of LLIN may not be conclusive since this was only one study. Further studies other parts of Thailand should be conducted to draw conclusive findings. It will be is very useful information for policy maker to further review and improve vector control measures to accelerate malaria elimination program. Finding from this study also suggest to include adult survey and animal bait collection to determine occurrence of malaria vector for stratification of areas for assignment of malaria elimination and vector control measures.

คำสำคัญ

ยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย, มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน, การทดสอบความไวของยุงต่อสารเคมี, การทดสอบประสิทธิภาพสารเคมี

Key words

malaria vector, Long Lasting Insecticidal Net: LLIN*, susceptibility test, the bio-efficacy te*st

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		i
บทคัดย่อ		ii
สารบัญ		iv
สารบัญตาราง		v
สารบัญภาพ		vi
บทที่ 1 บทนำ		
1.1	ความเป็นมาของปัญหาการศึกษา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3	ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4	ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	4
1.5	นิยามศัพท์	4
1.6	กรอบแนวคิดในการศึกษา	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง		
2.1	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคไข้มาลาเรีย	7
2.2	ประวัติการควบคุมป้องกันโรคไข้มาลาเรียและโครงการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย	10
2.3	กีฏวิทยามาลาเรีย	14
2.4	การควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย	18
2.5	การต้านทานของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อสารเคมี	24
บทที่ 3 วิธีการศึกษา		
3.1	พื้นที่ศึกษา	36
3.2	วิธีศึกษา	38
3.3	การวิเคราะห์ผลการศึกษา	44
บทที่ 4 ผลการศึกษา		
4.1	ผลการศึกษาพฤติกรรมการเข้าหากินเลือดของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย	46
4.2	ผลการศึกษาแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย	55
4.3	ผลการศึกษาความไวของยุงต่อสารเคมี	57
4.4	ผลการติดตามฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน	58
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ		
5.1	สรุปและอภิปรายผล	61
5.2	ข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอ้างอิง		69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียพื้นที่ต่าง ๆ ปี พ.ศ. 2555-2558	1
2	สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ชุบมุ้งเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย	19
3	มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนานที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้เพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย	20
4	สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้พ่นชนิดมีฤทธิ์ตกค้างเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย	21
5	การต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีในภูมิภาคต่าง ๆของโลก	28
6	แสดงยุงก้นปล่องชนิดต่าง ๆ ที่จับได้ทั้งหมดจำแนกตามจุดจับยุง	47
7	แสดงจำนวนยุงก้นปล่องพาหะนำโรคไข้มาลาเรียที่จับได้ทุก 2 เดือน	48
8	เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. minimus* 4 จุดจับยุง (point) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test	48
9	เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. maculatus* group 4 จุดจับยุง (point) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test	49
10	ผลการทดสอบความแตกต่างเปรียบเทียบ mean rank ยุง *An. maculatus* group แต่ละจุดจับยุงโดยใช้สถิติ Dunn-Bonferroni test	50
11	การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. minimus* ช่วงเวลา 18.00 น. – 06.00 น. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (hour) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test	53
12	การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. maculatus* group ช่วงเวลา 18.00 น. – 06.00 น. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (hour) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test	54
13	ชนิดลูกน้ำยุงก้นปล่องที่จับได้จากการสำรวจแหล่งน้ำต่าง ๆ	55
14	ผลการทดสอบความไวของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีไพรีทรอยด์ที่ใช้ชุบมุ้ง	58
15	ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานรายครั้งแต่ละหลังเมื่อทดสอบด้วยยุง *An. minimus* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการจากห้องเลี้ยงแมลง สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง	59
16	สรุปผลการทดสอบฤทธิ์คงทนมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานเมื่อทดสอบด้วยยุง *An. minimus* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ จากห้องเลี้ยงแมลง สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง ทำการทดสอบทุก 2 เดือนระหว่างเดือนธันวาคม 2557 - ตุลาคม 2558	60

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วงจรชีพของเชื้อมาลาเรียที่เจริญเติบโตผ่านในยุงและผ่านในคน	8
2	แสดงที่ตั้งบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก	36
3	แสดงภูมิประเทศบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก	36
4	แสดงสภาพบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก	37
5	สภาพบ้านเรือนบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก	37
6	การจับยุงเกาะคนในบ้าน	38
7	การจับยุงเกาะคนใกล้บ้าน (นอกบ้าน)	38
8	การจับยุงเกาะคนไกลบ้าน (นอกบ้าน)	39
9	การจับยุงมุ้งครอบสัตว์	39
10	การวินิจฉัยยุงก้นปล่องที่ยังมีชีวิต	40
11	การสำรวจลูกน้ำยุงในลำห้วยลำธาร	41
12	การทดสอบความไวของยุงต่อสารเคมี	42
13	การทดสอบฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน	44
14	แสดงยุงก้นปล่องชนิดต่าง ๆ ที่จับได้ทั้งหมดตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558	46
15	จำนวนยุงก้นปล่อง *An. minimus* และ *An. maculatus* group ที่จับได้ทุก 2 เดือน	47
16	แสดงผลการเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. minimus* ในแต่ละจุดจับยุง	49
17	แสดงผลการเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. maculatus* group ในแต่ละจุดจับยุง	50
18	จำนวนยุงที่จับได้จำแนกตามจุดจับยุงระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558	51
19	แสดงเวลาจับยุงเกาะคนได้รายชั่วโมงระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558	52
20	แสดงเวลาจับยุงกัดสัตว์ได้รายชั่วโมงระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558	52
21	แสดงผลการเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. minimus* ที่จับได้แต่ละชั่วโมง	53
22	กราฟเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. maculatus* group ที่จับได้แต่ละชั่วโมง	55
23	ลักษณะแหล่งน้ำที่ทำการสำรวจลูกน้ำยุงก้นปล่องแต่ละช่วงเวลา	56
24	ผลการทดสอบความไวของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีไพรีทรอยด์ที่ใช้ชุบมุ้ง	57

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหาการศึกษา

โรคไข้มาลาเรีย เป็นโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ในปัจจุบันยังคงเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อนและกึ่งร้อน แม้ว่าความก้าวหน้าในงานวิจัยทางการแพทย์และการควบคุมโรคมาลาเรียจะประสบความสำเร็จและพัฒนาไปมาก รวมถึงผู้ป่วยได้รับการรักษาในโรงพยาบาลมากขึ้นแต่ยังมีรายงานประชากรป่วยและตายด้วยโรคไข้มาลาเรีย เป็นจำนวนมาก โดยในปี 2560 กว่าครึ่งหนึ่งของประชากรในโลกยังคงมีความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อมาลาเรีย และมีรายงานผู้ป่วยมากถึง 219 ล้านคน และ 435,000 คน เสียชีวิต ที่เกี่ยวเนื่องกับโรคไข้มาลาเรีย ย[1] สำหรับประเทศไทยการควบคุมโรคไข้มาลาเรีย ดำเนินการอย่างต่อเนื่องมานาน กว่า 50 ปี แม้ว่าอัตราป่วยและตายด้วยโรคไข้มาลาเรียจะลดลงไปมาก แต่ก็ยังคงเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากตรวจพบว่ามีเชื้อมาลาเรียชนิดฟัลซิปารัมดื้อต่อยาอาร์ติมิซินิน บริเวณพื้นที่ชายแดนไทย-กัมพูชาและพื้นที่ชายแดนไทย-เมียนมาร์[2] นอกจากนี้สภาพทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยที่เอื้ออำนวยต่อการระบาดของเชื้อมาลาเรียมาก โดยเฉพาะตามป่าเขาในเขตทุรกันดารและตามป่าเขาบริเวณชายแดนที่ติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน[3] รวมถึงการเคลื่อนย้ายของประชากรในแนวชายแดนที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านซึ่งมีการแพร่ระบาดของโรคไข้มาลาเรีย [4,5] ทำให้การควบคุมโรคดำเนินการได้ยากโดยเฉพาะการที่จะทำให้พื้นที่ในประเทศไทยปลอดโรคมาลาเรียเป็นผลสำเร็จแท้จริง

จังหวัดตากตั้งอยู่บริเวณชายแดนติดกับประเทศพม่าและเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการแพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียในลำดับต้นๆ ของประเทศไทย เป็นพื้นที่พบมีการแพร่เชื้อทั้งในหมู่บ้านและการติดเชื้อนอกหมู่บ้าน[6] ประกอบไปด้วยอำเภอที่ติดเขตชายแดนหลายอำเภอได้แก่ อำเภอท่าสองยาง แม่ระมาด แม่สอด พบพระ อุ้งผาง ซึ่งมีการแพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียอย่างต่อเนื่อง มียุง *Anopheles dirus, An. minimus* และ *An. maculatus* group ซึ่งเป็นยุงพาหะหลักที่สำคัญของโรคไข้มาลาเรียของประเทศชุกชุมอยู่ในพื้นที่ [7] และยุงทั้งสามชนิดนี้พบทั่วไปในจังหวัดตากโดยเฉพาะพื้นที่ป่าเขาชายแดนไทย-เมียนมาร์ สำหรับอำเภอแม่ระมาดนั้น ตำบลขะเนจื้อ หมู่ที่ 12 บ้านห้วยปลากอง เป็นหมู่บ้านหนึ่งที่มีการแพร่เชื้อไข้มาลาเรียสูงทั้งการแพร่เชื้อในหมู่บ้านและการติดเชื้อจากนอกหมู่บ้าน ได้แก่ การติดจากการข้ามแดนไปมาระหว่างชายแดนและการติดเชื้อในป่ารอบหมู่บ้าน สถานการณ์โรคไข้มาลาเรียพื้นที่ดังกล่าว ดังตารางที่ 1[8]

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียพื้นที่ต่างๆ ปี พ.ศ. 2555-2558

พื้นที่	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียปี พ.ศ. (ราย)			
	2555	2556	2557	2558
ประเทศไทย	34,568	35,103	33,343	21,076
จังหวัดตาก	12,800	12,447	9,487	8,738
อำเภอแม่ระมาด	766	664	756	748
ตำบลขะเนจื้อ	311	342	135	72
หมู่ที่ 12 บ้านห้วยปลากอง	119	201	61	34

มาตรการควบคุมยุงพาหะที่สำคัญได้แก่การใช้มุ้งชุบสารเคมีทั้งชนิดที่ชุบด้วยวิธีดั้งเดิมในชุมชน (Insecticide Treated Net : ITN) และชนิดที่ชุบจากโรงงานซึ่งออกฤทธิ์คงทนยาวนาน (Long Lasting Insecticidal Net : LLIN) และการพ่นสารเคมีที่มีฤทธิ์ตกค้าง (Indoor Residual Spraying : IRS) [9] มาตรการดังกล่าวจะให้ผลในการควบคุมมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับปัจจัยเกี่ยวกับชีวนิสัยการหากินในบ้านหรือนอกบ้าน เวลาออกหากินเลือด ความไวของยุงพาหะต่อสารเคมี นอกจากนั้นจำเป็นต้องทราบประสิทธิภาพของมุ้งชุบสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันและควบคุมยุงว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่ายุงพาหะนำโรคยาวนานเพียงใด องค์การอนามัยโลกกำหนดว่ามุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานต้องทนต่อการซักล้างโดยวิธีการมาตรฐานและมีฤทธิ์คงทนในสภาพการใช้งานธรรมชาติไม่น้อยกว่า 3 ปี[10]

ภายใต้ยุทธศาสตร์การกำจัดการแพร่เชื้อในประเทศไทย พ.ศ. 2560-2569[11] ยุทธศาสตร์ที่ 1 เร่งรัดกำจัดการแพร่เชื้อไข้มาลาเรียในประเทศไทย มาตรการและกิจกรรมที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้และข้อมูลกีฏวิยาที่ถูกต้องได้แก่ มาตรการพัฒนาระบบเฝ้าระวังโรคให้เป็นมาตรฐานเดียวกันสามารถตอบโต้สถานการณ์ได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพ โดยการ

- พัฒนาระบบและฐานข้อมูลเฝ้าระวังทางกีฏวิทยาและการควบคุมพาหะนำโรคในระดับหมู่บ้าน
- สอบสวนและกำจัดแหล่งแพร่เชื้อเมื่อมีการยืนยันการติดเชื้อใน พื้นที่ที่ไม่มีการแพร่เชื้อ (Foci Investigation) ภายใน 7 วัน โดยจะต้องสำรวจทางกีฏวิทยาในการสอบสวนแหล่งแพร่เชื้อใหม่ สอบประวัติผู้ป่วยและให้สุขศึกษา จัดทำรายงาน
- หน่วยควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง จัดแบ่งพื้นที่หมู่บ้าน การปฏิบัติงานมาลาเรีย (Area stratification) ตามลักษณะระบาดวิทยา กีฏวิทยา การเคลื่อนย้ายประชากรและภูมิศาสตร์

นอกจากนั้นมีมาตรการเพิ่มการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อมาลาเรีย โดยการเฝ้าระวัง ควบคุมยุงพาหะและการป้องกันตนเองในกลุ่มประชากรเป้าหมาย

- ร่วมจัดทำแนวทางการดำเนินการควบคุมแมลงนำโรค ระหว่างสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานป้องกันควบคุมโรค ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- ส่งเสริมการใช้มุ้งชุบสารเคมีทั่วไปและชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน เพื่อป้องกันยุงในกลุ่มคนไทยและต่างชาติ ที่อาศัยในพื้นที่มีการแพร่เชื้อโรคมาลาเรีย (A1) หรือหยุดยั้งการแพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียไม่เกิน 3 ปี (A2)
- พ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างในกลุ่มบ้าน/กระท่อม ของพื้นที่แพร่เชื้อมาลาเรีย
- ควบคุมยุงพาหะนำโรคด้วยมาตรการต่างๆ ให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและพื้นที่
- ส่งเสริมการป้องกันตนเองโดยการใช้สารทาป้องกันยุงในกลุ่มเสี่ยงโรคที่เข้าไปในพื้นที่แพร่เชื้อ
- ส่งเสริมการใช้มุ้งคลุมเปลชุบสารเคมี (LLIHN) หรือ มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (LLIN) ในกลุ่มเสี่ยงโรคที่เข้าไปในพื้นที่แพร่เชื้อ
- เพิ่มความครอบคลุมการสำรวจและเฝ้าระวังทางกีฏวิทยา (Vector surveillance)
- ประเมินการสร้างความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมี (Insecticide resistance)
- ประเมินประสิทธิภาพของสารเคมี (Bioassay test) ที่ใช้พ่นและสารเคมีที่ชุบมุ้ง
- กำหนดแนวทางการจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสานสำหรับหน่วยงานเครือข่าย
- พัฒนาความสามารถของประชาชนและอาสาสมัครให้สามารถ สำรวจและจำแนกชนิดยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียได้

จากสถานการณ์โรคไข้มาลาเรียระดับพื้นที่ หมู่ที่ 12 บ้านห้วยปลากอง ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก เป็นพื้นที่มีการแพร่โรคไข้มาลาเรียอย่างต่อเนื่อง สภาพภูมิประเทศเหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ของยุงพาหะ มีการใช้มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน จึงเหมาะสมที่จะมีการศึกษาด้านกีฏวิทยาละการควบคุมแมลงนำโรคในพื้นที่ดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลนำไปใช้ประกอบการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียของประเทศไทย

การศึกษาครั้งนี้ จะทำให้ทราบนิสัยการหากินเลือดและแหล่งพันธุ์ของยุงพาหะ สนับสนุนการสำรวจทางกีฏวิทยาที่เหมาะสมเพื่อจัดแบ่งพื้นที่หมู่บ้าน การปฏิบัติงานมาลาเรีย (area stratification) ตามลักษณะระบาดวิทยา กีฏวิทยา การเคลื่อนย้ายประชากรและภูมิศาสตร์ นำไปประยุกต์ใช้ พัฒนาความสามารถของประชาชนและอาสาสมัครให้สามารถ สำรวจและจำแนกชนิดยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียได้อย่างถูกต้อง นอกจากนั้นการศึกษาความไวของยุงต่อสารเคมีและการศึกษาฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (LLIN) จะเป็นการเฝ้าระวังและถ่ายทอดความรู้สู่ผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) ทราบชีวนิสัยของยุงพาหะ ได้แก่นิสัยการออกหากินเหยื่อ คนหรือสัตว์ ในบ้าน ใกล้บ้าน หรือไกลบ้าน
2) ทราบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมี ที่ใช้ในมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์คงทนยาวนาน (LLIN) หรือใช้ชุบมุ้ง เพื่อการกำจัดโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย
3) ทราบประสิทธิภาพของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (LLIN) เมื่อใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมและวิถีชีวิตประชาชนในพื้นที่แพร่เชื้อมาลาเรียมีฤทธิ์คงทนอยู่ได้นานเพียงใด
4) เพื่อสำรวจยุงพาหะในพื้นที่ที่บ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ซึ่งหมู่บ้านที่ตั้งอยู่บริเวณชายแดนประเทศไทยติดกับประเทศเมียนมาร์ที่มีการแพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียอย่างต่อเนื่องและมีการแจกมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (LLIN) ให้ประชาชนใช้นานมากกว่า 7 ปี

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1) ขอบเขตการศึกษาด้านประชากร การศึกษาครั้งนี้จะดำเนินการโดยพนักงานจับยุงที่ได้รับการอบรมและมีประสบการณ์ในการจับยุงจากสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลงและศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 2.3 อำเภอแม่สอด
2) ขอบเขตของยุงพาหะเป้าหมายที่ศึกษา ได้แก่ ยุงก้นปล่องทุกชนิดที่เข้าเกาะคน (พนักงานจับยุง) และยุงก้นปล่องที่เข้าในมุ้งครอบสัตว์ จับจากพื้นที่ดำเนินการฯ รวมทั้งลูกน้ำยุงก้นปล่องทุกชนิดที่สำรวจพบในรัศมี 1 กิโลเมตรจากกลางหมู่บ้าน และยุงก้นปล่อง *An. minimus* ที่เพาะพันธุ์และเลี้ยงในห้องปฏิบัติการของสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค
3) สถานที่ดำเนินการศึกษา บ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก
4) ระยะเวลาดำเนินการ 11 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 – เดือนตุลาคม 2558

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1) แนวทางในการใช้มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์คงทนยาวนาน (LLIN) เพื่อควบคุมโรคไข้มาลาเรียในพื้นที่ที่มีการแพร่เชื้อในหมู่บ้านหรือพื้นที่หยุดยั้งการแพร่เชื้อมาลาเรียไม่เกิน 3 ปี

2) นำผลการศึกษาไปปรับเน้นมาตรการการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

3) นำผลที่ได้จากการศึกษาไปสื่อสารต่อกลุ่มเสี่ยง เพื่อหลีกเลี่ยงการติดเชื้อโรคไข้มาลาเรียนอกบ้านและนอกกลุ่มบ้านโดยมีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุน

4) แนวทางการสำรวจยุงพาหะนำโรคเพื่อการจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงานกำจัดโรคไข้มาลาเรีย (area stratification) โดยการใช้ข้อมูลทางกีฏวิทยา

1.5 นิยามศัพท์

1.5.1 นิยามศัพท์เฉพาะ

1) **กำจัดไข้มาลาเรีย (Malaria elimination)** หมายถึง การดำเนินการยับยั้งการแพร่เชื้อมาลาเรียไม่ให้ เกิดขึ้นในท้องที่ใดๆ ทั้งนี้มิได้หมายความว่า ไม่ให้มีผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียหรือต้องทำลายยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรียให้หมดไปจากท้องที่นั้น แต่หากมีผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียเข้ามา (imported case) จะต้องมีมาตรการที่ดีพอ เพื่อสามารถค้นหา สกัดกั้นและป้องกันมิให้เกิด การแพร่เชื้อขึ้นอย่างต่อเนื่อง[11]
2) **หมู่บ้านไม่มีการแพร่เชื้อ-เสี่ยงสูง (B1)** หมายถึง หมู่บ้านที่ไม่มีผู้ป่วยติดเชื้อในหมู่บ้านอย่างน้อย 3 ปีติดต่อกันและสำรวจพบยุงพาหะ และมีสภาพภูมิประเทศเหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของยุงพาหะ[11]
3) **หมู่บ้านไม่มีการแพร่เชื้อ-เสี่ยงต่ำ(B2)** หมายถึง หมู่บ้านที่ไม่มีผู้ป่วยติดเชื้อในหมู่บ้านอย่างน้อย 3 ปีติดต่อกันและไม่พบยุงพาหะ หรือสภาพภูมิประเทศไม่เหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของยุงพาหะ โดยพื้นที่นี้จะนับรวมพื้นที่ที่มีการผสมผสานงานเข้าสู่ระบบสาธารณสุขทั่วไปแล้ว[11]
4) **มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์คงทนยาวนาน (Long Lasting Insecticidal Net : LLIN)** หมายถึง มุ้งที่ผลิตจากโรงงานโดยเคลือบหรือใส่สารกำจัดแมลงลงไปในเส้นใย สามารถมีฤทธิ์คงทนอยู่ได้เมื่อผ่านการซัก 20 ครั้ง ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลกและมีฤทธิ์ในการกำจัดยุงอยู่ในสภาพการใช้งานตามธรรมชาติได้นาน 3 ปี โดยไม่ต้องทำการชุบสารเคมีซ้ำ [12]

1.5.2 นิยามศัพท์อื่น

1) ยุงพาหะนำโรค หมายถึงยุงก้นปล่องในธรรมชาติที่สามารถนำเชื้อไข้มาลาเรียหลังจากการเจริญวงจรชีพของเชื้อจนถึงระยะติดต่อแล้วนำไปสู่คนในขณะกัดกินเลือดซึ่งจะต้องเป็นยุงเพศเมียเท่านั้น
2) การทดสอบฤทธิ์คงทนของสารเคมีฯ (Cone bioassay test) ตามวิธีมาตรฐานขององค์การอนามัยโลกเพื่อให้ทราบว่าสารเคมีฯที่นำมาใช้จะมีฤทธิ์คงทนอยู่ได้นานเพียงใด ในสภาพธรรมชาติ
3) การทดสอบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมีฯ (susceptibility test) ดำเนินการทดสอบในพื้นที่ศึกษาตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก (11) เพื่อตรวจสอบว่ายุงก้นปล่องพาหะนำเชื้อมาลาเรียยังคงมีความไวต่อสารเคมีหรือต้านทานต่อสารเคมี

1.6 **กรอบแนวคิดในการศึกษา (Conceptual Framework)**

1.6.1 การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

- บนสมมติฐาน “ยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรียชอบกัดคนมากกว่ากัดสัตว์ และจะเข้ากัดคนในบ้านมากกว่าเข้ากัดคนนอกบ้าน
- บนทฤษฎี “มาตรการหลักในการกำจัดโรคไข้มาลาเรียใช้มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์คงทนยาวนาน (LLIN) และการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้าง (IRS) โดยยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียจะเข้ามาในบ้านสัมผัสกับสารเคมีที่มุ้งหรือฝาผนังที่ได้รับการพ่นสารเคมีแล้วไม่สามารถไปแพร่เชื้อต่อได้ ”

1.6.2 ตัวแปรต้น ได้แก่

- พฤติกรรมของยุงก้นปล่อง ได้แก่ พฤติกรรมการหากินเลือด พฤติกรรมการวางไข่
- ความไวของยุงก้นปล่องต่อสารเคมี
- ความคงทนและประสิทธิภาพของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน

1.6.3 ตัวแปรตาม ได้แก่

- ชนิดและจำนวนของยุงก้นปล่องที่เข้ากัดคน/สัตว์, ในบ้าน/นอกบ้าน ในช่วงเวลาต่าง ๆ
- ชนิดของลูกน้ำยุงก้นปล่องในแหล่งเพาะพันธุ์ชนิดต่าง ๆ
- ระดับความไวของยุงก้นปล่องต่อสารเคมี
- ระยะเวลาที่มุ้งมีประสิทธิภาพในการควบคุมยุงพาหะ

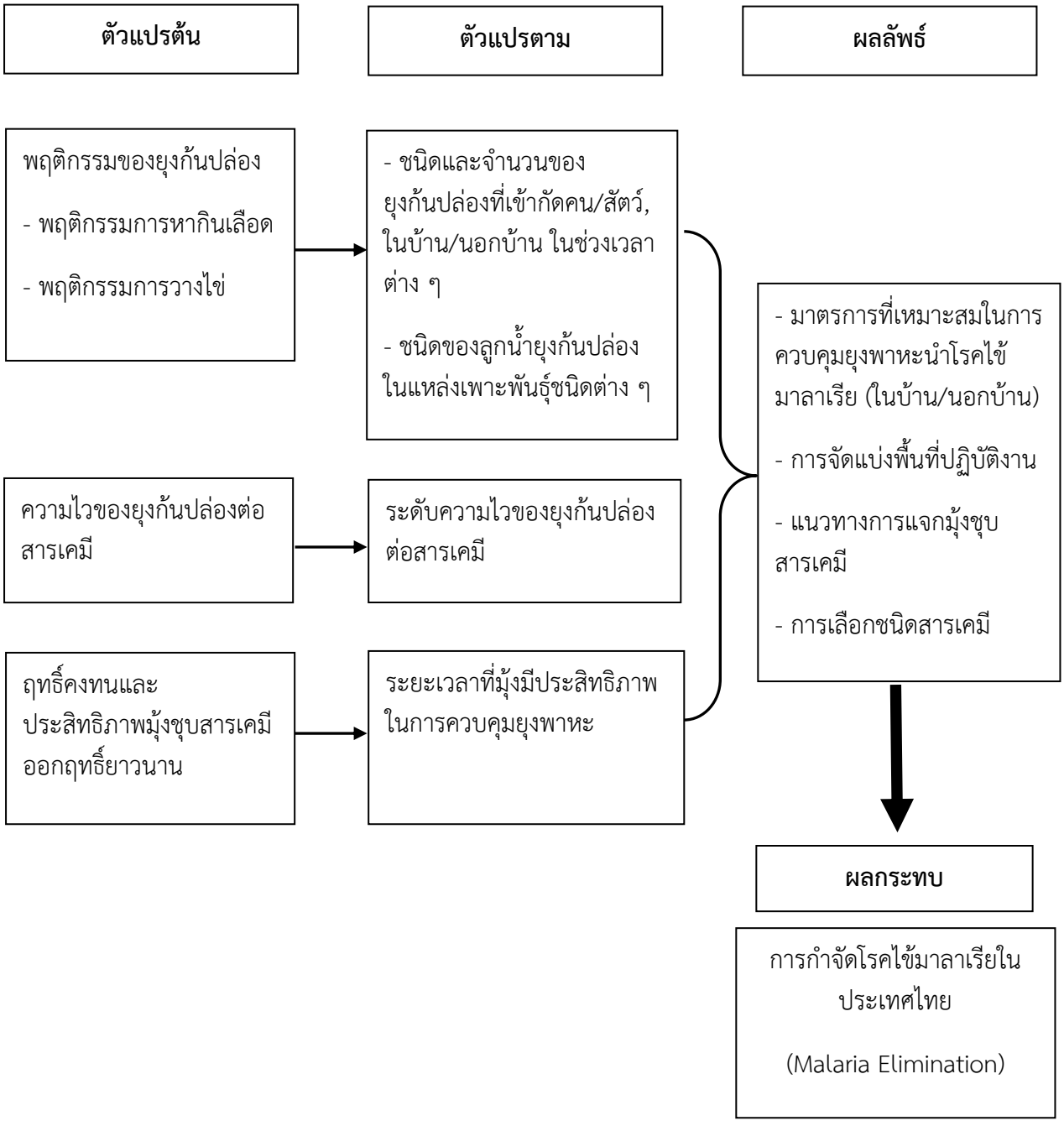
1.6.4 ผลลัพธ์

- มาตรการที่เหมาะสมในการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย (ในบ้าน/นอกบ้าน)
- ความเหมาะสมของการสำรวจทางกีฏวิทยาเพื่อใช้ในการจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงาน (area stratification)
- แนวทางการแจกมุ้งชุบสารเคมี
- การเลือกชนิดสารเคมีเพื่อใช้สำหรับการควบคุมโรคไข้มาลาเรีย

1.6.5 ผลกระทบ

- ความสำเร็จของการกำจัดโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย

กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)



บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการหากินของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียและการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย ในจังหวัดตาก ประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาถึงนิสัยการหากินเลือดของยุงพาหะนำเชื้อโรคไข้มาลาเรีย แหล่งเพาะพันธุ์ยุงก้นปล่องพาหะ ระดับความไวของยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรียต่อสารเคมี ความคงทนของสารเคมีที่เคลือบอยู่บนมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน จึงได้ทำการทบทวนเอกสาร เกี่ยวกับโรคมาลาเรีย พฤติกรรมและการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียประกอบด้วย

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคไข้มาลาเรีย
2. ประวัติการควบคุมโรคไข้มาลาเรียและกำจัดโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย
3. กีฏวิทยามาลาเรีย
    1) การเจริญเติบโตของยุงก้นปล่อง
    2) แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย
    3) พฤติกรรมการหากินเลือดของยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย
4. การควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย
5. การต้านทานของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อสารเคมี

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคไข้มาลาเรีย

โรคไข้มาลาเรียยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญของโลก เนื่องจากมีประชากรป่วยและตายด้วยโรคมาลาเรียเป็นจำนวนมาก สำหรับประเทศไทยการควบคุมโรคไข้มาลาเรียดำเนินการอย่างต่อเนื่องนานกว่า 50 ปี แม้ว่าอัตราป่วยและตายด้วยโรคไข้มาลาเรียจะลดลงได้ แต่ก็ยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศ เนื่องจาก ตรวจพบว่ามีเชื้อมาลาเรียชนิดฟัลซิปารัมดื้อต่อยาอาร์ติมิซินิน บริเวณพื้นที่ชายแดนไทย-กัมพูชา และพื้นที่ที่อยู่ติดชายแดน ประเทศเพื่อนบ้านก็ยังคงเป็นพื้นที่แพร่เชื้อมาลาเรียทำให้การควบคุมโรคดำเนินการได้ยาก

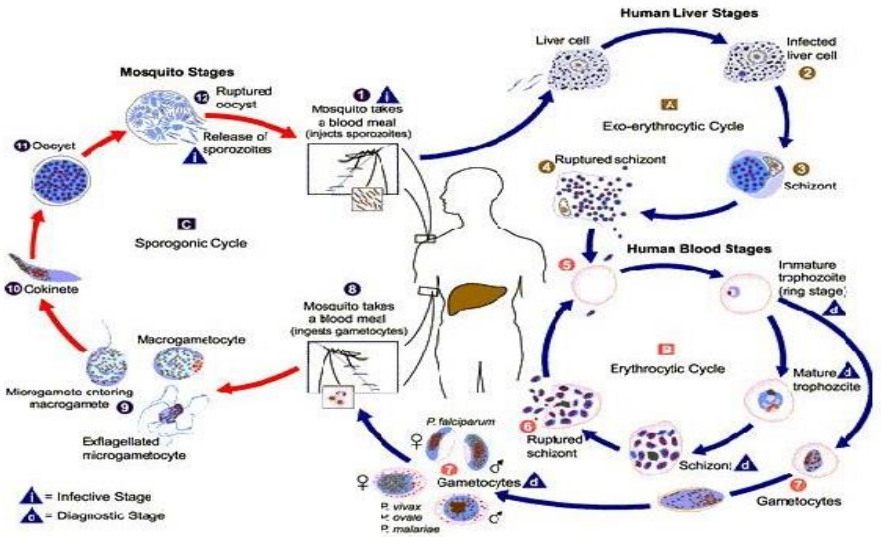
โรคไข้มาลาเรียยังเป็นโรคสำคัญที่ทำให้ประชากรของโลกเจ็บป่วยและเสียชีวิต แม้ผู้ป่วยจะได้รับการรักษาในโรงพยาบาลมากขึ้นแต่อัตราตาย จากมาลาเรียยังคงสูงและในแต่ละปีมีผู้เสียชีวิตทั่วโลกประมาณ 627,000 คน โดยส่วนใหญ่จะเสียชีวิตจากเชื้อมาลาเรียขึ้นสมอง

