

## การศึกษาค่า discriminating concentrations ของสารเคมีกำจัดแมลง 5 ชนิด ในยุงลายบ้าน

จริยา ครุฑบุตร วท.บ.

ธัญญกัญณ์ มากริน วท.บ.

ชญาดา จำสวัตร์ วท.ม.

จักรวาล ชมภูศรี ปร.ค.

อาชวินทร์ โรจนวิวัฒน์ พ.บ., ปร.ค.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

วันที่รับบทความ (Received), 9 มกราคม 2567

วันแก้ไขบทความ (Revised), 22 มีนาคม 2567

วันตอบรับบทความ (Accepted), 27 มีนาคม 2567

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่า discriminating concentrations (DCs) ของ fipronil, bioresmethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ s-bioallethrin และศึกษาความไวของยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคสนามต่อสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิด ซึ่งการหาค่า DCs นั้นทำโดยการใช้ยุงลายบ้านที่มีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงมาทดสอบหาค่าความเข้มข้นของสารเคมีกำจัดแมลงที่ทำให้ยุงตายร้อยละ 99 ( $LC_{99}$ ) ด้วยวิธีการทดสอบความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงขององค์การอนามัยโลก ซึ่งค่า DCs มีค่าเท่ากับ  $2 \times LC_{99}$  จากการศึกษพบว่า discriminating concentrations ของ fipronil, bioresmethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ s-bioallethrin อยู่ที่ร้อยละ 0.140, 0.674, 0.118, 0.084 และ 0.076 ตามลำดับ และเมื่อใช้สารในความเข้มข้นดังกล่าวมาทดสอบความไวกับยุงลายบ้านตัวเมีย รุ่น F1 จาก 9 จังหวัด ได้แก่ พิษณุโลก ชุมพร จันทบุรี กาญจนบุรี นครราชสีมา นครปฐม ลำพูน ตรัง และมหาสารคาม พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของยุงที่สัมผัส fipronil, s-bioallethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ bioresmethrin มีค่าเท่ากับร้อยละ  $98.67 \pm 1.91$ ,  $24.56 \pm 19.51$ ,  $18.56 \pm 15.00$ ,  $17.67 \pm 12.77$  และ  $16.33 \pm 18.08$  ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่า ยุงจากพื้นที่ 9 จังหวัดข้างต้นยังมีความไวต่อ fipronil แต่มีความต้านทานต่อ s-bioallethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ bioresmethrin ดังนั้นการใช้ fipronil จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ในการควบคุมยุงลายบ้านที่ดื้อต่อสารไพรีทรอยด์ในพื้นที่ได้

**คำสำคัญ:** discriminating concentrations, ยุงลายบ้านคือสารเคมีกำจัดแมลง, ระดับความไวต่อสารเคมี

## Determination of discriminating lethal concentrations of 5 insecticides in *Aedes aegypti* mosquitoes

Jariya Krutbut B.Sc.

Thanyapak Makruen B.Sc.

Chayada Khamsawads M.Sc.

Jakkrawarn Chompoosri Ph.D.

Archawin Rojanawiwat M.D., Ph.D.

National Institute of Health, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health

### Abstract

This research aims to investigate the discriminating concentrations (DCs) of fipronil, bioresmethrin, d-trans allethrin, prallethrin, and s-bioallethrin as well as assess the susceptibility of the field strain of *Aedes aegypti* to the five insecticides as mentioned earlier. The study of DCs were conducted in an insecticide-susceptible *Ae. aegypti*. The 99% lethal concentrations (LC<sub>99</sub>) were determined according to the WHO standard operating procedure for testing insecticide susceptibility of adult mosquitoes. A doubling of the derived LC<sub>99</sub> value was used as the final DCs. The results showed the DCs of fipronil, bioresmethrin, d-trans allethrin, prallethrin, s-bioallethrin were set at 0.14%, 0.674%, 0.118%, 0.084%, and 0.076%, respectively. The F1 progeny female *Ae. aegypti* collected from 9 provinces, including Phitsanulok, Chumphon, Chanthaburi, Kanchanaburi, Nakhon Ratchasima, Nakhon Pathom, Lamphun, Trad and Maha Sarakham were tested for susceptibility by being exposed to 5 individual insecticides at the DCs. Those concentrations of fipronil, s-bioallethrin, d-trans allethrin, prallethrin and bioresmethrin gave the mean mortality rates of 98.67±1.91, 24.56±19.51%, 18.56±15.00%, 17.67±12.77% and 16.33±18.08%, respectively that were significantly different ( $p<0.05$ ). The determined DCs of fipronil provided the susceptibility in field-caught *Ae. aegypti* mosquitoes, whereas those mosquitoes were resistant to bioresmethrin, d-trans allethrin, prallethrin and s-bioallethrin. It suggests fipronil could be an alternative to pyrethroids to control pyrethroid-resistant *Ae. aegypti* mosquitoes.

