การทดสอบความไวยุงลายต่อสารเคมีในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

SYNTHETIC INSECTICIDES SUSCEPTIBLE OF *AEDES AEGYPTI* IN THE AREAS OF LOWER NORTHERN PART OF THAILAND

ดุษิต โพธิ์ทอง[1] นันทิดา คำศรี[1] และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ[2*]

Dusit Phothong[1] Nantida Khamsri[1] and Pisit Poolprasert[2*]

[1]สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก

[2]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

[1]The Office of Disease Prevention and Control Region 2, Phitsanulok

[2]Biology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

[*]corresponding author e-mail: g4761008@hotmail.com

(Received: 27 November 2019; Revised: 11 March 2020; Accepted: 25 March 2020)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบระดับความไวสารเคมีของยุงลายตัวเต็มวัยในพื้นที่โดยคัดเลือกจากพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออก เก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายบ้านใน 6 อำเภอ 3 จังหวัดในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ อำเภอเมืองและอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก อำเภอเมืองและอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย อำเภอเมืองและอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ นำมาเลี้ยงและเพิ่มปริมาณในห้องทดลองจนเป็นตัวเต็มวัย ทำการทดสอบกับสารเคมีตามวิธีมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก พบว่าในทุกๆ พื้นที่ดำเนินการ พบว่า ยุงลายมีความต้านทานต่อสารเคมีชนิด Alpha-cypermethrin 0.03% และสาร Lambda-cyhalothrin 0.03% ในขณะที่เกือบทุกพื้นที่ดำเนินการ พบว่า ยุงลายเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสาร Deltamethrin 0.15% ยกเว้นยุงลายในอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่า มีความไวต่อสาร Deltamethrin 0.15% ในระดับสูง โดยมีค่าร้อยละการตายเท่ากับ 100 สำหรับผลการทดสอบระยะเวลาที่ทำให้ยุงสลบ ร้อยละ 50 (KT_{50}) และร้อยละ 95 (KT_{95}) หลังได้รับสัมผัสสารเคมี พบว่า ค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} ของยุงลายกับสาร Alpha-cypermethrin 0.03% มีค่าต่ำสุดในอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย (69.20 นาที) และอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก (109.99 นาที) สำหรับสาร Lambda-cyhalothrin 0.03% พบว่า ค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} มีค่าต่ำสุดในอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย (69.30 นาที) และอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ (98.69 นาที) ขณะที่ยุงลายในอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ มีค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} ต่ำสุดหลังได้รับสาร

Deltamethrin 0.15% เท่ากับ 22.31 และ 51.64 นาที ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ดีการใช้สารเคมีควรเลือกใช้เฉพาะที่มีความจำเป็นและถูกต้องตามหลักวิชาการเท่านั้น การทดสอบความไวสารเคมีของยุงลายควรดำเนินอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกใช้สารเคมีอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: ความไว ยุงลายบ้าน สารเคมี

Abstract

The objective of this study was to explore the sensitivity of *Aedes aegypti* to different synthetic insecticides. Mosquito larvae were gathered from main six districts within three main representative provinces Including Muang and Noen Maprang districts (Phitsanulok), Muang and Thung Saliam districts (Sukhothai) and Muang and Nam Pat districts (Uttaradit) in the lower northern part of Thailand. After all mosquitoes were bred and raised under the laboratory condition until becoming adults, susceptibility test according to the standard method of the World Health Organization was performed. It was revealed that *Ae. aegypti* obtained from every area demonstrated resistance to Alpha-cypermethrin 0.03%, Lambda-cyhalothrin 0.03%. Meanwhile, *Ae. aegypti* began to develop incipient resistance to Deltamethrin 0.15% in almost all areas except *Ae. aegypti* gathered from Muang Uttaradit that was susceptible to Deltamethrin 0.15% accounting for 100% of mortality rate. Based on the probit analysis (KT_{50} and KT_{95}) after exposure, the mean KT_{50} and KT_{95} of *Ae. aegypti* exposed to Alpha-cypermethrin 0.03% were the lowest in Thung Saliam districts (Sukhothai) (69.20 minutes) and Noen Maprang (Phitsanulok) (109.99 minutes). For Lambda-cyhalothrin 0.03%, the mean KT_{50} and KT_{95} of *Ae. aegypti* were the lowest in Thung Saliam districts (Sukhothai) (69.30 minutes) and Muang (Uttaradit) (98.69 minutes). Whereas, *Ae. aegypti* gained from Nam Pat (Uttaradit) illustrated the lowest mean KT_{50} and KT_{95} of the treated mosquitoes (Deltamethrin 0.15%) of 22.31 and 51.64 minutes, respectively. Nonetheless, the use of chemicals should be considered when it is necessary and it should be correctly chosen according to academic principles. The sensitivity test of *Aedes* mosquitoes should be continuously performed. All obtained results could be the basic information for decision making to use chemicals safely and efficiently.