ปัจจุบันโรคไข้มาลาเรียในคน มีสาเหตุมาจากเชื้อโปรโตซัว 6 ชนิด ได้แก่ ชนิดฟัลซิปารัม *(Plasmodium falciparum)* ไวแวกซ์ *(P. vivax)* มาลาริอี *(P. malariae)* โอวาเล่ เคอร์ติไซด์ *(P. ovale curtisi)* โอวาเล่ วอลลิเคอร์ไรด์ *(P. ovale wallikeri)* และโนเลซี *(P. knowlesi)* ซึ่งชนิดสุดท้ายพบได้มากในประเทศมาลาเซียและอินโดนีเซีย สำหรับในประเทศไทย เชื้อที่พบส่วนใหญ่เป็นชนิดฟัลซิปารัมและชนิดไวแวกซ์ ส่วนน้อยเป็นชนิดมาลาริอี โอวาเล่ และโนเลซี ผู้ป่วยบางราย อาจติดเชื้อมาลาเรียได้มากกว่า 1 ชนิดพร้อมกัน เช่น ตรวจพบทั้งชนิดฟัลซิปารัม และชนิดไวแวกซ์ ยุงพาหะนำโรคที่พบในประเทศไทย ได้แก่ *Anopheles dirus, An. minimus, An. maculatus, An. sundaicus, An. aconitus* และ *An. pseudowillmori* การแพร่กระจายของผู้ป่วยมาลาเรียจะพบมากบริเวณป่าเขาและบริเวณชายแดนติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน โดยเฉพาะบริเวณชายแดนไทย-เมียนมาร์และชายแดนไทย-กัมพูชา พื้นที่แพร่เชื้อมีความสัมพันธ์กับยุงพาหะซึ่งเป็นยุงก้นปล่องบางชนิดที่มีแหล่งเพาะพันธุ์ในป่า

หรือสภาพใกล้เคียงกับป่าเท่านั้น ปัจจุบันพบผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียตามชายแดนของประเทศไทยที่ติดกับประเทศเมียนมาร์ ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอนลงมาจนถึงจังหวัดระนอง ชายแดนประเทศไทยที่ติดกับประเทศกัมพูชา ได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ ลงมาจนถึง ตราด และเนื่องจากปัญหาความไม่สงบในสี่จังหวัดภาคใต้ทำให้เชื้อมาลาเรียกลับมาแพร่ระบาดเพิ่มขึ้นในจังหวัดยะลา นราธิวาส และสงขลา กลุ่มเสี่ยงที่จะเป็นโรคไข้มาลาเรีย ได้แก่ ประชาชนที่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับ ป่า คนงานสวนยางพาราและสวนผลไม้ ทหารและตำรวจตระเวนชายแดน และนักท่องเที่ยวที่นิยมธรรมชาติตามชายแดนที่ติดกับประเทศเพื่อนบ้าน [13]

วงจรชีวิตของเชื้อมาลาเรีย

การติดเชื้อมาลาเรีย เริ่มเมื่อยุงที่ติดเชื้อมาลาเรียมากัดคนและปล่อยเชื้อมาลาเรียระยะ sporozoite เข้าสู่กระแสเลือดจากนั้นเชื้อระยะ sporozoite จะเข้าสู่เซลล์ตับ (hepatocyte) เพื่อเจริญเติบโตและแบ่งตัว (asexual multiplication) เจริญเติบโตเป็นเชื้อระยะวงแหวน (ring form), trophozoite แล้วเจริญเติบโตเป็นระยะ schizont ซึ่งภายในมี merozoite จำนวนมากมาย เมื่อ schizont เจริญเติบโตเต็มที่ เม็ดเลือดแดงจะแตกและปล่อย merozoite จำนวนมากมายนี้ออกมาสู่กระแสเลือด จากนั้น merozoite เหล่านี้จะรุกรานเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดงอีกครั้งและดำเนินวงจรชีวิตในกระแสเลือด (erythrocytic cycle) ต่อไป อย่างไรก็ตามจะมีเชื้อบางส่วนที่จะพัฒนาเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย (micro gametocyte, macro gametocyte) เมื่อยุงก้นปล่อง (Anopheles) กัดคนที่ติดเชื้อมาลาเรียก็จะได้รับเชื้อระยะเซลล์สืบพันธุ์ (gametocyte) โดยเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (micro gametocyte) และเพศเมีย (macro gametocyte) จะผสมพันธุ์กลายเป็น zygote ภายในทางเดินอาหารส่วนกลาง (midgut) หรือกระเพาะอาหารของยุงจากนั้น zygote จะพัฒนาต่อไปเป็นเชื้อระยะ ookinete ซึ่งจะไชทะลุผนังกระเพาะอาหารกลายเป็น oocyst ซึ่งภายในมีเชื้อระยะ sporozoite เมื่อ oocyst เจริญเติบโตเต็มที่แล้วและแตกออกเชื้อระยะ sporozoite ซึ่งจะเคลื่อนที่เข้าสู่ต่อมน้ำลายของยุงซึ่ง sporozoite ในต่อมน้ำลายยุงเท่านั้นที่เป็นระยะติดต่อ (infective stage) และเมื่อยุงกัดคน เชื้อระยะ sporozoite ก็จะถ่ายทอดเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ต่อไปดังผังวงจรชีวิตแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรชีพของเชื้อมาลาเรียที่เจริญเติบโตผ่านในยุงและผ่านในคน (ดัดแปลงจาก The Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA. https://www.cdc.gov/Malaria/about/biology/index.html)

อาการ

หลังจากถูกยุงกัดอาการที่พบได้บ่อยที่สุดคือ ไข้ ระยะฟักตัว (ระยะเวลาการเกิดอาการหลังจากถูกยุงกัด) จะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเชื้อมาลาเรียโดยประมาณ 1-2 สัปดาห์ ยกเว้นระยะฟักตัวของ *P. malariae* ที่อาจจะนานได้ถึง 1 เดือน ผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียมีลักษณะทางคลินิกคล้ายกับโรคอื่นๆ ได้มาก เช่น ไข้หวัด ไข้เลือดออก ไข้ทัยฟอยด์ (ไข้รากสาดน้อย) ฯลฯ ในระยะแรกเริ่ม มีไข้ จะไม่มีลักษณะทางคลินิกที่จำเพาะที่สามารถบ่งบอกได้ว่าผู้ป่วยเป็นโรคไข้มาลาเรีย เช่น ปวดศีรษะ ปวดเมื่อย แน่นท้อง คลื่นไส้อาเจียน ไอรู้สึกหน้ามืดเมื่อเปลี่ยนท่า (orthostatic hypotension) ชีด ตับม้ามโต ถ้าผู้ป่วยมีอาการรุนแรงก็จะพบความผิดปกติตามระบบของอวัยวะที่สำคัญ (vital organ dysfunction) เช่น ชัก หมดสติ (ในมาลาเรียขึ้นสมอง) หอบ (ในมาลาเรียที่มีน้ำท่วมปอด หรือมีเลือดเป็นกรด) [14]

ในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาช้า จะพบลักษณะเฉพาะของไข้ที่เกิดจากเชื้อมาลาเรียคือ มีไข้สูงเป็นพักๆ ในเวลาเดิม (classic periodicity of febrile paroxysms) ซึ่งเกิดจากไซซอนท์จำนวนมากแตกในเวลาเดียวกัน โดยผู้ป่วยฟัลซิปารัมมีไข้ทุก 48 ชั่วโมง ผู้ป่วยไวแวกซ์และโอวาเล่มีไข้ในวันที่ 1 และ 3 และผู้ป่วยมาลาริอีมีไข้ทุก 72 ชั่วโมง (ไข้ในวันที่ 1 และ 4) ลักษณะไข้จะสูงเป็นพักๆ (periodicity) ผู้ป่วยที่มาพบแพทย์ถึงแม้จะไม่มีไข้สูงเป็นพักๆ ก็อาจเป็นโรคไข้มาลาเรียได้เช่นกัน และมักพบได้บ่อยกว่าอาการไข้สูงเป็นพักๆเสียอีก นอกจากนี้ผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรียอาจรับเชื้อเข้าไปสู่ร่างกายหลายจุดเนื่องจากถูกยุงก้นปล่องกัดหลายครั้ง (brood of infection) ทำให้มีไข้คนละเวลา เมื่อเชื้อมาลาเรียเจริญเติบโตในคนจนครบวงจรและไซซอนท์แตกออกจากเม็ดเลือดแดงจะเกิดไข้ตามมาทำให้ไข้ในระยะแรกเกิดไม่พร้อมกัน (synchronism) เนื่องจากไซซอนท์แตกไม่พร้อมกันไข้จึงเกิดไม่เป็นพักๆ ดังนั้นอาจทำให้วินิจฉัยผิดว่าไม่ใช่โรคไข้มาลาเรียได้

หลักในการควบคุมโรคไข้มาลาเรีย

การควบคุมโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย มีมาตรการหลักที่ สำคัญ 3 ประการ [13] ได้แก่

1. มาตรการต่อเชื้อมาลาเรียเฉพาะในผู้ป่วย มีวัตถุประสงค์เพื่อ ให้การบำบัดรักษา ลดความทุกข์ทรมานของผู้ป่วยให้หายจากโรค เพื่อป้องกันการถ่ายทอดเชื้อระยะติดต่อ (infective stage) ไปสู่บุคคลอื่น โดยการค้นหาผู้ป่วยและให้การรักษาอย่างรวดเร็ว (early diagnosis and prompt treatment) การติดตามผลการรักษา การสอบประวัติ และการสอบสวนแหล่งแพร่เชื้อ ในบางกรณีอาจพิจารณาให้มีการรักษาขั้นต้น(presumptive treatment) และการรักษากลุ่ม (mass treatment)
2. มาตรการต่อยุงพาหะ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความหนาแน่นและ อายุขัยของยุงพาหะ เช่น การควบคุมโดยใช้สารเคมี และเพื่อลดการสัมผัสระหว่างคนและยุงพาหะ หรือการป้องกันยุงกัดโดยการใช้มุ้ง ยาทากันยุงหรืออื่นๆ
3. มาตรการต่อคน โดยการส่งเสริมความรู้เพื่อป้องกันควบคุมโรค ให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการควบคุมและป้องกันโรค (community participation) ในบางกรณีอาจพิจารณาให้ยาป้องกันโรคไข้มาลาเรีย แต่ เนื่องจากประเทศไทยมี ปัญหาเชื้อมาลาเรียดื้อยาหลายชนิดดังนั้นโดยทั่วไปจึงไม่มีนโยบายให้ใช้ยาป้องกัน

2.2 ประวัติการควบคุมป้องกันโรคไข้มาลาเรียและโครงการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย

หากย้อนไปในอดีต โรคไข้มาลาเรียมีปรากฏก่อนกรุงรัตนโกสินทร์แน่นอน ความร้ายแรงของมันได้จารึกไว้เมื่อครั้งพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 4 ได้เสด็จไปประทับแรมทอดพระเนตรสุริยุปราคาเต็มดวงเมื่อวันที่ 9 ถึงวันที่ 19 สิหาคม 2411 ณ ตำบลหว้ากอ ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์หลังจากเสด็จกลับได้ทรงพระประชวรด้วยอาการไข้ หนาว สั่น ร้อน สลับไปมา พระอาการมิได้ทุเลาลงจนเสด็จสวรรคตเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 1 ตุลาคม 2411 จึงเชื่อกันว่าได้ติดเชื้อโรคไข้มาลาเรีย (เรียกไข้ป่าในสมัยนั้น) ต่อมาในปี พ.ศ. 2473 กรมสาธารณสุข (กระทรวงมหาดไทยในขณะนั้น) ได้เริ่มงานสถิติเกี่ยวกับไข้จับสั่น ด้วยการมีหนังสือเวียนไปถึงผู้ว่าราชการทุกจังหวัดให้รวบรวมคนตายด้วยไข้จับสั่น เป็นรายอำเภอ แยกเป็นรายเดือน และหมวดอายุ ปรากฏจำนวนตายด้วยไข้จับสั่นทั่วประเทศ 40,347 คน จากประชากรจำนวน 11.7 ล้านคน [15] ต่อมาในปี พ.ศ. 2475 กรมสาธารณสุขจัดให้มีหน่วยควบคุมไข้จับสั่น ที่จังหวัดเชียงใหม่เป็นแห่งแรก มีนายแพทย์หลวงอายุรกิจโกศล ผู้ดำรงตำแหน่งสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่เป็นหัวหน้า

ในปี 2492 รัฐบาลไทยโดยกระทรวงสาธารณสุข ได้ร้องขอไปยังองค์การอนามัยโลกเพื่อขอรับความช่วยเหลือในด้านการควบคุมโรคไข้มาลาเรีย ประเทศไทยได้รับความช่วยเหลือจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) และกองทุนสงเคราะห์เด็กแห่งสหประชาชาติ (Unicef)[16] เริ่มดำเนินการครั้งแรกจัดทำเป็นโครงการนำร่องที่อำเภอสารภี และอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยการพ่นสารเคมีให้ติดตามฝาผนังบ้านเรือนเพื่อกำจัดยุงก้นปล่อง มุ่งเน้นการลดอายุขัยยุง (longevity) ตลอดเวลาระยะสองปีเศษ (สิงหาคม 2492-ธันวาคม 2494) ที่ทีมขององค์การอนามัยโลกร่วมกับทีมสาธารณสุขไทย คัดเลือกพื้นที่ อำเภอสารภี เป็นท้องที่พ่นสารเคมีดีดีทีขนาด 200 มิลลิกรัม (2 กรัม) ต่อตารางเมตร และในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่เป็นท้องที่ควบคุม (Control) คือไม่มีการพ่นสารเคมีดีดีที ที่ศึกษาต่อหลังจากการพ่นสารเคมีดีดีทีตั้งแต่พฤษภาคม 2493 ถึงกุมภาพันธ์ 2494 (After treatment) ทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างสองช่วงเวลา (before and after implementation) และเปรียบเทียบระหว่างสองพื้นที่ (control and Treatment) ผลการปฏิบัติงานเป็นการยืนยันว่ายุงก้นปล่องมินิมัส คือยุงพาหะนำเชื้อไข้มาลาเรียของประเทศไทย ผลการจับยุงสามารถจับยุงก้นปล่องได้ประมาณ 18,000 ตัว โดยมากกว่าร้อยละ 90 ของยุงก้นปล่องมินิมัส (*Anopheles minimus*) ยุงพาหะหลักนำเชื้อไข้มาลาเรียจับได้จากในบ้าน นอกจากนี้จากการพิสูจน์พบว่าเลือดในกระเพาะอาหารยุงชนิดนี้สูงสุดร้อยละ 71 เป็นเลือดคน โดยพบสโปโรซอยท์สูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคมและต่ำสุดในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม นอกจากนี้พบว่าหลังจากฉีดพ่นสารเคมีดีดีที (อ. สารภี) อัตราการพบสโปโรซอยท์ในต่อมน้ำลายยุง (sporozoite rate) ลดลงจาก 7.26 เป็น 0 โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ควบคุม อำเภอสันทราย ซึ่งอัตราสโปโรซอยท์ไม่ลดลงอยู่ระหว่าง 0.48- 4.64 รวมทั้งอัตราการพบโอโอซีสต์ในกระเพาะอาหารยุงก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน คือในพื้นที่ทดลอง (treatment) ลดลงจาก 3.74 เป็น 0 แต่จะตรงข้ามในพื้นที่ควบคุม (control) คืออัตราโอโอซีสต์อยู่ระหว่าง 0.17 ถึง 2.80 นอกจากนี้ปริมาณความหนาแน่นของยุง (ตัว/คน/ชั่วโมง) ของยุงพาหะหลักชนิดมินิมัส *An. minimus* ที่จับได้ลดลงจาก 4.03 เป็น 0 ในขณะที่ในท้องที่ควบคุมที่ไม่ได้พ่นสารเคมีดีดีที ความหนาแน่นของยุงชนิดนี้ อยู่ระหว่าง 0.41 ถึง 5.85 ตลอดระยะเวลาการศึกษา นอกจากนี้ bed bug (เรือด) ก็หายไปด้วยในพื้นที่ทำการพ่นสารเคมีดีดีทีแต่ไม่หายไปในพื้นที่ควบคุม จึงได้มีการนำสารเคมีชนิดนี้มาใช้ทั่วประเทศไทย [16] หลังจากความสำเร็จของโครงการนำร่องที่จังหวัดเชียงใหม่ จากการได้พิสูจน์ทราบถึงประสิทธิผลของสารเคมีดีดีทีว่าสามารถควบคุมยุงพาหะมาลาเรียได้ ในปี 2495 ประเทศไทย

ได้ทำการขยายพื้นที่พ่นสารเคมีดีดีทีออกไปเพิ่มเป็น 20 จังหวัดประชากร 2,928,918 คน โดยความช่วยเหลือของประเทศสหรัฐอเมริกา [15]

จากการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้าง (indoor residual spraying) ในหลายประเทศที่มีปัญหาการระบาดของโรคไข้มาลาเรียพบว่ามาตรการนี้สามารถทำให้โรคไข้มาลาเรียลดจำนวนลงมากอย่างฉับพลัน ในที่สุดในการประชุมสมัชชาใหญ่องค์การอนามัยโลกครั้งที่ 8 ที่กรุงเม็กซิโกซิตี้ ได้ลงมติให้ประเทศสมาชิกทำการรณรงค์ มีจุดมุ่งหมายที่จะกวาดล้างโรคไข้มาลาเรียให้หมดสิ้นไป ตามผลการดำเนินงานเป็นระยะๆ ดังนี้

- พ.ศ. 2501 กองมาลาเรียจึงทำการปรับปรุงเปลี่ยนการบริหารงานควบคุมโรคไข้มาลาเรียให้เป็นโครงการกำจัดกวาดล้างไข้มาลาเรียและได้รับความช่วยเหลือจากองค์การอนามัยโลก[15]
- พ.ศ. 2505 คณะอายุรศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล รายงานการติดตามผลการรักษาผู้ป่วยมาลาเรียฟัลซิปารัมด้วยยาคลอโรควินอาจดื้อต่อการรักษาในหลายพื้นที่ [15]
- พ.ศ. 2510 โครงการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย ขยายพื้นที่ควบคุมยุงพาหะครอบคลุมประชากากร 23.2 ล้านคนหรือร้อยละ 71.1 ของประชากรทั้งหมด [15]โดยตั้งแต่ปี 2509 [17] เป็นต้นมา ผลการดำเนินงานไม่สามารถบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ คือไม่สามารถกำจัดโรคไข้มาลาเรียให้หมดไปได้ตามที่คาดหมายไว้ จากสาเหตุสำคัญของความล้มเหลวเกิดจากหลายปัจจัยได้แก่ ไม่สามารถหยุดยั้งการแพร่เชื้อได้โดยเด็ดขาดในหลายพื้นที่ อันเนื่องมาจากปัญหาการบริหารจัดการทางวิชาการและทางการบริหารจัดการ การพบผู้ป่วยมาลาเรียจำนวนมากเกินเกณฑ์ที่กำหนดในท้องที่เฝ้าระวัง ไม่สามารถทำการเฝ้าระวังได้ครบถ้วนสมบรูณ์แบบ ดังนั้นในปี พ.ศ. 2512 การประชุมครั้งที่ 22 ของสมัชชาใหญ่องค์การอนามัยโลกมีมติให้ประเทศต่างๆ เปลี่ยนกลับมาเป็นการควบคุมแทนการกำจัดโรคสำหรับในพื้นที่ที่มีปัญหา
- พ.ศ. 2520 โครงการควบคุมไข้มาลาเรียและแมลงนำโรค[15] ได้รับการบรรจุไว้ในแผนพัฒนาการสาธารณสุขฉบับที่ 4 (2520-2524) ได้ทำการศึกษาการใช้สารเคมีเฟนิโตไธออน 40% (fenitrothion) สารเคมีกลุ่มออกาโนฟอสเฟส (organophosphate) พ่นแบบมีฤทธิ์ตกค้างตามอาคารบ้านเรือน พบว่าสามารถออกฤทธิ์ได้นานประมาณสามเดือนและประชาขนมีการให้การยอมรับ
- พ.ศ. 2530 โครงการควบคุมไข้มาลาเรีย[15] ได้รับการบรรจุไว้ในแผนพัฒนาการสาธารณสุขฉบับที่ 6 (2530-2534) ได้มีการแบ่งท้องที่ดำเนินงานออกเป็น 2 ท้องที่ดำเนินงาน ได้แก่ ท้องที่ควบคุมไข้มาลาเรีย (Control area) เป็นท้องที่ป่าเขา ท้องที่ชายแดน และท้องที่ที่เสี่ยงต่อการปฏิบัติงาน ครอบคลุมประชากรประมาณ 12.41 ล้านคน และท้องที่กำจัดไข้มาลาเรีย (Eradication area) เป็นท้องที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้แก่ ท้องที่ราบ และเขตเมืองครอบคลุมประชากรประมาณ 38.9 ล้านคน เพื่อกำจัดไข้มาลาเรียและป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่เชื้อกลับมาใหม่ โดยในปี 2534 ได้มีการปรับปรุงคู่มือการปฏิบัติงานและมีการจัดแบ่งท้องที่ใหม่ [17]
  ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ
  1 ท้องที่ควบคุม (Control area) ซึ่งประกอบด้วย ท้องที่ควบคุมที่มีการแพร่เชื้อ (Transmission area) และท้องที่ควบคุมไม่มีการแพร่เชื้อ (Non-transmission area)
  2. ท้องที่เตรียมการผสมผสาน (Pre-Integration area)
  3. ท้องที่ผสมผสาน (Integration area)

- พ.ศ. 2540 [17]ตามคู่มือปฏิบัติการใหม่ได้มีการแบ่งท้องที่ออกเป็น ท้องที่ควบคุมที่มีการแพร่เชื้อ 6.5% ท้องที่ควบคุมที่ไม่มีการแพร่เชื้อ 66.8% ท้องที่เตรียมผสมผสาน 5.1% และท้องที่ผสมผสาน 21.6% มาตรการควบคุมที่เปลี่ยนแปลงจากการปฏิบัติในยุคกำจัดไข้มาลาเรียคือ
    1) ลดท้องที่พ่นเคมีลง เลือกปฏิบัติเฉพาะท้องทีที่มีการแพร่เชื้อ
    2) เพิ่มมาตรการเสริมในการควบคุมยุงพาหะได้แก่ การใช้มุ้งชุบสารเคมี การควบคุมลูกน้ำด้วยวิธีหลากหลาย การส่งเสริมให้ประชาชนป้องกันตนเองจากยุงกัด
    3) เพิ่มบทบาทการรักษา โดยจัดตั้งมาลาเรียคลินิกเป็น 544 แห่งในปี 2540
    4) เน้นการรักษาหายขาดในผู้ป่วยพบเชื้อมาลาเรีย และการติดตามการักษา เพื่อเฝ้าระวังการดื้อของเชื้อมาลาเรียต่อยารักษา
    5) ปรับเปลี่ยนวิธีค้นหาผู้ป่วยทางตรง (Active Case Detection) ให้เลือกเฉพาะในพื้นที่มีปัญหา
    6) เร่งรัดการให้สุขศึกษาประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ และให้ชุมชนมีส่วนร่วม
    7) วิจัยพัฒนาเพื่อทราบถึงปัญหาและวิธีการที่เหมาะสม
    8) ปรับเปลี่ยนพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยมาลาเรียและส่วนมาลาเรีย ให้เหมาะสมกับปริมาณงาน
    9) กระจายอำนาจ การบริหารและการดำเนินงานควบคุมโรคไปภูมิภาค

ในปี พ.ศ. 2540 นี้ ได้เริ่มแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ด้านการสาธารณสุขสาขาที่ 3 การส่งเสริมสุขภาพ ควบคุมและป้องกันโรค แผนงานควบคุมและป้องกันโรค (แผนงานรองควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง) งานควบคุมโรคมาลาเรียและโรคติดต่ออื่นๆที่นำโดยแมลง ประกอบด้วยการควบคุมไข้มาลาเรีย การควบคุมโรคไข้เลือดออก การควบคุมโรคเท้าช้าง และการควบคุมโรคติดต่ออื่นๆที่นำโดยแมลงเข้าด้วยกัน

อย่างไรก็ตามในช่วงนี้มาลาเรียยังคงมีปัญหาการแพร่เชื้อมาลาเรียสูงบริเวณท้องที่ชายแดน 30 จังหวัดที่ติดต่อกับประเทศเมียนมาร์ กัมพูชา ลาว และมาเลเซียประกอบกับการมีแรงงานต่างด้าวที่ส่วนใหญ่มีเชื้อมาลาเรีย ลักลอบเข้ามามาก กระจายอยู่เกือบทั่วประเทศ

- หลังจากปี 2540 สถานการณ์ มาลาเรียเกิดการเพิ่มขึ้น เช่น ในปี 2542 เมื่อเทียบกับปี 2539 พบผู้ป่วยเพิ่มขึ้นในหลายจังหวัดของภาคใต้ เช่นที่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอเขาพนม อ่าวลึก คลองท่อม จังหวัดกระบี่ และส่วนใหญ่เป็นเชื้อมาลาเรียชนิดฟัลซิปารัม ในพื้นที่รอยต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ป่าบุกเบิก
- พ.ศ. 2550[18]ข้อมูลที่ผ่านมาพบว่าสถานการณ์ โรคมาลาเรียในภาพรวมมีแนวโน้มลดลงโดยระหว่างปี ในปี พ.ศ. 2551 – 2552 มีอัตราป่วยเท่ากับ 45.72 และ 36.61 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ แต่พบว่าปัญหายังคงอยู่แถบจังหวัดที่มีชายแดนติดต่อกับประเทศเมียนมาร์ กัมพูชา และมาเลเซีย ซึ่งยังมีการเคลื่อนย้ายของประชากรข้ามพรมแดน ในปี 2552 จังหวัดตากมีอัตราป่วยสูงสุด เท่ากับ 1,574.87 ต่อประชากรแสนคนจังหวัดที่มีอัตราป่วยรองลงมาคือ แม่ฮ่องสอน (649.49) ระนอง(454.34) พังงา (338.52) ยะลา (328.92) ชุมพร (207.31) กาญจนบุรี (184.43) ตราด (171.10) จันทบุรี (166.59) และประจวบคีรีขันธ์ (91.00) ในปี พ.ศ. 2552 เริ่มมีการรายงานผู้ป่วยโรคมาเลเรียชนิดโนวไซ (*Plasmodium knowlesi)* 3 ราย โดยพบที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา 2 ราย และจังหวัดจันทบุรี เชื้อมาเลเรียชนิดนี้มีความสำคัญ

เนื่องจากมีรอบการแบ่งตัวสั้นที่สุดในบรรดาเชื้อมาเลเรียทั้งหมด ทำให้มีเชื้อในกระแสเลือดจำนวนมาก (hyper-parasitaemia) ในเวลาสั้นๆ ซึ่งอาจทำให้มีภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงหรือเสียชีวิตได้

- ปี 2560[19] ในสัปดาห์ที่ 53 พบว่าสถานการณ์ทั่วไปโรคไข้มาลาเรีย จำนวนผู้ป่วยลดลงจากปี 2559 ร้อยละ 70.89 มีรายงานผู้ป่วยโรคไข้มาลาเรีย 10,965 ราย ส่วนใหญ่เป็นคนไทยร้อยละ 65.67 และต่างชาติร้อยละ 34.33 (อัตราป่วย 0.17 ต่อพันประชากร) หมู่บ้านที่มีรายงานผู้ป่วยติดเชื้อในพื้นที่จำนวน 896 หมู่บ้าน ลดลงร้อยละ 17.27 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกัน ของปี 2559 (1,083 หมู่บ้าน) ซึ่งเป็นแนวโน้มที่แสดงถึงความพยายามในการควบคุมและเฝ้าระวังโรคไข้มาลาเรียอย่างเป็นระบบ

การกำจัดโรคไข้มาลาเรีย (Malaria Elimination) หมายถึง การดำเนินงานกำจัดการแพร่เชื้อมาลาเรียไม่ให้เกิดขึ้นในท้องที่ใดๆ ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่า ไม่ให้มีผู้ป่วยมาลาเรีย หรือต้องกำจัดยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรียให้หมดไปจากท้องที่นั้น แต่เป็นการดำเนินงานให้ท้องที่ปลอดโรคไข้มาลาเรียโดยไม่มีผู้มีเชื้อมาลาเรียในกระแสเลือดที่ได้รับเชื้อมาลาเรียจากในพื้นที่นั้นๆ (Indigenous case) แต่ถ้ามีผู้ป่วยมาลาเรียเข้ามา (Imported case) จะต้องมีมาตรการค้นหา สกัดกั้นและป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่เชื้ออย่างต่อเนื่อง

เหตุผลหลักที่ประเทศไทยจะต้องกำจัดโรคไข้มาลาเรีย นอกเหนือจากสถานการณ์การแพร่ระบาดลดลงจนอุบัติการณ์ ต่ำกว่า 1 ต่อ 1000 ประชากรตามเป้าหมาย ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการมาลาเรียโลก (Global Malaria Program) เป้าหมายระหว่างปี 2559-2573 มุ่งสู่การกำจัดโรคไข้มาลาเรียและผลักดันให้ประเทศที่มีอัตราป่วยด้วยโรคไข้มาลาเรียน้อยกว่า 1 ต่อพันประชากร ยกระดับนโยบายจากการควบคุมโรค (Malaria Control) เป็นนโยบายการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย (Malaria Elimination) แล้วยังมีความท้าทายและปัจจัยเสริมด้านอื่นๆอีกเช่น

- ปัญหาเชื้อมาลาเรียดื้อยารักษาในประเทศลุ่มแม่น้ำโขง (Epicenter of multi-drug resistant malaria)
- ความร่วมมือของประเทศในภูมิภาคอาเซียนและประเทศเพื่อนบ้านตามแนวชายแดนที่ร่วมแสดงจุดยืนที่ชัดเจนในการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย
- ประเทศไทยมีศักยภาพที่จะดำเนินการกำจัดโรคไข้มาลาเรียได้ ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในด้านการควบคุมป้องกันโรคที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

สำหรับความเป็นมาของยุทธศาสตร์การกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ. 2560 – 2569 ยุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติการกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย ได้รับการพัฒนาผ่านกระบวนการวิเคราะห์สถานการณ์โรคการวิเคราะห์องค์กร จากการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน โดยบูรณการแนวคิดและทิศทางในการจัดทำแผนให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และ 13 ด้านสังคม (การส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค) กรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนตามแนวทางขององค์การสหประชาชาติ คณะรัฐมนตรีเห็นชอบในหลักการของยุทธศาสตร์การกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ. 2560 – 2569 และแผนปฏิบัติการกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ. 2560 – 2564 เมื่อวันที่ 26 เมษายน 2559 หน่วยงานและองค์กรในภาคส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องสามารถใช้เป็นกรอบในการดำเนินงานให้สอดคล้องกับภารกิจของหน่วยงานและความเหมาะสมทางวิชาการ เพื่อมุ่งสู่การกำจัดโรคไข้มาลาเรียอย่างยั่งยืน กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทยได้พัฒนาแผนยุทธศาสตร์กำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ.2560-2569[11] โดยมีวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยปลอดจากโรคไข้มาลาเรียภายในปี 2567 (ค.ศ. 2024)” และแผนปฏิบัติการกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทยห้าปี พ.ศ. 2560-2564 ให้สอดคล้องกับกรอบแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และสอดคล้อง

กับกรอบยุทธศาสตร์ 20 ปี กระทรวงสาธารณสุข รวมถึงพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ.2558 ทั้งนี้ ยุทธศาสตร์การกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ. 2560-2569 มี 4 ยุทธศาสตร์[11]ประกอบด้วย

1) การเร่งรัดกำจัดการแพร่เชื้อมาลาเรียในประเทศไทย
2) การพัฒนาเทคโนโลยีนวัตกรรม มาตรการ และรูปแบบที่เหมาะสมในการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย
3) การสร้างความร่วมมือระหว่างภาคีเครือข่ายระดับประเทศและระดับนานาชาติเพื่อขับเคลื่อนงานกำจัดโรคไข้มาลาเรีย
4) การส่งเสริมให้ประชาชนมีศักยภาพในการดูแลตนเองจากโรคมาลาเรีย

โดยวัตถุประสงค์การกำจัดโรคไข้มาลาเรียในระยะปีงบประมาณ 2560-2564 ได้แก่

1) เพื่อลดอัตราป่วยด้วยโรคไข้มาลาเรียให้เหลือไม่เกิน 0.20 ต่อประชากรพันคนในปี พ.ศ. 2564
2) เพื่อลดอัตราตายด้วยโรคไข้มาลาเรียไม่ให้เกิน 0.01 ต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ. 2564
3) เพื่อกำจัดโรคไข้มาลาเรียไม่น้อยกว่า ร้อยละ 95 ของอำเภอ/เขตทั้งประเทศในปี พ.ศ.2564 (882 อำเภอ/เขต จาก 928 อำเภอ/เขต)
4) เพื่อป้องกันไม่ให้มีการกลับมาแพร่เชื้อใหม่ในพื้นที่ที่ปลอดโรคไข้มาลาเรีย