**Keywords:** discriminating concentrations, insecticide-resistant *Ae. Aegypti*, susceptibility status

## บทนำ

ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก โรคไข้ชิก้า และโรคชิคุนกุนยา ซึ่งเป็นโรคที่มีความสำคัญทางสาธารณสุข โดยโรคไข้เลือดออกถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มโรคอุบัติซ้ำที่เป็นปัญหาสำคัญของโลก และเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย โดยในช่วง 5 ปี ย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ. 2560 – 2565 มีผู้ป่วยตั้งแต่ 16,000 – 120,000 รายต่อปี ส่วนโรคไข้ชิก้าพบผู้ป่วยครั้งแรกในปี พ.ศ. 2555 ซึ่งมีความรุนแรงในหญิงตั้งครรภ์ เนื่องจากโดยหากทารกในครรภ์ติดเชื้อจะส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของเซลล์สมอง ทำให้มีภาวะศีรษะเล็กหรือมีภาวะแทรกซ้อนระหว่างตั้งครรภ์ได้ และโรคชิคุนกุนยา ที่ทำให้ผู้ที่ติดเชื้อไวรัสนี้ทรมาณจากอาการปวดข้อและกล้ามเนื้ออย่างรุนแรง โดยในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา พ.ศ. 2563 มีอัตราผู้ป่วยสูงสุดอยู่ที่ 21.75 ต่อแสนประชากร<sup>(1,2)</sup> ซึ่งโรคเหล่านี้ยังไม่ยารักษาที่เฉพาะเจาะจงและไม่มีวัคซีนป้องกันที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันที่มากพอ และการควบคุมยุงพาหะเป็นวิธีการที่สำคัญในการป้องกันและควบคุมโรค<sup>(3,4)</sup>

สารเคมีที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมยุงลายมีหลายกลุ่ม กลุ่มคาร์บาเมต (carbamates) เช่น เบนไดโอคาร์บ (bendiocarb) และ โปรพ็อกเซอร์ (propoxur) กลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroids) เช่น อัลฟาไซเพอร์เมทริน (alpha-cypermethrin) ไบเฟนทริน (bifenthrin) ไซฟลูทริน (cyfluthrin) ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) เดลตามาทริน (deltamethrin) อีโทเฟนพรอกซ์ (etofenprox) แลมบ์ดาไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) และ เพอร์เมทริน (permethrin) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphates) เช่น เฟนิโตรไทออน (fenitrothion) มาลาไธออน (malathion) พิริมิฟอสเมทิล (pirimiphos methyl) และ เทมิฟอส (temephos)<sup>(5)</sup> ในประเทศไทย การใช้สารเคมีควบคุมยุงลายระยะตัวเต็มวัยมีหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการพ่นแบบละอองฝอยด้วยเครื่องยูแอลวี การพ่นหมอกควันด้วยเครื่องพ่นหมอกควัน ซึ่งสามารถพ่นสารเคมีได้เป็นวงกว้าง และยังมีวิธีการใช้สเปรย์ฉีดยุงกระป๋องซึ่งประชาชนสามารถหาซื้อได้ง่ายและใช้งานได้สะดวก<sup>(6)</sup> อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการใช้สารเคมีในการควบคุมและกำจัดยุงพาหะจะมีความสะดวกในการใช้งานและเห็นผลรวดเร็ว การใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกต้องและเหมาะสมสามารถนำไปสู่การสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุงพาหะได้<sup>(7)</sup> ซึ่งการที่แมลงจะสามารถสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงนั้น มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และอาจมีหลายกลไกที่ทำงานประสานกัน (combination resistance) ได้แก่ พฤติกรรมการต้านทาน (behavior resistance, avoidance) การลดอัตราการดูดซึมสารกำจัดแมลง (reduce penetration) การขับสารกำจัดแมลงออกจากร่างกาย (excretion) การสร้างเอนไซม์ทำลายสารกำจัดแมลง (metabolic resistance) การกักเก็บสารกำจัดแมลงไว้ไม่ให้ถูกเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณที่สารนั้นออกฤทธิ์ (sequestration) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างบริเวณที่สารกำจัดแมลงออกฤทธิ์ (target site mutation) ซึ่งส่งผลทำให้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดเดิมหรือความเข้มข้นเดิม ไม่สามารถควบคุมแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกต่อไป<sup>(8)</sup>