Keywords: Sensitivity, *Aedes aegypti,* Synthetic insecticides

บทนำ

โรคไขเลือดออก (Dengue fever) เป็นโรคติดต่อนำโดยแมลงที่สำคัญของประเทศไทยมานานกว่า 60 ป โดยมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลัก และยุงลายสวน (*Ae. albopictus)* เป็นพาหะรอง (นิดา และคณะ, 2560; Becker et al., 2003; Tanruean et al., 2019) ทั้งนี้พบผู้ป่วยได้ตลอดทั้งปี ส่วนมากจะพบผู้ป่วยในฤดูฝนและพบมากในเด็ก เกิดการระบาดครั้งแรกที่ประเทศฟิลิปปินส์ เมื่อปี พ.ศ.2497 สำหรับในประเทศไทยเริ่มพบโรคไขเลือดออก ในปี พ.ศ. 2492 และมีการระบาดใหญ่ในประเทศไทย ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2501 มีผู้ป่วยทั้งสิ้น 2,158 ราย สถานการณโรคไขเลือดออกของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501–2544 พบว่า มีแนวโน้มสูงขึ้นมาตลอด แต่มีร้อยละตายที่ลดลงเรื่อยๆ อย่างเห็นได้ชัดเจน โดยลดลงจากร้อยละ 1 ในปี พ.ศ. 2501 เหลือเพียงร้อยละ 0.18 ในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาสาธารณสุขดีขึ้นตามลำดับ ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยโรคและได้รับการรักษาทันเวลา (สำนักระบาดวิทยา, 2547)

จากสถานการณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกของประเทศไทยปี พ.ศ. 2561 พบผู้ป่วยจำนวน 86,922 ราย เสียชีวิต 14 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 131.58 ต่อแสนประชากร อัตราป่วยตายร้อยละ 0.13 ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 2 พบผู้ป่วย จำนวน 4,306 ราย เสียชีวิต 7 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 121.08 ต่อแสนประชากร อัตราป่วยตายร้อยละ 0.16 สำหรับในพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 2.1 จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่รับผิดชอบ 3 จังหวัด คือ จังหวัดพิษณุโลก อุตรดิตถ์ และสุโขทัย ในปี พ.ศ. 2561 พบผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดพิษณุโลก พบผู้ป่วย 1,269 ราย มีผู้เสียชีวิต 2 ราย จังหวัดอุตรดิตถ์ พบผู้ป่วย 274 ราย มีผู้เสียชีวิต 1 ราย และจังหวัดสุโขทัย พบผู้ป่วย 681 ราย ไม่มีผู้เสียชีวิต (สำนักระบาดวิทยา, 2561) และในปี พ.ศ. 2562 ตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 30 กันยายน 2562 จังหวัดพิษณุโลก พบผู้ป่วย จำนวน 467 ราย ไม่มีผู้เสียชีวิต จังหวัดอุตรดิตถ์ พบผู้ป่วย 474 ราย เสียชีวิต 1 ราย และจังหวัดสุโขทัย พบผู้ป่วย 586 ราย ไม่มีผู้เสียชีวิต (สำนักระบาดวิทยา, 2562) กรมควบคุมโรค ได้มีแนวทางการจัดการยุงลาย โดยใช้มาตรการ 3 เก็บ 3 โรค คือ เก็บบ้าน ให้ปลอดโปร่งไม่ให้ยุงลายเกาะพัก เก็บขยะเศษภาชนะไม่ให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย และเก็บน้ำ ปิดให้มิดชิดหรือเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ไม่ให้ยุงลายวางไข่ ป้องกันโรคจากยุงลาย ได้แก่ โรคไข้เลือดออก ไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา รวมทั้งมาตรการจัดการพาหะนำโรคไข้เลือดออกแบบผสมผสาน เช่น การควบคุมโดยใช้วิธีกายภาพ ชีวภาพ และการใช้สารเคมี

การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดแมลงของประเทศไทยมีหลากหลายและยาวนานทั้งกลุ่มออการ์โนคลอรีน (Organochlorine) ออการ์โนฟอสเฟส (Organophosphate) คาร์บาเมท (Carbamate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) (ปิติ, 2559) ปัจจุบันใช้สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เพราะ

เป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูง มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ เช่น Cypermethrin Alphacypermethrin Cyfluthrin Deltamethrin Bifenthrin และ Permethrin

จากรายงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2011) เกี่ยวกับการใช้สารเคมีควบคุมแมลงพาหะนำโรคทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000–2009 จำแนกตามวิธีการควบคุมแมลงพาหะนำโรค พบว่า การพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้าง จำนวน 5,368 ตันต่อปี การพ่นฟุ้งกระจาย จำนวน 684 ตันต่อปี และสารกำจัดลูกน้ำ จำนวน 165 ตันต่อปี เป็นสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมโรคไข้เลือดออก จำนวน 390.1 ตันต่อปี ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่ามีการใช้สารเคมี จำนวน 4,251 ตันต่อปี เป็นสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมโรคไข้เลือดออก จำนวน 18 ตันต่อปี สำหรับในประเทศไทยมี 2 หน่วยงานหลัก ที่ใช้สารเคมีควบคุมและกำจัดแมลงพาหะนำโรคติดต่อนำโดยยุง คือ หน่วยงานทางสาธารณสุขและหน่วยงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จากรายงานผลการศึกษาของกองโรคติดต่อนำโดยแมลง ปี พ.ศ. 2556 – 2562 พบว่า ยุงลายเกือบทุกพื้นที่ในประเทศไทยมีความต้านทานต่อสารเคมี permethrin การใช้สารเคมีสามารถลดแมลงพาหะนำโรคได้อย่างรวดเร็วไม่ให้มีการแพร่กระจายของโรคไปสู่พื้นที่อื่นได้ แต่ถ้าใช้สารเคมีไม่ถูกต้องหรือไม่มีความรู้ อาจก่อให้เกิดแมลงพาหะนำโรคมีความต้านทานต่อสารเคมี (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, 2557)

จากที่กล่าวมาข้างต้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบระดับความต้านทานสารเคมีของยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการเลือกใช้สารเคมีกำจัดแมลงในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา คัดเลือกพื้นที่ศึกษาแบบเจาะจง โดยเลือกพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออก

1.1 อำเภอเมืองพิษณุโลก (อัตราการป่วย 133.49 คนต่อประชากรแสนคน) และอำเภอเนินมะปราง (อัตราการป่วย 207.00 คนต่อประชากรแสนคน) จังหวัดพิษณุโลก

1.2 อำเภอเมืองสุโขทัย (อัตราการป่วย 193.68 คนต่อประชากรแสนคน) และอำเภอ ทุ่งเสลี่ยม (อัตราการป่วย 121.60 คนต่อประชากรแสนคน) จังหวัดสุโขทัย

1.3 อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ (อัตราการป่วย 42.98 คนต่อประชากรแสนคน) และอำเภอน้ำปาด (อัตราการป่วย 20.77 คนต่อประชากรแสนคน) จังหวัดอุตรดิตถ์

2. ระยะเวลาการศึกษา ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2561 – กันยายน 2562

3. กลุ่มตัวอย่าง คือ ยุงลายบ้านสายพันธุ์พิษณุโลก อุตรดิตถ์และสุโขทัย ซึ่งทำการเก็บรวบรวมจากภาชนะขังน้ำในบ้านและบริเวณรอบบ้านในพื้นที่ทุกหมู่บ้านและทุกตำบลในอำเภอ

ที่คัดเลือก และเลี้ยงจนเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยทั้งหมด แยกใส่กรงเลี้ยงโดยใช้แท่งสำลีชุบน้ำหวาน 10% ให้เป็นอาหาร ใช้ยุงไม่เกินรุ่นที่ 3 (F3) โดยคัดเลือกยุงลายเพศเมียที่มีอายุ 3 – 5 วัน ตัวที่สมบูรณ์แข็งแรง จำนวน 125 ตัว/การทดสอบ 1 ครั้ง ยุงที่สัมผัสสารเคมี 100 ตัว Control 25 ตัว (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, 2557; World Health Organization, 2016)

4. สารเคมีที่ทดสอบ กระดาษชุบสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ Alpha–cypermethrin 0.03% Lambda–cyhalothrin 0.03% และ Deltamethrin 0.15%

5. วิธีการทดสอบ ดำเนินการตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2016) โดยให้ยุงทดสอบสัมผัสกระดาษชุบสารเคมี 1 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายยุงลายออกจากกระบอกทดสอบ (Exposure tube) ใส่กระบอกพัก (Holding tube) หาช่วงเวลาที่ทำให้ยุงสลบร้อยละ 50 (Knock down time at 50%; KT_{50}) และร้อยละ 95 (Knock down time at 95%; KT_{95}) หลังจากนั้นนำยุงมาเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง 30–35 องศาเซลเซียส โดยใช้สำลีชุบน้ำหวาน 10% เป็นอาหารวางที่ปากกระบอกจนครบ 24 ชั่วโมง แล้วจึงบันทึกยุงที่ตายและมีชีวิตในกระบอกเลี้ยงทุกกระบอก สังเกตการตายโดยดูจากลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ได้แก่ ยุงนอนแน่นิ่ง งอขาหรือขาแข็ง และไม่เคลื่อนไหว บันทึกผลจำนวนยุงสลบและตายในแบบฟอร์มการทดสอบความไวของยุง เพื่อนำไปคำนวณหาร้อยละการตาย (Mortality rate) ต่อไป