มาตรการกำจัดมาลาเรีย (Elimination of malaria) และการยับยั้งมาลาเรียได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการจะบรรลุเป้าหมายยังต้องการข้อมูลที่ทันสมัย รวดเร็วจากการระบบการเฝ้าระวังโรค เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในการตัดสินใจให้เกิดการควบคุมโรคให้ทันต่อเวลา หนึ่งในมาตรการในยุทธศาสตร์ที่ 1 เร่งรัดกำจัดการแพร่เชื้อมาลาเรียในประเทศไทยคือ เพิ่มความครอบคลุมของการใช้มาตรการต่างๆ ในการป้องกันควบคุมยุงพาหะ เพื่อป้องกันการแพร่เชื้อมาลาเรียทั้งในพื้นที่แพร่เชื้อและพื้นที่แพร่เชื้อใหม่ ดำเนินการโดยการพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้าง ให้ประชาชนใช้มุ้งชุบสารเคมี ส่วนประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อการติดเชื้อนอกบ้านมีการส่งเสริมให้ใช้วิธีการป้องตนเอง เช่น มุ้งชุบสารเคมีคลุมเปล (LLIHN) และสารทาป้องกันยุง นอกจากนี้ มีการเพิ่มพื้นที่ดำเนินการเฝ้าระวัง การศึกษาด้านต่างๆ ทางกีฏวิทยาและติดตามประเมินผลมาตรการต่างๆ มีการประเมินผลความไวของยุงพาหะต่อสารเคมี นำแนวทางการจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสานมาใช้ การพัฒนาความร่วมมือจากหน่วยงานเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง การเพิ่มศักยภาพและความรู้ของบุคคลากรที่ทำงานด้านการควบคุมแมลง นำโรค ตลอดจนการส่งเสริมงานวิจัยและการค้นหานวัตกรรมใหม่ๆ ทั้งนี้เพื่อเกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า คุ้มทุนตรงเป้าหมายโรคฯและพาหะที่ต้องการควบคุม กำจัด อย่างยั่งยืน

2.3 กีฏวิทยามาลาเรีย

2.3.1 การเจริญเติบโตของยุงก้นปล่อง

ยุงก้นปล่องมีวงชีวิตเป็นแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ในแต่ละระยะของการเจริญอย่างสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ประกอบด้วย 4 ระยะ แต่ละระยะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแตกต่างกันอย่างเห็นเด่นชัด ได้แก่ ระยะไข่ (egg) ระยะลูกน้ำ (larva) ระยะดักแด้หรือตัวโม่ง (pupa) และระยะตัวเต็มวัยหรือระยะตัวแก่ (adult) ซึ่งสามระยะแรกจะอาศัยอยู่ในน้ำ รูปร่างลักษณะเฉพาะของยุงระยะต่างๆ ในแต่ละ genus จะแตกต่างกันด้วย

ไข่ยุงก้นปล่อง

ยุงก้นปล่องจะวางไข่ใบเดี่ยว ๆ มีลักษณะยาวรีประมาณ 0.5 มิลลิเมตร รูปร่างคล้ายเรือ ซึ่งจะมีทุ่นลอยเรียก float เพื่อการลอยตัวบนผิวน้ำ ไข่ของยุงก้นปล่องจะฟักในน้ำเสมอ และส่วนมากไม่สามารถอยู่ได้ในสภาพแห้งแล้งที่ปราศจากน้ำ ซึ่งต่างกับไข่ของยุงลายที่ทนความแห้งแล้งได้นาน ยุงก้นปล่องจะวางไข่ได้ในน้ำหลายลักษณะทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม ไข่ยุงก้นปล่องจะมีประจุไฟฟ้าสังเกตเห็นได้จากการที่ไข่เกาะติดกันเป็นรูปร่างต่าง ๆ ระยะเวลาตั้งแต่วางไข่จนฟักออกเป็นลูกน้ำจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของยุงและสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปยุงก้นปล่องจะวางไข่ได้ครั้งละ 50 ถึง 500 ฟอง[20] ยุงเพศเมียตามปกติจะผสมพันธุ์เพียงครั้งเดียว แต่สามารถวางไข่ได้ตลอดชีวิตโดยต้องกินเลือดก่อนการวางไข่ทุกครั้ง เพื่อนำโปรตีนจากเลือดไปเลี้ยงไข่ให้เจริญเติบโต ยุงเพศผู้ไม่กินเลือดแต่จะกินน้ำหวาน หรือน้ำจากต้นพืชเป็นอาหาร ในฤดูร้อนของประเทศไทยไข่ยุงก้นปล่องจะฟักเป็นตัวภายใน 36 ถึง 48 ชั่วโมง ในฤดูหนาวใช้เวลานานกว่าคือ ประมาณ 76 ถึง 96 ชั่วโมง เฉลี่ยโดยทั่วไปประมาณ 2 ถึง 3 วัน แต่ในประเทศแถบหนาวเย็นอาจใช้เวลานาน 2 ถึง 3 สัปดาห์

ลูกน้ำยุงก้นปล่อง

เมื่อตัวอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะฟักออกจากไข่ (hatch) กลายเป็นระยะลูกน้ำซึ่งไม่มีขา ลำตัวของลูกน้ำประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอกและส่วนท้อง ส่วนท้องประกอบด้วยปล้องท้องจำนวน 9 ปล้อง แต่ปล้องที่ 8 และ 9 จะรวมติดกันเป็นอวัยวะหายใจเรียก spiracular opening จึงมองเห็นแค่ 8 ปล้อง ปกติลูกน้ำยุงก้นปล่องจะมี spiracle 10 คู่ แต่ spiracle จำนวน 2 คู่ ที่ตั้งอยู่บนปล้องที่ 8 เท่านั้นที่ใช้การได้ส่วนลูกน้ำยุงชนิดอื่น เช่น ยุงยักษ์ ยุงรำคาญ และยุงลาย ปล้องท้องปล้องสุดท้ายจะกลายเป็นท่อหายใจเรียกไซฟอน (siphon) ลำตัวลูกน้ำจะมีสีขาวขุ่นหรือน้ำตาลอ่อน ส่วนบริเวณหัวจะมีสีน้ำตาลเข้มและบริเวณปากของลูกน้ำจะมีแพขน (mouth brushes) ลักษณะคล้ายพู่กัน ทำหน้าที่โบกอาหารเข้าปาก อาหารของลูกน้ำยุงก้นปล่องได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำ รวมทั้งสารอินทรีย์ทั้งหลาย ลูกน้ำยุงก้นปล่องจะกินอาหารที่ระดับผิวน้ำ (surface feeding) เป็นส่วนใหญ่โดยวางลำตัวขนานกับผิวน้ำ 180 องศา บริเวณด้านบนลำตัวลูกน้ำจะมีแผงขนลักษณะคล้ายพัดเรียกปัลเมท (palmate hair) หรือ float hair ซึ่งเป็นขนช่วยสำหรับการลอยตัวขนานกับผิวน้ำ ลูกน้ำยุงก้นปล่องจะมีทั้งหมด 4 ระยะ (instar) แต่ละระยะจะมีการลอกคราบ โดยอาศัยฮอร์โมนในการลอกคราบ (ecdysis hormone) จากระยะที่ 1 เป็นระยะที่ 2 ระยะที่ 3 และระยะที่ 4 ตามลำดับ หลังจากระยะที่ 4 แล้วจะมีการลอกคราบอีกครั้งกลายเป็นระยะดักแด้หรือตัวโม่ง ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ฟักออกมาจากไข่ จนกลายเป็นลูกน้ำระยะที่ 4 ใช้เวลาประมาณ 8 -10 วัน ซึ่งระยะเวลาอาจมากหรือน้อยกว่านี้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ อาหาร และชนิดของยุงก้นปล่อง ลูกน้ำยุงก้นปล่องส่วนใหญ่ชอบอาศัยและเจริญเติบโตในน้ำค่อนข้างสะอาด เช่น ในทุ่งนา ในลำห้วย บริเวณที่มีหญ้าขึ้นตามขอบบ่อ บ่อน้ำซับน้ำซึม แต่ลูกน้ำยุงก้นปล่องบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำกร่อยตามบริเวณบึงป่าชายเลน

ดักแด้หรือตัวโม่ง

เมื่อลูกน้ำลอกคราบครั้งสุดท้ายก็จะเข้าสู่ระยะตัวโม่ง มีรูปร่างคล้ายเลขหนึ่งไทย หรือเครื่องหมายจุลภาค ส่วนหัวและส่วนอกหลอมติดกันเรียก cephalothorax ท่อหายใจมีรูปร่างคล้ายแตร (trumpet) ดักแด้หรือตัวโม่งไม่กินอาหาร เตรียมพร้อมที่จะพัฒนาเป็นยุงระยะตัวเต็มวัย โดยจะลอยตัวนิ่งที่ผิวน้ำเพื่อหายใจเพียงอย่างเดียวระยะนี้กินเวลาประมาณ 2- 3 วันจึงจะลอกคราบบริเวณด้านบนของ cephalothorax กลายเป็นตัวเต็มวัยบินขึ้นจากผิวน้ำ

ยุงระยะตัวเต็มวัยหรือตัวแก่

ยุงระยะตัวเต็มวัยมีลำตัวยาวเรียวเล็กสามารถมองเห็นชัดเจนว่าลำตัวประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ระยะตั้งแต่ไข่จนถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลาประมาณ 12 ถึง14 วันในฤดูร้อนและประมาณ 21 ถึง 28 วันในฤดูหนาว

(1) ส่วนหัว ประกอบด้วยตา ซึ่งเป็นตาประกอบ (compound eye) โดยจะประกอบด้วยตาขนาดเล็กจำนวนมาก (oceli) หนวด (antenna) ปัลป์ (palp) โพรบอสซีสหรือปาก (proboscis) หนวดของตัวผู้และตัวเมียจะแตกต่างกันสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าใช้ในการจำแนกเพศของยุง ยุงตัวผู้มีหนวดลักษณะเป็นพุ่มเรียก พลูโมส (plumose) ส่วนยุงตัวเมียหนวดจะบางและไม่เป็นพุ่ม บนหนวดจะมีอวัยวะรับสัมผัส (sense organs) จำนวนมาก ใช้ในการรับรู้ กลิ่น เสียง และการรับรู้ถึงแหล่งเพาะพันธุ์ ปากยุงหรือ proboscis มีลักษณะยาวใช้สำหรับเจาะดูด (piercing and sucking) palp ตั้งอยู่ด้านข้างเหนือปากเป็นอวัยวะรับสัมผัส ในยุงตัวเมียจะใช้เป็นเครื่องตรวจจับว่ามีเหยื่ออยู่บริเวณใด palp ของยุงก้นปล่องจะยาวทั้งตัวผู้และตัวเมีย ในตัวผู้บริเวณตอนปลาย palp จะบานออกคล้าย ๆ รูปกระบอง ซึ่งต่างจากยุงกลุ่มอื่นที่มี palp สั้นกว่าปาก

(2) ส่วนอก (thorax) อกจะเชื่อมติดกับส่วนหัวด้วยแถบคอเล็ก ๆ (collar) ส่วนอกประกอบด้วย 3 ส่วน คือ อกส่วนหน้า (prothorax) อกส่วนกลาง (mesothorax) และอกส่วนหลัง (metathorax) อกส่วนกลางเป็นบริเวณใหญ่ที่สุดของบริเวณอก ที่ขอบด้านหลังมีแผ่นไคติน (chitin) เล็ก ๆ เรียกว่าสะคิวเตลั่ม (scutellum) มีลักษณะกลมซึ่งเป็นลักษณะพิเศษใช้แยกยุงก้นปล่องจากยุงตระกูลอื่น บริเวณอกส่วนกลางประกอบด้วยปีกบางเรียวเล็กจำนวน 1 คู่ และปีกที่หดสั้น จำนวน 1 คู่ เรียกฮอลเตอร์ (halter) ใช้ช่วยในการทรงตัวขณะบิน ปีกของยุงก้นปล่องจะมีลายเรียก wing venation บริเวณอกส่วนกลางเป็นที่ตั้งของขา 3 คู่ ขายุงประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ฟีเมอร์ (femur) ทิเบีย (tibia) และทาร์ซัส (tarsus) มีทั้งหมด 5 ปล้อง เรียก pretarsus ในการวินิจฉัยยุงก้นปล่องจากรูปลักษณ์ภายนอกจะอาศัยลวดลายและเกล็ด (scale) บนปีกยุง ลวดลายของขาตลอดจนแถบสีบน palp เป็นสิ่งสำคัญ

(3) ส่วนท้อง (abdomen) ท้องมีทั้งหมด 10 ปล้อง แต่ปล้องที่ 9 ถึง 10 จะเจริญไปเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ ดังนั้นจึงมองเห็นได้ชัดเจนเพียง 8 ปล้อง ด้านบนของปล้องท้องเรียกว่าแผ่นหลังหรือด้านดอร์ซอล (dorsal) หรือเทอร์ไกด์ (tergite) ด้านล่างเรียกแผ่นท้องหรือด้านเวนทรอล (ventral) หรือสเตอร์ไนท์ (sternite)

2.3.2 แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

แหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย จะแตกต่างกันไปตามชนิดของยุงนั้น ๆ รวมทั้งภูมิประเทศ ได้ดำเนินการทบทวนการศึกษาแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่องชนิดต่าง ๆ ดังนี้

An. minimus มีแหล่งเพาะพันธุ์ในลำธารน้ำใสไหลรินเอื่อยๆ มีต้นพืชน้ำในลำธารมีแสงแดดส่องถึงเป็นช่วงๆ (partial shed) บางครั้งพบในทุ่งนา น้ำซับ น้ำซึมและแม้แต่บ่อดินขุดเพื่อนำดินไปถมที่และมีน้ำลงไปขัง [21-26] มีบางรายงานพบว่าเพาะพันธุ์ในนาข้าว[23-26] นอกจากนั้นยังมีรายงานพบในถังน้ำฝนใกล้บ้าน [24] พบในตอไม้ โพรงไม้[25] และในแอ่งหิน[6]

An. maculatus group แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงนี้พบในแอ่งหิน ลำธารน้ำไหลเอื่อยๆ แอ่งทราย ทุ่งนา น้ำซึมน้ำซับ[21-27] แอ่งน้ำขังบนดิน หนองบึงและท้องนา [22,24-27] บางทีพบในภาชนะขังน้ำ [22,25] รอยเท้าสัตว์[24-25]

An. dirus ชอบวางไข่ในแอ่งน้ำขัง แอ่งดิน แอ่งหิน รอยเท้าสัตว์ รอยล้อรถ หลุมพลอย อย่างไรก็ตามยุงชนิดนี้ต้องการความชื้นสูง[21,22,25,28,29] อย่างไรก็ตามยุงชนิดนี้ต้องการความชื้นสูง [21] บางครั้งพบลูกน้ำในภาชนะน้ำขัง โพรงไม้ ตอไม้ไผ่และรากไม้[22,28] มีบางรายงานพบว่าระบุว่า พบแหล่งเพาะพันธุ์แอ่งน้ำขังบนผิวดิน แอ่งหิน ลำธารน้ำไหล และนาข้าวที่มีน้ำขัง [26] ขณะที่มีการพบลูกน้ำยุง *An. dirus* ช่วงเดือนเมษายนที่เกาะยาวน้อยจังหวัดพังงา บริเวณลำห้วยขนาดเล็กมีน้ำไหลรินเบาๆและมีแอ่งน้ำขังเป็นระยะๆ ในป่าสวนยาง[30]

An. sundaicus แหล่งเพาะพันธุ์พบในน้ำกร่อย ที่มีสาหร่าย ในหนอง บึง ที่ชื้นแฉะ แอ่งในลำธาร ขอบลำธาร แต่บางทีพบในน้ำจืดได้เช่นกัน [22] พบในนาเกลือกระจายอยู่ในพื้นที่และมีนาเกลือเก่าที่ถูกทิ้งร้าง [31] พบในนาข้าวที่ไม่ไกลจากชายทะเลมากนัก [23] และพบบ่อยตามแหล่งน้ำที่มีสาหร่ายหรือพืชน้ำขึ้นหนาแน่นตามชายฝั่ง นอกจากนั้นพบตามบ่อเลี้ยงกุ้งหรือเลี้ยงปลาตามแถบชายฝั่งที่รกร้าง[24]

An. aconitus มักพบลูกน้ำในแอ่งน้ำลำธาร ในร่องน้ำเข้านา คลอง หนองบึงที่มีพืชรก บางครั้งพบในท้องนา แหล่งน้ำขังบนดิน ในลำธารตามป่าเชิงเขาและในป่า[22,23]

An. barbirostris พบในป่า ในแอ่งน้ำข้างลำธาร หลุมดินและแอ่งหินที่มีร่มเงา[22,23,26] ส่วนใหญ่พบในน้ำนิ่งที่มีพืชน้ำขึ้นโดยรอบ หนองน้ำหรือบ่อน้ำที่มีร่มเงา และที่พบบ่อยคือนาข้าว และมักพบร่วมกับลูกน้ำ *An. hyrcanus group (An. nitidus, An. nigerrimus, An. peditaeniatus), An. annularis* และ *An. philippinensis.*[23]

An. hyrcanus group แหล่งเพาะพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ในท้องนา หนองบึง ที่ชื้นแฉะที่มีพืชรก อย่างไรก็ตามปกติพบในน้ำจืด แต่สามารถปรับตัวได้ดีกับน้ำกร่อย [23]

An. jamesii ส่วนใหญ่พบในน้ำนิ่ง ลำธารน้ำไหลที่มีพืชขึ้น หนองบึง ท้องนารวมทั้งแอ่งน้ำขัง [22-23] และพบตามขอบลำธาร[26]

An. vagus แหล่งเพาะพันธุ์ในแหล่งน้ำที่หลากหลายบนดินที่สกปรกรวมถึงน้ำกร่อย บางทีพบในโอ่งน้ำ[22,23,32]

An. tessellatus แหล่งเพาะพันธุ์ตามแหล่งน้ำขังบนดิน หนอง บึง หลุมท้องนา แอ่งน้ำข้างลำธารและขอบลำธาร [22,23,30]

An. culicifacies มักจะพบลูกน้ำตามขอบลำธาร หลุมทราย แอ่งหิน คลอง บางทีพบในน้ำกร่อย [22,23] บางครั้งพบในนาข้าว [23] นอกจากนั้นพบในภาชนะขังน้ำหรือสระน้ำขนาดใหญ่ที่ไม่ได้ใช้งาน [24]

An. kochi พบได้ทั่วไป มีแหล่งเพาะพันธุ์หลากหลาย ชอบกินเลือดสัตว์พวกวัว ควาย [22] พบในแอ่งโคลน หนองน้ำ หรือในนาข้าวที่ไม่มีการเพาะปลูกแต่มีน้ำขัง [23,26] นอกจากนั้นยังพบในลำธารน้ำไหล[29]

An. nivipes พบลูกน้ำในแหล่งน้ำค่อนข้างสะอาดและมีพืชขึ้น หนองบึงที่ชื้นแฉะน้ำขัง แอ่งในลำธาร ขอบลำธาร และท้องนา [22]

An. annularis พบลูกน้ำในแหล่งน้ำค่อนข้างสะอาดและมีพืชขึ้น หนองบึงที่ชื้นแฉะน้ำขัง แอ่งในลำธาร ขอบลำธาร และท้องนา แอ่งดิน[22-24, 26] บางพื้นที่จะพบลูกน้ำ *An. annularis* อาศัยอยู่ร่วมกับลูกน้ำ *An. philippinensis, An. vagus*, *An. sinensis, An. barbirostris* และ *An. jamesii* [21-26]

An. subpictus มักพบในน้ำกร่อยแต่บางทีพบในร่องน้ำ บ่อ แอ่งดิน แอ่งโคลน ท้องนา[22-23] จะพบร่วมกับลูกน้ำ *An. vagus*[23]

2.3.3 พฤติกรรมการหากินเลือดของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

ยุงก้นปล่องแต่ละชนิดจะมีนิสัยในการหากินเลือดที่แตกต่างกันไป ยังบางชนิดชอบหากินเลือดคน บางชนิดชอบกินเลือดสัตว์ บางชนิดชอบหากินเลือดในบ้าน บางชนิดชอบหากินเลือดนอกบ้าน บางชนิดหากินเลือดบางช่วงเวลา บางชนิดหากินเลือดตลอดคืน จากการทบทวนด้านพฤติกรรมการกินเลือดของยุงก้นปล่องบางชนิดพอสรุปได้ดังนี้

ยุง *An. minimus*

การศึกษาที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ช่วงปี พ.ศ. 2551-2553 พบว่ายุง *An. minimus* ชอบกินเลือดคนมากกว่าเลือดสัตว์ ชอบกัดเลือดคนนอกบ้านมากกว่าในบ้านถึง 60% และมีพฤติกรรมการออกหากินชุกชุมช่วงระหว่าง 18.00-24.00 น. [33]

การศึกษาต่างประเทศที่รัฐอัสสัม ประเทศอินเดียและประเทศบังคลาเทศ ยุง *An. minimus* ชอบกัดคนมากกว่ากัดสัตว์ [34,35] โดยพบกัดคนในบ้านมากกว่านอกบ้านคล้ายคลึงกับการศึกษาทางตอนกลางของประเทศเวียดนาม สำหรับเวลาหากินมีการศึกษาในประเทศกัมพูชาและเวียดนามพบว่าออกหากินชุกชุมช่วงเวลาประมาณ 22.00 น. ซึ่งให้ผลแตกต่างจากการศึกษาในรัฐอัสสัม ประเทศอินเดีย หากินชุกชุมมากหลังเวลา 24.00 น.[34] การศึกษาที่ไม่ได้ใช้คนเป็นเหยื่อล่อแต่ใช้เครื่องดูดยุงและกับดักแสงไฟในประเทศไต้หวันไม่พบยุง *An. minimus* ในบ้านแต่พบนอกบ้าน [36]

ยุง *An. dirus*

การศึกษาในประเทศไทย ที่อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2552-2553 และที่อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอนเมื่อปี พ.ศ. 2554-2554 พบว่ายุง *An. dirus* ชอบกินเลือดสัตว์มากกว่ากินเลือดคน [37,38] และชอบหากินเลือดคนนอกบ้านมากกว่าในบ้าน [37] แต่การศึกษาที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากพบว่าชอบกัดคนมีกัดสัตว์เพียงเล็กน้อย นอกจากนั้นมีรายงานพบว่าในประเทศไทย ยุง *An. dirus* ชอบหากินเลือดคนนอกบ้านและในบ้านใกล้เคียงกัน และช่วงเวลาที่หากินมากคือ 20.00-23.00 น.[34,7,39]

ยุง *An. maculatus*

การศึกษาในประเทศไทย ที่อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน รวมทั้งการศึกษาในต่างประเทศ พบว่ายุง *An. maculatus* ชอบกินเลือดสัตว์มากกว่ากินเลือดคน และชอบหากินเลือดคนนอกบ้านมากกว่าในบ้าน [34,38,40,41]

An. barbirostris

มีการศึกษาที่ อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ช่วงปี พ.ศ. 2541-2542 พบว่ายุง *An. barbirostris* ชอบกัดคนนอกบ้านมากกว่าในบ้าน ออกหากินชุกชุมคือ ระหว่างเวลา 22.00-23.00 น. พบในเดือนตุลาคม[41] นอกจากนั้นมีการศึกษาอื่น ๆ พบว่ายุงชนิดนี้ชอบกัดสัตว์มากกว่ากัดคน [34]

2.4 การควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

การควบคุมยุงพาหะนำโรค เป็นการดำเนินการกับยุงตัวเต็มวัยเป็นหลัก เนื่องจากแหล่งเพาะพันธุ์มีการกระจายในพื้นที่กว้างและป่าลึก ทำให้ยากต่อการควบคุม โดยมีจุดมุ่งหมาย คือ ลดความหนาแน่น ลดอายุขัย และลดการสัมผัสระหว่างคนและยุงพาหะนำโรค สำหรับการควบคุมลูกน้ำจะเป็นมาตรการเสริมและดำเนินการในแหล่งเพาะพันธุ์ที่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้ ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะแหล่งเพาะพันธุ์

การเลือกใช้มาตรการการควบคุมพาหะนำโรค ให้ใช้วิธีการที่ได้กำหนดเป็นนโยบายของสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง คือ ดำเนินการควบคุมด้วยวิธีการใช้มุ้งชุบสารเคมี เป็นอันดับแรก ถ้าไม่สามารถดำเนินการวิธีการดังกล่าวได้ ให้กระจายมุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน และหากไม่สามารถดำเนินการได้ทั้ง 2 วิธีการที่กล่าวมา ให้พ่นสารเคมีชนิดฤทธิ์ตกค้างบนผนังบ้าน

1. มาตรการหลักในการควบคุมยุงพาหะนำโรคในประเทศไทยที่สำคัญ 3 วิธีการ[43] **ได้แก่**

1. การใช้มุ้งชุบสารเคมี (insecticide-treated nets: ITNs) ให้เลือกใช้วิธีการนี้เป็นอันดับแรก
2. การใช้มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน (Long-lasting insecticidal nets: LLINs) เลือกใช้วิธีการนี้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้วิธีการแรกได้
3. การพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้าง (Indoor residual spraying) ใช้วิธีการนี้เมื่อไม่สามารถใช้วิธีการทั้งสองวิธีดังกล่าวได้

1) การใช้มุ้งชุบสารเคมี (Insecticide-treated nets : ITNs)

การชุบมุ้งด้วยสารเคมี เพื่อมุ่งหวังในการควบคุมยุงตัวเต็มวัยเมื่อยุงสัมผัสกับมุ้งที่ชุบสารเคมี หรือป้องกันไม่ให้ยุงสัมผัสกับคน ซึ่งเป็นการป้องกันตัวเองจากการถูกยุงกัด ดำเนินการในพื้นที่แพร่โรคไข้มาลาเรีย (A1) และพื้นที่ที่การแพร่เชื้อหยุดยั้งแต่ยังไม่ครบ 3 ปี (A2) และพื้นที่ที่หยุดการแพร่เชื้อมากกว่า 3 ปี (B) ที่ได้ยืนยันผลการสอบสวนแหล่งแพร่เชื้อว่าเป็นแหล่งแพร่เชื้อใหม่ (New foci) โดยทั่วไปมุ้งที่ชุบด้วยสารเคมีจะมีฤทธิ์คงทนอยู่ได้นาน 6 เดือน – 1 ปี ขึ้นกับชนิดและรูปแบบของสารเคมี การชุบมุ้งด้วยสารเคมี ควรดำเนินการให้ครอบคลุมได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 หลังคาเรือน และให้มีอัตราการใช้มุ้งชุบสารเคมี อย่างน้อย 1 หลังต่อ 2 คน เพื่อการควบคุมและป้องกันยุงพาหะนำโรคในชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ชุบมุ้งเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย[44] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ชุบมุ้งเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

Updated: 13 September 2016

WHO recommended insecticide products for treatment of mosquito nets for malaria vector control

1. **Conventional treatment:**

INSECTICIDE	FORMULATION [1]	DOSAGE [2]
Alpha-cypermethrin	SC 10%	20-40
Cyfluthrin	EW 5%	50
Deltamethrin	SC 1% and WT 25% [3]	15-25
Etofenprox	EW 10%	200
Lambda-cyhalothrin	CS 2.5%	10-15
Permethrin	EC 10%	200-500

2. **Long-lasting treatment of polyester nets:**

Product name	Product type	Duration of efficacy
ICON® MAXX	Lambda-cyhalothrin 10% CS + binder in twin-sachet pack. Target dose: 62 mg AI/m² for family-size net (130 x 180 x 150 cm); dose range from 50 mg AI/m² (for a large family-size net) to 83 mg AI/m² (for a single-size net).	30–36 months

[1] EC = emulsifiable concentrate; EW = emulsion, oil in water; CS = capsule suspension; SC= suspension concentrate; WT = water dispersible tablet.
[2] Milligrams of active ingredient per square metre of netting.
[3] Recommendation for use of K-O TAB 1-2-3® (WT 25% + binder) withdrawn effective September 2016.

Note: WHO recommendations on the use of pesticides in public health are valid **ONLY** if linked to WHO specifications for their quality control. WHO specifications for public health pesticides are available on the WHO homepage on the Internet at http://www.who.int/whopes/quality/en/.

2) การใช้มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน (long-lasting insecticidal net หรือ LLINs)

การใช้มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน เป็นมาตรการที่ใช้สำหรับพื้นที่หรือสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดในการปฏิบัติงานควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียโดยวิธีการใช้มุ้งชุบสารเคมี (Insecticide-treated Nets : ITNs) เช่น พื้นที่มีปัญหาความไม่สงบ พื้นที่เข้าทำงานยากลำบาก มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน เป็นมุ้งชุบสารเคมีสำเร็จจากโรงงาน มีคุณสมบัติ ในการป้องกันได้นานกว่ามุ้งชุบสารเคมี เนื่องจากฤทธิ์ตกค้างของสารเคมีไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยสารเคมียังคงรักษาระดับความเข้มข้นมีฤทธิ์ตกค้างในระดับที่ฆ่ายุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนานที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้เพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย[45] ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนานที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้เพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

Updated 29 June 2017

WHO recommended long-lasting insecticidal nets

Product name	Product type	Status of WHO recommendation	Status of publication of WHO specification
DawaPlus 2.0	Deltamethrin coated on polyester	Interim	Published
DawaPlus 3.0	Combination of deltamethrin coated on polyester (side panels), and deltamethrin + PBO incorporated into polyethylene (roof)	Interim	Not yet
DawaPlus 4.0	Deltamethrin + PBO incorporated into polyethylene	Interim	Not yet
Duranet	Alpha-cypermethrin incorporated into polyethylene	Full	Published
Interceptor	Alpha-cypermethrin coated on polyester	Full	Published
Interceptor G2	Alpha-cypermethrin and chlorfenapyr coated on polyester	Interim	Not yet
LifeNet	Deltamethrin incorporated into polypropylene	Interim	Published
MAGNet	Alpha-cypermethrin incorporated into polyethylene	Full	Published
MiraNet	Alpha-cypermethrin incorporated into polyethylene	Interim	Published
Olyset Net	Permethrin incorporated into polyethylene	Full	Published
Olyset Plus	Permethrin + PBO incorporated into polyethylene	Interim	Published
Panda Net 2.0	Deltamethrin incorporated into polyethylene	Interim	Published
PermaNet 2.0	Deltamethrin coated on polyester	Full	Published
PermaNet 3.0	Combination of deltamethrin coated on polyester with strengthened border (side panels), and deltamethrin + PBO incorporated into polyethylene (roof)	Interim	Published
Royal Sentry	Alpha-cypermethrin incorporated into polyethylene	Full	Published
SafeNet	Alpha-cypermethrin coated on polyester	Full	Published
Veeralin	Alpha-cypermethrin + PBO incorporated into polyethylene	Interim	Published
Yahe	Deltamethrin coated on polyester	Interim	Published
Yorkool	Deltamethrin coated on polyester	Full	Published

3) การพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้าง (Indoor residual spraying)

การพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้าง เป็นมาตรการที่ใช้สำหรับควบคุมยุงพาหะนำโรค ในพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้การควบคุมแบบการใช้มุ้งชุบสารเคมี การพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้าง หมายถึง การพ่นเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้างบนพื้นผิวอาคารบ้านเรือน หรือกระท่อมที่พักอาศัย โดยจะพ่นสารเคมีเฉพาะพื้นผิวที่ยุงพาหะนำโรคชอบเกาะพัก เช่น ฝาผนัง เสา หลังคาและเพดานที่มีระดับต่ำกว่า 3 เมตร สารเคมีที่พ่นจะสามารถควบคุมยุงได้โดยยุงจะได้รับสารเคมีผ่านทางขาบริเวณเยื่ออ่อนต่างๆเมื่อมีการเกาะบนพื้นผิว และเมื่อได้รับสารเคมีในปริมาณที่เหมาะสมก็จะทำให้ยุงตาย โดยทั่วไปสารเคมีจะมีฤทธิ์ตกค้างอยู่ได้ประมาณ 3 – 6 เดือน การพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างในรอบปกติให้ดำเนินการก่อนฤดูกาลแพร่เชื้อ 1 เดือน ยกเว้น พื้นที่ไม่มีการแพร่เชื้อแต่มีการแพร่เชื้อกลับมาอีก ให้ดำเนินการพ่นทันที

การพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างจะต้องใช้เครื่องพ่นเฉพาะ คือ เครื่องพ่นแบบอัดลม(hand compression sprayer) สำหรับใช้ในงานสาธารณสุขเท่านั้น ไม่แนะนำให้นำเครื่องพ่นทางเกษตรมาใช้ และต้องเป็นเครื่องพ่นที่ได้มาตรฐานที่มีอัตราการไหลของน้ำยา และให้ฝอยละอองน้ำยาตรงตามมาตรฐาน

ที่องค์การอนามัยโลกกำหนด สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้พ่นชนิดมีฤทธิ์ตกค้างเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย[46] ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้พ่นชนิดมีฤทธิ์ตกค้างเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

Updated: 16 January 2019

WHO recommended insecticides for indoor residual spraying against malaria vectors

Insecticide compounds and formulations[1]	*Class group*[2]	*Dosage (g a.i./m²)*	*Mode of action*	*Duration of effective action (months)*
DDT WP	OC	1-2	contact	>6
Malathion WP	OP	2	contact	2–3
Fenitrothion WP	OP	2	contact & airborne	3–6
Pirimiphos-methyl WP, EC	OP	1-2	contact & airborne	2–3
Pirimiphos-methyl CS	OP	1	contact & airborne	4–6
Bendiocarb WP, WP-SB	C	0.1–0.4	contact & airborne	2–6
Propoxur WP	C	1–2	contact & airborne	3–6
Alpha-cypermethrin WP, SC	PY	0.02–0.03	contact	4–6
Alpha-cypermethrin WG-SB	PY	0.02–0.03	contact	up to 4
Bifenthrin WP	PY	0.025–0.05	contact	3–6
Cyfluthrin WP	PY	0.02–0.05	contact	3–6
Deltamethrin SC-PE	PY	0.02–0.025	contact	6
Deltamethrin WP, WG, WG-SB	PY	0.02–0.025	contact	3–6
Etofenprox WP	PY	0.1–0.3	contact	3–6
Lambda-cyhalothrin WP, CS	PY	0.02–0.03	contact	3–6
Clothianidin WG	NN	0.3	contact	3–8

Chlorfenapyr 240 SC: The current assessments of Chlorfenapyr SC (class group: pyrrole) are available in the report of the 16th WHOPES Working Group meeting, 22–30 July 2013 and the report of the 17th WHOPES Working Group meeting, 15–19 September 2014 (both reports are available on the WHO website at: http://www.who.int/neglected_diseases/resources/WHOPES/en/).