สำหรับสถานการณ์การติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านในประเทศไทยนั้น มีรายงานพบการติดต่อของยุงพาหะในหลายพื้นที่ทั่วประเทศไทย เป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี โดยสารที่แมลงสร้างความต้านทานนั้นมีหลายกลุ่ม รวมทั้งกลุ่มไพรีทรอยด์ และกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต<sup>(9-11)</sup> ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงพาหะ มีผลต่อประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงโดยใช้สารเคมีอย่างมาก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่า discriminating concentrations ของสารกลุ่มเฟนิลไพราโซล ได้แก่ ฟิโปรนิล (fipronil) และสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ 4 ชนิด ได้แก่ เอสไบโออัลเลทริน (s-bioallethrin), ดีทรานส์อัลเลทริน (d-trans allethrin), พราลเลทริน (prallethrin) และ ไบโอเรสมเมทริน (bioresmethrin) และศึกษาค่าความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิด ในยุงลายบ้านจากพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออกในจังหวัดพิษณุโลก, ชุมพร, จันทบุรี, กาญจนบุรี, นครราชสีมา, นครปฐม, ลำพูน, ตราด และมหาสารคาม ตามวิธีขององค์การอนามัยโลก ซึ่งผลของการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาสถานการณ์ระดับความไวและแนวโน้มในการต้านต่อสารเคมีที่ใช้ในพื้นที่ และเป็นประโยชน์ในการประกอบการพิจารณาวางแผนคัดเลือกใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่า discriminating concentrations ของสาร ฟิโปรนิล (fipronil) เอสไบโออัลเลทริน (s-bioallethrin) ดีทรานส์อัลเลทริน (d-trans allethrin) พราลเลทริน (prallethrin) และ ไบโอเรสมเมทริน (bioresmethrin) ในยุงลายบ้าน
2. เพื่อศึกษาค่าความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิดที่ความเข้มข้น discriminating concentrations ของยุงลายบ้านจากพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออก

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) แบบสองกลุ่ม คือมีกลุ่มทดลองที่เป็นยุงลายบ้านจากพื้นที่ภาคสนาม และกลุ่มควบคุมเป็นยุงที่ถูกเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งการวิจัยนี้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการ

### กลุ่มตัวอย่าง

#### 1. ยุงลายบ้าน

##### 1.1 ยุงลายบ้านที่มีความไวต่อสารเคมี (susceptible strain)

ลูกน้ำยุงลายบ้านนี้ถูกเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์โดยฝ่ายอนุกรมวิธานและสนับสนุนงานกีฏวิทยาทางการแพทย์ กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข ซึ่งถูกเลี้ยงในห้องเลี้ยงยุงที่ปลอดสารเคมีกำจัดแมลงและปลอดจากเชื้อโรคต่างๆ เป็นระยะเวลามากกว่า 20 ปี

## 1.2 ยุงลายบ้านจากพื้นที่ภาคสนาม

ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างยุงลายบ้านตัวเต็มวัยจากบ้านเรือนร้อยละ 15 – 20 ของจำนวนหลังคาเรือนทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาใน 9 จังหวัด คือ พิษณุโลก, ชุมพร, จันทบุรี, กาญจนบุรี, นครราชสีมา, นครปฐม, ลำพูน, ตรัง และมหาสารคาม ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีรายงานผู้ป่วยไข้เลือดออกโดยใช้อุปกรณ์โอบแมลง จากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ และใช้ยุงเพศเมียในรุ่น F1 ที่มีอายุ 3 – 5 วัน ในการทดสอบ

### ขั้นตอนการทำการทดลอง

#### 1. คัดเลือกสารเคมีกำจัดแมลง

คัดเลือกสารเคมีกำจัดแมลงที่มีระดับความเป็นพิษน้อยมากถึงปานกลาง 5 ชนิด คือ กลุ่มเฟนิลไพราโซล ได้แก่ fipronil กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ได้แก่ bioresmethrin, d-Trans Allethrin, prallethrin, s-bioallethrin

2. การหาค่า discriminating concentrations ของสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิด ในกลุ่มเฟนิลไพราโซลและกลุ่มไพรีทรอยด์ต่อยุงลายบ้านที่มีความไวต่อสารเคมี (susceptible strain) ด้วยวิธี WHO susceptibility test โดยใช้ WHO tube<sup>(12)</sup>

##### 2.1 เตรียมสารเคมีกำจัดแมลงความเข้มข้นดังต่อไปนี้

Fipronil: 0.00625%, 0.0125%, 0.0188%, 0.025% และ 0.05%

Prallethrin: 0.005%, 0.010%, 0.015%, 0.020% และ 0.025%

Bioresmethrin: 0.0125%, 0.025%, 0.05%, 0.075% และ 0.1%

D-trans allethrin: 0.010%, 0.015%, 0.020%, 0.025%, 0.03% และ 0.035%

S-bioallethrin: 0.015%, 0.020%, 0.025%, 0.03%, 0.035% และ 0.040%

2.2 ชุบกระดาษกรองขนาด 12 cm × 15 cm ด้วยสารละลายข้างต้น ปริมาณ 2 ml/แผ่น ปล่อยให้แห้ง 2 นาที