6. การวิเคราะห์และการแปลผล การแปลผล ใช้ตามเกณฑ์การประเมินผลความไวของยุงตัวเต็มวัยต่อสารเคมีขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 2016) ดังนี้

การคำนวณร้อยละการตาย

ร้อยละการตาย = (จำนวนยุงที่ตาย X 100) / จำนวนยุงที่ทดสอบ

การแปลผล

– ร้อยละการตายของยุงระหว่างร้อยละ 98 – 100 หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง (Susceptible: S)

– ร้อยละการตายของยุงระหว่างร้อยละ 80 – 97 หมายถึง ยุงเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมี (Incipient Resistance: IR)

– ร้อยละการตายของยุงต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึง ยุงมีความต้านทานต่อสารเคมี (Resistance: R)

ในการทดสอบแต่ละครั้ง หากพบว่า ร้อยละการตายของยุงลายในชุดทดลองเปรียบเทียบ (Negative control) มากกว่าร้อยละ 20 ถือว่าการทดสอบในครั้งนั้นใช้ไม่ได้ จะต้องทำการทดสอบใหม่ แต่ถ้าการทดสอบยุงในชุดทดลองเปรียบเทียบตายอยู่ระหว่างร้อยละ 5–20 ให้ปรับค่าร้อยละการตาย โดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) ดังนี้

ร้อยละการตาย = (ร้อยละการตายของยุงที่ทดสอบ – ร้อยละการตายของยุงชุดเปรียบเทียบ X100)/(100– ร้อยละการตายของยุงชุดเปรียบเทียบ)

การทดสอบยุงกับสารกลุ่ม Pyrethroid ให้คำนวณค่ายุงสลบจากช่วงเวลาที่ยุงสลบร้อยละ 50 (Knock down time at 50%; KT_{50}) และร้อยละ 95 (Knock down time at 95%; KT_{95}) โดยการวิเคราะห์จากโปรแกรม probit analysis ของ Finney (1971) เพื่อนำมาใช้ในการแปลผลเปรียบเทียบกับร้อยละการตายที่ 24 ชั่วโมง

ผลการวิจัย

ผลจากการประเมินความต้านทานสารเคมีของยุงลายบ้าน จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ Alpha-cypermethrin 0.03% Lambda-cyhalothrin 0.03% และ Deltamethrin 0.15% จากพื้นที่ทั้งหมด 6 อำเภอ 3 จังหวัด ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละการตายของยุงที่ใช้ทดสอบสารเคมีที่ 24 ชั่วโมง

พื้นที่ดำเนินการ	ร้อยละการตายของยุงที่ใช้ทดสอบ		
	Alpha cypermethrin 0.03 %	Lambda cyhalothrin 0.03%	Deltamethrin 0.15%
อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก	73 (R)	62 (R)	93 (IR)
อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก	61 (R)	22 (R)	94 (IR)
อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย	30 (R)	46 (R)	94 (IR)
อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย	52 (R)	31 (R)	96 (IR)
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์	43 (R)	61 (R)	100 (S)
อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์	52 (R)	53 (R)	97 (IR)

หมายเหตุ S หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง โดยมีร้อยละการตายของยุงระหว่างร้อยละ 98 – 100
IR หมายถึง ยุงเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมี โดยมีร้อยละการตายของยุงระหว่างร้อยละ 80 – 97
R หมายถึง ยุงมีความต้านทานต่อสารเคมี ร้อยละการตายของยุงต่ำกว่าร้อยละ 80

จากตารางที่ 1 พบว่า

1. ยุงลายต่อสารเคมี Alpha-cypermethrin 0.03% ผลการทดสอบ พบว่า ในแต่ละพื้นที่ดำเนินการมีร้อยละการตายของยุงลาย เท่ากับ 73 61 30 52 43 และ 52 ตามลำดับ ทั้งนี้ยุงลายมีความต้านทานต่อสารเคมี (R) ทั้ง 6 อำเภอ คิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ศึกษา

2. ยุงลายต่อสารเคมี Lambda-cyhalothrin 0.03% ผลการทดสอบ พบว่า ในแต่ละพื้นที่ดำเนินการมีร้อยละการตายของยุงลาย เท่ากับ 62 22 46 31 61 และ 53 ตามลำดับ ทั้งนี้ยุงลายมีความต้านทานต่อสารเคมี (R) ทั้ง 6 อำเภอ คิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ศึกษา

3. ยุงลายต่อสารเคมี Deltamethrin 0.15% ผลการทดสอบ พบว่า ในแต่ละพื้นที่ดำเนินการมีร้อยละการตายของยุงลาย เท่ากับ 93 94 94 96 100 และ 97 ตามลำดับ ทั้งนี้ยุงลายเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมี (IR) จำนวน 5 อำเภอ คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของพื้นที่ศึกษา โดยมีเพียงอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่พบว่า ยุงลายมีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง (S)