Note: WHO recommendations on the use of pesticides in public health are valid ONLY if linked to WHO specifications for their quality control. WHO specifications for public health pesticides are available at the WHO website at: http://www.who.int/pq-vector-control/en/.

[1] CS = capsule suspension; EC = emulsifiable concentrate; SC = suspension concentrate; SC-PE = polymer enhanced suspension concentrate; WG = water dispersible granules; WG-SB = water dispersible granules in sealed water soluble bags; WP = wettable powder; WP-SB = wettable powder in sealed water soluble bags.

[2] OC = organochlorines; OP = organophosphates; C = carbamates; PY = pyrethroids; NN = neonicotinoids.

2. มาตรการเสริมสำหรับการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย

มาตรการเสริมที่แนะนำในการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ได้แก่ การลดการสัมผัสระหว่างคนและยุงพาหะ (Man-mosquito contact reduction) หรือการป้องกันตนเองไม่ให้ยุงกัด (self-protection) ควรให้ประชาชนเลือกใช้มาตรการต่างๆในป้องกันตนเองให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการประกอบอาชีพของผู้ใช้ นอนในมุ้ง ใช้ผลิตภัณฑ์กันยุง เป็นต้น นอกจากนั้นมาตรการเสริมอื่นๆ ได้แก่ การควบคุมโดยชีววิธี การควบคุมโดยสารเคมีชนิดพ่นฟุ้งกระจาย ฯลฯ

1) การใช้มุ้งคลุมเปล ชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน (Long-lasting Insecticidal hammock net หรือ LLIHNs) ให้ประชากรกลุ่มเสี่ยงที่ไปค้างคืนในพื้นที่ที่มีการแพร่เชื้อและไม่สามารถใช้มุ้งกางนอน

ได้ ใช้มุ้งคลุมเปลชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน คลุมเปลนอนขณะค้างคืนในพื้นที่เสี่ยง สารเคมีที่ชุบมีคุณสมบัติไล่และฆ่ายุงได้โดยมีฤทธิ์ตกค้างไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยที่สารเคมีจะยังคงรักษาระดับความเข้มข้นมีฤทธิ์ตกค้างในระดับที่ฆ่ายุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้มุ้งคลุมเปลชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนานจะช่วยลดการสัมผัสระหว่างคนและยุงพาหะหรือเป็นการป้องกันตนเองไม่ให้ยุงกัด [43]

2) การใช้ผลิตภัณฑ์ทาป้องกันยุง (Mosquito repellent) หมายถึง การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันไม่ให้ยุงมากัด ใช้ทาหรือฉีดพ่นตามร่างกายในส่วนที่อยู่พ้นเสื้อผ้า ผลิตภัณฑ์ทาป้องกันยุงมีสารออกฤทธิ์หลายชนิด ทั้งที่ผลิตจากสารเคมีและสารสกัดจากธรรมชาติ และชนิดที่มีประสิทธิภาพควรมีฤทธิ์ป้องกันยุงนานไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง ในเด็กอายุ 2 ปีหรืออายุน้อยกว่าควรใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารออกฤทธิ์จากสารสกัดพืชสมุนไพร เช่น ตะไคร้หอม มะกรูด เป็นต้น หรือสารออกฤทธิ์ชนิด IR3535 ซึ่งมีความปลอดภัยต่อเด็กมากกว่า ไม่แนะนำให้ใช้สารทาป้องกันยุงที่มีส่วนผสมของสารเคมีชนิด DEET กับเด็กอายุต่ำกว่า 4 ปี ผลิตภัณฑ์ทาป้องกันยุงมีหลายรูปแบบ ทั้งเป็นของเหลวแบบน้ำ ครีม หรือสเปรย์ การใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงนี้ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับชนิดและความทั่วถึงของการทาผลิตภัณฑ์ด้วย ควรส่งเสริมให้ใช้ในพื้นที่แพร่เชื้อมาลาเรียซึ่งประชาชนมีพฤติกรรมที่ชอบอยู่นอกบ้านตอนกลางคืน ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการถูกยุงพาหะกัดในขณะอยู่นอกมุ้ง และใช้ในกลุ่มประชาชนที่มีอาชีพหรือการดำเนินชีวิตที่เสี่ยงต่อการถูกยุงพาหะกัดได้ง่าย เช่น การกรีดยาง การทำไร่สับปะรดซึ่งต้องทำงานในเวลากลางคืน เป็นต้น การใช้ผลิตภัณฑ์ทาป้องกันยุง ต้องใช้ทาบริเวณที่มีโอกาสจะถูกยุงกัด ได้แก่ แขน ขา ใบหู หลังคอ หรือส่วนที่อยู่พ้นเสื้อผ้า การส่งเสริมกิจกรรมนี้ต้องมุ่งเน้นให้ประชาชนเห็นประโยชน์และมีความต้องการซื้อหาเพื่อนำไปใช้ด้วยตนเอง[43]

3) การใช้มุ้งธรรมดา (Local/Conventional Nets) การนอนในมุ้งธรรมดาเพื่อป้องกันยุงกัด และป้องกันโรคไข้มาลาเรียนั้น แนะนำให้ใช้ในพื้นที่ที่ไม่มีการแพร่เชื้อ และต้องดูแลมุ้งให้อยู่ในสภาพดีไม่ขาดและเสียหาย มุ้งขนาดมาตรฐานทั่วไปมีพื้นที่ผ้ามุ้งประมาณ 14 ตารางเมตร ควรมีขนาดของเส้นด้าย (Denier) ไม่น้อยกว่า 100 และจำนวนของช่องโปร่ง (Mesh) ไม่น้อยกว่า 169 รูต่อตารางนิ้ว ซึ่งทำให้อากาศผ่านได้ไม่ร้อน แต่ถ้าจำนวนช่องโปร่งของมุ้งมีมากกว่านี้ก็ป้องกันแมลงขนาดเล็กได้ วัสดุมุ้งอาจเป็นเส้นใยสังเคราะห์หรือเส้นใยฝ้าย ควรส่งเสริมให้ประชาชนมีมุ้งใช้ได้ในอัตรามุ้ง 1 หลังต่อ 2 คน [43]

4) การสวมเสื้อผ้าปกปิดร่างกายให้มิดชิด (wearing protective cloths) เช่น สวมใส่เสื้อแขนยาวและกางเกงขายาว เป็นต้น เสื้อผ้าควรมีความหนาพอเพียงและหลวมเล็กน้อยไม่กระชับติดร่างกายเพื่อกันยุงกัด สีของเสื้อผ้าก็มีส่วนในการลดยุงกัดได้ เช่น เสื้อผ้าสีอ่อนดึงดูดความสนใจยุงได้น้อยกว่าผ้าที่มีสีเข้ม ประชาชนกลุ่มเสี่ยงบางกลุ่ม เช่น คนกรีดยางในสวนยางควรใช้วิธีการนี้[43]

5) การใช้ยาจุดกันยุง (Mosquito coils and sticks) ยาจุดกันยุง เมื่อใช้จุดไฟแล้วสามารถระเหยสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติไล่ หรือฆ่ายุง เป็นผลิตภัณฑ์กันยุงที่มีส่วนผสมของสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ เช่น transfluthrin, allethrin, prallethrin, esbiothrin และ metofluthrin เป็นต้น หรือผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสมุนไพร เช่น ตะไคร้หอม [43]

6) การใช้ตาข่ายกันยุงหรือมุ้งลวด (Screening) ตาข่ายกันยุงหรือมุ้งลวด อาจทำด้วยไนล่อนหรือโลหะใช้ติดประตูหน้าต่างบ้านเรือน ซึ่งต้องออกแบบอย่างดีเพื่อปิดกั้นช่องซึ่งยุงสามารถลอดผ่านได้ บริเวณมุมประตูและหน้าต่างต้องทำให้แข็งแรงไม่เสียหายได้ง่ายและประตูควรเปิดออกด้านนอก ขนาดของตาข่ายขึ้นอยู่กับขนาดของวัสดุทั้งนี้ขนาดของตาข่ายที่เหมาะสมคือ ไม่น้อยกว่า 169 ช่องโปร่งต่อตารางนิ้ว[43]

7) การใช้เสื้อผ้าชุบสารเคมี (Insecticide-Treated Cloth) มีการศึกษาภาคสนามในประเทศไทยถึงการใช้เสื้อคลุมตาข่ายชุบสารเคมีแบบสวมทับเสื้อผ้าที่ใส่อยู่ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้เสื้อผ้าชุบ

สารเคมีป้องกันไข้มาลาเรียในกลุ่มเฉพาะ เช่น ทหาร คนกรีดยาง พบว่าทั้งสองกรณีสามารถลดการ ถูกยุงกัดได้ แต่การนำมาใช้ควรคำนึงถึงผลข้างเคียงของสารเคมีซึ่งอาจพบได้ในบางคน [43]

8) การพ่นสารเคมีฟุ้งกระจาย (Space spraying) เป็นวิธีการควบคุมยุงโดยมีหลักการคือ สารเคมีที่พ่นออกมาถูกทำให้เป็นฝอยละอองขนาดเล็ก ที่สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานมากพอที่จะถูกกระแสลมธรรมชาติพัดพาละอองสารเคมีไปสัมผัสกับยุงพาหะเป้าหมาย เมื่อยุงสัมผัสละอองสารเคมีสารออกฤทธิ์จะซึมและแพร่กระจายในตัวยุง และเมื่อมีปริมาณที่เพียงพอที่จะทำให้เกิดพิษก็จะทำให้ยุงตาย แต่ไม่มีฤทธิ์ตกค้างตามพื้นผิววัสดุ ดังนั้นจึงต้องดำเนินการพ่นในช่วงเวลาที่ยุงก้นปล่องออกหากินชุกชุม คือช่วงเวลาประมาณ 19.00-21.00 น. การพ่นสารเคมีฟุ้งกระจายมีสองวิธีการที่ใช้ในปัจจุบันคือ การพ่นหมอกควัน (Fogging) โดยอาศัยหลักการ ใช้ความร้อนในการแตกตัวของน้ำยา ให้ได้ขนาดละอองน้ำยาขนาดเล็กกว่า 50 ไมครอน (μm) ลอยฟุ้งอยู่ได้นานในบรรยากาศ ต้องใช้สารเคมีที่ผสมให้มีความเข้มข้นต่ำ และการพ่นฝอยละออง (ULV หรือ Ultra Low Volume) โดยวิธีการใช้ความเร็วลมหรือแรงอัดสูงในการแตกตัวของน้ำยา ให้ได้ขนาดละอองน้ำยาขนาดเล็กกว่า 50 ไมครอน (μm) ลอยในบรรยากาศ และต้องใช้สารเคมีที่ผสมให้มีความเข้มข้นสูง อย่างไรก็ตาม มาตรการนี้ไม่ได้ใช้โดยทั่วไป แต่เป็นมาตรการพิเศษซึ่งแนะนำให้ใช้ในพื้นที่ดังต่อไปนี้

- พื้นที่ที่มีความเจริญเช่นตัวเมือง ย่านชุมชน ตลาด ฯลฯ และเกิดการระบาดหรือมีแนวโน้มจะเกิดการระบาดของโรคไข้มาลาเรีย และยังพบยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียแต่ประชาชนปฏิเสธการพ่นเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างหรือการใช้มุ้งชุบสารเคมี
- ค่ายอพยพหรือที่พักชั่วคราวที่สร้างขึ้นใหม่ในท้องที่มียุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย มีแนวโน้มเกิดการระบาดของโรคไข้มาลาเรีย หรือที่พักไม่มีพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการพ่นเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างหรือไม่สามารถใช้มุ้งชุบสารเคมีได้

สารเคมีที่ใช้พ่นฟุ้งกระจายต้องเป็นสารเคมีเพื่อการกำจัดยุงโดยการพ่นหมอกควันหรือการพ่นฝอยละอองที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข สำหรับสารเคมีที่แนะนำให้ใช้ควรใช้สารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ที่มีส่วนผสมสารเสริมฤทธิ์ (synergist) เช่น deltamethrin 0.5% + piperonyl butoxide 10% w/v + S-bioallethrin 0.75% w/v เป็นต้น[43]

9) การควบคุมทางชีววิธี (Biological control) เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตมาควบคุมยุงพาหะนำโรค โดยเฉพาะในระยะที่เป็นลูกน้ำ ได้แก่ ปลากินลูกน้ำ (Larvivorous fish) เช่น ปลาหางนกยูง ปลาแกมบูเซีย และปลาหัวตะกั่ว เป็นต้น ให้ปล่อยปลาในแหล่งน้ำที่พบหรือสงสัยว่าเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงพาหะ และปล่อยในฤดูกาลที่มีแหล่งน้ำเหมาะสมจึงจะทำให้ปลารอดชีวิตและขยายพันธุ์ได้ ให้ปล่อยปลากินลูกน้ำซ้ำที่เดิมแห่งละ 3-4 ครั้งๆ ละประมาณ 100-200 ตัว แต่ละครั้งปล่อยปลาห่างกันประมาณ 1 เดือน และก่อนปล่อยปลากินลูกน้ำทุกครั้งต้องประเมินผลว่าการปฏิบัติงานที่ผ่านมาได้ผลหรือไม่ โดยตรวจสอบดูว่ามีปลาชนิดที่เคยปล่อยในแหล่งน้ำนั้นหรือไม่ด้วย [43]

10) การปรับปรุงสิ่งแวดล้อม (Environmental management) เป็นการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไม่ให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะ ซึ่งรวมถึงการวางแผนดำเนินการและการกำกับกิจกรรมต่างๆเพื่อให้มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องถึงมนุษย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของยุงพาหะซึ่งจะมีผลลดการติดเชื้อมาลาเรียในพื้นที่ การปรับปรุงสิ่งแวดล้อมนี้มีทั้งแบบที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมถาวร ได้แก่ การระบายน้ำ การกลบถมแหล่งเพาะพันธุ์ การปรับสภาพและระดับผิวดิน เป็นต้น และแบบที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมชั่วคราว ซึ่งทำให้ยุงพาหะไม่ชอบวางไข่เพาะพันธุ์ เช่น การถากถางวัชพืชริมลำธาร เป็นต้น ทั้งนี้การ

ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมมีการลงทุนค่อนข้างสูงและต้องได้รับความร่วมมือและการมีส่วนร่วมจากชุมชนองค์กรในท้องถิ่น เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยดีและมีความยั่งยืนต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิดจึงจะทำให้เกิดผลดีในการควบคุมยุงพาหะนำโรค [43]

2.5 การต้านทานของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อสารเคมี

การใช้สารกำจัดแมลงต่อแมลงหรือยุงในพื้นที่ขนาดกว้างหรือใช้เป็นระยะเวลานาน ย่อมกระตุ้นให้ยุงสร้างการต้านทานต่อสารเคมีมีกำจัดแมลงได้[47] ดังนั้นการใช้สารกำจัดแมลงจำเป็นต้องมีการติดตามเฝ้าระวัง Theeraphap Chareonviriyaphap และคณะ ในปี พ.ศ. 2545 [48] ได้ทำการศึกษาความต้านทานของยุง *An. minimus* Species A ในแต่ละรุ่น จำนวน 19 รุ่น (ต่อสารเคมีไพรีทรอย์สังเคราะห์เพื่อที่จะทราบการสร้างความต้านทานของยุง *An. minimus* Species A โดยใช้ WHO test kits โดยกระตุ้นให้ได้รับสารเคมี พบว่า *An. minimus* Species A รุ่น F1-F5 มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin 0.05% โดยมีอัตราการตายร้อยละ 100 อัตราการตายเริ่มลดลงในรุ่น F6 อัตราตายร้อยละ 95 และลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อจำนวนรุ่นเพิ่มขึ้น โดยพบว่า รุ่น F19 มีอัตราตายร้อยละ 48 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มความต้านทานของยุง *An. minimus* Species A ต่อสารเคมี

กวี โพธิ์เงินและคณะ ในปี พ.ศ. 2553 [49] รายงานการศึกษาความไวของยุงก้นปล่องต่อสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ในอำเภอจอมบึง อำเภอบ้านคา อำเภอสวนผึ้ง และอำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี พบว่ายุง *An. minimus* จากทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา มีความไวต่อสารเคมี permethrin 0.75 % มีอัตราตายอยู่ในช่วง 98-100 % และ Deltamethrin 0.05 % มีอัตราตายอยู่ในช่วง 99-100 %

ปีพ.ศ. 2556 Theeraphap Chareonviriyaphap และคณะ[50] ได้ทบทวนความต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย พบการศึกษาของ Prapanthadara และคณะ ปี ค.ศ. 2000 ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของ glutathione S-transferase และ DDT dehydrochlorinase กับความไวต่อสารเคมี DDT ในยุงก้นปล่องและยุงรำคาญ ซึ่งพบว่ายุงก้นปล่อง 2 ชนิด ที่อยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย คือ ยุง *An. annularis* (เชียงใหม่, แม่ฮ่องสอน) และ *An. minimus* (แพร่) มีความต้านทานต่อสารเคมี DDT

Anchana Sumarnrote และคณะ [51] รายงานในปี พ.ศ. 2556 ศึกษาความต้านทานสารเคมีของยุงก้นปล่องในจังหวัดอุบลราชธานี สารเคมีที่ใช้ทดสอบ คือ deltamethrin (0.05%), permethrin (0.75%) และ DDT (4%) พบว่ายุง *An. hyrcanus* s.l. มีความต้านทานต่อสารเคมีทุกชนิดที่ทำการทดสอบ โดยมีอัตราตายอยู่ในช่วง 45-87% *An. barbirostris* s.l. มีความต้านทานต่อสารเคมี DDT อัตราตาย 69% แต่มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin และ permethrin โดยมีอัตราตาย 97-100% (อัตราตาย 97% อยู่ในพื้นที่อำเภอนาจะหลวย) และ 100% ตามลำดับ *An. dirus* s.l. และ *An. maculatus* s.l. พบว่ามีความไวต่อสารเคมี deltamethrin มีอัตราตาย 100% *An. nivipes* มีความไวต่อสารเคมีทั้ง 3 ชนิด โดยมีอัตราตาย 100% ต่อสารเคมี deltamethrin และ permethrin และมีอัตราตาย 98-100% ต่อสารเคมี DDT *An. philippinensis* มีความไวต่อสารเคมีทั้ง 3 ชนิด โดยมีอัตราตายต่อสารเคมีทั้ง 3 ชนิด 100% การทดสอบยุง *An. hyrcanus* s.l. กับสารเคมี deltamethrin และ permethrin ร่วมกับ PBO พบว่า อัตราการตายของยุง *An. hyrcanus* s.l. ต่อสารเคมี deltamethrin และ permethrin เพิ่มขึ้น

สำหรับการศึกษาการต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีชนิดต่าง ๆ แถบ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้น Wim Van Bortel และคณะ [52] ได้ทำการติดตามความต้านทานของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อ

สารเคมี 5 ชนิด ได้แก่ permethrin 0.75%, deltamethrin 0.05%, lambdacyhalothrin 0.05%, alpha-cypermethrin 0.082% และ DDT 4% ในแถบลุ่มน้ำโขง ซึ่งได้มีการจัดตั้งเครือข่ายการศึกษาใน 4 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา ลาว ไทย และเวียดนาม ทำการติดตามเป็นระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003-2005 พื้นที่ 122 แห่ง ใน 4 ประเทศ พบว่า

- ประเทศไทย ทำการศึกษาสารเคมี 3 ชนิด ในยุง 3 ชนิด ดังนี้
    - ทดสอบสาร permethrin ในยุง *An dirus s.s.* และ *An. minimus s.l*. พบว่า ยุงทั้ง 2 ชนิด มีความไวต่อสารเคมี permethrin
    - ทดสอบสาร deltamethrin ในยุง *An. dirus* s.s. และ *An. epiroticus* พบว่า *An. dirus s.s*. มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin แต่ยุง *An. epiroticus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี deltamethrin
    - ทดสอบสาร DDT ในยุง *An. dirus s.s*. และ *An. minimus s.l.* พบว่า ยุงทั้ง 2 ชนิด มีความไวต่อสารเคมี permethrin
- ประเทศลาว ทำการศึกษาสารเคมี 4 ชนิด ในยุง 3 ชนิด ได้แก่ *An. dirus* s.s., *An. minimus s.l.* และ *An. vagus* ดังนี้
    - ทดสอบสาร permethrin พบว่า ยุงทั้ง 3 ชนิด มีความไวต่อสารเคมี permethrin
    - ทดสอบสาร deltamethrin พบว่า ยุงทั้ง 3 ชนิดมีความไวต่อสารเคมี deltamethrin
    - ทดสอบสาร alpha-cypermethrin พบว่า ยุงทั้ง 3 ชนิดมีความไวต่อสารเคมี alpha-cypermethrin
    - ทดสอบสาร DDT พบว่า ยุง *An. dirus* s.s. , *An. minimus s.l.* มีความไวต่อสารเคมี DDT แต่ยุง *An. vagus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี DDT ในพื้นที่ 4 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 5 แห่ง
- ประเทศกัมพูชา ทำการศึกษาสารเคมี 4 ชนิด ในยุง 4 ชนิด *An. dirus* s.s. , *An. minimus s.l*., *An. epiroticus* และ *An. vagus* ดังนี้
    - ทดสอบสาร permethrin พบว่า ยุงทั้ง 4 ชนิด มีความไวต่อสารเคมี permethrin แต่พบยุง *An. vagus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี permethrin ในพื้นที่ 5 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 9 แห่ง
    - ทดสอบสาร deltamethrin พบว่า ยุงทั้ง 4 ชนิด มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin แต่พบยุง *An.dirus* s.s. คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี deltamethrin ในพื้นที่ 1 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 6 แห่ง
    - ทดสอบสาร lambdacyhalothrin พบว่า ยุงทั้ง 4 ชนิด มีความไวต่อสารเคมี lambdacyhalothrin แต่พบยุง *An. vagus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี lambdacyhalothrin ในพื้นที่ 4 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 6 แห่ง
    - ทดสอบสาร DDT พบว่า ยุงทั้ง 4 ชนิด มีความไวต่อสารเคมี DDT แต่พบยุง *An. dirus* s.s. คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี DDT ในพื้นที่ 1 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 6 แห่ง และพบยุง *An. vagus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี

DDT ในพื้นที่ 6 แห่ง และมีความต้านทานต่อสารเคมี DDT ในพื้นที่ 3 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 10 แห่ง

- ประเทศเวียดนาม ทำการศึกษาสารเคมี 5 ชนิด ในยุง 4 ชนิด *An. dirus* s.s. , *An. minimus* s.l., *An. epiroticus* และ *An. vagus* ดังนี้
    - ทดสอบสาร permethrin พบว่า ยุง *An. dirus* s.s. , *An. minimus* s.l. และ *An. vagus* มีความไวต่อสารเคมี permethrin แต่พบยุง *An. minimus* s.l. คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี permethrin ในพื้นที่ 8 แห่ง และมีความต้านทานต่อสารเคมี permethrin ในพื้นที่ 1 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 18 แห่ง, พบยุง *An. vagus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี permethrin ในพื้นที่ 1 แห่ง และมีความต้านทานต่อสารเคมี permethrin ในพื้นที่ 5 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 8 แห่ง ส่วนยุง *An. epiroticus* พบว่า คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี permethrin ในพื้นที่ 6 แห่ง และมีความต้านทานต่อสารเคมี permethrin ในพื้นที่ 11 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 17 แห่ง
    - ทดสอบสาร deltamethrin ในยุง *An. minimus* s.l. และ *An. epiroticus* พบว่า ยุง *An. minimus* s.l. มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin ในพื้นที่ 2 แห่ง *และคาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี* deltamethrin ในพื้นที่ 3 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 5 แห่ง ส่วนยุง *An. epiroticus* พบว่ามีความต้านทานต่อสารเคมี deltamethrin ในทุกพื้นที่ที่ศึกษา
    - ทดสอบสาร lambdacyhalothrin พบว่า ยุง *An. dirus* s.s. และ *An. minimus* s.l. มีความไวต่อสาร lambdacyhalothrin แต่พบยุงทั้ง 2 ชนิดนี้ มีความต้านทานต่อสารเคมี lambdacyhalothrin ในบางพื้นที่ด้วย และพบว่ายุง *An. epiroticus* และ *An. vagus* มีความต้านทานต่อสารเคมี lambdacyhalothrin
    - ทดสอบสาร alpha-cypermethrin พบว่า *An. dirus* s.s. , *An. minimus* s.l. และ *An. vagus* มีความไวต่อสารเคมี alpha-cypermethrin แต่พบยุง *An. vagus* มีความต้านทานต่อสารเคมีนี้ และยุง *An. dirus* s.s. , *An. minimus* s.l., *An. vagus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี alpha-cypermethrin ในบางพื้นที่ที่ทำการศึกษา ส่วนยุง *An. epiroticus* พบว่า มีความต้านทานต่อสารเคมีนี้ ในพื้นที่ 10 แห่ง และคาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี deltamethrin ในพื้นที่ 6 แห่ง จากการศึกษาทั้งหมด 16 แห่ง
    - ทดสอบสาร DDT พบว่า *An. dirus* s.s. , *An minimus* s.l. และ *An. epiroticus* มีความไวต่อสารเคมี DDT แต่พบว่า*ยุง An. minimus* s.l. และ *An. epiroticus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี ในบางพื้นที่ที่ทำการศึกษาด้วย ส่วนยุง *An. vagus* พบว่า มีความต้านทานต่อสารเคมี DDT

Qian Qin และคณะ ปี ค.ศ. 2014 [53] ได้รายงานการศึกษาความต้านทานของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อสารเคมีกลุ่ม pyrethroids และกลุ่มอื่นๆ ที่ใช้สำหรับการพ่นฤทธิ์ตกค้าง (IRS) ในพื้นที่แพร่เชื้อ

มาลาเรีย ในมณฑลไห่หนาน ประเทศจีน โดยทำการศึกษายุง *An. sinensis* และ *An. vagus* กับสารเคมี deltamethrin 0.05%, DDT 4% และ malathion 5% พบว่า

- ยุง *An. sinensis* มีความต้านทานต่อสารเคมี deltamethrin และ DDT โดยมีอัตราการตายอยู่ในช่วง 85.8-91% และ 72.7-78.4% ตามลำดับ
- *An. vagus* มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin โดยมีอัตราการตายอยู่ในช่วง 97.9-100% แต่มีความต้านทานต่อสารเคมี DDT และ malathion มีอัตราการตายอยู่ในช่วง 67.1-84.0% และ 77.3-88.9% ตามลำดับ

Victor Chaumeau และคณะ ปี ค.ศ. 2017 [54] ได้รายงานการศึกษาความไวของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อสารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ deltamethrin 0.05%, permethrin 0.75% และ DDT 4% บริเวณแนวชายแดนไทย-เมียนมาร์ ยุงที่ทำการศึกษาเก็บจากหมู่บ้าน 4 แห่ง ในประเทศเมียนมาร์ที่อยู่ติดกับชายแดนไทยบริเวณ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่า

- เมื่อนำยุงมาทดสอบกับสารเคมี deltamethrin 0.05% พบว่า ยุง *An. annularis* และ *An. kochi* มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin อัตราการตายร้อยละ 100 และ 98 ตามลำดับ, *An. minimus (s.l.)* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี deltamethrin อัตราตายร้อยละ 92, *An. maculatus* (s.l.) และ *An. vagus* มีความต้านทานต่อสาร deltamethrin มีอัตราการตาย < ร้อยละ 90
- เมื่อทดสอบกับสารเคมี permethrin 0.75% พบว่า *An. minimus* (s.l.) มีความไวต่อสารเคมี permethrin อัตราตายร้อยละ 98*, An. maculatus และ An. vagus* คาดว่าจะต้านทานต่อสารเคมี permethrin อัตราตายร้อยละ 97 และ 95 ตามลำดับ
- การทดสอบกับสารเคมี DDT พบว่า *An. jamesii*, *An. maculatus* (s.l.) และ *An. minimus* (s.l.) มีความไวต่อสารเคมี DDT ในขณะที่ *An. barbirostris* (s.l.) และ *An. hyrcanus* (s.l.) มีความต้านทานต่อสารเคมีทุกชนิดที่นำมาศึกษา มีอัตราการตาย < ร้อยละ 90

ข้อมูลการต้านทานของยุงต่อสารเคมีระดับนานาชาติ จากรายงานขององค์การอนามัยโลกในปี ค.ศ.2018[55] ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการติดตามสถานการณ์ความต้านทานของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียต่อสารเคมีทั่วโลก โดยเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 7 ปี (ค.ศ. 2010-2016) พบว่า

- ความต้านทานของยุงพาหะหลักนำโรคไข้มาลาเรียมีการขยายในวงกว้าง โดยพบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมีอย่างน้อย 1 ชนิด ในกลุ่มไพรีทรอยด์ ใน 56 ประเทศ จาก 72 ประเทศที่ทำการติดตามข้อมูล (77%)
- ยุงมีการพัฒนาความต้านทานต่อสารไพรีทรอยด์เพิ่มขึ้น โดยพบว่าความถี่ความต้านทานต่อสารเคมี ต่อสารไพรีทรอยด์เพิ่มขึ้น โดยในยุง *An. funestus* s.l. มีความถี่ความต้านทานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เพิ่มขึ้น 32 % (26 % ในปีค.ศ. 2010 เพิ่มเป็น 58 % ในปีค.ศ. 2016), ยุง *An. gambiae* s.l. มีความถี่ความต้านทานสารเคมีเพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง เพิ่มขึ้น 13% (21 % ในปี ค.ศ. 2010 เพิ่มเป็น 34 % ในปี ค.ศ.2016), ยุงพาหะนำโรคมาลาเรียอื่นๆ มีความถี่ความต้านทานสารเคมีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพิ่มขึ้น 5% (10 % ในปีค.ศ. 2010 เพิ่มเป็น 15 % ในปี ค.ศ. 2016)

- มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ความต้านทานเพียงเล็กน้อย (≤5%) ในส่วนของสารเคมีกลุ่ม organochlorines, organophosphates and carbamates (ระหว่างปีค.ศ. 2010-2016) แต่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ความต้านทานสารเคมี DDT ต่อยุง *An. funestus* เพิ่มขึ้นมากถึง 41 %

การรายงานความต้านทานของยุงพาหะในแต่ละประเทศ/ภูมิภาค (ตามการแบ่งขององค์การอนามัยโลก) ต่อสารเคมีกำจัดแมลง 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 5[55]

ตารางที่ 5 การต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีในภูมิภาคต่างๆของโลก

ภูมิภาค/ประเทศ	**กลุ่มสารเคมี**								**ชนิดยุง**
	Py-rethroids		Organo-chlorines		Carba-mates		Organo-phosphates		
	R	S	R	S	R	S	R	S	
Central Africa									
Angola	√		√		√			√	*An. gambiae s.l.*
Burundi	√		√		√			√	*An. gambiae s.l.*
Cameroon	√		√		√			√	*An. coluzzii* *An. funestus s.l.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Central African Republic	√		√			√	√		*An. funestus s.l.* *An. gambiae s.l.*
Chad	√		√			√		√	*An. arabiensis* *An. coluzzii* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Congo	√		√			√		√	*An. gambiae s.l.*
Democratic Republic of the Congo	√		√			√	√		*An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Equatorial Guinea	√		√			√		√	*An. coluzzii*
Sao Tome and Principe	-	-	-	-		√	-	-	*An. gambiae s.s.*

ตารางที่ 5 การต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีในภูมิภาคต่าง ๆของโลก (ต่อ)