2.3 คูดยุงลายบ้าน เพศเมีย ไม่กินเลือด อายุ 3 - 5 วัน ใส่กระบอกรับดูดเชื้อที่มีกระดาษกรองขนาด 12 cm × 15 cm ที่ปราศจากการชุบด้วยสารเคมีกำจัดแมลง จำนวน 25 ตัว/กระบอกรับ

2.4 เป่ายุงลายบ้านจากกระบอกรับดูดเชื้อโดยผ่านช่องลิ้นชักไปยังกระบอกรับทดสอบจุดแดงที่มีกระดาษกรองชุบสารเคมีกำจัดแมลงอยู่ภายใน ที่เตรียมไว้ในข้อ 2.2 และดำเนินการทดสอบ 4 ซ้ำ

2.5 ให้อายุยุงลายสัมผัสกับสารเคมีกำจัดแมลงเป็นเวลา 60 นาที โดยบันทึกจำนวนยุงลายบ้านที่หงายท้องที่เวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที

2.6 ถ่ายยุงลายที่สัมผัสสารเคมีกำจัดแมลงใส่ในกระบอกรับดูดเชื้อ

2.7 ตรวจสอบอัตราการตายของยุงลายบ้านที่ 24 ชั่วโมงและบันทึกผล

2.8 ถ้าอัตราตายของลูกน้ำหาคความคมอยู่ระหว่างร้อยละ 5-20 ให้ปรับค่าอัตราตายของยุงทดสอบด้วย Abbott's formula<sup>(13)</sup> แต่ถ้ามากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการทดสอบใหม่

2.9 คำนวณหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้ยุงลายสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการตายร้อยละ 99 (Lethal Concentration 99, LC<sub>99</sub>)

2.10 คำนวณหา Discriminating concentration (DC) หรือความเข้มข้นสำหรับใช้ในการทดสอบกับยุงลายบ้านคือต่อสารเคมีกำจัดแมลงจากพื้นที่ศึกษาโดยใช้ความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของค่า LC<sub>99</sub> ที่คำนวณได้ (ความเข้มข้นที่เหมาะสมต้องทำให้ยุงลายคือสารเคมีกำจัดแมลงตายร้อยละ 98-100)

**3. ทดสอบความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มเฟนิลไพราโซลและกลุ่มไพริทรอยด์ของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษา 9 จังหวัดที่มีรายงานยุงลายบ้านคือต่อสารเคมีกำจัดแมลงโดยวิธี WHO susceptibility test**

3.1 คูดยุงลายบ้าน เพศเมีย ไม่กินเลือด อายุ 3 - 5 วัน ใส่กระบอกพักจุดเขียวที่มีกระดาดกรองภายในขนาด 12 เซนติเมตร และยาว 15 เซนติเมตรที่ปราศจากการชุบด้วยสารเคมีกำจัดแมลง จำนวน 25 ตัว/กระบอก

3.2 เป้ายุงลายบ้านจากกระบอกพักจุดเขียวโดยผ่านช่องลิ้นชักไปยังกระบอกทดสอบจุดแดงที่มีกระดาดกรองชุบสารเคมีกำจัดแมลงอยู่ภายใน ที่มีความเข้มข้นเท่ากับค่า Discriminating concentration ที่คำนวณได้ในข้อ 2 และดำเนินการทดสอบ 4 ชั่วโมง

3.3 ให้ยุงลายสัมผัสกับสารเคมีกำจัดแมลงเป็นเวลา 60 นาที โดยบันทึกจำนวนยุงลายบ้านที่หงายท้องที่เวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที

3.4 ถ่ายยุงลายที่สัมผัสสารเคมีกำจัดแมลงใส่ในกระบอกพักจุดเขียว

3.5 ตรวจสอบอัตราตายของยุงลายบ้านคือยาที่ 24 ชั่วโมงและบันทึกผล

3.6 เกณฑ์การตัดสินการคือต่อสารเคมีกำจัดแมลงขององค์การอนามัยโลก<sup>(14)</sup>

อัตราการตาย  $\geq 98$  หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง

อัตราการตายระหว่าง 90 - 97% หมายถึง ยุงอาจมีความต้านต่อสารเคมีกำจัดแมลง ต้องมีการยืนยันเพิ่มเติม

อัตราการตาย  $< 90$  % หมายถึง ยุงมีความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลง

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละอัตราตาย และหากอัตราตายของลูกน้ำหรือตัวเต็มวัยของยุงในชุด Control อยู่ระหว่างร้อยละ 5-20% ให้ปรับค่าอัตราตาย Abbott's formula ดังนี้

$$\text{อัตราตาย} = \frac{\text{อัตราตายของยุงทดสอบ} - \text{อัตราตายของยุงในกลุ่ม Control} \times 100}{100 - \text{อัตราตายของยุงในกลุ่ม Control}}$$

การคำนวณหาค่า  $LC_{50}$  ใช้การวิเคราะห์แบบโพรบิต (Probit analysis) และการทดสอบความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง 5 ชนิด ใช้สถิติ One-Way ANOVA และ Bonferroni multiple comparison test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha$ ) = 0.05 โดยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 23

## ผลการศึกษา

### 1. ค่า discriminating concentrations ของสาร fipronil, s-bioallethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ bioresmethrin

ตารางที่ 1 ค่า discriminating concentrations ของสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิด ที่ทดสอบกับยุงลายบ้านที่มีความไวต่อสารเคมี (susceptible strain) ด้วยวิธี WHO susceptibility test โดยใช้ WHO tube

| สารเคมีกำจัดแมลง  | discriminating concentrations (%) |
|-------------------|-----------------------------------|
| Fipronil          | 0.140                             |
| Bioresmethrin     | 0.674                             |
| D-trans allethrin | 0.118                             |
| Prallethrin       | 0.084                             |
| S-bioallethrin    | 0.076                             |

### 2. ความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษา

จากการทดสอบความไวของยุงลายบ้าน 9 จังหวัดต่อสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มเฟนิลไพราโซลและกลุ่มไพรีทรอยด์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้นเท่ากับ discriminating concentrations พบว่า ยุงลายบ้านที่สัมผัสสารกลุ่มเฟนิลไพราโซล ได้แก่ fipronil มีอัตราการตายเฉลี่ยสูงสุดที่ร้อยละ  $98.67 \pm 1.91$  ส่วนสารกลุ่มไพรีทรอยด์ ทำให้แมลงมีอัตราการตายอยู่ในช่วง  $16.33 \pm 18.08$  -  $24.56 \pm 19.51$  โดยแมลงที่สัมผัส s-bioallethrin มีอัตราการตายสูงสุดในกลุ่มไพรีทรอยด์ รองลงมาคือ d-trans allethrin, prallethrin และ bioresmethrin ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งอัตราการตายเฉลี่ยมีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยค่าเฉลี่ยอัตราการตายต่ำที่สุดอยู่ที่ร้อยละ  $2.0 \pm 4.0$  ในกลุ่มยุงที่เก็บจากพื้นที่จังหวัดตราดที่สัมผัสกับสาร bioresmethrin ส่วนกลุ่มควบคุมผลบวก พบว่า ยุงลายบ้านห้องปฏิบัติการมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิด โดยมีอัตราการตายเฉลี่ยของยุงลายบ้านห้องปฏิบัติการที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับร้อยละ 100 ในขณะที่กลุ่มควบคุมผลลบ พบว่า ยุงลายบ้านจาก 9 จังหวัดพื้นที่ศึกษาและยุงลายบ้านห้องปฏิบัติการมีอัตราการตาย เท่ากับ 0

ซึ่งเมื่อตัดสินด้วยเกณฑ์การตัดสินการติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงขององค์การอนามัยโลกพบว่า  
จากพื้นที่ 9 จังหวัดทั้งหมด มีความต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้ง 4 ชนิด โดยไม่มียุงลายจาก  
พื้นที่ใดเลยที่มีอัตราการตายมากกว่าร้อยละ 80 ในขณะเดียวกันยุงลายบ้านทั้งหมด มีความไวต่อสาร  
Fipronil โดยมีอัตราการตายอยู่ในช่วงระหว่าง ร้อยละ 98 – 100 ในพื้นที่ศึกษา 7 จังหวัด แต่มี 2 จังหวัดที่มี  
อัตราการตายร้อยละ 96 คือ กาญจนบุรี และนครปฐม



ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษา 9 จังหวัด

| สารเคมีกำจัดแมลง<br>(discriminating<br>lethal<br>concentration) | Suscept<br>ible<br>Strain | พิษณุโลก | ชุมพร     | ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของยุงลายบ้าน, % ( $\bar{X} \pm SD$ ) |           |            |           |           |           |           | $\bar{X} \pm SD$         |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|-----------|-----------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|
|                                                                 |                           |          |           | ชลบุรี                                                    | กาญจนบุรี | นครราชสีมา | นครปฐม    | ลำพูน     | ตราด      | มหาสารคาม |                          |
| Acetone (negative control)                                      | 0                         | 0        | 0         | 0                                                         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0                        |
| Fipronil<br>(0.14%)                                             | 100±0                     | 98.0±2.3 | 100±0     | 99.0±2.0                                                  | 96.0±0    | 99.0±2.0   | 96.0±0    | 100±0     | 100±0     | 100±0     | 98.67±1.91 <sup>a</sup>  |
| Bioresmethrin<br>(0.674%)                                       | 100±0                     | 9.0±2.0  | 15.0±6.0  | 10.0±2.3                                                  | 7.0±2.0   | 11.0±2.0   | 15.0±2.0  | 24.0±8.0  | 2.0±4.0   | 54.0±33.4 | 16.33±18.08 <sup>b</sup> |
| D-trans allethrin<br>(0.118%)                                   | 100±0                     | 17.0±2.0 | 22.0±11.6 | 8.0±3.3                                                   | 14.0±2.3  | 10.0±2.3   | 10.0±5.2  | 25.0±5.0  | 8.0±11.3  | 53.0±10.5 | 18.56±15.00 <sup>b</sup> |
| Prallethrin<br>(0.084%)                                         | 100±0                     | 21.0±2.0 | 21.0±14.0 | 12.0±3.3                                                  | 18.0±2.3  | 13.0±3.8   | 19.0±16.8 | 4.0±5.7   | 8.0±3.3   | 43.0±3.8  | 17.67±12.77 <sup>b</sup> |
| S-bioallethrin<br>(0.076%)                                      | 100±0                     | 25.0±2.0 | 18.0±12.4 | 16.0±3.3                                                  | 22.0±2.3  | 19.0±2.3   | 18.0±10.6 | 16.0±10.8 | 13.0±11.5 | 74.0±9.5  | 24.56±19.51 <sup>b</sup> |

### วิจารณ์

จากผลการศึกษา ยุงลายบ้านในพื้นที่ 9 จังหวัด มีความไวระดับต่ำต่อสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้ง 4 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของหลายการศึกษาที่รายงานการดื้อต่อสารกลุ่มไพรีทรอยด์ของยุงลายบ้านในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตาม จากการสืบค้นยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการศึกษาค่าความไวของ

ยุงลายบ้านในประเทศไทยต่อสาร bioesmethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ s-bioallethrin แบบเดี่ยว โดยส่วนใหญ่จะทำการศึกษานี้ในสาร deltamethrin, permethrin และ cypermethrin<sup>(9-10, 15-16)</sup> โดยสาร bioesmethrin และ s-bioallethrin ส่วนใหญ่มักใช้เป็นสารประกอบในการฉีดพ่นเพื่อควบคุมยุงพาหะ ในขณะที่ d-trans allethrin และ prallethrin มักใช้ในรูปแบบยาจุดกันยุง ซึ่งเมื่อประกอบกับข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าสารเคมีเหล่านี้ในรูปแบบเดี่ยวไม่สามารถควบคุมยุงพาหะได้ดีเท่าที่ควร ยิ่งเน้นย้ำถึงความสำคัญในการศึกษาความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงอย่างสม่ำเสมอ และการวางแผนบริหารจัดการเพื่อลดหรือป้องกันการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุงพาหะ

จากการศึกษานี้ พบว่า fipronil เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมยุงลายบ้านตัวเต็มวัยในพื้นที่ทั้ง 9 จังหวัด ซึ่งเป็นยุงลายบ้านที่ดื้อต่อสารไพรีทรอยด์ได้ และจากการศึกษาของ Khan และคณะ<sup>(17)</sup> พบว่าความต้านทานต่อ fipronil ที่เกิดขึ้นในยุงนั้นไม่มีความเสถียร เมื่อเปลี่ยนไปใช้สารเคมีชนิดอื่นหรือหยุดใช้สาร fipronil ความต้านทานที่เกิดขึ้นนั้นจะลดลง ดังนั้นในการใช้งานควรมีการใช้ร่วมกับสารเคมีชนิดอื่น ๆ หรือมีการใช้สารอื่นสลับกับ fipronil เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและชะลอการพัฒนาความต้านทานในยุงพาหะ เพราะการใช้สาร fipronil เพียงอย่างเดียวเป็นระยะเวลาหนึ่งก็สามารถทำให้แมลงพัฒนาความต้านทานขึ้นมาได้เช่นเดียวกัน ซึ่งนอกจากการใช้ในเชิงเดี่ยวแล้ว ยังมีการศึกษาการใช้ fipronil ร่วมกับ permethrin เพื่อไล่และกำจัดยุงซึ่งได้ผลดีอีกด้วย<sup>(18)</sup> และนอกจากปัจจัยด้านสารเคมีที่ใช้ควบคุมแมลงพาหะแล้ว ยังมีแหล่งของสารเคมีอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการสร้างความต้านทานของแมลงในพื้นที่อีกด้วย ในปี พ.ศ. 2564 รติศุภกร และคณะ<sup>(19)</sup> รายงานความสัมพันธ์ของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเกษตรที่ส่งผลต่อการพัฒนาความต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงใน *Aedes albopictus*