ตารางที่ 2 แสดงระยะเวลาสลบของยุงที่ใช้ทดสอบสารเคมี

พื้นที่ดำเนินการ	**ระยะเวลาของยุงที่ใช้ทดสอบ (นาที)**					
	Alpha Cyperm ethrin 0.03 %		**Lambda cyhalothrin 0.03%**		**Deltamethrin 0.15%**	
	KT_{50}	KT_{95}	KT_{50}	KT_{95}	KT_{50}	KT_{95}
อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก	179.44	328.23	71.55	111.15	45.55	75.58
อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก	78.60	109.99	148.66	266.73	30.29	70.93
อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย	88.10	140.62	102.86	185.94	52.16	84.27
อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย	69.20	114.60	69.30	107.99	40.85	92.40
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์	114.87	187.09	69.58	98.69	29.14	65.90
อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์	77.52	133.97	84.54	131.95	22.31	51.64

หมายเหตุ KT_{50} หมายถึง ระยะเวลาที่มีผลทำให้ยุงที่ใช้ทดสอบสารเคมีสลบหรือตาย ร้อยละ 50

KT_{95} หมายถึง ระยะเวลาที่มีผลทำให้ยุงที่ใช้ทดสอบสารเคมีสลบหรือตาย ร้อยละ 95

นอกจากนี้ ผลการทดสอบระยะเวลาที่ทำให้ยุงสลบร้อยละ 50 (KT_{50}) และร้อยละ 95 (KT_{95}) หลังได้รับสัมผัสสารเคมี ดังตารางที่ 2 เมื่อทดสอบกับสาร Alpha–cypermethrin 0.03% พบว่า ยุงลายในอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย มีค่าเฉลี่ย KT_{50} ต่ำสุด เท่ากับ 69.20 นาที แต่พบว่าค่าเฉลี่ย KT_{95} ต่ำสุดอยู่ที่ยุงลายในอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก (109.99 นาที) ในขณะที่ค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} สูงสุดอยู่ที่ยุงลายในอำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก โดยมีค่าเท่ากับ 179.44 และ 328.23 นาที ตามลำดับ เมื่อทดสอบกับสาร Lambda–cyhalothrin 0.03% พบว่า ค่าเฉลี่ย KT_{50} ต่ำสุดอยู่ที่ยุงลายใน ยุงลายในอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย มีค่าเท่ากับ 69.30 นาที แต่มีค่าเฉลี่ย KT_{95} ต่ำสุดอยู่ที่ยุงลายในอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ มีค่าเท่ากับ 98.69 นาที ในขณะที่ ค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} สูงสุดอยู่ที่ยุงลายในอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก โดยมีค่าเท่ากับ 148.66 และ 266.73 นาที ตามลำดับ และเมื่อทดสอบกับสาร Deltamethrin 0.15% พบว่า ยุงลายในอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ มีค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} มีค่าเท่ากับ 22.31 และ 51.64 ขณะที่มีค่า ยุงลายในอำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย มีค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 52.16 และ 84.27 นาที ตามลำดับ

อภิปรายผล

การศึกษาความต้านทานสารเคมีของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดอุตรดิตถ์ และจังหวัดสุโขทัย โดยพิจารณาในแต่ละพื้นที่ดำเนินการจะเห็นได้ว่ายุงลายมีความต้านทานต่อสารเคมี 2 ชนิด คือ สาร Alpha–cypermethrin 0.03% และสาร Lambda–cyhalothrin 0.03% ในทุกๆ พื้นที่ดำเนินการ ในขณะที่พบว่ายุงลายเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสาร Deltamethrin 0.15% เกือบทุกพื้นที่ดำเนินการ ยกเว้นยุงลายในอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่พบว่า มีความไวต่อ Deltamethrin 0.15% ในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพ็ญนภา และคณะ (2555) ที่รายงานถึงความไวของยุงลายต่อสารเคมีในกลุ่ม Pyrethroid และกลุ่ม Organophosphate ในจังหวัดลพบุรี เพชรบุรี ปราจีนบุรี สุราษฎรธานี และกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มที่นิยมใช้กันมาก ผลจากการทดสอบความไวต่อสารกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ดำเนินการอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบกับสาร Deltamethrin 0.05% ให้ผลในระดับความไวที่สูงเกือบทุกจังหวัด โดยมีร้อยละการตายเท่ากับ 100 ยกเว้นในจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่พบร้อยละการตายเฉลี่ยของยุงลาย เท่ากับ 81.6 ซึ่งหมายถึง ยุงเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมี ในทำนองเดียวกันมีการรายงานถึงความไวของยุงลายต่อ Deltamethrin 0.05% ในเขตเทศบาลนครภูเก็ต พบว่า ผลของความไวต่อสารเคมีดังกล่าวอยู่ในระดับสูง (การตายร้อยละ 100) เช่นกัน อย่างไรก็ตามในอดีตที่ผ่านมามีรายงานที่พบว่า ยุงลายเริ่มมีหรือมีความต้านทานต่อทั้งสาร Lambda–cyhalothrin สาร Alpha–cypermethrin และสาร