ภูมิภาค/ประเทศ	กลุ่มสารเคมี								ชนิดยุง
	Py-rethroids		Organo-chlorines		Carba-mates		Organo-phosphates		
	R	S	R	S	R	S	R	S	
East and southern Africa									
Botswana	√			√		√	-	-	*An. gambiae s.l.*
Comoros		√	-	-	-	-	-	-	*An. gambiae s.l.*
Eritrea	√		√			√		√	*An. funestus s.l.,* *An. gambiae s.l.*
Ethiopia	√		√		√		√		*An. arabiensis* *An. gambiae s.l.*
Kenya	√		√		√		√		*An. arabiensis* *An. funestus s.l.* *An. funestus s.s.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.* *An. rivulorum*
Madagascar	√		√		√			√	*An. funestus s.l.* *An. gambiae s.l.*
Malawi	√		√		√			√	*An. arabiensis* *An. funestus s.l.* *An. funestus s.s.* *An. gambiae s.l.*
Mozambique	√		√		√		√		*An. Arabiensis* *An. funestus s.l.* *An. gambiae s.l.* *An. Leesoni* *An. maculipalpis* *An. pretoriensis* *An. rufipes*
Rwanda	√		√		√			√	*An. gambiae s.l.*
South Africa	√		√		√			√	*An. arabiensis* *An. merus*

ตารางที่ 5 การต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีในภูมิภาคต่าง ๆของโลก (ต่อ)

ภูมิภาค/ประเทศ	**กลุ่มสารเคมี**								**ชนิดยุง**
	Py-rethroids		Organo-chlorines		Carba-mates		Organo-phosphates		
	R	S	R	S	R	S	R	S	
Uganda	√		√		√			√	*An. arabiensis* *An. funestus s.l.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.* *An. parensis*
United Republic of Tanzania	√		√		√		√		*An. Arabiensis* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Zambia	√		√		√		√		*An. funestus s.l.* *An. funestus s.s.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Zimbabwe	√		√		√			√	*An. funestus s.l.* *An. gambiae s.l.*
Benin	√		√		√		√		*An. arabiensis* *An. aoluzzii* *An. funestus s.l.* *An. funestus s.s.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.* *An. melas*
Burkina Faso	√		√		√		√		*An. arabiensis* *An. aoluzzii* *An. gambiae s.l.,* *An. gambiae s.s.* *An. gambiae s.s.*
Côte d'Ivoire	√		√		√		√		*An. Coluzzii* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Ghana	√		√		√		√		*An. Coluzzii* *An. funestus s.l.* *An. funestus s.s.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*

ตารางที่ 5 การต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีในภูมิภาคต่าง ๆของโลก (ต่อ)

ภูมิภาค/ประเทศ	กลุ่มสารเคมี								ชนิดยุง
	Py-rethroids		Organo-chlorines		Carba-mates		Organo-phosphates		
	R	S	R	S	R	S	R	S	
Guinea	√		√		√		-	-	*An. coluzzii* *An. gambiae s.s.*
Liberia	√		√		√			√	*An. gambiae s.l.*
Mali	√		√		√		√		*An. arabiensis* *An. coluzzii* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Nigeria	√		√		√		√		*An. coluzzii* *An. funestus s.l.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Senegal	√		√		√		√		*An. arabiensis* *An. funestus s.l.* *An. funestus s.s.* *An. gambiae s.l.* *An. gambiae s.s.*
Sierra Leone	√		√			√		√	*An. gambiae s.l.*
Togo	√		√		√			√	*An. gambiae s.l.*
Americas									
Bolivia (Plurinational State of)	√			√	√		-	-	*An. darlingi*
Brazil	√		-	-	-	-	-	-	*An. darlingi*
Colombia	√		√		-	-		√	*An. albimanus* *An. darlingi* *An. marajoara* *An. nuneztovari*
Dominican Republic	√			√	-	-	√		*An. albimanus*
Ecuador	√			√	√		√		*An. albimanus*
Guatemala		√	-	-		√	√		*An. albimanus*
Honduras	√		-	-		√	√		*An. albimanus*
Nicaragua		√	-	-	√			√	*An. pseudopunctipennis*
Panama	-	-	-	-	√		-	-	*An. albimanus*
Peru	√		-	-	√		√		*An. albimanus* *An. darlingi*

ตารางที่ 5 การต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีในภูมิภาคต่าง ๆของโลก (ต่อ)

ภูมิภาค/ประเทศ	กลุ่มสารเคมี								ชนิดยุง
	Py-rethroids		Organo-chlorines		Carba-mates		Organo-phosphates		
	R	S	R	S	R	S	R	S	
Eastern Mediterranean									
Afghanistan	√		√		√		√		*An. culicifacies s.l.* *An. hyrcanus s.l.* *An. pulcherrimus,* *An. stephensi* *An. subpictus s.l.* *An. superpictus*
Djibouti	√		√		√		√		*An. gambiae s.l.*
Iran (Islamic Republic of)	√		√		√		√		*An. sacharovi* *An. stephensi* *An. subpictus s.l.*
Pakistan	√		√		-	-	√		*An. culicifacies s.l.* *An. stephensi*
Somalia	√		√			√	√		*An. arabiensis*
Sudan	√		√		√		√		*An. arabiensis*
Yemen	√		√			√	-	-	*An. arabiensis*
South-East Asia									
Bangladesh	√								*An. philippinensis* *An. vagus*
India	√		√		√		√		*An. culicifacies s.l.* *An. fluviatilis* *An. stephensi*
Indonesia	√			√	√			√	*An. aconitus* *An. barbirostris* *An. peditaeniatus* *An. vagus*
Myanmar	√		√		-	-	√		*An. Aconitus* *An. Annularis* *An. hyrcanus s.l. An. minimus s.l. An. peditaeniatus An. philippinensis An. sinensis s.l.* *An. vagus*

ตารางที่ 5 การต้านทานของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีในภูมิภาคต่าง ๆของโลก (ต่อ)

ภูมิภาค/ประเทศ	กลุ่มสารเคมี								ชนิดยุง
	Py-rethroids		Organo-chlorines		Carba-mates		Organo-phosphates		
	R	S	R	S	R	S	R	S	
Nepal	-	-	√			√		√	*An. annularis* *An. culicifacies s.l.*
Thailand	√		-	-	-	-	-	-	*An. barbirostris*
Cambodia	√		√		-	-	-	-	*An. barbirostris* *An. maculatus s.l.* *An. vagus*
China	√		√		√		√		*An. minimus s.l.* *An. sinensis s.l.* *An. vagus*
Lao People's Democratic Republic	√		√		-	-	-	-	*An. Aconitus* *An. dirus s.l.* *An. hyrcanus s.l.* *An. kochi* *An. maculatus s.l.* *An. minimus s.l.* *An. Neivai* *An. nivipes* *An. philippinensis* *An. umbrosus s.l.* *An. vagus*
Solomon Islands		√	√		-	-		√	*An. farauti s.l.*
Viet Nam	√			√	-	-	-	-	*An. Aconitus* *An. annularis* *An. epiroticus* *An. kochi* *An. maculatus s.l.* *An. minimus s.l.* *An. nivipes* *An. philippinensis* *An. sinensis s.l.* *An. vagus*
R = ต้านทานต่อสารเคมีอย่างน้อย 1 ชนิดในแต่ละกลุ่มขอสารเคมี									
S = ไวต่อสารเคมีหรืออาจจะต้านทานต่อสารเคมีทุกชนิดในแต่ละกลุ่มสารเคมีที่ทดสอบ									
- = ไม่ได้ทำการทดสอบ									

ในรายงานองค์การอนามัยโลก ปี ค.ศ. 2018[55] ยังระบุว่า มหาวิทยาลัย Oxford ได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ความต้านทานสารเคมีแต่ละชนิด ได้แก่ deltamethrin, permethrin, lambda-cyhalothrin กับยุง *An. gambiae* s.l. พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการสร้างความต้านทานสารเคมีในยุง *An. gambiae* s.l.กับสารเคมีแต่ละชนิด แต่ละภูมิภาค

ภูมิภาคแอฟริกา พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมี ดังนี้

- การต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethoid และ DDT พบการกระจายไปทั่วทุกภูมิภาค Africa ยกเว้นบางประเทศในแอฟริกาตอนใต้และแอฟริกาตะวันออก (Comoros, Namibia and Swaziland)
- ความถี่ความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethoid และ DDT สูง ส่วนใหญ่จะอยู่ในหลายประเทศในแถบแอฟริกาตะวันตกและบางประเทศในแถบแอฟริกาตอนกลาง แอฟริกาตอนใต้ และแอฟริกาตะวันออก
- มีรายงานความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมีกลุ่ม Carbamates ในหลายประเทศในภูมิภาคแอฟริกา โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอฟริกาตะวันตก
- ความถี่ความต้านทานต่อสารกลุ่ม organophosphate ต่ำในแอฟริกากลาง แอฟริกาตะวันออก และแอฟริกาตอนใต้ (ยกเว้นสาธารณรัฐแอฟริกากลางและเอธิโอเปีย)

ภูมิภาคอเมริกา พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมี ดังนี้

- พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethroid ใน Bolivia, Brazil, Colombia, Dominican, Republic Ecuador Honduras, Peru
- ไม่พบความต้านทานต่อสาร DDT ในพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษา
- ยุงพาหะต้านทานต่อสารกลุ่ม Carbamates ใน Bolivia, Ecuador และ Nicaragua
- ยุงพาหะต้านทานต่อสารกลุ่ม organophosphate ใน 4 ประเทศ คือ Dominican, Ecuador, Guatemala และ Peru

ภูมิภาคเมอร์ดิเตอร์เรเนียนตะวันออก พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมี ดังนี้

- พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารกลุ่ม Pyrethroid ใน Afghanistan, Iran, Pakistan, Sudan, Yemen
- พบความต้านทานต่อสาร DDT ในพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษา
- ยุงพาหะต้านทานต่อสารกลุ่ม Carbamates ในประเทศ Afghanistan, Iran, Somalia, Sudan, Yemen
- ยุงพาหะต้านทานต่อสารกลุ่ม organophosphate ใน Afghanistan, Iran, Pakistan, Somalia, Sudan
- ในประเทศ Pakistan พบว่ามีความถี่ความต้านทานของยุงต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethroid organophosphate และ DDT สูงมาก

ภูมิภาคยุโรป พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมี ดังนี้

- ยุงพาหะต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Carbamates และ DDT ในบางพื้นที่ จากการศึกษา 15 พื้นที่
- ไม่มีการยืนยันความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethroid และ organophosphate

ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมี ดังนี้

- พบยุงพาหะมีความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethroid ใน 7 ประเทศ จาก 8 ประเทศที่ทำการศึกษา ได้แก่ บังคลาเทศ ภูฏาน เกาหลีเหนือ อินเดีย อินโดนีเซีย เมียนมาร์ และ ไทย ส่วน ติมอร์ เลสเต พบว่ายุงไม่ดื้อต่อสารเคมี
- ยุงพาหะมีความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Carbamate ใน อินเดีย
- ยุงพาหะมีความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม organophosphate ใน อินเดีย
- ยุงพาหะมีความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Organochlorines ใน อินเดีย

ภูมิภาคแฟซิฟิกตะวันตก พบความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมี ดังนี้

- พบยุงพาหะมีความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethroid ใน กัมพูชา จีน ลาว เวียดนาม และในบางประเทศในหมู่เกาะแปซิฟิก ได้แก่ ฟิลิปปินส์ วูนูอาตู และพบว่าความถี่ความต้านทานจะสูงในบางพื้นที่ของประเทศจีน
- ในประเทศจีน พบยุงพาหะมีความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม Carbamate
- พบยุงพาหะต้านทานต่อสารเคมีกลุ่ม organophosphate ในประเทศจีน และฟิลิปปินส์

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

คัดเลือกหมู่บ้านในจังหวัดตาก อำเภอแม่ระมาด มีการแพร่เชื้อไข้มาลาเรียในหมู่บ้านภูมิประเทศเหมาะสมต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะ มีการแจกมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์คงทนยาวนาน จากการคัดเลือกจึงได้ทำการศึกษาที่ บ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก เป็นหมู่บ้านที่ตั้งในป่าเขาใกล้ชายแดนไทย-พม่า ประชากรในหมู่บ้านประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวกะเหรี่ยง จำนวนประชากร 425 คน เป็นชาย 245 คน หญิง 180 คน จำนวน 131 ครัวเรือน [56] ที่ตั้งภูมิประเทศและสภาพบ้านเรือนดังภาพที่ 2-5

ภาพที่ 2 แสดงที่ตั้งบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

ภาพที่ 3 แสดงภูมิประเทศบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

ภาพที่ 4 แสดงสภาพบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

ภาพที่ 5 สภาพบ้านเรือนบ้านห้วยปลากอง หมู่ที่ 12 ตำบลขะเนจื้อ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

3.2 วิธีศึกษา

ทำการเก็บข้อมูลทางกีฏวิทยาทุก 2 เดือนเป็นเวลา 11 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557-ตุลาคม 2558 โดยดำเนินการดังนี้

3.2.1 การศึกษาพฤติกรรมการเข้าหากินเลือดของยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย

1) **การจับยุงเกาะคน** จะทำการจับยุง ระหว่างเวลา 18.00 น. – 06.00 น. ของวันถัดไป จับยุงครั้งละ 4 คืน พนักงานจับยุงแต่ละคนจะจับยุงคืนละ 6 ชั่วโมงจับยุงที่มาเกาะชั่วโมงละ 50 นาที พัก 10 นาที โดยผลัดเปลี่ยนเจ้าหน้าที่ช่วงเวลา 24.00 น. วิธีการจับยุงตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก [57]

i. **จุดที่** 1 **จับยุงเกาะคนในบ้าน** ตั้งอยู่รอบนอกหมู่บ้านใกล้ลำห้วยลำธาร เพื่อศึกษานิสัยการหากินในบ้านของยุงพาหะ ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 การจับยุงเกาะคนในบ้าน

ii. **จุดที่** 2 **จับยุงเกาะคนใกล้บ้าน** นั่งนอกบ้านห่างจากบ้านที่จับยุงเกาะคนในบ้าน 10 เมตร เพื่อศึกษานิสัยการหากินนอกบ้าน ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 การจับยุงเกาะคนใกล้บ้าน (นอกบ้าน)

iii. **จุดที่** 3 **จับยุงเกาะคนไกลบ้าน** นั่งนอกบ้านห่างจากบ้านไปทางชายป่าไม่น้อยกว่า 200 เมตร เพื่อศึกษาการหากินไกลบ้านของยุงพาหะ ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 การจุดจับยุงเกาะคนไกลบ้าน (นอกบ้าน)

2) **จับยุงมุ้งครอบสัตว์** โดยใช้วัว 1 ตัวนำเข้ามาผูกในมุ้งครอบสัตว์ขนาดกว้าง ยาว สูง 4 x 4 x 2 เมตร กางมุ้งให้ชายมุ้งสูงจากพื้นประมาณ 25 เซนติเมตร ให้พนักงานจับยุง 2 คน จับยุงที่เกาะพักในมุ้งครอบสัตว์ ชั่วโมงละ 2 ครั้ง ๆ ละ 20 นาที พัก 10 นาที แยกยุงรายชั่วโมง ดังภาพที่ 9

มุ้งครอบสัตว์

จับยุงในมุ้งครอบสัตว์

ภาพที่ 9 การจับยุงมุ้งครอบสัตว์

ภาพที่ 10 การวินิจฉัยยุงก้นปล่องที่ยังมีชีวิต

3.2.2 การศึกษาแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

วิธีการสำรวจและเก็บลูกน้ำตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก [57] แหล่งน้ำที่สำรวจ ได้แก่ ลำห้วยลำธาร แหล่งน้ำซึมน้ำซับ ทุ่งนา ในรัศมีไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร โดยการใช้จาน หรือหลอดดูด ตามความเหมาะสมของแหล่งเพาะพันธุ์ หากเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ในแหล่งน้ำที่เป็นลำห้วยลำธาร แหล่งน้ำซึมน้ำซับ ทุ่งนา ให้ใช้จานสังกะสีสีขาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว เพื่อให้มองเห็นลูกน้ำได้ชัดเจน เนื่องจากลูกน้ำยุงก้นปล่องลอยตัวอยู่บนผิวน้ำให้กดจานลงบนผิวน้ำ เพื่อให้น้ำบริเวณใกล้เคียงไหลเข้ามา อย่าให้น้ำเต็มจานเพราะลูกน้ำจะกระฉอกออกได้ หยุดนิ่งสักครู่สังเกตดูลูกน้ำยุงก้นปล่องจะลอยตัวที่พื้นผิวน้ำ เก็บรวบรวมเฉพาะลูกน้ำยุงก้นปล่อง ในลำห้วยลำธาร ทุ่งนาที่มีน้ำขัง ทำการเก็บตัวอย่าง

ลูกน้ำในจุดทีกระแสน้ำไหลไม่แรงทุก 2 เมตร สำรวจลูกน้ำ 500 จ้วง สำหรับแหล่งน้ำรอบ ๆ หมู่บ้านในรัศมี 1 กิโลเมตร ให้สำรวจแอ่งน้ำขังตามโพรงไม้ โขดหิน รอยเท้าสัตว์ หากพบลูกน้ำยุงก้นปล่องให้เก็บรวบรวมตัวอย่าง ดังภาพที่ 11 นำลูกน้ำไปเลี้ยงจนเจริญเป็นตัวเต็มวัย วินิจฉัยระยะเป็นยุงตัวเต็มวัย

ภาพที่ 11 การสำรวจลูกน้ำยุงในลำห้วยลำธาร

3.2.3 การศึกษาความไวของยุงต่อสารเคมี

ยุงเกาะคนนอกบ้าน ไกลบ้านและยุงกัดสัตว์ นำมาจำแนกชนิดด้วยกล้องสเตอริโอขณะยังมีชีวิตและไม่ให้บอบช้ำ ดังภาพที่ 10 แล้วนำไปทดสอบความไวของยุงต่อสารเคมี ได้แก่ deltamethrin 0.05% , permethrin 0.75%, alphacypermethrin 0.05% และ propoxur 0.1%, การทดสอบเปรียบเทียบไพรีทรอยด์ใช้กระดาษชุบ Silicone oil และสารคาร์บาเมตใช้กระดาษชุบ Olive oil ซึ่งเตรียมจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองจากองค์การอนามัยโลก วิธีทดสอบตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก [58] โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

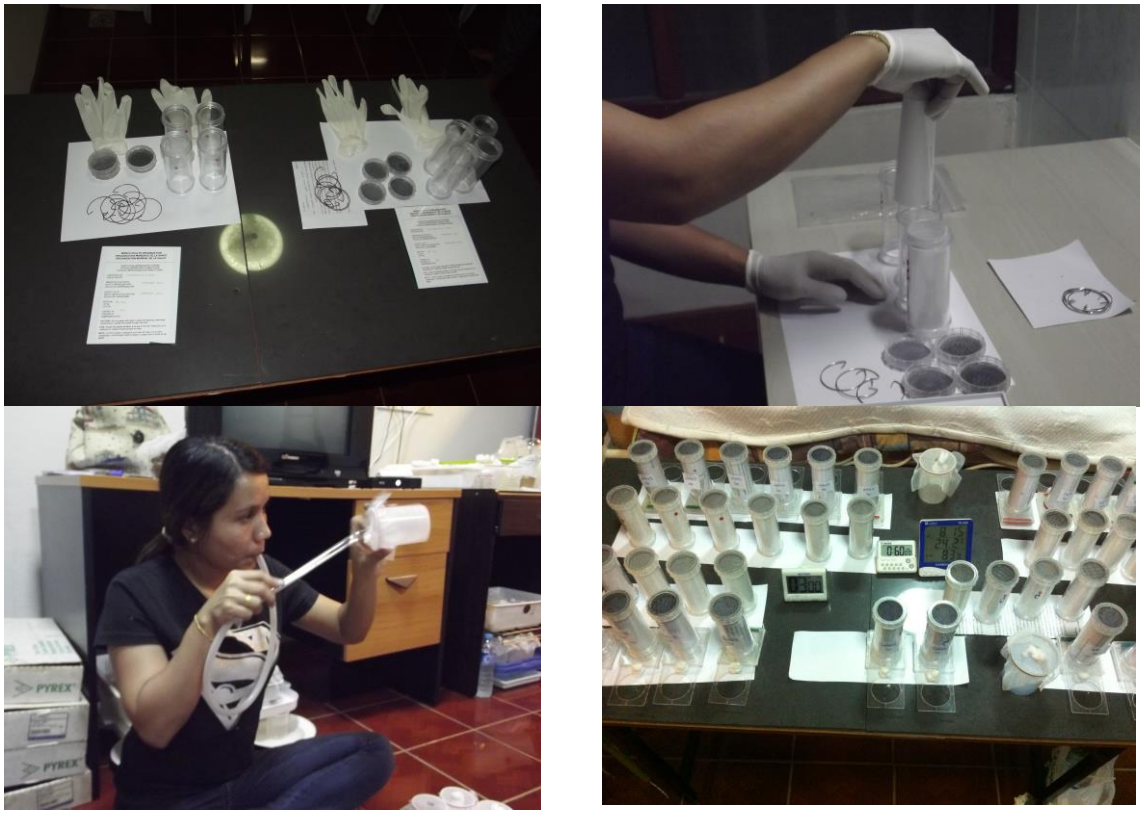
1. ม้วนกระดาษขาวสะอาด ขนาด 12 x 15 เซนติเมตร ใส่ลงในกระบอกเลี้ยง (Holding tube) กระบอกละ 1 แผ่น รัดด้วยคลิปสปริงสแตนเลสเพื่อให้กระดาษติดกับกระบอกเลี้ยง ด้านบนใส่ตระแกรงลวดหมุนเกลียวให้สนิทอย่าให้เกิดช่องว่างที่ยุงสามารถแทรกตัวออกไปได้ อีกด้านหนึ่งนำแผ่นพลาสติกเลื่อนปิด-เปิดเพื่อนำยุงเข้า-ออกสัมผัสสารเคมี หมุนเกลียวใส่ให้แน่นสนิท ดูดยุงเพศเมียด้วยหลอดดูดใส่ในกระบอกเลี้ยงกระบอกละ 20-25 ตัว

2. วางกระบอกเลี้ยงที่ใส่ยุงแล้วแนวตั้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของยุง ยุงที่ไม่แข็งแรงให้นำออกมาจากกระบอกเลี้ยง

3. เตรียมกระบอกทดสอบ (exposure tube) โดยนำกระดาษทดสอบความเข้มข้นมาตรฐานที่เตรียมจากห้องปฏิบัติการองค์การอนามัยโลก (insecticide-impregnated paper) ใส่ในกระบอกทดสอบรัดด้วยคลิปสปริงทองแดง สำหรับการทดลองเปรียบเทียบให้ใช้กระดาษควบคุม (control paper) ซึ่งชุบด้วย silicone oil

4. เมื่อยุงในกระบอกเลี้ยงพักครบ 1 ชั่วโมง ตรวจสอบความแข็งแรงของยุงหากยุงไม่แข็งแรงให้นำออกมา เสร็จแล้วนำกระบอกเลี้ยงเชื่อมต่อกับกระบอกทดสอบด้วยการหมุนเกลียว เลื่อนแผ่นพลาสติกเพื่อเปิดให้ยุงเคลื่อนตัวจากกระบอกเลี้ยงสู่กระบอกทดสอบ ค่อย ๆเป่าให้ยุงเคลื่อนตัวไป เมื่อยุงเคลื่อนตัวไปยังกระบอกทดสอบหมดให้เลื่อนปิดแผ่นพลาสติกเพื่อให้ยุงสัมผัสสารเคมีตามเวลาที่กำหนด

5. วางกระบอกทดสอบในแนวตั้งโดยให้ตะแกรงลวดอยู่ด้านบน ให้ยุงสัมผัสสารเคมีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง การทดสอบดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 การทดสอบความไวของยุงต่อสารเคมี

6. เมื่อครบเวลายุงสัมผัสสารเคมีเป็นเวลา 1 ชั่วโมงให้เลื่อนแผ่นพลาสติกปิด-เปิดค่อยๆ เป่าให้ยุงเคลื่อนตัวกลับมาทางกระบอกเลี้ยง ถอดกระบอกทดสอบสารเคมีออก นำสำลีชุบน้ำตาล 10% พอชุ่มวางไว้บนตะแกรงลวดของกระบอกทดสอบอย่าให้หยด นำกระบอกเลี้ยงไปไว้ในห้องที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 $\pm$ 10 % หากอุณหภูมิสูงไม่มีเครื่องปรับอากาศให้เลี้ยงในถังน้ำแข็ง

ใส่น้ำแข็งเล็กน้อยหรือเจลเย็น (Ice Pack) เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิ และคลุมด้วยผ้าขนหนูชื้นเพื่อควบคุมความชื้น

7. เลี้ยงยุงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อย่าให้ได้รับแสงจ้าโดยตรง บันทึกอุณหภูมิและความชื้นขณะเลี้ยงรอตรวจนับจำนวนตาย

8. เมื่อเลี้ยงยุงครบ 24 ชั่วโมง นับและจดบันทึกจำนวนยุงที่ตาย ยุงที่บินได้เกาะและยืนทรงตัวได้ให้นับว่ายังมีชีวิต ยุงที่ไม่สามารถเกาะหรือทรงตัวได้ให้นับว่าตาย

3.2.4 การติดตามฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน

ยุง *An. mimimus* อายุ 3-5 วัน สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการที่เลี้ยงในห้องเลี้ยงแมลง สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง นำมาทดสอบฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน โดยมุ้งที่นำมาทำการทดสอบ เจาะจงมุ้งที่ใช้ในบ้านผู้มีประวัติป่วยไข้มาลาเรียหรือรอบบ้านผู้ป่วยในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา จำนวน 30 หลัง ทำการทดสอบทุก 2 เดือนโดยใช้มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานหลังเดิม มุ้งแต่ละหลังทำการทดสอบ 5 จุด ได้แก่ มุ้งทั้ง 4 ด้านและด้านบน แต่ละจุดทดสอบใช้ยุง 10 ตัว วิธีการทดสอบดัดแปลงมาจากวิธีทดสอบมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานและเกณฑ์การตัดสินตามแนวทางองค์การอนามัยโลก[59] โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ติดกรวยทดสอบขององค์การอนามัยโลก เข้ากับมุ้ง LLIN ที่จะทำการทดสอบ ทั้ง 4 ด้านและหลังคามุ้ง รวมเป็น 5 ด้าน

2. ดูดยุงก้นปล่อง *An. mimimus* เพศเมียอายุ 3-5 วัน สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการที่เลี้ยงในห้องเลี้ยงแมลง สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง ด้วยหลอดดูดใส่ในกระบอกพลาสติกที่พื้นผิวหยาบไม่เรียบ (ขรุขระ) และสะอาดกระบอกละ 10 ตัว ต้องทดสอบมุ้ง LLIN 30 หลัง และมุ้งเปรียบเทียบ (control) 2 หลัง จึงต้องใช้ยุงจำนวน 160 กระบอก ต้องเตรียมยุงไว้สำรองหากยุงไม่แข็งแรง จึงต้องเตรียมยุงไว้ 170 กระบอก

3. วางกระบอกพลาสติกที่เตรียมยุงแล้วไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของยุง กระบอกที่ยุงไม่แข็งแรงจะไม่นำมาใช้ทดสอบ

4. ดูดยุงจำนวน 10 ตัว จากกระบอกพลาสติก นำยุงใส่กรวยทดสอบ และให้ยุงสัมผัสมุ้ง LLIN เป็นเวลา 3 นาที นำยุงที่เตรียมไว้ ใช้ทดสอบกับมุ้ง LLIN 30 หลัง และ มุ้งเปรียบเทียบ (control) 2 หลัง .

5. เมื่อสิ้นสุดเวลาสัมผัส 3 นาที ดูดยุงออกจากกรวยทดสอบ ใส่กระบอกพลาสติกเดิม นำสำลีชุบน้ำตาล 10% พอชุ่มวางไว้บนผ้ามุ้งที่ปิดครอบกระบอกพลาสติกอย่าให้น้ำตาลหยด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 $\pm$ 10 % หากอุณหภูมิสูงไม่มีเครื่องปรับอากาศให้เลี้ยงในถังน้ำแข็งใส่น้ำแข็งเล็กน้อยหรือเจลเย็น (Ice Pack) เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิ และคลุมด้วยผ้าขนหนูชื้นเพื่อควบคุมความชื้น

6. เลี้ยงยุงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อย่าให้ได้รับแสงจ้าโดยตรง บันทึกอุณหภูมิและความชื้นขณะเลี้ยงรอตรวจนับจำนวนตาย

7. เมื่อเลี้ยงยุงครบ 24 ชั่วโมง นับและจดบันทึกจำนวนยุงที่ตาย ยุงที่บินได้เกาะและยืนทรงตัวได้ให้นับว่ายังมีชีวิต ยุงที่ไม่สามารถเกาะหรือทรงตัวได้ให้นับว่าตาย

ภาพที่ 13 การทดสอบฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน

3.3 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

1. การศึกษาพฤติกรรมการเข้าหากินเลือดของยุงพาหะนำไข้มาลาเรีย

ใช้จำนวนยุงที่จับได้แต่ละจุดแต่ละครั้งในแต่ละครั้ง แต่ละชั่วโมง โดยใช้ ผลรวม อัตรา และใช้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis test **และ** Mann-Whitney U test ใน SPSS version 23

2. การศึกษาแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

ใช้การวิเคราะห์ผลเชิงพรรณนา โดยนำผลการสำรวจชนิดของลูกน้ำยุงก้นปล่องที่พบไปเปรียบเทียบกับชนิดยุก้นปล่องที่จับได้

3. การศึกษาความไวของยุงต่อสารเคมี

ใช้เกณฑ์การตัดสินขององค์การอนามัยโลก[58] การทดสอบหากอัตราการตายของยุงเปรียบเทียบตายอยู่ระหว่าง 5 – 20 % ให้ปรับค่าโดยใช้ Abbott' s formula และถ้าการทดลองเปรียบเทียบตายมากกว่า 20% การทดสอบล้มเหลวต้องทำการทดสอบใหม่

$$\text{Abbott's formula} = \frac{\text{\% อัตราตายยุงที่สัมผัสสารเคมี—\% อัตราตายของยุงชุดเปรียบเทียบ} \times 100}{100 - \text{\% อัตราตายของยุงชุดเปรียบเทียบ}}$$

เกณฑ์การตัดสิน

อัตราตาย 98– 100 %	– ตัดสินว่า ยุงมีความไวต่อสารเคมี
อัตราตาย 90 – 97 %	– ยุงอาจจะต้านทานต่อสารเคมี ต้องทำการทดสอบยืนยันผลอีกครั้งก่อนการตัดสิน
อัตราตาย <90%	– ตัดสินว่า ยุงต้านทานต่อต่อสารเคมี

4. การติดตามฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน

ใช้เกณฑ์การตัดสินขององค์การอนามัยโลก[59] การทดสอบหากอัตราการตายของยุงเปรียบเทียบตายอยู่ระหว่าง 5 – 20 % ให้ปรับค่าโดยใช้ Abbott' s formula และถ้าการทดลองเปรียบเทียบตายมากกว่า 20% การทดสอบล้มเหลวต้องทำการทดสอบใหม่

$$\text{Abbott's formula} = \frac{\text{\% อัตราตายยุงที่สัมผัสมุ้งชุบสารเคมี—\% อัตราตายของยุงชุดเปรียบเทียบ} \times 100}{100 - \text{\% อัตราตายของยุงชุดเปรียบเทียบ}}$$

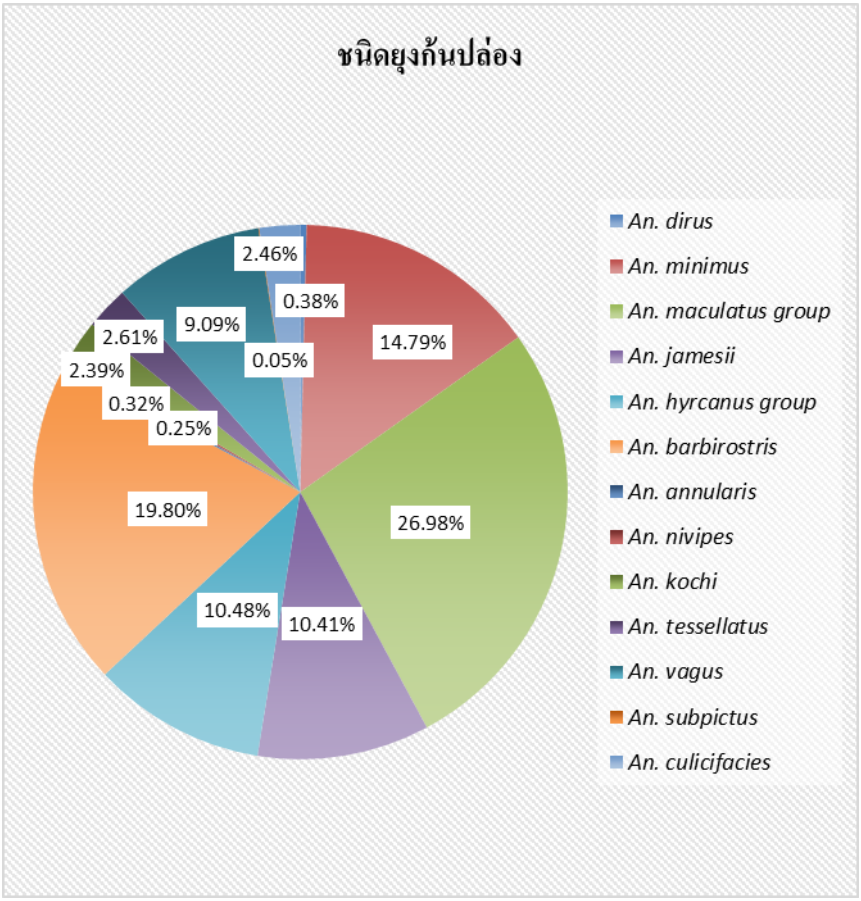
เกณฑ์การตัดสิน

มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่ออัตราตายเฉลี่ยของยุงทดสอบต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเข้าหากินเลือดของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