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินงบประมาณประจำปี 2565 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาธารณสุขอำเภอ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลและสำนักงานเทศบาลที่รับผิดชอบในพื้นที่ศึกษาของ 9 จังหวัดที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่า discriminating concentrations ของ fipronil, bioesmethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ s-bioallethrin มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.140, 0.674, 0.118, 0.084 และ 0.076 ตามลำดับ และเมื่อใช้สารในความเข้มข้นดังกล่าว ทดสอบกับยุงลายบ้านจากพื้นที่ศึกษา 9 จังหวัด คือ พิษณุโลก ชุมพร จันทบุรี

กาญจนบุรี นครราชสีมา นครปฐม ลำพูน ตรัง และมหาสารคาม พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของยุงที่สัมผัส fipronil มีอัตราการตายเฉลี่ยสูงสุด ที่ร้อยละ  $98.67 \pm 1.91$  แสดงให้เห็นว่ายุงมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง ตามเกณฑ์การตัดสินการดื้อต่อสารเคมีกำจัดแมลงขององค์การอนามัยโลก ในขณะที่ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของยุงที่สัมผัส s-bioallethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ bioresmethrin มีค่าเท่ากับร้อยละ  $24.56 \pm 19.51$ ,  $18.56 \pm 15.00$ ,  $17.67 \pm 12.77$  และ  $16.33 \pm 18.08$  ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ายุงมีความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 4 ชนิด

ความไวของยุงลายบ้านที่มีต่อสารเคมีที่ใช้ควบคุมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการควบคุมยุงพาหะ และการตรวจสอบระดับความไวต่อสารเคมีของยุงในพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการหาค่า DCs และนำมาใช้ทดสอบความระดับความไวในยุงลายบ้านจากพื้นที่ 9 จังหวัด และแสดงให้เห็นว่ายุงลายบ้านในพื้นที่ได้พัฒนาการดื้อต่อสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ bioresmethrin, d-trans allethrin, prallethrin และ s-bioallethrin ทำให้ไม่สามารถกำจัดยุงลายบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร อย่างไรก็ตาม สาร fipronil ที่อยู่ในกลุ่มเฟนิลไพราโซลยังสามารถใช้งานได้ดี และสามารถใช้ในการกำจัดยุงลายบ้านที่ดื้อต่อสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ได้อีกด้วย

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย ในการวางแผนควบคุมยุงพาหะในแต่ละครั้ง ควรมีข้อมูลพื้นฐานความไวของสารเคมีที่จะนำไปใช้ในพื้นที่นั้นๆ และควรมีการตรวจสอบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมีก่อนที่จะนำมาใช้เป็นระยะอย่างต่อเนื่อง เพราะเมื่อใช้สารเคมีชนิดนั้นในการควบคุมยุงเป็นระยะเวลานาน จะทำให้ยุงมีการพัฒนาการความต้านทานต่อสารชนิดนั้นขึ้นแล้ว จะทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมลดลงหรือไม่ได้ผลเลย ทำให้ไม่สามารถควบคุมการระบาดของโรคได้ รวมทั้งเป็นการสิ้นเปลืองกำลังคนและงบประมาณ ซึ่งข้อมูล DCs ของสารเคมีกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิดและอัตราการตายเฉลี่ยของยุงลายบ้านจากการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้รายงานไปยังสำนักงานสาธารณสุขอำเภอและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่ทั้ง 9 จังหวัด เพื่อนำไปประกอบการวางแผนควบคุมยุงลายบ้านที่ดื้อต่อสารไพรีทรอยด์ในพื้นที่ต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษากลไกการดื้อต่อสารเคมีกำจัดแมลงในแต่ละชนิดเพื่อยืนยัน โดยการหาระดับความต้านทานของยุง Resistance Ratio, biochemical assay และ Molecular techniques ต่อไป