Deltamethrin ในบางพื้นที่ (กาญจนา และคณะ, 2561; กลุ่มพัฒนาวิชาการ, 2556; วิชัย, 2553; Sirisopa et al., 2014)

จากผลการทดสอบระยะเวลาที่ทำให้ยุงสลบร้อยละ 50 (KT_{50}) และร้อยละ 95 (KT_{95}) หลังได้รับสัมผัสสารเคมีในแต่ละชนิด พบว่า มีค่าเฉลี่ยของ KT_{50} และ KT_{95} ของยุงลายกับสาร Alpha-cypermethrin 0.03% ที่ต่ำสุดในอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย (69.20 นาที) และอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก (109.99 นาที) ในสาร Lambda-cyhalothrin 0.03% มีค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} ที่ต่ำสุดในอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย (69.30 นาที) และอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ (98.69 นาที) และในขณะที่ยุงลายในอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ มีค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} ที่ต่ำสุดหลังได้รับสาร Deltamethrin 0.15% เท่ากับ 22.31 และ 51.64 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Deshpande (2016) ได้ศึกษาความไวของของยุงลายต่อสารในกลุ่ม Pyrethroid สังเคราะห์ในประเทศอินเดีย ซึ่งพบว่า ค่า KT_{50} หลังทดสอบสาร Renofluthrin 0.025% และ d-Trans allethrin 0.1% อยู่ระหว่าง 20.49-26.16 นาที ขณะที่ ค่า KT_{95} หลังทดสอบสารทั้ง 2 ชนิด อยู่ในช่วงระหว่าง 33.45-40.37 นาที นอกจากนี้ ทัศนีย์ และคณะ (2557) ยังได้รายงานเพิ่มเติมถึงยุงลายมีความไวต่อ Deltamethrin 0.05% ในระดับที่สูง และมีค่าเฉลี่ย KT_{50} ของยุงลายในอาคารในช่วง 28.6-31.4 นาที และยุงลายนอกอาคารในช่วง 28.4-32.5 ตามลำดับ โดยทั่วไปแล้วสารในกลุ่ม Pyrethroid สังเคราะห์ มีความเป็นพิษต่อแมลงสูง แต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำ ทั้งนี้มีคุณสมบัติทำให้ยุงสลบได้ (คณัจฉรีย์ และคณะ, 2554) ซึ่งหากช่วงเวลาที่ยุงสลบร้อยละ 50 (KT_{50}) อาจต้องใช้เวลามากกว่า 80 นาที เป็นไปได้ว่า ยุงนั้นมีความต้านทางด้านกายภาพและอาจผ่านการตัดแต่งพันธุกรรม ทำให้เกิดความต้านทานต่อสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นสารทำให้สลบได้ (ทัศนีย์ และคณะ, 2557) ยิ่งไปกว่านั้น การทดสอบความไวของสารเคมีสังเคราะห์ต่อชนิด สายพันธุ์หรือระยะของยุงพาหะนำโรคที่แตกต่างกัน ก็อาจให้ผลความไวหรือความต้านทางของสารเคมีที่แตกต่างกันออกไปด้วย เช่น มีบางรายงานพบว่าประชากรยุงลายบ้านสายพันธุ์ USDA เมื่อทดสอบกับสาร Pyrethroid สังเคราะห์ชนิดต่างๆ กลับให้ผลการสลบของยุงลาย (Knock down) ถึงร้อยละ 100 (Juntarajumnong et al., 2012) หรือการทดสอบความไวของยุงลายบ้านและยุงรำคาญต่อสาร Deltamethrin ในเขตเทศบาลนครภูเก็ต โดยพบว่ายุงลายบ้านและยุงรำคาญในพื้นที่ศึกษายังคงมีระดับความไวสูงต่อสาร Deltamethrin แต่เมื่อเปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ *Bora* พบว่ายุงรำคาญเริ่มปรับตัวต้านทานมากกว่ายุงชนิดอื่น (ทัศนีย์ และคณะ, 2557) นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาถึงระดับความไวต่อสารเคมีของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่รับผิดชอบ ส่วนใหญ่พบว่าระดับความไวของลูกน้ำยุงลายในระดับต่ำถึงปานกลาง (กองแก้ว และคณะ, 2554; สุพรรณ และคณะ, 2559) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการใช้สารเคมีควรเลือกใช้เฉพาะที่มีความจำเป็นและถูกต้องตามหลักวิชาการเท่านั้น และควรมี