จากการศึกษาสามารถจับยุงก้นปล่องได้ 13 ชนิด จำนวน 5,985 ตัว โดยพบว่ายุงก้นปล่องที่จับได้จำนวนสูงสุดสามอันดับแรกคือ *An. maculatus* group (1,615 ตัว), *An. barbirostris* (1,185 ตัว) และ *An. minimus* (885 ตัว) ตามลำดับ ที่เหลือเป็นยุงก้นปล่องชนิดอื่นๆได้แก่ *An. hyrcanus* group, *An. jamesii, An. vagus, An. tessellatus*, *An. culicifacies*, *An. kochi, An. nivipes*, *An. annularis* และ *An. subpictus* แสดงอัตราที่จับยุงตัวเต็มวัย ดังภาพที่ 14 โดยพบยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย 3 ชนิด ได้แก่ *An. minimus* (14.79%), *An. maculatus* group (26.99%) และ *An. dirus* (0.38%) โดยมีรายละเอียดจำนวนยุงก้นปล่องแต่ละชนิดที่จับได้ ดังตารางที่ 6

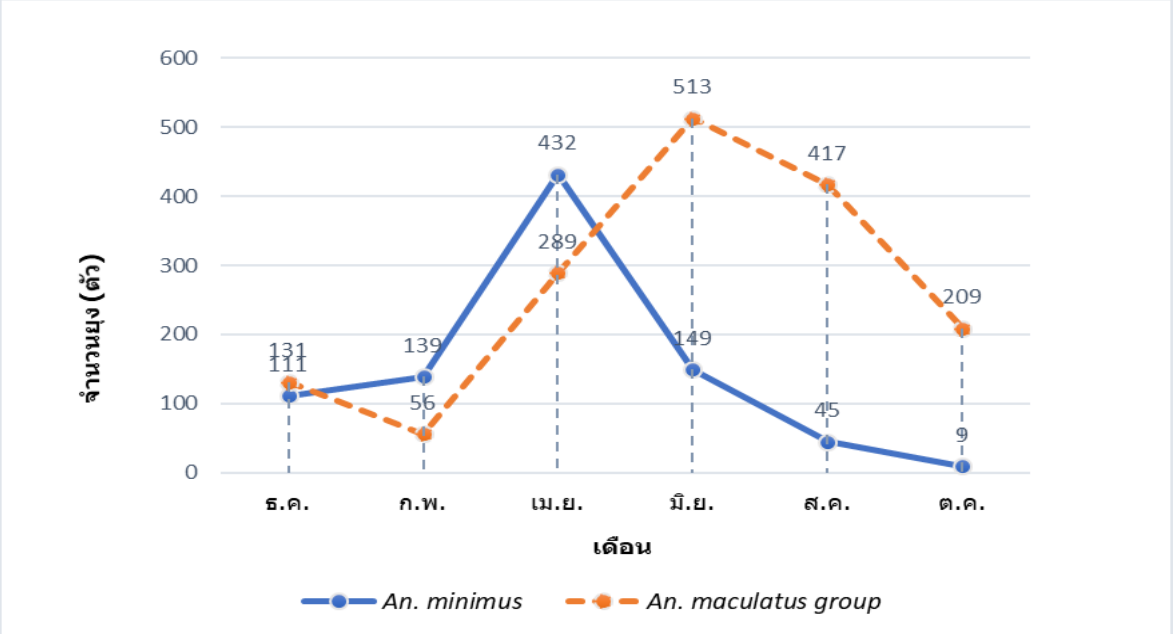


ภาพที่ 14 แสดงยุงก้นปล่องชนิดต่างๆ ที่จับได้ทั้งหมดตั้งแต่เดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558

จากการศึกษาพบยุงก้นปล่องพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ได้แก่ *An. minimus*, *An. maculatus* group และ *An. dirus* ตลอดปี โดยยุง *An. minimus* มีความชุกชุมระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน (สูงสุดในเดือนเมษายน) และ *An. maculatus* group มีความชุกชุมระหว่างเดือนเมษายน – ตุลาคม (สูงสุดในเดือนมิถุนายน) ดังภาพที่ 15 ยุง *An. dirus* จับได้น้อยแต่พบทุกเดือนที่ศึกษา ยกเว้นในเดือนเมษายนเท่านั้นไม่พบยุง *An. dirus* โดยมีรายละเอียดจำนวนยุงก้นปล่องพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 แสดงยุงก้นปล่องชนิดต่างๆ ที่จับได้ทั้งหมดจำแนกตามจุดจับยุง

ชนิดยุงก้นปล่อง	จำนวนยุง (ตัว)				
	ในบ้าน	ใกล้บ้าน	ไกลบ้าน	กัดสัตว์	รวม
An. dirus	8	2	13	0	23
An. minimus	58	112	105	610	885
An. maculatus group	3	83	18	1,511	1,615
An. jamesii	0	0	0	623	623
An. hyrcanus group	0	2	1	624	627
An. barbirostris	8	19	6	1,152	1,185
An. annularis	0	0	0	15	15
An. nivipes	0	1	1	17	19
An. kochi	0	0	0	143	143
An. tessellatus	0	9	4	143	156
An. vagus	0	2	0	542	544
An. subpictus	0	0	3	0	3
An. culicifacies	0	0	0	147	147
รวม	**77**	**230**	**151**	**5,527**	**5,985**



ภาพที่ 15 จำนวนยุงก้นปล่อง *An. minimus* และ *An. maculatus* group ที่จับได้ทุก 2 เดือน

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนยุงก้นปล่องพาหะนำโรคไข้มาลาเรียที่จับได้ทุก 2 เดือน

ชนิดยุง	จำนวนยุงก้นปล่อง (ตัว)						รวม
	ธ.ค. 57	ก.พ. 58	เม.ย. 58	มิ.ย. 58	ส.ค. 58	ต.ค. 58	(ตัว)
An. minimus	111	139	432	149	45	9	885
An. maculatus group	131	56	289	513	417	209	1,615
An. dirus	4	4	0	6	2	7	23
รวม	**246**	**199**	**721**	**668**	**464**	**225**	**2,523**

การวิเคราะห์ชีวนิสัยการหากินของยุงก้นปล่องแต่ละชนิดในพื้นที่ที่ศึกษาใช้สถิติ Kruskal-Wallis test เพื่อหาความแตกต่างของจำนวนยุงที่จับได้ทั้ง 4 จุด ในภาพรวมก่อน หากทดสอบแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของอันดับ (Mean Rank) ในแต่ละจุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p-value<0.05) จึงจะใช้สถิติ Dunn-Bonferroni test ทดสอบหาความแตกต่างโดยพิจารณาทีละคู่ การทดสอบสถิติทั้งสองแบบใช้โปรแกรม SPSS version 23

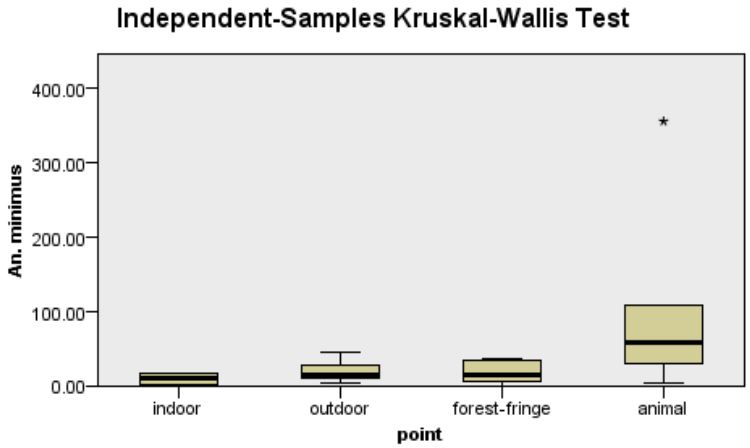
การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. minimus* ทั้ง 4 จุด (point) ได้แก่ ยุงเกาะคนในบ้าน (indoor) เกาะคนใกล้บ้าน (outdoor) เกาะคนไกลบ้าน (forest-fringe) และกัดสัตว์ (animal) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test ได้ค่าเฉลี่ยตามผลลัพธ์ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. minimus* 4 จุดจับยุง (point) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test

point	N	Mean Rank	Chi-square	df	p-value
indoor	6	8.5	6.781	3	0.079
outdoor	6	11.5			
forest-fringe	6	11.33			
animal	6	18.67			
Total	24				

หมายเหตุ Point = จุดจับยุง indoor = ยุงเกาะคนในบ้าน
Outdoor = ยุงเกาะคนใกล้บ้าน (นอกบ้าน)
Forest–fringe = ยุงเกาะคนไกลบ้าน (นอกบ้าน)
Animal = ยุงกัดสัตว์

ผลการวิเคราะห์ (ตารางที่ 8) พบว่า ยุง *An. minimus* แม้จะพบจำนวนเข้าเกาะคนนอกบ้าน (ใกล้บ้านและไกลบ้าน) มากกว่าในบ้าน และยังพบจำนวนยุงชนิดนี้ชอบกินเลือดสัตว์มากกว่าเข้าเกาะคน โดยจำนวนยุงที่จับได้สูงแตกต่างกันมาก แต่จากการทดสอบทางสถิติ ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงแต่ละจุดจับยุงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.079) ดังแสดงในกราฟเปรียบเทียบ mean rank ของแต่ละจุดจับยุง ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. minimus* ในแต่ละจุดจับยุง

การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. maculatus* group ทั้ง 4 จุด (point) ได้แก่ ยุงเกาะคนในบ้าน (indoor) เกาะคนใกล้บ้าน (outdoor) เกาะคนไกลบ้าน (forest-fringe) และกัดสัตว์ (animal) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนยุงแต่ละจุดจับยุงตามผลลัพธ์ ดังตารางที่ 9

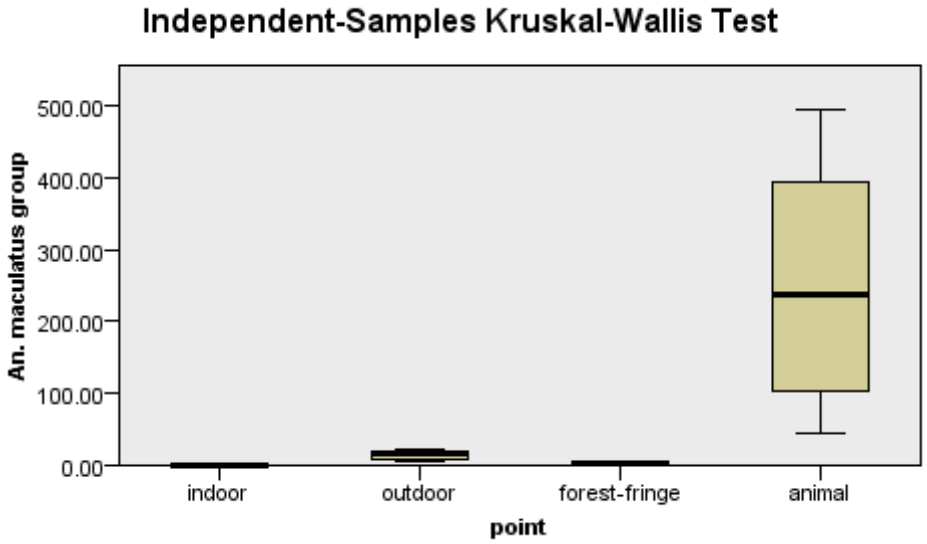
ตารางที่ 9 เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. maculatus* group 4 จุดจับยุง (point) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test

point	N	Mean Rank	Chi-square	df	p-value
indoor	6	3.83	20.918	3	0
outdoor	6	15.25			
forest-fringe	6	9.42			
animal	6	21.5			
Total	24				

หมายเหตุ Point = จุดจับยุง indoor = ยุงเกาะคนในบ้าน
Outdoor = ยุงเกาะคนใกล้บ้าน (นอกบ้าน)
Forest–fringe = ยุงเกาะคนไกลบ้าน (นอกบ้าน)
Animal = ยุงกัดสัตว์

จากตารางที่ 9 พบว่าผลการทดสอบ Kruskal – Wallis test ได้ Chi – Square เท่ากับ 20.918 ที่ df = 3 (p-value< 0.001) ในภาพรวมค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดจับยุงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(p<0.001) อย่างน้อยหนึ่งคู่ ดังนั้นจึงใช้สถิติ Dunn-Bonferroni test ทดสอบหาความแตกต่างโดยพิจารณาทีละคู่ ดังแสดงในกราฟเปรียบเทียบ mean rank ของแต่ละจุดจับยุง ดังภาพที่ 17 และตารางที่ 10



ภาพที่ 17 แสดงผลการเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. maculatus* group ในแต่ละจุดจับยุง

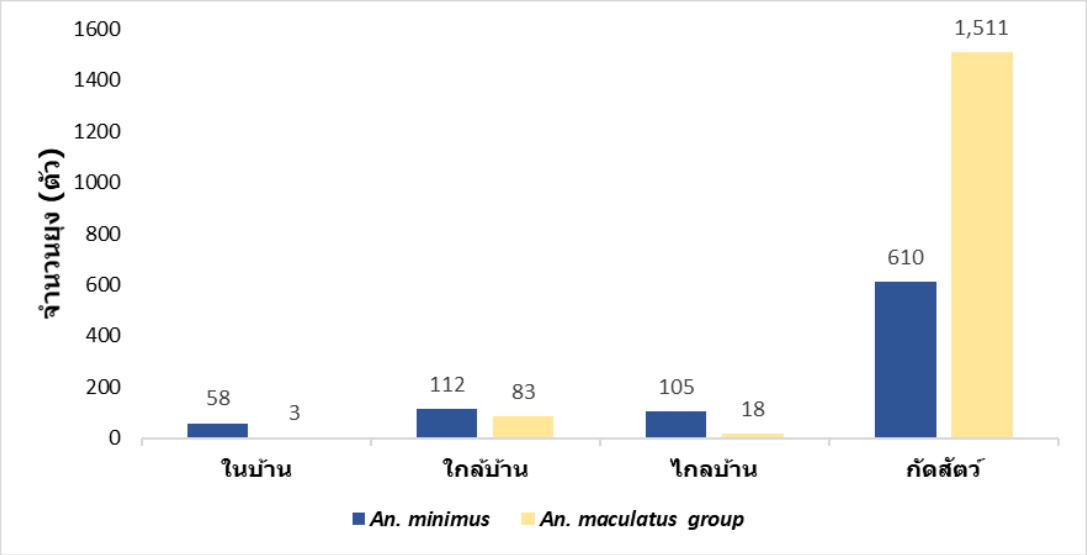
ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างเปรียบเทียบ mean rank ยุง *An. maculatus* group แต่ละจุดจับยุงโดยใช้สถิติ Dunn-Bonferroni test

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
indoor-forest-fringe	-5.583	4.069	-1.372	.170	1.000
indoor-outdoor	-11.417	4.069	-2.806	.005	.030
indoor-animal	-17.667	4.069	-4.342	.000	.000
forest-fringe-outdoor	5.833	4.069	1.434	.152	.910
forest-fringe-animal	-12.083	4.069	-2.969	.003	.018
outdoor-animal	-6.250	4.069	-1.536	.125	.747

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.
Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05.

จากตารางที่ 10 เมื่อพิจารณาค่า Adjusted Significance ของผลการจับยุงจากทั้ง 6 คู่ พบว่า indoor กับ forest-fringe, forest-fringe กับ outdoor และ outdoor กับ animal พบว่ามีค่า p-value มากกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละจุดจับยุงทั้ง 3 คู่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

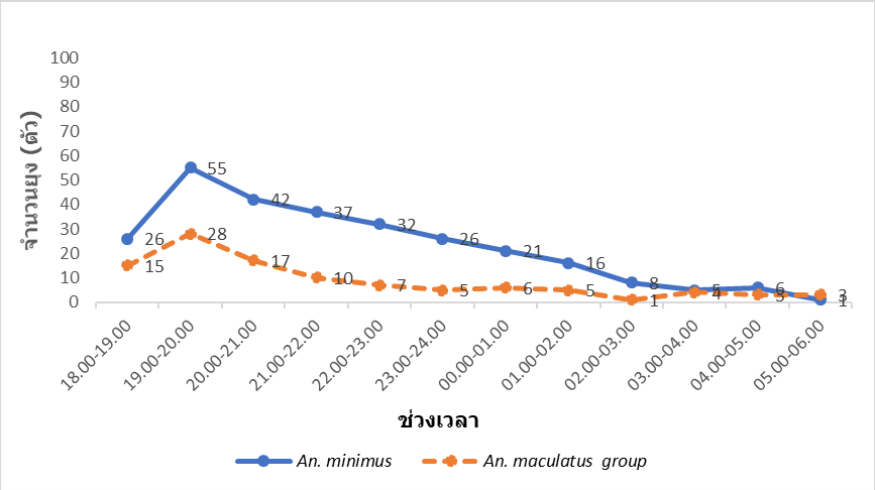
ทางสถิติ (p=1.000, p=0.910 และ p=0.747 ตามลำดับ) แต่เมื่อพิจารณาค่า Adjusted Significance ของคู่ indoor กับ outdoor, indoor กับ animal และ forest-fringe กับ animal พบว่ามีค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละจุดจับยุงทั้ง 3 คู่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.030, p<0.001 และ p=0.018) สรุปได้ว่าจากการทดสอบสถิติแยกจุดจับยุงทีละคู่ พบว่า ยุง *An. maculatus* group เข้าเกาะคนใกล้บ้าน (นอกบ้าน) มากกว่าในบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า 0.05 (p=0.030) และกัดสัตว์มากกว่าเกาะคนในบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า 0.05 (p<0.0001) อีกทั้งพบกัดสัตว์มากกว่าเกาะคนไกลบ้าน (นอกบ้าน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า 0.05 (p=0.018) ยืนยันว่าในพื้นที่ศึกษายุงก้นปล่อง *An. maculatus* group มีพฤติกรรมหากินเลือดนอกบ้าน (exophagic) และเข้ากินเลือดสัตว์ (zoophagic) ดังภาพที่ 18



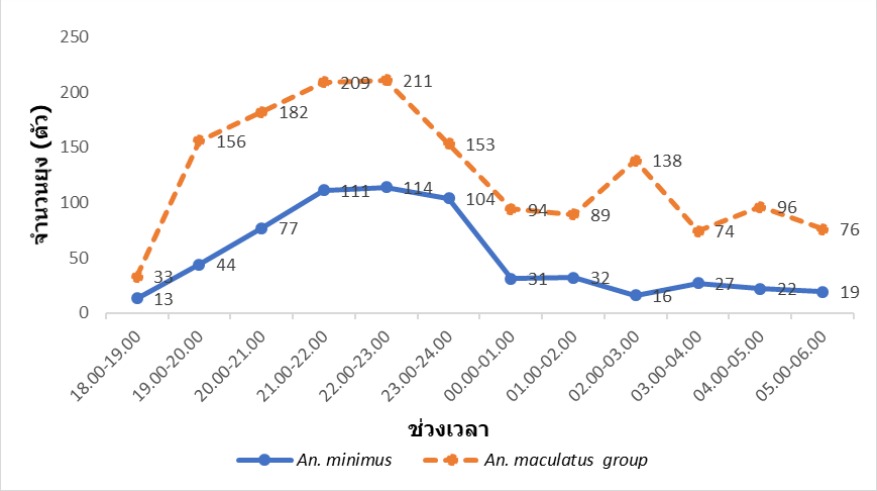
ภาพที่ 18 จำนวนยุงที่จับได้จำแนกตามจุดจับยุงระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558

การศึกษานี้จับยุง *An. dirus* ได้จำนวนน้อย จึงไม่นำมาแยกวิเคราะห์ทางสถิติ แต่ข้อมูลการศึกษาไม่พบว่ายุงชนิดนี้เข้ากัดสัตว์ และยุงชนิดนี้พบเกาะคนไกลบ้านมากที่สุด จำนวน 13 ตัว พบเกาะคนใกล้บ้าน จำนวน 2 ตัว และพบเกาะคนในบ้านจำนวน 8 ตัว แสดงพฤติกรรมชอบกินเลือดคนมากกว่ากินเลือดสัตว์ (anthropophagic) ดังตารางที่ 6 และ 7

จากการศึกษาเวลาที่ยุงหากินเลือดคนพบว่า ทั้งยุง *An. minimus* และ *An. maculatus* group จะหากินเลือดคนและหากินเลือดสัตว์ตลอดคืน แต่ช่วงเวลาหากินเลือดคนหรือเข้าเกาะคนมากที่สุด (peak) อยู่ระหว่าง 19.00-20.00 น. ขณะที่ยุงทั้งสองชนิดนี้เข้ากินเลือดสัตว์มากที่สุดช่วงเวลา 21.00-23.00 น. ดังภาพที่ 19 และ 20



ภาพที่ 19 แสดงเวลาจับยุงเกาะคนได้รายชั่วโมงระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558



ภาพที่ 20 แสดงเวลาจับยุงกัดสัตว์ได้รายชั่วโมงระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558

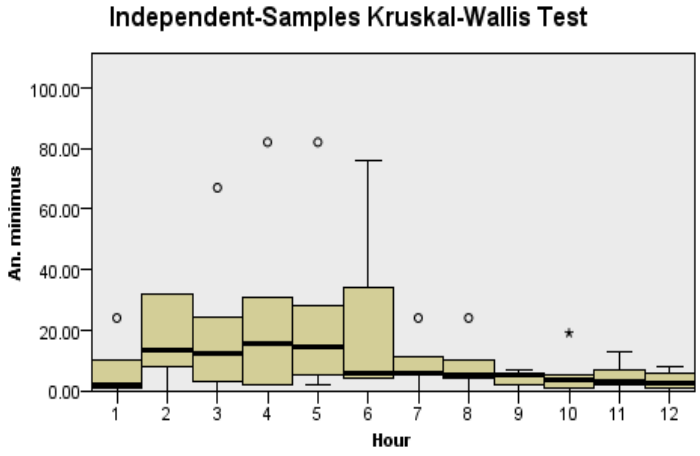
การวิเคราะห์ชีวนิสัยการหากินของยุงก้นปล่องแต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษาใช้สถิติ Kruskal-Wallis test เพื่อหาความแตกต่างของจำนวนยุงที่จับได้ในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างเวลา 18.00 น. – 06.00 น. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (hour) ในภาพรวมก่อนและหากทดสอบแล้วพบว่าค่าเฉลี่ยของอันดับ (Mean Rank) ในแต่ละชั่วโมงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p-value<0.05) จึงจะใช้สถิติ Dunn-Bonferroni test ทดสอบหาความแตกต่างโดยพิจารณาทีละคู่ การทดสอบสถิติทั้งสองแบบใช้โปรแกรม SPSS version 23

ผลการทดสอบ Kruskal – Wallis test ได้ค่าสถิติทดสอบ Chi – Square เท่ากับ 14.464 ที่ df = 11 (p-value>0.05) ช่วงเวลาหากินของยุง *An. minimus* ในแต่ละช่วงเวลามีค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละชั่วโมงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.208) ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบ mean rank ของยุง *An. minimus* ที่จับได้แต่ละชั่วโมง

ตารางที่ 11 การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. minimus* ช่วงเวลา 18.00 น. – 06.00 น. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (hour) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test

Hour	N	Mean Rank	Chi-square	df	p-value
1	6	26.58	14.464	11	0.208
2	6	47.75			
3	6	44.17			
4	6	46.75			
5	6	48.83			
6	6	45			
7	6	38.67			
8	6	35.17			
9	6	27.75			
10	6	26.42			
11	6	27.42			
12	6	23.5			
Total	**72**				

หมายเหตุ Hour= ชั่วโมงที่จับยุง



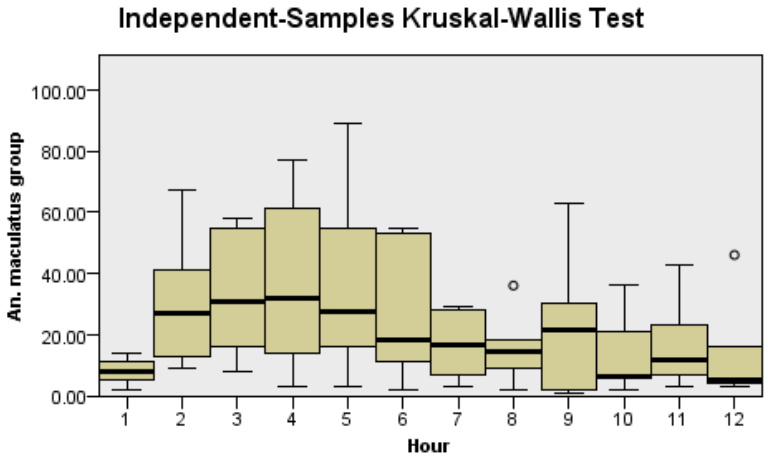
ภาพที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. minimus* ที่จับได้แต่ละชั่วโมง

การทดสอบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. maculatus* group ในการหากินเลือดแต่ละชั่วโมง ช่วงเวลา18.00 น. – 06.00 น. ผลการทดสอบ Kruskal – Wallis test ได้ค่าสถิติทดสอบ Chi – Square

เท่ากับ 15.092 ที่ df = 11 และ Asymptotic Significance (*p*-value) เท่ากับ 0.178 ตามตารางที่ 12 ซึ่งค่า *p*-value มากกว่า 0.05 แสดงว่า เวลาหากินของยุง *An. maculatus* group ในแต่ละช่วงเวลามีค่าเฉลี่ยของจำนวนยุงหากินเลือดแต่ละชั่วโมงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(p*=0.178) ดังแสดงในกราฟเปรียบเทียบ mean rank ของแต่ละชั่วโมงจับยุงดังภาพที่ 22

ตารางที่ 12 การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนยุง *An. maculatus* group ช่วงเวลา18.00 น. – 06.00 น. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (hour) โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis test

Hour	N	Mean Rank	Chi-square	df	p-value
1	6	20.5	15.092	11	0.178
2	6	47.17			
3	6	50.33			
4	6	47.92			
5	6	46.92			
6	6	40.33			
7	6	33.67			
8	6	32.67			
9	6	35.5			
10	6	26.08			
11	6	31.92			
12	6	25			
Total	**72**				



ภาพที่ 22 กราฟเปรียบเทียบ mean rank จำนวนยุง *An. maculatus* group ที่จับได้แต่ละชั่วโมง

4.2 ผลการศึกษาแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

จากการสำรวจลูกน้ำยุงก้นปล่องตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ในรัศมี 1 กิโลเมตรรอบหมู่บ้าน มีแหล่งน้ำที่พบได้แก่ ลำห้วย แอ่งน้ำขัง รอยล้อรถอีแต๋น รอยเท้าสัตว์ โอ่งน้ำขังนอกบ้านนั้น พบลูกน้ำยุงก้นปล่องเฉพาะในลำห้วยที่ไหลผ่านรอบ ๆ หมู่บ้าน โดยพบลูกน้ำยุงตลอดการศึกษาจำนวน 254 ตัว เป็นลูกน้ำยุง *An. minimus* ซึ่งเป็นยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย จำนวน 246 ตัวหรือร้อยละ 96.9 ของจำนวนลูกน้ำที่พบทั้งหมด ลูกน้ำยุง *An. barbirostris* และ *An. hyrcanus* group จำนวน 7 และ 1 ตัวตามลำดับ ดังตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าลำห้วยรอบหมู่บ้านเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง *An. minimus* โดยตักได้จำนวนมากในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งสภาพแวดล้อมเหมาะแก่การเพาะพันธุ์เนื่องจากน้ำใสสะอาด ไหลช้า ขอบลำห้วยมีหญ้าขึ้นปกคลุม ดังภาพที่ 23a ต่อมาลูกน้ำยุงเหล่านี้จึงเจริญเป็นตัวเต็มวัยทำให้พบยุงตัวเต็มวัยชนิดนี้ในการสำรวจครั้งต่อไป ขณะที่แหล่งน้ำอื่น ๆ ไม่พบลูกน้ำยุงก้นปล่องเลย ช่วงเดือนเมษายน 2558 ลักษณะของแหล่งน้ำไม่เหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ของลูกน้ำโดยมีน้ำไหลบ้างแต่ขังเป็นช่วง ๆ ผิวน้ำมีฝ้าปกคลุมทำให้เป็นอุปสรรคต่อการลอยตัวและหายใจของลูกน้ำ แหล่งเพาะพันธุ์ที่มีความเหมาะสมลดน้อยลงดังภาพที่ 23b ตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไปมีฝนตกต่อเนื่องกระแสน้ำในลำห้วยลำธารไหลแรงไม่เหมาะสมเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่อง ดังภาพที่ 23c สำหรับยุง *An. minimus* จะพบลูกน้ำชุกชมสูงก่อนที่จะพบตัวเต็มวัยชุกชุม

ตารางที่ 13 แสดงชนิดลูกน้ำยุงก้นปล่องที่จับได้จากการสำรวจแหล่งน้ำต่างๆ

ชนิดลูกน้ำยุง	จำนวนลูกน้ำยุงก้นปล่องที่พบแต่ละครั้งที่สำรวจ (ตัว)						รวม (ตัว)
	ธ.ค. 57	ก.พ. 58	เม.ย. 58	มิ.ย. 58	ส.ค. 58	ต.ค. 58	
An. minimus	6	220	20	0	0	0	246
An. barbirostris	0	7	0	0	0	0	7
An. hyrcanus group	0	1	0	0	0	0	1
รวม	**6**	**228**	**20**	**0**	**0**	**0**	**254**

(a) สภาพแหล่งน้ำทำการสำรวจยุงก้นปล่องฯ เดือนธันวาคม 2557 ถึง กุมภาพันธ์ 2558

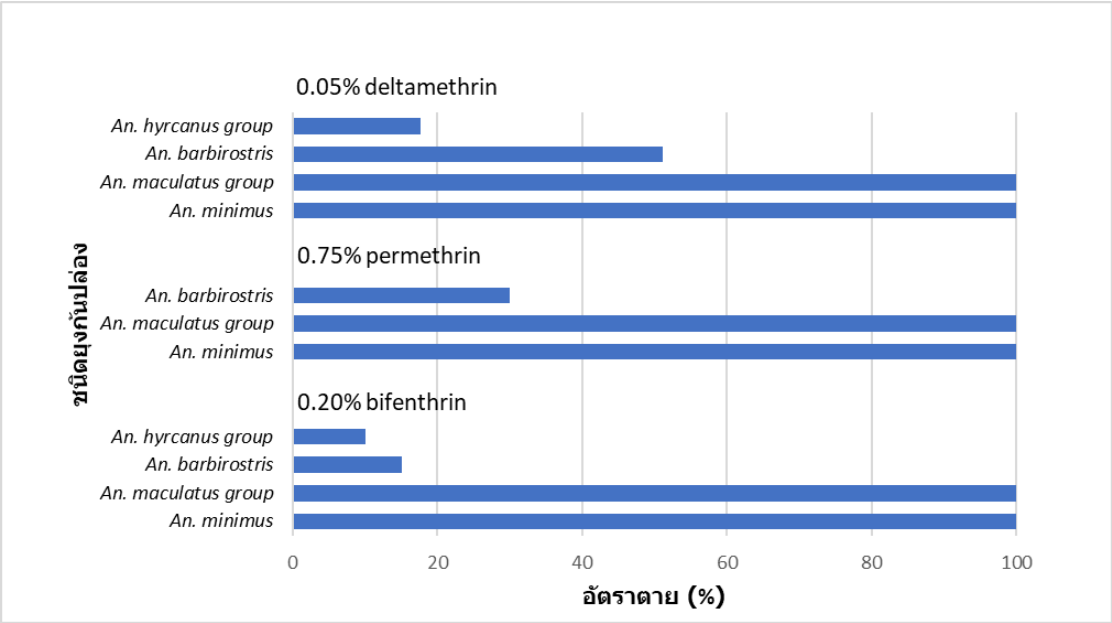
(b) สภาพแหล่งน้ำที่ทำการสำรวจยุงก้นปล่องฯ เดือนเมษายน 2558

(c) ลักษณะแหล่งน้ำที่ทำการสำรวจยุงก้นปล่องฯ เดือนมิถุนายนจนถึงเดือนตุลาคม 2558

ภาพที่ 23 ลักษณะแหล่งน้ำที่ทำการสำรวจลูกน้ำยุงก้นปล่องแต่ละช่วงเวลา
(a) เดือนธันวาคม 2557 ถึง กุมภาพันธ์ 2558 (b) เดือนเมษายน 2558
(c) เดือนมิถุนายนจนถึงเดือนตุลาคม 2558