### บรรณานุกรม

1. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. รายงานประจำปี 2565 กองโรคติดต่อนำโดยแมลง. นนทบุรี: กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข; 2565.
2. ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย. แนวทางเวชปฏิบัติการดูแลรักษาผู้ป่วยเด็กที่สงสัยภาวะติดเชื้อไวรัสซิกาแต่กำเนิด [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 1 ก.พ. 2566]; เข้าถึงได้จาก: <https://mis.nkp-hospital.go.th/institute/admInstitute/nFile/20161219-105941.pdf>.
3. World Health Organization. Dengue: Guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. Genève, Switzerland: World Health Organization; 2009.
4. World Health Organization. Vector control operations framework for Zika virus [Internet]. 2016 [cited 2023 Feb 16]; Available from: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/207481/WHO\\_ZIKV\\_VC\\_16.4\\_eng.pdf?sequence=1](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/207481/WHO_ZIKV_VC_16.4_eng.pdf?sequence=1).
5. World Health Organization. Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance. 6th ed. Genève, Switzerland: World Health Organization; 2006.
6. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือวิชาการ โรคติดเชื้อเดงกีและโรคไข้เลือดออกเดงกีด้านการแพทย์และสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2558. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อักษรกราฟฟิคแอนคัลไซน์; 2558.
7. Insecticide Resistance Action Committee. Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors of Public Health Importance. [Internet]. 2011 [cited 2023 Nov 4]; Available from: [https://croplife.org/wp-content/uploads/pdf\\_files/IRAC-Prevention-management-of-insecticide-resistance-in-vectors-pests-of-public-health-importance.pdf](https://croplife.org/wp-content/uploads/pdf_files/IRAC-Prevention-management-of-insecticide-resistance-in-vectors-pests-of-public-health-importance.pdf).
8. สิริภัก สุระพร. กลไกที่แมลงต้านทานต่อสารฆ่าแมลง. วารสารเกษตรพระวรุณ. 2562;16(1):34-48.
9. ขนิษฐา ปานแก้ว, บุษราคัม สีนาคม, พรพิมล ประดิษฐ์, บุญเสริม อ่วมอ่อง. การศึกษาความไวต่อสารเคมีและสารเสริมฤทธิ์ของยุงลาย *Aedes aegypti* ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562. วารสารวิชาการป้องกันควบคุมโรค สคร. 2 พิษณุโลก. 2564;8(1):69-83.
10. บุญเสริม อ่วมอ่อง, สงคราม งามปฐม, มาโนช ศรีแก้ว. การศึกษาความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารกำจัดแมลงในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารกระทรวงสาธารณสุข. 2542;18(7-12):93-101.
11. Jirakanjanakit N, Rongnoparut P, Saengtharatip S, Chareonviriyaphap T, Duchon S, Bellec C, et al. Insecticide susceptible/resistance status in *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Thailand during 2003-2005. J Econ Entomol. 2007;100(2):545-50.

12. World Health Organization. Standard operating procedure for testing insecticide susceptibility of adult mosquitoes in WHO tube tests. Genève, Switzerland: World Health Organization; 2022.
13. Capinera JL. Abbott's Formula. Encyclopedia of entomology. [Internet]. 2005 [cited 2023 Nov 5]; Available from: [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F0-306-48380-7\\_4](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F0-306-48380-7_4).
14. World Health Organization. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. 2nd ed. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2016.
15. กาญจนนา โกดิตทิพย์, เจนจิรา จันสุภา, สุชาลีนี มาแดง, กานต์ธีรา เรืองเจริญ, วรรณภา สุวรรณเกิด. ความไวของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ต่อสารเคมีกลุ่ม Pyrethroid ในพื้นที่ 8 จังหวัด ภาคเหนือ ปี 2558 และ 2559. วารสารสาธารณสุขสู่ล้านนา. 2561;14(1):13-22.
16. ไพทมาศ เปื้องปรีชาศักดิ์, จักรพงษ์ วงษ์งาม, สามิตร พันทะลย์, สุริยันต์ โสภาว์วัฒน์, ศักดิ์ชาย ศิริกันรัตน์, ปราโมทย์ บุญแก้ว. การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดยุงลายโดยการพ่นหมอกควันในพื้นที่จังหวัดเลยและหนองบัวลำภู ปี 2565. วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี. 2566;2(1):1-13.
17. Khan MA, Riaz M, Kamran M, Shad SA. Unstable fipronil resistance associated with fitness costs in fipronil-selected *Aedes aegypti* L. Exp Parasitol. 2023;250:108543.
18. Fankhauser B, Dumont P, Hunter JS, McCall JW, Kaufmann C, Mathis A, et al. Repellent and insecticidal efficacy of a new combination of fipronil and permethrin against three mosquito species (*Aedes albopictus*, *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*) on dogs. Parasites & Vectors. 2015;8(1):64.
19. Ratisupakorn S, Lorn S, Dada N, Ngampongsai A, Chaivisit P, Ritthison W, et al. *Aedes Albopictus* (Diptera: Culicidae) Susceptibility Status to Agrochemical Insecticides Used in Durian Planting Systems in Southern Thailand. J Med Entomol. 2020;58(3):1270-9.