การตรวจสอบความไวเป็นระยะอย่างต่อเนื่องเพื่อชะลอการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดยุงพาหะในเขตพื้นที่ต่างๆ ที่รับผิดชอบ ทั้งสำนักงานป้องกันควบคุมโรค (สคร.) ร่วมกับกองโรคติดต่อนำโดยแมลง ทั้งนี้ควรใช้การจัดการแมลงพาหะนำโรคแบบผสมผสาน (Integrated Vectors Management: IVM) เช่น การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรหรือการเลี้ยงปลากัดในโอ่งน้ำเพื่อการอุปโภคเพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย เป็นต้น (นิดา และคณะ, 2560; Chandra et al., 2008; Han et al., 2015; Tanruean et al., 2019; Thongpoon & Poolprasert, 2015; Walshe et al., 2017)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความต้านทานสารเคมีของยุงลายบ้านใน 6 อำเภอ จาก 3 จังหวัด คือ อำเภอเมืองพิษณุโลก อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก อำเภอเมืองสุโขทัย อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ และอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ายุงลายมีความต้านทานต่อสารเคมีหลักๆ 2 ชนิด คือ สาร Alpha-cypermethrin 0.03% และสาร Lambda-cyhalothrin 0.03% ในทุกๆ พื้นที่ดำเนินการ ในขณะที่ยุงลายเกือบทุกพื้นที่ดำเนินการเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสาร Deltamethrin 0.15% ยกเว้นยุงลายในอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่มีความไวต่อสาร Deltamethrin 0.15% (การตายร้อยละ 100) พบว่า ค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} หลังได้รับสัมผัสสารเคมีมีความแปรผันออกไปตามกลุ่มประชากรของยุงลายในแต่ละพื้นที่ดำเนินการ โดยพบว่าค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} ต่ำที่สุดอยู่ที่ยุงลายในอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ หลังได้รับสาร Deltamethrin 0.15% เท่ากับ 22.31 และ 51.64 นาที ตามลำดับ อย่างไรก็ตามข้อมูลนี้เป็นเพียงการนำเสนอเพียงบางพื้นที่เท่านั้น เป็นไปได้ว่าสามารถใช้เป็นข้อมูลให้เกิดประโยชน์และประกอบการตัดสินในเลือกใช้สารเคมีที่มีประสิทธิภาพต่อยุงลายบ้านและยุงพาหะนำโรคชนิดอื่นๆ ในพื้นที่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการศึกษา และทีมกีฏวิทยา ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 2.1 พิษณุโลก ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลาย และดำเนินการทดสอบในครั้งนี้ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องที่อำนวยความสะดวกในพื้นที่ทุกแห่ง นอกจากนี้ผู้ร่วมวิจัยนำโดยนายพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ ได้ผ่านการอบรมผู้ขอรับใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (เลขที่คำขอ: U1-01978-2558)

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา โกติทิพย์, เจนจิรา จันสุภา, สุธาสินี มาแดง, กานต์ธีรา เรืองเจริญ, และวรรณภา สุวรรณเกิด. (2561). ความไวของยุงลายบ้านต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือ ปี 2558 และ 2559. **วารสารสาธารณสุขล้านนา, 14**(1), 13–22.

กองแก้ว ยะอูป, อาสาฬหะ พิมพ์บึง, บุญส่ง กุลโฮง, และพรทวีวัฒน์ ศูนย์จันทร์. (2554). ระดับความไวต่อสารเคมีของลูกน้ำยุงลายและยุงลายในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น ปี 2552. **วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น, 18**(3), 1–9.

กลุ่มพัฒนาวิชาการ สคร10 เชียงใหม่. (2556). **ความไวของยุงลายบ้านอิจิปไตย์ต่อสารเคมีกำจัดแมลงพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ปีงบประมาณ 2555–2556** (รายงานวิจัย). เชียงใหม่: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10.

คณัจฉรีย์ ธานิสพงศ์, ขนิษฐา ปานแก้ว, และประชา สุขโชติ. (2554). ความไว/ความต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ในงานสาธารณสุข. **วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง, 8**, 28–43.

ทัศนีย์ เอกวานิช, ยุวดี ตรงต่อกิจ, และสุวิทย์ เพ็งพิศ. (2557). ความไวของยุงลายบ้านและยุงรำคาญต่อสาร Deltamethrin ในเขตเทศบาลนครภูเก็ต. **วารสารวิชาการสาธารณสุข, 23**(6), 1108–1114.

นิดา นันทกรปรีดา, สมฤทัย ในแสน, กีรติ ตันเรือน, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, มนตรา ศรีษะแย้ม, ดุษิต โพธิ์ทอง, และยุวดี ตรงต่อกิจ. (2560). ฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ของสารสกัดเมล็ดน้อยหน่า (*Annona squamosa*) ที่หมักด้วยน้ำส้มควันไม้. **PSRU Journal of Science and Technology, 2**(3), 33–40.