4.3 ผลการศึกษาความไวของยุงต่อสารเคมี

จากการศึกษาพบว่ายุงพาหะ *An. minimus* และ *An. maculatus* group มีความไวต่อสารเคมี deltamethrin, permethrin และ bifenthrin ในระดับสูง การทดสอบความไวต่อสารเคมีในยุง *An. dirus* ไม่สามารถทำได้เนื่องจากจำนวนยุงที่จับได้ไม่เพียงพอ นอกจากนั้นยังพบว่ายุง *An. barbirostris* ต้านทานต่อ deltamethrin, permethrin, และ bifenthrin โดยพบอัตราตายที่ต่ำมากอีกทั้งยุง *An. hyrcanus group* ต้านทานต่อ deltamethrin และ bifenthrin โดยพบอัตราตายที่ต่ำมากเช่นกัน ผลการทดสอบดังภาพที่ 24 และ ตารางที่ 14



ภาพที่ 24 ผลการทดสอบความไวของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีไพรีทรอยด์ที่ใช้ชุบมุ้ง

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความไวของยุงก้นปล่องต่อสารเคมีไพรีทรอยด์ที่ใช้ชุบมุ้ง

ชนิดยุง	สารกำจัดแมลง	จำนวนทดสอบ (ตัว)	อัตราการตาย (%)
An. minimus	0.05% deltamethrin	100	100.00
	0.75% permethhrin	100	100.00
	0.20% bifenthrin	100	100.00
An. maculatus	0.05% deltamethrin	100	100.00
	0.75% permethhrin	100	100.00
	0.20% bifenthrin	198	100.00
An. barbitastris	0.05% deltamethrin	129	51.16
	0.75% permethhrin	100	30.00
	0.20% bifenthrin	100	15.00
An. hyrcanus group	0.05% deltamethrin	175	17.71
	0.20% bifenthrin	100	10.00

4.4 ผลการติดตามฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน

ได้เก็บตัวอย่างมุ้งจากพื้นที่ศึกษา บันทึกวันเดือนปีที่ผลิต นำมาศึกษาความคงทนของมุ้งและฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานชนิดที่เคลือบด้วย deltamethrin (deltamethrin coated onto polyester) มีสารออกฤทธิ์ 55 มิลลิกรัมต่อพื้นที่มุ้งหนึ่งตารางเมตร (55 mg. a.i./m^2) และชนิดที่ใส่ permethrin ผสมเข้าไปในเส้นใย (permethrin incorporated into polyethylene) มีสารออกฤทธิ์ permethrin ที่ผสมเข้าไป 2% น้ำหนักสารออกฤทธิ์ต่อน้ำหนักมุ้ง (permethrin 2.0% a.i w/w) โดยเก็บจากบ้านผู้ป่วยหรือบ้านข้างเคียงหลายบ้านซึ่งอายุการใช้งานมุ้งแตกต่างกันนับตั้งแต่วันผลิต จำนวน 30 หลัง จากการศึกษาพบว่ามุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานชนิดที่เคลือบด้วย deltamethrin หลังที่เก็บมาศึกษาสามารถมีอายุการใช้งานได้และสารเคมีมีฤทธิ์ได้ยาวนานมากกว่า 5 ปี และพบว่ามุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานชนิดที่ใส่ permethrin ผสมเข้าไปในเส้นใยหลังที่เก็บมาศึกษาสามารถมีฤทธิ์อยู่ได้นานมากกว่า 4 ปี จากการสังเกตพบว่ามุ้งที่เก็บมาทดสอบไม่ได้ซักหรือมีการซักน้อยครั้ง และห้อยไว้ในบ้านไม่นำออกตากแดด จึงสามารถมีฤทธิ์อยู่ได้นานกว่าที่บริษัทฯ ผู้ผลิตกำหนด นอกจากนั้นอายุของมุ้งที่ใช้ทดสอบที่มีอายุเพียง 1 ปี 5 เดือนเป็นมุ้งใหม่ที่ประชาชนในหมู่บ้านได้รับจากโครงการกองทุนโลกเช่นกัน

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบฤทธิ์คงทนมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานรายครั้งแต่ละหลัง เมื่อทดสอบด้วยยุง *An. minimus* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ จากห้องเลี้ยงแมลง สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง

ชนิดมุ้ง LLIN	มุ้ง No.	วันผลิต	เดือนที่ทดสอบ						อัตราตายต่ำสุด (%)	อัตราตายสูงสุด (%)
			ธ.ค. 57	ก.พ. 58	เม.ย. 58	มิ.ย. 58	ส.ค. 58	ต.ค. 58		
เส้นใยโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วย delta-methrin	1	พ.ค. 2557	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	พ.ค. 2557	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	3	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	4	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	5	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	93.33	93.33	100.00
	6	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	7	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	95.92	100.00	100.00	100.00
	8	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	9	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	10	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	11	ส.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	12	พ.ย. 2552	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	13	พ.ย. 2552	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	14	พ.ย. 2552	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	97.78	97.78	100.00
	15	ส.ค. 2552	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	16	ส.ค. 2550	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	95.92	95.92	100.00
เส้นใยโพลีเอทิลินผสมเข้ากับ per-methrin	17	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	18	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	19	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	20	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	97.78	100.00	97.78	100.00
	21	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	97.96	100.00	97.96	100.00
	22	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	23	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	24	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	25	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	26	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	28	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	28	พ.ค. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	29	ก.พ. 2556	100.00	100.00	100.00	100.00	96.00	100.00	96.00	100.00
	30	ต.ค. 2554	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 16 สรุปผลการทดสอบฤทธิ์คงทนมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานเมื่อทดสอบด้วยยุง *An. minimus* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ จากห้องเลี้ยงแมลง สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง ทำการทดสอบทุก 2 เดือนระหว่างเดือนธันวาคม 2557 - ตุลาคม 2558

ชนิดมุ้ง LLIN	เดือนผลิต	อายุมุ้งนับจากวันผลิต	จำนวนมุ้งทดสอบ (หลัง)	อัตราตายต่ำสุด (%)	อัตราตายสูงสุด (%)
เส้นใยโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วย deltamethrin	พ.ค. 2557	1 ปี 5 เดือน	2	100.00	100.00
เส้นใยโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วย deltamethrin	ส.ค. 2556	2 ปี 2 เดือน	9	93.33	100.00
เส้นใยโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วย deltamethrin	ส.ค. 2552	5 ปี 8 เดือน	1	100.00	100.00
เส้นใยโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วย deltamethrin	พ.ย. 2552	5 ปี 11 เดือน	3	97.78	100.00
เส้นใยโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วย deltamethrin	ส.ค. 2550	7 ปี 8 เดือน	1	95.92	100.00
เส้นใยโพลีเอทิลินผสมเข้ากับ permethrin	พ.ค. 2556	2 ปี 5 เดือน	12	97.78	100.00
เส้นใยโพลีเอทิลินผสมเข้ากับ permethrin	ก.พ. 2556	2 ปี 8 เดือน	1	96.00	100.00
เส้นใยโพลีเอทิลินผสมเข้ากับ permethrin	ต.ค. 2554	4 ปี	1	100.00	100.00

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาพฤติกรรมการหากินของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย และการกำจัดโรคไข้มาลาเรียที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ครั้งนี้ดำเนินการเป็นเวลา 11 เดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2558 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบชีวนิสัย (bionomics) ของยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรีย ประกอบด้วย ชนิดและการกระจายตัวของยุงก้นปล่อง (species distribution and species composition) ฤดูกาลการปรากฏตัว (seasonal prevalence) พฤติกรรมการออกหากิน เช่น ช่วงเวลาการออกหากิน (biting pattern) นิสัยการชอบกัดกินเลือดเหยื่อ (host preference; zoophagic/ anthropophagic) พฤติกรรมการชอบหากินในบ้านหรือนอกบ้าน (endophagic /exophagic) แหล่งเพาะพันธุ์ (breeding sites) นอกจากนี้ยังทำการศึกษาติดตามมาตรการควบคุมยุงพาหะเพื่อทราบความไวของยุงต่อสารเคมีชุบมุ้งและเพื่อทราบประสิทธิภาพ (ฤทธิ์คงทน) ของสารเคมีชุบมุ้งออกฤทธิ์ยาวนาน (Long Lasting Insecticidal Net LLIN) บนสมมติฐานที่ว่า ยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรียชอบกัดคนมากกว่ากัดสัตว์และจะชอบเข้ากัดคนในบ้านมากกว่าเข้ากัดคนนอกบ้าน ทั้งนี้ชีวนิสัยยุงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเป็นพลวัติ (dynamic) ขึ้นอยู่กับสถานที่ (space) เวลา (time) และสิ่งแวดล้อม (environmental) ที่เปลี่ยนแปลงไป องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้จัดให้ประเทศไทย อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีความเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง ของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกิดจากยุง และหนู เป็นพาหะ[60] ตามปกติยุงเจริญเติบโตจากไข่ไปเป็นตัวเต็มวัย มักใช้เวลาตั้งแต่ 7-14 วัน ที่อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส และที่ 28 องศาเซลเซียส ยุงมีวงจรชีวิต 10-12 วัน และวงจรชีวิตอาจนานถึง 20 วันเมื่อ อุณหภูมิลดต่ำลงถึง 20 องศาเซลเซียส ภายหลังกินเลือดไข่ในท้องยุงจะใช้เวลาเจริญเติบโต 4-5 วันที่ 28 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิ30 องศาเซลเซียส ยุงจะใช้เวลาเพียง 7 วันเท่านั้น และ การเจริญเติบโตของไข่ในท้องยุงภายหลังกินเลือดจะลดลงเหลือเพียง 2-3 วัน ดังนั้นเมื่อโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นยุงกินเลือด วางไข่ และกัดถี่ขึ้น[60] จะเห็นว่าการศึกษาชีวนิสัยของยุงพาหะเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มยุงพาหะนำโรค ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลนำเข้าในการตัดสินใจด้านโยบาย (policy making) ในการเลือกใช้สารเคมีสำหรับพ่นแบบมีฤทธิ์ตกค้าง หรือการเลือกชนิดของมุ้งชุบสารเคมีแบบออกฤทธิ์ยาวนาน ให้ตรงกับยุงพาหะเป้าหมายที่ต้องการจะควบคุม ในพื้นที่ที่ยังมีปัญหาการแพร่ระบาดของโรคไข้มาลาเรีย มุ่งสู่เป้าหมายโครงการกำจัดโรคไข้มาลาเรียของประเทศไทยต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ผลการจับยุงก้นปล่องระยะตัวเต็มวัย พบยุงก้นปล่องทั้งหมดจำนวน 13 ชนิด เช่นเดียว กับการศึกษาของ[61] Tananchai และคณะ (2019) จากการศึกษาที่อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก อย่างไรก็ตามแม้จะเป็นพื้นที่จังหวัดตากเช่นเดียวกันแต่พบว่าการกระจายตัวและชนิดของยุงก้นปล่อง (species distribution and species composition) แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ศึกษา เช่น พบยุงก้นปล่องฯจำนวน 19 ชนิดและ 26 ชนิดที่อำเภอแม่สอด [33] และ อำเภอท่าสองยาง [62] จังหวัดตาก ตามลำดับ ตลอดการศึกษาครั้งนี้ยุงฯที่จับได้สูงสุดคือยุง *An. maculatus, An. barbirostris* และ *An.minimus* ตามลำดับ ในจำนวนยุงก้นปล่อง 13 ชนิดที่จับได้ที่อำเภอแม่ระมาดครั้งนี้นั้น มียุงพาหะหลักนำโรคไข้มาลาเรียสามชนิด ได้แก่ *An. minimus*, *An. dirus* และ *An. maculatus* group โดยสามารถ

จับยุงพาหะทั้งสามชนิดได้ทุกเดือนตลอดช่วงการศึกษา ยกเว้นเดือนเมษายนไม่พบยุงก้นปล่อง *An. dirus* ซึ่งผลการศึกษาใกล้เคียงกับการศึกษาของ Tainchum และคณะ (2014) [38] ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2554 ถึงมกราคม 2555 ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากและที่อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอนซึ่งตั้งอยู่บริเวณชายแดนติดกับประเทศเมียนมาร์เช่นเดียวกันทั้งสองจังหวัด โดยจับยุง *An. dirus* ได้เพียงร้อยละ 0.5 และ 0.4 ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และที่อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอนตามลำดับ โดยที่ตลอดการศึกษาไม่สามารถจับยุงชนิดนี้ได้ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายนเช่นเดียวกัน[38] ซึ่งพบว่ายุง *An. dirus* มีแหล่งนิเวศวิทยาที่เฉพาะเจาะจงมักจะพบชุกชุมในพื้นป่าดิบชื้น มีความชื้นสัมพัทธ์สูง มีแหล่งเพาะพันธุ์หลากหลาย เช่น ลำธารน้ำไหลที่มีร่มเงา หรือในพื้นที่ที่เป็นป่าเขา ป่าบุกเบิก สวนผลไม้ชายเขา สวนยางพารา เป็นต้น[34,63,64] ซึ่งปัจจุบันความอุดมสมบูรณ์ของป่าเขาบริเวณชายแดนประเทศไทยติดกับประเทศเมียนมาร์ลดลง โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ายุงก้นปล่อง *An dirus* ที่จังหวัดตากในหลายพื้นที่มีความชุกชุมต่ำ เช่น การศึกษาของ Sriwichai และคณะ [62] ทำการศึกษาระหว่างเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2556 ในพื้นที่ 7 หมู่บ้าน ที่อำเภอ ท่าสองยาง จังหวัดตาก พบยุงก้นปล่อง *An. dirus* ตลอดการศึกษาเพียงร้อยละ 0.57 เมื่อเปรียบเทียบกับยุงพาหะชนิดอื่นๆเช่น ยุง *An. minimus* sensu latu และ *An maculatus* s.l. ที่พบสูงถึงร้อยละ 40.32 และ 21.43 ตามลำดับ การศึกษาของ Tananchai และคณะ [61] ในการศึกษาความหลากหลายของชนิดยุงก้นปล่องและรูปแบบการออกหากิน (Diversity and biting patterns of Anopheles species) ที่อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559 จับยุงชนิดนี้ได้เพียงร้อยละ 0.16 (27 ตัว) จากยุงก้นปล่องเพศเมียทั้งหมดที่จับได้จำนวน 16,468 ตัว หรือการศึกษาของ Trisgratog 2012 [33] ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนกันยายน 2553 พบว่ายุง *An. minimus* เป็นยุงพาหะที่จับได้รวมร้อยละ 50.36 ยุง *An. maculatus* group และ *An. dirus* จับได้ร้อยละ 19.68 และ 0.33 ตามลำดับ ยุงก้นปล่องชนิดอื่นๆที่เหลือร้อยละ 29.63 ไม่ได้เป็นยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรีย

จะเห็นว่าป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญและมีคุณประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การทำลายป่าในมุมมองของนิเวศวิทยา นอกจากจะเป็นการสนับสนุนภาวะโลกร้อนโดยทำให้เกิดการสะสมก๊าซกักเก็บความร้อนทำให้มีผลต่ออุณหภูมิและความชื้น นอกจากนี้การทำลายป่าเป็นสิ่งที่คุกคามความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ด้วยการเปลี่ยนสภาพและทำลายถิ่นที่อยู่เล็กๆ (micro habitat) และยังก่อให้เกิดความแปรปรวนของอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการผกผันของฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ทำให้สิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัว ให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศ ในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ แหล่งอาหาร แหล่งน้ำ และแหล่งหลบภัย ถูกทำลายหรือเปลี่ยนสภาพ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาด พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ธรรมชาติที่อดีตเคยเป็นพื้นที่ใหญ่ต่อเนื่องเป็นผืนเดียวกัน มาเป็นป่าที่มีพื้นที่แตกกระจาย (fragmentation) เกิดเป็นหย่อมป่า (patches) ที่มีขนาดใหญ่บ้างเล็กบ้าง กระจายตัวอยู่ท่ามกลางสภาพพื้นที่โดยรอบที่มีการพัฒนาจากกิจกรรมของมนุษย์และทำให้ความหลากหลายของยุงก้นปล่องตลอดจนความชุกชุมของยุงพาหะนำเชื้อโรคไข้มาลาเรียเปลี่ยนแปลงไป[60] เช่น การศึกษาของวรรณภา และคณะ[65] พบว่าพื้นที่ที่เคยเป็นพื้นที่แพร่เชื้อมาลาเรีย (malaria transmission area) เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ไม่แพร่เชื้อมาลาเรีย (non-transmission area) โดยความชุกชุมของยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรียและจำนวนชนิดของยุงก้นปล่องฯในพื้นที่ลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ (changes in Land use) การเพิ่มขึ้นของความหลากหลายของพื้นที่ (landscape diversity) และการที่พื้นที่ป่าจากที่เคยเป็นผืนใหญ่ๆกลายเป็นป่าที่แตกกระจาย (forest fragmentation) เป็นต้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Overgaard และคณะ[66] ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจาก 6 พื้นที่ (landscape)

ของจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง และแม่ฮ่องสอน จังหวัดละ 2 พื้นที่ โดย 3 ใน 6 พื้นที่เป็นพื้นที่ทำการเกษตร ที่เหลืออีก 3 พื้นที่เป็นที่ที่ยังเป็นป่าเขา ผลการวิเคราะห์พบว่าในพื้นที่เปลี่ยนจากป่ามาทำการเกษตร มีการเปลี่ยนแปลง landscape diversity สูงกว่าพื้นที่ป่าเขา โดยมี patch (หย่อมป่า) มากกว่า แต่ละ patch มีขนาดเล็กบ้าง ใหญ่บ้างแต่ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก และมีรูปร่างหลากหลายแบบ การพบยุงก้นปล่อง *An. minimus* พาหะนำเชื้อมาลาเรียที่เคยมีในอดีตเหลือปริมาณน้อยกว่าพื้นที่ป่าเขาและบางพื้นที่ยุงก้นปล่องชนิดนี้หายไปเลย ทั้งยุงระยะตัวเต็มวัยและระยะลูกน้ำ[66] เมื่อทำวิเคราะห์ข้อมูลยุงพาหะแยกรายชนิด (species) ตามวัตถุประสงค์การศึกษาพบว่า

1. ยุงก้นปล่อง *An. minimus* ชีวนิสัยการชอบกัดกินเหยื่อ (host preference) ของยุงชนิดนี้ชอบกัดวัว (zoophagic) มากกว่ากัดคน (anthropophagic) โดยพบว่าชอบกัดวัวสูงถึงร้อยละ 68.93 สำหรับพฤติกรรมการชอบหากินพบว่าชอบหากินนอกบ้าน (outdoor/ exophagic) มากกว่าในบ้าน (indoor/ endophagic) ซึ่งพบว่ามีเพียงร้อยละ 6.56 ที่หากินในบ้าน แต่พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.079) พฤติกรรมทั้งสองอย่างของยุง *An. minimus* ที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก นี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Krajana Tainchum และคณะในปี พ.ศ. 2557[38] ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากและอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และการศึกษาของ Tananchai และคณะ[61] แต่ผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ Rungarun Tisgratog และคณะ (2014)[33] ซึ่งทำการศึกษาที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในปี พ.ศ. 2551-2553 พบว่ายุง *An. minimus* ชอบเข้าหาคน (anthropophagic) มากกว่าชอบเข้ากัดวัว[33] แต่มีผลสอดคล้องกันในประเด็นที่ยุง *An. minimus* ที่อำเภอแม่ระมาด ในปี 2558-2559 และแม่สอด ปี 2551-2553 มีพฤติกรรมชอบเข้าหาเหยื่อนอกบ้าน (exophagic) สูงกว่าในบ้าน[33] เช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมายุงก้นปล่อง *An. minimus* มีการเปลี่ยนพฤติกรรมจากชอบเข้ากัดคนมาเป็นชอบเข้ากัดสัตว์มากขึ้น [33,38,,61]

สำหรับช่วงเวลาการออกหากินของยุงก้นปล่อง *An. minimus* ที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตากจากการศึกษานี้พบว่ายุงก้นปล่อง *An. minimus* ที่เข้ากัดคนและเข้ากัดสัตว์จะออกหากินตลอดทั้งคืน โดยมีการออกหากินในช่วงครึ่งคืนแรกสูงกว่าครึ่งคืนหลัง โดยยุง *An. minimus* ที่เข้ากัดคนมี peak สูงสุดเวลา 19.00-20.00 น ในขณะที่ยุง *An. minimus* ที่เข้ากัดสัตว์มี peak อยู่ระหว่างเวลา 21.00-23.00 น อย่างไรก็ตามพบว่าจำนวนยุง *An. minimus* ในแต่ละช่วงเวลาการออกหากินไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) จากการศึกษาที่ผ่านมา Tisgratog และคณะ [33] ทำการศึกษาที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากในปี 2551-2553 พบว่าในปี พ.ศ. 2551 ยุงก้นปล่อง*An. minimus* ออกหากินตลอดทั้งคืนโดยมี peak สูง 2 ช่วงเวลาระหว่าง 21.00-22.00 น. และ 01.00-02.00 น. แต่ในปี พ.ศ. 2552 ยุงชนิดนี้ออกหากินสูง สองช่วงเวลาเช่นเดียวกันแต่ขยับออกไปเป็น 23.00-24.00 น. และ 01.00-02.00 น. โดยจะมีปริมาณยุงในช่วงครึ่งคืนหลังสูงกว่าในช่วงครึ่งคืนแรกของทั้งสองปี ในขณะที่การศึกษาของ Tainchum และคณะ (2014) [38] ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากระหว่าง ปี พ.ศ. 2554-2555 พบว่ายุงก้นปล่องชนิดนี้ออกหากินตลอดทั้งคืนเช่นเดิม ทั้งยุงที่เข้ากัดคนในบ้านและนอกบ้าน โดยมี peak อยู่ระหว่าง 21.00-23.00 น จะเห็นว่ายุงก้นปล่อง *An. minimus* ใน พื้นที่ อำเภอแม่สอดและอำเภอแม่ระมาด ระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2551-2559 ยุงพาหะ *An. minimus* มีช่วงเวลาการออกหากินสูง (peak) ช่วงเวลาใกล้เคียงกัน (21.00-23.00 น.) ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงว่านิสัยการหากินของยุงพาหะ *An. minimus* ชอบหากินนอกบ้าน (exophagic) และชอบกินเลือดสัตว์ (zoophagic) มากกว่าเข้าหาคน (anthropophagic) โอกาสที่จะเข้าไปในบ้านและสัมผัสมุ้งชุบสารเคมีและสารเคมีตามฝาผนังอาจจะต่ำและการแพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียอาจจะยังมีโอกาสเกิดขึ้นได้ ตามหลักระบาดวิทยาโรคหรือปัญหาทางด้านสุขภาพไม่ได้เกิดด้วยความบังเอิญ

แต่เกิดจากการเสียสมดุลของเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Determinants) แบ่งปัจจัยออกเป็น 3 กลุ่มคือปัจจัยเกี่ยวข้องกับคน (Host) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวก่อโรค (Agent) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม (Environment และพาหะ) การป้องกันตนเองสำหรับผู้ประกอบอาชีพนอกบ้าน อาจต้องใช้วิธีอื่นที่เหมาสมมากกว่า เช่น การใช้วัสดุชุบสารเคมีเช่นเสื้อผ้า (Insecticide treated clothing (ITCs) การใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมี ที่พบว่าสามารถลดการเข้ากัด (bite protection) ของยุงก้นปล่อง *An. minimus* ได้สูงถึงร้อยละ 74.42 เมื่อเทียบกับคนที่ไม่ใช้เสื้อคลุมตาข่าย [67]

ส่วนฤดูกาลการปรากฏตัวของยุงก้นปล่อง *An. minimus* จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีความชุกชุมสูงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดตาก ฤดูกาลการปรากฏตัวของยุงชนิดนี้จะไม่เหมือนกันแต่จะมีช่วงเดือนที่ทับซ้อนกันอยู่บ้าง เช่น การศึกษาที่ผ่านมาของ Sriwichai และคณะ [62] ที่อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก ระหว่างช่วงปี 2554-2556 จะมีฤดูการปรากฏตัวสูงสองช่วงคือ ช่วงแรก เดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนและช่วงที่สองในเดือนมีนาคม ส่วนการศึกษาของ Tisgratog และคณะ[33] ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากพบว่าการปรากฏตัวจะสูงในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤศจิกายนของการศึกษาปี พ.ศ. 2551 และในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่นปริมาณน้ำฝน ที่มีผลต่อปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำและมีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของยุงก้นปล่องระยะลูกน้ำ[68] หรือการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ดิน[65,69] ผืนป่าที่เปลี่ยนแปลงกลายเป็นหย่อมป่า (patch) ซึ่งจะลดพื้นที่ป่าที่เคยมีความชุ่มชื้น ลดปริมาณพืช และต้นไม้ใหญ่ที่คลุมดิน ลดปริมาณความร่มครึ้ม (shade) [68]

2. ยุงก้นปล่อง *An. maculatus* group ระหว่างช่วงสามสิบกว่าปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการศึกษายืนยันพบว่ายุงก้นปล่องที่เป็นยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียมีอย่างน้อย 6 ชนิดที่เป็นยุงก้นปล่องชนิดซับซ้อน (species complexes) ได้แก่ *An. dirus*, *An. minimus*, *An. maculatus*, *An. sundaicus*, *An. barbirostris* และ *An. leucosphyrus* ซึ่งยุงชนิดซับซ้อนส่วนใหญ่การใช้รูปพรรณสัณฐานเพียงอย่างเดียวอาจจะยากในการวินิจฉัย การศึกษานี้การวินิจฉัยยุงก้นปล่องในสนาม *An. maculatus* group โดยใช้รูปพรรณสัณฐานตามคู่มือการวินิจฉัยของ Rattanarithikul และคณะ 2006[22] ในการปฏิบัติยังมีความยากลำบากที่จะทำการวินิจฉัยแยกถึงชนิดที่แท้จริง (species) ผู้ศึกษาจึงได้ทำการวินิจฉัยเพียงชนิดกลุ่มเท่านั้น เนื่องจากยุงกลุ่มนี้ มีด้วยกันทั้งหมด 8 sibling species members ประกอบด้วย *An. sawadwongporni* (species A), *An. maculatus* (species B plus metaphase karyotype Form E), *An. dravidicus* (species C), *An. notanandai* (species G), *An. willmori* (species H), *An. pseudowillmori* (species I), *An. greeni* (species D) and *An. dispar* (species J), *An. rampa* [70] ซึ่งจำเป็นต้องใช้วิธีชีวโมเลกุลช่วยในการวินิจฉัยแยกชนิด การศึกษาครั้งนี้จับยุงก้นปล่อง *An. maculatus* ได้จำนวนสูงสุดจากยุงก้นปล่องทั้งหมด 13 ชนิด โดยพบว่าฤดูการปรากฏตัวของยุงก้นปล่อง *An. maculatus* group ที่อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก มีความชุกชุมสูงระหว่างช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคม โดยพบสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน สอดคล้องกับการศึกษาของ Sriwichai และคณะ [62] ที่อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก พบว่ายุงชนิดนี้จะปรากฏตัวสูงในช่วงฤดูฝนเดือนมิถุนายน และมีอีกช่วงหนึ่งแต่พบความชุกชุมน้อยกว่าช่วงแรกคือในเดือนตุลาคม ส่วนการศึกษาของ Tainchum และคณะ[38] พบยุงก้นปล่องชนิดนี้ตลอดปีแต่จะปรากฏตัวสูงในช่วงฤดูฝนเช่นเดียวกันระหว่างพฤษภาคมถึงตุลาคม จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ายุง *An. maculatus* group มีพฤติกรรมชอบกัดสัตว์ (zoophagic) มากกว่าเกาะคน (ในบ้านและใกล้บ้าน:ไกลบ้าน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับต่ำกว่า 0.05 ($p<0.0001$ และ $p=0.018$ ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาที่บ้านพุเตย อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี[41] และ

เช่น เดียวกับการศึกษาของ Tananchai และคณะ[61] ที่พบว่าจากจำนวนยุงก้นปล่องฯ ทุกชนิดที่จับได้ที่อำเภออุ้มผาง จังหวัดตากนั้น เมื่อเปรียบเทียบในบรรดายุงก้นปล่องที่เข้ากัดคนทั้งหมดพบว่ายุงก้นปล่อง *An. minimus* มีสัดส่วนในการเข้ากัดคนสูงสูงสุดคือ (2,447/2,723 ตัว) หรือร้อยละ 89.86 แต่ยุงก้นปล่อง *An .maculatus* เข้ากัดคนเพียง 62 ตัวหรือร้อยละ 2.28 เท่านั้น Tainchum และคณะ [38] ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่ายุง *An. maculatus* มีนิสัยชอบกัดสัตว์มากกว่ากัดคนนอกบ้านและกัดคนในบ้านตามลำดับ

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า *An. maculatus* group มีการเข้าเกาะคนนอกบ้าน (ใกล้บ้าน) มากกว่าการเกาะคนในบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p=0.030 ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kwansomboon และคณะ [71] ทำการศึกษาใน 4 พื้นที่ห่างจากชายแดนไทยเข้าไปในประเทศเมียนมาร์ 10 กิโลเมตร พบว่ายุง *An. maculatus* มีนิสัยกินเลือดสัตว์ (zoophagic) มีค่า Exophagic Index (EI) ประมาณ 0.76 ซึ่งสูงกว่ายุงก้นปล่อง *An. minimus* ที่มีค่า EI = 0.57

สำหรับช่วงเวลาการออกหากินพบว่าการศึกษาที่อำเภอแม่ระมาด ครั้งนี้ยุงก้นปล่อง *An. maculatus* มีนิสัยออกหากินตลอดทั้งคืนแต่เข้ากัดคนสูงสุด (peak) ระหว่างช่วงเวลา 19.00-20.00 น. แต่พบว่าไม่มีนัยสำคัญ (p= 0.178) ส่วนการเข้ากัดสัตว์พบว่ามี peak ช่วงระหว่าง 21.00-22.00 น. โดยที่การศึกษาของ Kwansomboon และคณะ [71] พบว่ายุงก้นปล่อง *An. maculatus* ที่เข้ากัดคนมีช่วงเวลาการออกหากินสูงเวลา 22.00-00.00 น.