ปิติ มงคลางกูร. (2559). **คู่มือการใช้เครื่องพ่นสำหรับผู้ปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก.** นนทบุรี: กลุ่มงานกีฏวิทยาและควบคุมแมลงนำโรค สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

เพ็ญนภา ชมะวิต, นฤมล โกมลมิศร์, และชำนาญ อภิวัฒนศร. (2555). การทดสอบความไวของยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลง จังหวัดลพบุรี เพชรบุรี ปราจีนบุรี สุราษฎร์ธานี และกรุงเทพมหานคร. **วารสารวิชาการสาธารณสุข, 20**(3), 467–476.

วิชัย สติมัย. (2553). การศึกษาการใช้สารเคมีและความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมีในภาคตะวันออกของประเทศไทย. **วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง, 7**(2), 18–30.

สุพรรณ สายหลักคำ, เจริญศักดิ์ แก้วหานาม, พรพิมล ขันภักดี, และศิริรัตน์ รักน้ำเที่ยง. (2559). การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมีที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร จังหวัดเลยและหนองบัวลำภู ปี 2557. **วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น, 22**(3), 38–45.

สำนักระบาดวิทยา. (2547). **สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค ปี 2547** (รายงานประจำปี). นนทบุรี : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักระบาดวิทยา. (2561). **Number of cases, deaths, morbidity rate, mortality rate,casefatality rate, Thailand 2561**. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2562, จาก http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/disease.php?ds=262766

สำนักระบาดวิทยา. (2562). **จำนวนผู้ป่วยและตายด้วยโรคไข้เลือดออก จำแนกรายเดือนตามวันเริ่มป่วย รายจังหวัด ประเทศไทย สัปดาห์ที่ 32 ปี 2562**. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2562, จากhttp://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/disease.php?ds=262766

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2557). **คู่มือการทดสอบสารเคมี**. นนทบุรี: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

Abbott, W.S. (1925). Amethod for computing the effectiveness of an insecticide**. Journal of Economic Entomology, 18**, 265–267.

Becker, N., Petrić, D., Zgomba; M., Boase, C., Dahl, C., Lane, J. & Kaiser, A. (2003). **Mosquitoes and their Control**. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.

Chandra, G., Bhattacharjee, I., Chatterjee, S.N. & Ghosh, A. (2008). Mosquito control by larvivorous fish. **The Indian Journal of Medical Research, 27**,13–27.

Deshpande, S.G. (2016). Renofluthrin: Novel pyrethroid insecticide mosquito coil for mosquito control. **International Journal of Mosquito Research, 3**(2), 1–3.

Finney, D.J. (1971). **Probit analysis**. London: Cambridge University Press.

Han, W.W., Lazaro, A., McCall, P.J., George, L., Runge–Ranzinger, S., ... Toledo, J. (2015). Efficacy and community effectiveness of larvivorous fish for dengue vector control. **Tropical Medicine and International Health, 20**, 1239–1256.

Juntarajumnong, W., Pimnon, S. Bangs, M.J., Thanispong, K. & Chareonviriyaphap, T. (2012). Discriminating lethal concentrations and efficacy of six pyrethroids for control of *Aedes aegypti* in Thailand. **Journal of the American Mosquito Control Association, 28**(1), 30–37.

Sirisopa, P., Thanispong, K., Chareonviriyaphap, T & Juntarajumnong, W. (2014). Resistance to Synthetic Pyrethroids in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand. **Kasetsart Journal : Natural Science, 48**, 577 – 586.

Tanruean, K., Napiroon, T., Phusing, S., Torres, J.R.D., Villanueva, P.M. & Poolprasert, P., (2019). Larvicidal effects of *Paederia pilifera* Hook.f. leaf and *Cuscuta reflexa* Roxb. stem extracts against the dengue vector mosquito *Aedes aegypti* Linn**. The Journal of Applied Science, 18**(1), 31–38.

Thongpoon C. & Poolprasert, P. (2015). Phytochemical screening and larvicidal activity of *Millingtonia hortensis* L.f. flower extract against *Aedes aegypti* Linn. **Kasetsart Journal (Natural Science), 49**(4), 597–605.

Walshe, D.P., Garner, P., Adeel, A.A., Pyke, G.H., & Burkot, T.R. (2017). Larvivorous fish for preventing malaria transmission. **The Cochrane database of systematic reviews, 12**(12), CD008090.

World Health Organization. (2016). **Monitoring and managing insecticides resistance in *Aedes* mosquito populations**. Switzerland: Geneva.

World Health Organization. (2011). **Global insecticide use for vector–borne disease control: a 10 –year assessment (2000–2009)**. (5th ed.). Switzerland: Geneva.