จากข้อมูลเหล่านี้แสดงว่าโอกาสในการเป็นยุงพาหะของยุง *An. maculatus* group จะมีค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับยุงก้นปล่อง *An. minimus* เนื่องจากยุงก้นปล่อง *An. maculatus* group มีนิสัยกัดคนนอกบ้านมากกว่าในบ้าน ซึ่งการใช้มาตรการใช้มุ้งชุบสารเคมีและการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ค้างที่ฝาผนังอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควรเช่นเดียวกับ *An. minimus* และเมื่อพิจารณาเวลาการออกหากินของยุงพาหะสองชนิดดังกล่าวข้างต้นซึ่งพบออกหากินในตอนพลบค่ำ ซึ่งชาวบ้านส่วนใหญ่ยังไม่ได้อยู่ในมุ้งหรืออยู่ในบ้าน โอกาสที่ยุงเหล่านี้เข้ามากัดกินเลือดนอกบ้านจึงมีมาก จึงจำเป็นต้องมีการเน้นการให้ความเข้าใจให้ชาวบ้านรู้จักการป้องกันตนเองและการใช้มุ้งอย่างสม่ำเสมอ การให้ความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ในการพ่นสารเคมีแบบมีฤทธิ์ตกค้าง รวมทั้งการอยู่ในบ้านที่พ่นสารเคมี

3. ยุงก้นปล่อง Anopheles dirus

ยุงก้นปล่อง *An. dirus* เป็นยุงก้นปล่องชนิดซับซ้อนประกอบด้วยยุงก้นปล่องอย่างน้อย 7 ชนิด ได้แก่ *An. crascens*, *An. scanloni*, *An .baimaii*, *An. elegans*, *An. nemophilous*, *An. takasagoensis* และ *An. dirus* ซึ่งยุงกลุ่มนี้ที่พบตามชายแดนไทย-เมียนมาร์ จะเป็นยุง *An. dirus* และ *An. baimii* [6] การศึกษาครั้งนี้ตลอดการศึกษาจับยุงก้นปล่อง *An. dirus* ได้จำนวนไม่มาก คิดเป็นร้อยละ 0.38 (23/5,985 ตัว) เช่น เดียวกับการศึกษาของ Trisgatog และคณะ[33] จับยุงชนิดนี้ได้ร้อยละ 0.33 (25/7,663 ตัว) ในบางการศึกษาไม่สามารถจับยุงก้นปล่อง *An. dirus* ได้เลย เช่น การศึกษาที่อำเภอท่าสองยางของ Sriwichai และคณะ [62] หรือการศึกษาที่อำเภอแม่สอด ของ Tainchum และคณะ [38] จับยุง *An. dirus* ตลอดการศึกษาสองปีได้จำนวน 39 ตัวเป็นต้น จะเห็นว่าตามแนวชายแดนไทย-เมียนมาร์ การพบยุงก้นปล่อง *An. dirus* มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมและภูมิอากาศมาเกี่ยวข้องสูง โดยเฉพาะแนวเขตทิศตะวันตกเฉียงเหนือการพบยุงชนิดนี้และความชุกชุมของยุงชนิดนี้มีข้อจำกัด แต่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้จะพบยุง *An. dirus* มีความชุกชุมสูงกว่า เช่น จากการศึกษาของ Tanachai และคณะ [37] ทำการศึกษาที่บ้านพุเตย อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี พบยุงชนิดนี้ร้อยละ 7.43(656/8,824 ตัว) จากยุงที่จับได้ทั้งหมด

การศึกษาครั้งนี้จับยุง *An. dirus* จากการเข้าหาคน (anthropophagic) โดยไม่พบว่ายุงก้นปล่อง *An. dirus* เข้ากัดวัว เช่น เดียวกับกับการศึกษาที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากและที่อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน[41] ส่วนที่อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ยุง *An. dirus* ชอบกัดวัว (zoophagic) มากกว่าคน แต่จำนวนยุงที่จับได้ไม่มาก[38,41] การศึกษาครั้งนี้พบว่ายุงชนิดนี้มีแนวโน้มหากินเลือดนอกบ้าน เช่นเดียวกับการศึกษาของอดิศักดิ์ ภูมิรัตน์ ยุง *An. dirus* ชอบเกาะคนนอกบ้านมากกว่าในบ้าน[72] ดังนั้นการใช้มุ้งชุบสารเคมีอาจต้องเน้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการป้องกันการติดเชื้อโรคไข้มาลาเรียนอกหมู่บ้าน โดยเฉพาะการออกไปประกอบอาชีพในป่า ในไร่ สวน นา หรือสถานที่ค้างแรมที่ออกไปไกลหมู่บ้าน นอกจากยุงก้นปล่องที่เป็นยุงพาหะนำเชื้อโรคไข้มาลาเรียทั้งสามชนิดที่กล่าวมาแล้ว ผลการจับยุงระยะตัวเต็มวัยครั้งนี้พบว่ายุง *An. barbirostris* มีความชุกชุมสูงรองลงมาจากยุง *An. maculatus* group เป็นที่ประจักษ์แล้วว่าการที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างของยุงในพื้นที่ เช่น ในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย จังหวัดสระแก้ว การที่สัดส่วนของเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์เพิ่มขึ้นผิดปกติจาก 666 รายในปี 1995 เป็น 4381 รายในปี 1997 จากการสำรวจทางกีฏวิทยาในพื้นที่มีปัญหาการแพร่ระบาด ฯ ตำบลป่าไร่ อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว พบยุงก้นปล่องฯทั้งหมด 14 ชนิดโดยที่พบยุงก้นปล่อง *An. barbirostris/An. camprestriis* มีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของยุงก้นปล่อง *An. dirus* ที่ลดลงแต่ถูกทดแทนด้วยยุงก้นปล่อง *An. barbirostris* s.l ที่เพิ่มมากขึ้นแต่การผ่าต่อมน้ำลายยุงไม่พบ sporozoite [42] ซึ่งบทบาทการเป็นพาหะของยุงชนิดนี้ในประเทศไทยยังไม่ทราบชัดเจน

การจัดแบ่งพื้นที่กำจัดโรคไข้มาลาเรียนั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลการพบยุงพาหะทั้งพาหะหลักและพาหะรอง การสำรวจยุงลูกน้ำยุงอย่างเดียวอาจไม่สามารถสรุปว่าพื้นที่นั้นมียุงพาหะหรือไม่ การสำรวจลูกน้ำครั้งนี้เป็นการสำรวจตามแหล่งเพาะพันธุ์ต่าง ๆ จากการศึกษาพบลูกน้ำยุงพาหะหลักเพียง *An. minimus* แม้ว่าหมู่บ้านดังกล่าวนี้พบยุงพาหะหลักชนิดอื่น ทั้งนี้เนื่องจากการสำรวจลูกน้ำอาจยังไม่สามารถดำเนินให้ครอบคลุมแหล่งเพาะพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์ มีการศึกษาพบแหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุง *An. dirus* ได้หลายๆ แหล่ง เช่น หลุมพลอย บ่อน้ำ แอ่งน้ำในป่า แอ่งหิน ลำห้วยน้ำไหล แอ่งน้ำขังตามลำห้วยในฤดูแล้ง เป็นต้น [26,73-74] การสำรวจลูกน้ำต้องดำเนินการในเดือนที่แหล่งเพาะพันธุ์สมบูรณ์ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การจัดแบ่งพื้นที่สำหรับปฏิบัติงานกำจัดมาลาเรีย เช่น การสำรวจยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในพื้นที่ที่หยุดยั้งการแพร่เชื้อมาครบ 3 ปี (B1) หากจะปรับเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการแพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียและไม่พบยุงพาหะ (B2) ให้หน่วยควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงหรือหน่วยปฏิบัติการควบคุมโรคติดต่อจัดแบ่งพื้นที่หมู่บ้าน โดยใช้ข้อมูลทางกีฏวิทยานั้น[11] การสำรวจลูกน้ำยุงอย่างเดียวคงไม่เพียงพอจำเป็นต้องสำรวจยุงตัวเต็มวัยและยุงกัดสัตว์ควบคู่ไปด้วย นอกจากนั้นจะต้องดำเนินการในพื้นที่และฤดูกาลที่เหมาะสม

ผลการศึกษาความไวต่อสารเคมี deltamethrin, permethrin และ bifenthrin ของยุง *An. minimus* และ ยุง *An. maculatus* group พบว่ามีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง ดังนั้นการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียสามารถใช้สารเคมีดังกล่าวในพื้นที่นี้ได้ ขณะที่ยุงพาหะสงสัย *An. batbirosstris* ต้านทานต่อ deltamethrin, permethhrin และ bifenthrin นอกจากนั้น *An. hyrcanus group* ต้านทานต่อ deltamethrin และ bifenthrin อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีชุบมุ้งอาจต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายด้านซึ่งรวมทั้งความไวของยุงต่อสารเคมีที่ใช้ ฤทธิ์คงทน ความปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์ สารเคมีที่ใช้ควรเป็นต่างชนิดและกลุ่มกับสารเคมีที่นำมาใช้พ่นผนัง เพื่อชะลอการต้านทานต่อสารเคมีของยุงพาหะ[77)

จากการศึกษาฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน พบว่าตัวอย่างมุ้งที่นำมาจากพื้นที่มีความคงทนได้นานมากกว่า 4 ปี และมุ้งทั้งสองชนิดดังกล่าวยังมีประสิทธิภาพในการฆ่ายุงได้ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเจ้าของมุ้งที่ใช้เป็นประจำแต่ตอนเช้าจะตลบมุ้งไว้หัวนอนหรือด้านข้างไม่นำมุ้งไปซักและผึ่งแดด จึงทำให้สารเคมีสามารถมีฤทธิ์คงทนอยู่ได้ยาวนาน อย่างไรก็ตามการศึกษาในประเทศแทนซาเนีย พบว่ามุ้ง LLIN ชนิดเส้นใยโพลีเอทิลินผสมกับ permethrin มีอายุคงทนอยู่ได้นาน 7 ปี แต่ประสิทธิภาพในการฆ่ายุงต่ำ [78] บริษัทผู้ผลิต LLIN และองค์การอนามัยโลก ได้กำหนดอายุการใช้งานมุ้งชนิดนี้ 3 ปีเพื่อเป็นแนวทางกำหนดการจ่ายมุ้ง[79] จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอายุการใช้งานของมุ้งและประสิทธิภาพอาจอยู่ได้นานกว่าที่กำหนดมาก จึงควรได้มีการศึกษายืนยันอายุการใช้งานและประสิทธิภาพที่แท้จริงในสนามของแต่ละประเทศเพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดการกระจายมุ้งต่อไป

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ายุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในพื้นที่จังหวัดตากชายแดนไทย-เมียนมาร์ยุงมีนิสัยกัดคนนอกบ้านและกัดสัตว์โดยเริ่มกัดตั้งแต่พลบค่ำซึ่งชาวบ้านทั่วไปยังมีกิจกรรมนอกบ้านและยังไม่เข้านอนในมุ้ง จากรายงานองค์การอนามัยโลกระบุว่าการพ่นสารเคมีมีฤทธิ์ตกค้างจะมีประสิทธิภาพดีต่อเมื่อยุงพาหะในพื้นที่มีนิสัยหากินและเกาะพักในบ้าน [80] เช่นเดียวกันการใช้มุ้งชุบสารเคมีจะให้ผลดีกับการป้องกันและควบคุมยุงที่มีนิสัยหากินในบ้านเช่นกัน [81] ดังนั้นการใช้มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (LLIN) และการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้าง (IRS) อาจไม่สามารถลดการติดเชื้อและมีขีดจำกัดในการหยุดยั้งการแพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียนอกบ้านได้ การติดเชื้อมาลาเรียนอกบ้านและนอกหมู่บ้านเป็นปัญหาที่สำคัญของการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย สาเหตุที่สำคัญอาจเกิดจากนิสัยการออกหากินของยุงพาหะนอกบ้านหรืออาจเกิดจากการเคลื่อนย้ายและการประกอบอาชีพของชาวบ้านนอกกลุ่มบ้าน จึงควรแนะนำให้ใช้มุ้งชุบสารเคมีเมื่อออกไปประกอบอาชีพนอกกลุ่มบ้าน การใช้มุ้งคลุมเปลชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (Long Lasting Insecticidal Hammock Net : LLIHN) ซึ่งได้รับการยอมรับจากองค์การอนามัยโลก สามารถนำไปใช้ในการค้างแรมในพื้นที่แพร่เชื้อโรคไข้มาลาเรียกรณีไม่มีที่พักยามค่ำคืน [82,83] การศึกษาเบื้องต้นการใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมีป้องกันยุงกัดในกลุ่มผู้กรีดยาง ซึ่งควรมีการศึกษาความเป็นไปได้และผลการควบคุมโรคไข้มาลาเรียในพื้นที่ [67]

การกำหนดมาตรการควบคุมพาหะนำโรคไข้มาลาเรียจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับชีวนิสัยของยุงไปประกอบการพิจารณา ผลจากการศึกษาครั้งนี้อาจไม่สามารถสรุปเป็นภาพรวมประเทศได้ จึงเห็นสมควรสนับสนุนให้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในภูมิภาคอื่น เพื่อนำผลมาประกอบในการพิจารณาของทั้งประเทศ ซึ่งจะมีส่วนช่วยสนับสนุนเร่งรัดการกำจัดโรคไข้มาลาเรียของประเทศ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพฤติกรรมการหากินของยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียและการกำจัดโรคไข้มาลาเรียในจังหวัดตาก ประเทศไทย ในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะที่สำคัญได้แก่

1. การศึกษานี้เป็นการยืนยันด้วยข้อมูลที่ชัดเจนพบว่า ยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียชอบหากินเลือดนอกบ้านมากกว่าในบ้าน แม้จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชี้ให้เห็นว่ามาตรการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้างที่ผนัง และการใช้มุ้งได้แก่ การใช้มุ้งชุบสารเคมีทั่วไป หรือการใช้มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์คงทนยาวนาน เป็นมาตรการป้องกันกำจัดยุงที่เข้ามาในบ้าน ขณะที่ยังมียุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียอีกจำนวนมากที่หากินนอกบ้าน ตั้งแต่พลบค่ำจนถึงรุ่งเช้าซึ่งยังไม่มีมาตรการที่เหมาะสมเพียงพอมาควบคุมยุงเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องหามาตรการเสริมมาใช้ให้เหมาะสมและครอบคลุมประชาชนกลุ่มเสี่ยง

2. การสำรวจทางกีฏวิทยา เพียงการสำรวจลูกน้ำยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ยังไม่สามารถครอบคลุมชนิดของยุงพาหะได้ จำเป็นต้องสำรวจยุงตัวเต็มวัยด้วย เพื่อได้ข้อมูลที่แท้จริงประกอบการสอบสวนแหล่งแพร่เชื้อ (foci investigation) ประเมินความไวของพื้นที่ต่อการแพร่โรคไข้มาลาเรีย (receptivity) และการจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงาน (area stratification)

3. การศึกษาครั้งนี้เป็นการยืนยันว่ายุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในพื้นที่ศึกษายังไม่ต้านทานต่อสารเคมี ดังนั้นสารเคมีทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถนำมาใช้ได้ทั้งมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนาน (LLIN) มุ้งชุบสารเคมีด้วยวิธีปกติทั่วไป (ITN) การพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้าง (IRS) หรือการชุบวัสดุอื่นด้วยสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดยุงได้ และนำมาใช้ประกอบการกำหนดนโยบายการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมพาหะนำโรคไข้มาลาเรียของประเทศ นอกจากนั้นยังพบว่ายุง *An. barbirostris* และ *An. hyrcanus* group บางชนิดซึ่งเป็นยุงพาหะหลักนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และยังเป็นยุงพาหะสงสัยในประเทศไทยต้านทานต่อสารเคมีไพรีทรอยด์หลายชนิด ดังนั้นจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในการหาสารเคมีทางเลือกชนิดอื่นทดแทนสารเคมีที่ต้านทาน หากยุงเหล่านี้มีบทบาทเป็นพาหะนำโรคไข้มาลาเรียเพิ่มขึ้น

4. จากการติดตามฤทธิ์คงทนของมุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานพบว่ามีฤทธิ์อยู่ได้นานกว่า 4 ปี จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม และหากมีการศึกษายืนยันในทุกภูมิภาคของประเทศไทย อาจนำไปเป็นข้อเสนอเพื่อปรับเปลี่ยนนโยบายการใช้มุ้งชุบสารเคมีออกฤทธิ์คงทนยาวนานซึ่งปัจจุบันกำหนดไว้ทุก 3 ปี ให้มีการใช้งานยาวนานมากขึ้น หากการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนโลกด้านมาลาเรียหรือแหล่งเงินนอกงบประมาณลดลงหรือมีข้อจำกัดเรื่องงบประมาณแผ่นดิน

การใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (evidence based) ด้านกีฏวิทยาร่วมกับระบาดวิทยา รวมทั้งสังคมวิทยา มาใช้วางแผนงานจะทำให้สามารถควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การกำจัดโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. World Malaria Report 2018. Geneva: World Health Organization; 2018.
2. Ashley EA, Dhorda M, Fairhurst R M, Amaratunga C, Lim P, Suon S, et al. Spread of Artemisinin Resistance in *Plasmodium falciparum* Malaria. N Engl J Med. 2014 Jul 31;371(5):411-23. Doi: 10.1056/NEJMoa1314981.PubMed PMID: 25075834; PubMed Central PMCID: PMC4143591 DOI: 10.1056/NEJMoa1314981.
3. Parker DM, Carrara VI, Pukrittayakamee S, McGready R,Nosten FH. Malaria ecology along the Thailand–Myanmar border. Malar J. 2015 Oct 5;14:388. Doi: 10.1186/s12936-015-0921-y. PubMed PMID: 26437860. PubMed Central PMCID: PMC4594738.
4. Carrara VI, Lwin KM, Phyo A P, Ashley E, Wiladphaingern J. Malaria Burden and Artemisinin Resistance in the Mobile and Migrant Population on the Thai–Myanmar Border, 1999–2011: An Observational Study. PLoS Med. 2013;10(3):e1001398. Doi: 10.1371/journal.pmed.1001398. Epub 2013 Mar 5.PubMed PMID: 23472056. PubMed Central PMCID: PMC3589269.
5. Khamsiriwatchara A, Wangroongsarb P, Thwing J, Eliades J, Satimai W, Delacollette C, et al. Respondent-driven sampling on the Thailand-Cambodia border. I. Can malaria cases be contained in mobile migrant workers? . Malar J. 2011 May 10;10:120. doi: 10.1186/1475-2875-10-120. PubMed PMID: 21554744. PubMed Central PMCID:PMC3116496.
6. Parker DM, Carrara VI, Pukrittayakamee S, McGready R, Nosten FH. Malaria ecology along the Thailand-Myanmar border. Malar J. 2015;14:388.
7. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. แนวทางการดำเนินงานโครงการยับยั้งการแพร่เชื้อมาลาเรียที่ดื้อต่อยาผสมอนุพันธุ์อาร์ติมิซินิน ระยะที่ 2 (ปีที่ 3-5 : ปีงบประมาณ 2557-2559). 2557. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2557.
8. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. โครงการกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 30 ก.ย. 2561]. แหล่งข้อมูล: http://203.157.41.215/malariaR10/index_newversion.php.
9. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง.แนวทางการทำงานเพื่อกำจัดโรคไข้มาลาเรียสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและเครือข่ายสุขภาพ.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2561.
10. World Health Organization. Guidelines for laboratory and field testing of long-lasting insecticidal mosquito nets. Geneva: World Health Organization; 2005.
11. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. ยุทธศาสตร์การกำจัดโรคไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ. 2560-2569 และแผนปฏิบัติการกำจัดไข้มาลาเรียประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2559.

12. World Health Organization. Long-lasting insecticidal nets for malaria prevention : A manual for malaria programme managers trail edition. Geneva: World Health Organization; 2007.
13. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. คู่มือการใช้ยารักษามาลาเรียในผู้ป่วยไข้มาลาเรียชนิดไม่มีภาวะแทรกซ้อนสำหรับบุคลากรสาธารณสุข (ปรับปรุงปี พ.ศ. 2557). กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2557.
14. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. แนวทางการวินิจฉัยและดูแลรักษาโรคไข้มาลาเรีย ประเทศไทย พ.ศ. 2558 กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2558.
15. สมทัศน์ มะลิกุล, นิโลบล ธีระศิลป์. การปฏิบัติงานควบคุมไข้มาลาเรียในประเทศไทย ใน: นายแพทย์สมทัศน์ มะลิกุล,บรรณาธิการ. มาลาเรียวิทยา 2542. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2543 : หน้า 4-27.
16. Bathia M L, Notananda V. Malaria control demonstration project, entomological report, Thailand. Report of the Thai government. New Delhi, India: World Health Organization; 1953.
17. สมบัติ ชัยเพชร. 50 ปีงานควบคุมไข้มาลาเรียของประเทศไทย 2492-2542 ใน: นายแพทย์สมทัศน์ มะลิกุล, บรรณาธิการ. มาลาเรียวิทยา 2542. พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2543 :หน้า 28-35.
18. สำนักระบาดวิทยา. สรุปรายงานสถานการณ์โรคที่เฝ้าระวังทางระบาดวิทยา.นนทบุรี.สำนักระบาดวิทยา: 2552.
19. กรมควบคุมโรค. รวมสถานการณ์มาลาเรียปี 2559-2561[อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 24 ก.ค. 2562]. แหล่งข้อมูล: https://ddc.moph.go.th/th/site/office_newsview/view/266.
20. วิมล โนตานนท์. เรื่องน่ารู้ในอดีตของงานมาลาเรียในไทย มาลาเรียวิทยา.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด; 2542.
21. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. ชีววิทยานิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย.นนทบุรี. บริษัทหนังสือดีวัน จำกัด; 2544.
22. Rattanarithikul R, Harraison 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(2):10-15.
23. Oo TT. The Biology And Vector Competence Of The Anopheline Mosquitoes Of Myanmar With Special Consideration Of *Anopheles dirus*. (dissertation). Germany: University of Heidelberg. 2003.
24. Suwonkerd W, Ritthison W, Ngo CT, Tainchum K, Bangs MJ , Chareonviriyaphap T. 2012. Vector Biology and Malaria Transmission in Southeast Asia. London. Headquarters IntechOpen Limited; 2013.

25. Rattanarithikul R, Green CA, Panyim S, Noigamol C, Chanaimongkol S, Mahapibul P. Larval habitats of malaria vectors and other anopheles mosquitoes around a transmission focus in northwestern Thailand. J Am Mosq Control Assoc. 1995; 11(4):428-33.
26. Kengluecha A, Singhasivanon P, Tiensuwan M, Jones JW, Sithiprasasna R. Water quality and breeding habitats of anopheline mosquito in northwestern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2005;36(1):46-53.
27. Rohani A, Wan Najdah WM, Zamree I, Azahari AH, Mohd Noor I, Rahimi H, et al. Habitat characterization and mapping of *Anopheles maculatus* (Theobald) mosquito larvae in malaria endemic areas in Kuala Lipis, Pahang, Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2010;41(4):821-30.
28. Htay-Aung, Minn S, Thaung S, Mya MM, Than SM, Hlaing T, et al. Well-breeding Anopheles dirus and their role in malaria transmission in Myanmar. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1999; 30(3):447-53.
29. Rueda LM. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. Hydrobiologia. 2008; 595:477–487.
30. จิราภรณ์ เสวะนา. การสำรวจความชุกชุมของยุงพาหะนำโรคในพื้นที่เกาะยาวน้อย จังหวัดพังงา ระหว่างปี 2555-2556. วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง. 2556;10(2):19-37.
31. ธนวัฒน์ ชัยพงศ์พัชรา, วันวิสาข์ สายสนั่นณ อยุธยา ,วัลลภา วาสนาสมปอง .ความหลากชนิดและความชุกชุมของยุงพาหะนาโรคในพื้นที่วิทยาลัยสหเวชศาสตร์. วารสารสหเวชศาสตร์ .2560;2:80-92.
32. Rueda LM, Pecor JE, Harrison BA. Updated distribution records for *Anopheles vagus* (Diptera: Culicidae) in the Republic of Philippines, and considerations regarding its secondary vector roles in Southeast Asia. Trop Biomed. 2011;28(1):181-7.
33. Tisgratog P, Tananchai C, Juntarajumnong W, Tuntakom S, Bangs M J, Corbel V ,et al. Host feeding patterns and preference of *Anopheles minimus* (Diptera: Culicidae) in a malaria endemic area of western Thailand: baselinesite description. Parasit Vectors. 2012;5:114.
34. Sinka ME, Bangs MJ, Manguin S, Chareonviriyaphap T, Patil AP, Temperley WH, et al. The dominant Anopheles vectors of human malaria in the Asia-Pacific region: occurrence data, distribution maps and bionomic précis. Parasit Vectors. 2011;4:89.
35. Bashar K, Tuno N, Ahmed TU, Howlader AJ. Blood-feeding patterns of Anopheles mosquitoes in a malaria-endemic area of Bangladesh. Parasit Vectors. 2012; 5:39.
36. Chang M C, Hwa-Jen Teng H J, Chen C F, Chen Y C, Jeng C R. The resting sites and blood-meal sources of *Anopheles minimus* in Taiwan. Malar J. 2008; 7: 105.

37. Tananchai C, Tisgratog R, Juntarajumnong W, Grieco J P, Manguin S, Prabaripai A , et al. Species diversity and biting activity of *Anopheles dirus* and *Anopheles baimaii* (Diptera: Culicidae) in a malaria prone area of western Thailand . Parasit Vectors. 2012;5:211.
38. Tainchum K, Ritthison W, Chuaycharoensuk T, Bangs MJ, Manguin S, Chareonviriyaphap T. Diversity of Anopheles species and trophic behavior of putative malaria vectors in two malaria endemic areas of northwestern Thailand. J Vector Ecol. 2014;39(2):424-36.
39. VectorBase [Database on the internet]. London. Department of Health and Human Services; October 23, 2018; [cited 2019 Feb 8]. Available from: https://www.vectorbase.org/organisms/anopheles-dirus.
40. VectorBase [Database on the internet]. London. Department of Health and Human Services; October 25, 2017; [cited 2019 Feb 8]. Available from: https://www.vectorbase.org/organisms/anopheles-maculatus.
41. Muenworn V, Sungvornyothin S, Kongmee M, Polsomboon S, Bangs M J, Akrathanakul P, et.al. Biting activity and host preference of the malaria vectors *Anopheles maculatus* and *Anopheles sawadwongporni* (Diptera: Culicidae) in Thailand. J Vector Ecol. 2009;34(1):62-9.
42. Limrat D, Rojruthai B, Apiwathnasorn C, Samung Y, Prommongko S. *Anopheles barbirostris/campestris* as a probable vector of malaria in Aranyaprathet, SaKaeo province. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2001;32(4):739-44.
43. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. (ร่าง) แนวทางการปฏิบัติงานกำจัดโรคไข้มาลาเรีย สำหรับบุคลากรทางแพทย์และสาธารณสุขประเทศไทย. นนทบุรี: สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง;2561.
44. World Health Organization. WHO recommended insecticide products for treatment of mosquito nets for malaria vector control[internet]. 2019[cited 2019 Jan 20]. Available from:https://www.who.int/neglected_diseases/vector_ecology/vector-control/Insecticides_ITN_Malaria_Sep_2016.pdf?ua=1.
45. World Health Organization. WHO recommended long-lasting insecticidal nets[internet]. 2019[cited 2019 Jan 20]. Available from: https://www.who.int/neglected_diseases/vector_ecology/vector-control/Long-lasting_insecticidal_nets_June_2017.pdf?ua=1.
46. World Health Organization. WHO recommended insecticides for indoor residual spraying against malaria vectors[internet]. 2019[cited 2019 Jan 20]. Available from: https://www.who.int/neglected_diseases/vector_ecology/vector-control/Insecticides_IRS_16_January_2019.pdf?ua=1.
47. World Health Organization. Guidelines on Public Health Pesticide Management Policy. New Delhi : World Health Organization; 2010.

48. Chareonviriyaphap T, Rongnoparut P, Juntarumporn P. Selection for pyrethroid resistance in a colony of *Anopheles minimus* species A, a malaria vector in Thailand. J Vector Ecol. 2002;27(2):222-9.
49. กวี โพธิ์เงิน, ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ, พรรณเกษม แผ่พร. การศึกษาความชุกช่วงเวลาหากินและความไวของยุงก้นปล่องต่อสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ในจังหวัดราชบุรี. วารสารควบคุมโรค. 2553;36:247-55.
50. 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.
51. Sumarnrote A, Overgaard HJ, Marasri N, Fustec B, Thanispong K, Chareonviriyaphap T, et al. Status of insecticide resistance in Anopheles mosquitoes in UbonRatchathani province, Northeastern Thailand. Malar J. 2017;16(1):299.
52. Van Bortel W, Trung HD, Thuan le K, Sochantha T, Socheat D, Sumrandee C, et al. The insecticide resistance status of malaria vectors in the Mekong region. Malar J. 2008;7:102.
53. Qin Q, Li Y, Zhong D, Zhou N, Chang X, Li C, et al. Insecticide resistance of Anopheles sinensis and An. vagus in Hainan Island, a malaria-endemic area of China. Parasit Vectors. 2014;7:92.
54. Chaumeau V, Cerqueira D, Zadrozny J, Kittiphanakun P, Andolina C, Chareonviriyaphap T, et al. Insecticide resistance in malaria vectors along the Thailand-Myanmar border. Parasit Vectors. 2017;10(1):165.
55. World Health Organization. Global report on insecticide resistance in malaria vectors: 2010–2016. Geneva: 2018.
56. องค์การบริหารส่วนตำบลขะเนจื้อ. ข้อมูลพื้นฐาน อบต[อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 50 ม.ค. 2562]. แหล่งข้อมูล: http://yothkhanejue.blogspot.com/p/blog-page_6.html.
57. World Health Organization. Malaria entomology and vector control guide for participants. Geneva : World Health Organization; 2013.
58. World Health Organization. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. Geneva: World Health Organization; 2013.
59. World Health Organization. Guidelines for laboratory and field testing of long-lasting insecticidal nets. Geneva: World Health Organization; 2013.
60. Apiwathnasorn C. Climate Change and Mosquito Vectors. J Trop Med Parasitol. 2012;35:78-85.
61. Tananchai C, Pattanakula M, Nararak J, Sinoub V, Manguin S, Chareonviriyaphapa T. Diversity and biting patterns of Anopheles species in a malaria endemic area, Umphang Valley, Tak Province, western Thailand. Acta Trop. 2019;190 : 183-192.

62. Sriwichai P, Samung Y, Sumruayphol S , Kiattibutr K, Kumpitak C , Payakkapol A , et al. Natural human Plasmodium infections in major Anopheles mosquitoes in western Thailand. Parasit Vectors. 2016; 9: 17.
63. Rosenberg R, Andre RG, Somchit L. Highly efficient dry season transmission of malaria in Thailand. Trans R Soc Trop Med Hyg .1990;84:22-28.
64. Obsomer V, Defourny P, Coosemans M. The Anopheles dirus complex: spatial distribution and environmental drivers. Malar J. 2007;6:26.
65. Suwonkerd W, Overgaard HJ, Tsuda Y, Prajakwong S, Takagi M. Malaria vector densities in transmission and non-transmission areas during 23 years and land use in Chiang Mai Province, Northern Thailand. Basic Appl Ecol. 2002;3:197-207. Doi: 10.1078/1439-1791-00108.
66. Overgaard HJ, Suwonkerd W, Hii J. The malaria landscape: mosquitoes, transmission, Landscape, insecticide resistance, and integrated control in Thailand. In: Morand S, Dujardin JP, Lefait-Robin R, Apiwathanasorn C, Editor. Socio-Ecological Dimensions of Infectious Disease in Southeast Asia. Singapore: Springer; 2015. p. 123-153.
67. บุญเสริม อ่วมอ่อง, จิราภรณ์ เสวะนา, บุษราคัม สินาคม, ศิริพร ยงชัยตระกูล, ยุทธพงศ์ หมื่นราษฎร์ การศึกษาใช้เสื้อคลุมตาข่ายนาโนชุบสารเคมีออกฤทธิ์ยาวนานเพื่อป้องกันไข้มาลาเรีย. วารสารควบคุมโรค. 2561;44:448-458.
68. Overgaard HJ, Tsuda Y, Suwonkerd W, Takagi M. Characteristics of *Anopheles minimus* (Diptera: Culicidae) larval habitats in northern Thailand. Environ Entomol .2002; 31:134-141.
69. Overgaard H, Ekbom B, Suwonkerd W , Takagi M. Effect of landscape structure on anopheline mosquito density and diversity in northern Thailand: Implications for malaria transmission and control. Landscape Ecol. 2003;18:605-619.
70. Saeung A. Anopheles (Diptera:Culicidae) species complex in Thailand : identification, distribution, bionomics and malaria-vector importance. Int J Parasitol. 2012; 4 (1): 75-82.
71. Kwansomboon N, Chaumeau V, Kittiphanakun P, Cerqueira D, Corbel V, Chareonviriyaphap T. Vector bionomics and malaria transmission along the Thailand-Myanmar border: a baseline entomological survey**.** J Vector Ecol. 2017;42(1):84-93.
72. Bhumiratana A, Sorosjinda-Nunthawarasilp P, Kaewwaen W, Maneekan P, Pimnon S. Malaria-associated rubber plantations in Thailand. Travel Med Infect Dis. 2013;11(1):37-50.
73. Paing M, Sebastian A, Tun-Lin W. Anopheline mosquitoes of Myanmar. I. Anopheles (Cellia) dirus Peyton and Harrison, 1979. Myanmar Health Sci Res J. 1989; 1:122-129.
74. Kitthawee S, Edman JD, Upatham ES. Mosquito larvae and associated macroorganisms occurring in gem pits in southern Tha Mai District, Chanthaburi Province, Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1993;24(1):143-51.

75. Oo TT, Storch V, Becker N. Studies on the bionomics of Anopheles dirus (Culicidae: Diptera) in Mudon, Mon State, Myanmar .J Vector Ecol 2002; 27:44-54.
76. Aung H, Minn S, Thaung S, Mya MM, Than SM, Hlaing T, et al. Well-breeding *Anopheles dirus* and their role in malaria transmission in Myanmar. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1999;30(3):447-53.
77. World Health Organization. Global plan for insecticide resistance management in malaria vectors. Geneva: World Health Organization; 2012.
78. Tami A, Mubyazi G, Talbert A, Mshinda H, Duchon S, Lengeler C. Evaluation of Olyset™ insecticide-treated nets distributed seven years previously in Tanzania. Malar J. 2004;3:19.
79. World Health Organization. Guidelines for monitoring the durability of long-lasting insecticidal mosquito nets under operational conditions. Geneva: World Health Organization; 2011.
80. World Health Organization. Indoor residual spraying: an operational manual for indoor residual spraying (IRS) for malaria transmission control and elimination 2nd edition, Geneva: World Health Organization; 2015.
81. World Health Organization. Factors that affect the success and failure of Insecticide Treated Net Programs for malaria control in SE Asia and the Western Pacific[internet]. 2019[cited 2019 Jan 2]. Available from: https://www.who.int/malaria/publications/atoz/itn_r62.pdf?ua=1.
82. World Health Organization. Vector control and personal protection of migrant and mobile populations in the GMS: A matrix guidance on the best option and methodologies, New Delhi: World Health Organization; 2015.
83. Malaria Consortium (MC). Networks Project Vector Control Assessment In Greater MEKONG SUB REGION[internet]. 2012[cited 2019 Jan 2]. Available from: https://www.malariaconsortium.org/media-downloads/295/Networks%20project%20vector%20control%20assessment%20in%20Greater%20sub-Mekong%20Region.