วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม - สิงหาคม 2563

Journal of Health Science
Vol. 29 No. 4, July - August 2020

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original article*

การศึกษาประสิทธิผลของสารเคมี Deltamethrin และ Cypermethrin ต่อยุงลายบ้านพาหะนำโรคไข้เลือดออกสายพันธุ์ต้านทานและสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมี

สุนัยนา สท้านไตรภพ ปร.ด. (กีฏวิทยา)
พรรณเกษม แผ่พร ปร.ด. (อายุรศาสตร์เขตร้อน)
ภูเบศร์ ยะอัมพันธ์ Doctorat (Biologie Santé)
พงศกร มุขขันธ์ วท.บ. (สิ่งแวดล้อม)
สุนิสา อ่อนคง บธ.บ. (การจัดการทั่วไป)
พรอนงค์ ทัศนัย วท.บ. (กีฏวิทยา)
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

วันรับ:	25 ต.ค. 2561
วันแก้ไข:	18 ต.ค. 2562
วันตอบรับ:	26 ต.ค. 2562

บทคัดย่อ การศึกษาฤทธิ์ทำให้แมลงหงายท้องและฤทธิ์ในการฆ่าแมลงของสาร deltamethrin และ cypermethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 ต่อยุงลายบ้านจากจังหวัดระยองและจันทบุรีเปรียบเทียบกับยุงลายบ้านจากห้องปฏิบัติการที่มีความไวต่อสารเคมีด้วยวิธีทดสอบมาตรฐานจากองค์การอนามัยโลก (WHO susceptibility test) เพื่อหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมของสาร deltamethrin และ cypermethrin ในการควบคุมยุงลายบ้านที่มีความต้านทานต่อสารเคมีทั้งสองชนิด ผลทดสอบความไวต่อสารเคมีพบว่ายุงลายบ้านทั้งสองพื้นที่มีความต้านทานในระดับปานกลางต่อ deltamethrin และมีความต้านทานในระดับสูงต่อ cypermethrin ผลทดสอบฤทธิ์ทำให้แมลงหงายท้องและฤทธิ์ในการฆ่าแมลงของสารเคมีทั้งสองชนิดพบว่า deltamethrin ที่อัตราการใช้ 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 สามารถทำให้ยุงลายจากจังหวัดระยองและจันทบุรีตายร้อยละ 100.0 สำหรับ cypermethrin ที่อัตราการ 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 สามารถทำให้ยุงลายจากระยองตายร้อยละ 91.3-97.0 แต่ยุงลายจากจันทบุรีตายร้อยละ 89.8-92.4 นอกจากนี้สาร deltamethrin ยังมีฤทธิ์ทำให้ยุงลายทดสอบหงายท้องได้เร็วกว่า cypermethrin ดังนั้น deltamethrin ที่อัตราการใช้ 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 ยังคงมีประสิทธิภาพดีในการทำให้ยุงลายบ้านหงายท้องและตาย ซึ่งสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมในการฉีดพ่นแบบตกค้างบนพื้นผิววัสดุตามแหล่งที่ยุงลายชอบเกาะพักโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกและยุงลายมีการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยเสริมให้การควบคุมยุงลายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นนอกเหนือจากการฉีดพ่นแบบฟุ้งกระจายกำจัดตัวเต็มวัยและการใช้สารเคมีกำจัดลูกน้ำยุงลาย

คำสำคัญ: **ยุงลายบ้าน; โรคไข้เลือดออก;** สาร deltamethrin; สาร cypermethrin; **ความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลง**

บทนำ

โรคไข้เลือดออกเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขและการแพทย์ของประเทศไทย แต่ละปีพบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเป็นจำนวนมาก โรคไข้เลือดออกเกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี่ (dengue virus) มีทั้งหมด 4 สายพันธุ์ คือ DENV -1, DENV-2, DENV-3 และ DENV-4 โดยมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เพศเมียเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ ส่วนใหญ่มักออกหากินเลือดในเวลากลางวัน[1]

การควบคุมยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกในสภาวะปกติที่ยังไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกจะทำโดยการรณรงค์ให้มีการสำรวจลูกน้ำยุงลายและกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายที่มักพบตามภาชนะเก็บกักน้ำ เช่น ตุ่มน้ำหรือบ่อซีเมนต์ที่ใส่น้ำสำหรับใช้โดยการปิดฝาภาชนะเก็บน้ำหรือใส่ทรายอะเบทรวมถึงภาชนะที่ไม่ได้ใช้งานและมีน้ำขัง เช่น กระป๋อง กะลา แจกัน ยางรถยนต์ เป็นต้น ให้คว่ำและทำลาย สำหรับในช่วงที่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก การฉีดพ่นสารเคมีแบบหมอกควัน (thermal fogging) หรือพ่นฝอยละออง (ultra low volume หรือ ULV) ยังคงเป็นมาตรการหลัก เนื่องจากเป็นวิธีการควบคุมยุงที่ให้ผลดีและเห็นผลเร็ว[2] นอกจากนี้การฉีดพ่นแบบตกค้างตามผนังบ้านหรือบนวัสดุเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยเสริมให้การควบคุมยุงลายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น[3,4] สารเคมีที่นิยมนำมาใช้ควบคุมยุงลายคือ สารเคมีกลุ่ม pyrethroid เช่น deltamethrin, cypermethrin, cyfluthrin และ lambda-cyhalothrin เป็นต้น เนื่องจากสารเคมีในกลุ่มนี้มีความปลอดภัยสูงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและสลายตัวได้เร็วในสภาพแวดล้อมธรรมชาติเมื่อเทียบกับสารเคมีในกลุ่มอื่น ๆ[5] วิชัย สติมัย ได้รายงานว่าสาร deltamethrin และ cypermethrin เป็นสารเคมีหลักที่ใช้ฉีดพ่นควบคุมยุงลายบ้านในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด[6] และทางสำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรคได้ใช้สาร deltamethrin เป็นมาตรการหลักในการฉีดพ่นควบคุมยุงในพื้นที่ที่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก[7]

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลและอัตราการใช้ที่เหมาะสมของสาร deltamethrin และ cypermethrin เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการฉีดพ่นแบบตกค้างในการควบคุมยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกที่มีความต้านทานต่อสารเคมีในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกต่อไป

วิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental study) ถึงฤทธิ์ในการฆ่าและฤทธิ์ทำให้แมลงหงายท้องของสาร deltamethrin และ cypermethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 โดยใช้อุปกรณ์ชุดทดสอบมาตรฐานจากองค์การอนามัยโลก (WHO susceptibility test) ทดสอบกับยุงลายบ้านจากจังหวัดระยองและจันทบุรี[8] ทดสอบเปรียบเทียบกับยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ

วัสดุอุปกรณ์และแมลงทดสอบ

1. ยุงทดสอบ

1.1 ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) สายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมี

- ยุงลายบ้าน สายพันธุ์มาตรฐานห้องปฏิบัติการที่มีความไวต่อสารเคมี (susceptible strain) จากฝ่ายพิพิธภัณฑ์แมลงและอนุกรมวิธานและสนับสนุนงานกีฏวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

1.2 ยุงลายบ้านจากภาคสนาม

- ยุงลายบ้าน สายพันธุ์ระยอง

ตำบลเนินพระ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง (ค่าพิกัด GPS 12° 41' N 101° 12' E)

- ยุงลายบ้าน สายพันธุ์จันทบุรี

ตำบลวัดใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี (ค่าพิกัด GPS 12° 36' N 102° 05' E)

ทำการเก็บลูกน้ำยุงลายบ้านในเขตอำเภอเมืองของจังหวัดระยองและจันทบุรีแล้วนำมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการของฝ่ายศึกษาควบคุมแมลงโดยใช้สารเคมีจนได้ตัว

เต็มวัย คัดแยกเอาเฉพาะยุงลายบ้านใส่กรงใหม่ นำยุงลายบ้านที่ได้ไปเพิ่มขยายจำนวนไข่ เพื่อให้ได้ไข่ของยุงลายบ้านรุ่นที่ 1 (F1) และเก็บแผ่นไข่จนได้จำนวนที่เพียงพอต่อการทดสอบ

นำแผ่นไข่ยุงลายบ้านใส่ลงในถาดพลาสติกขนาด 22 × 34 × 9 cm^3 ที่มีน้ำสะอาดรอจนกระทั่งลูกน้ำฟักออกมาจากไข่จากนั้นเลี้ยงลูกน้ำด้วยอาหารปลาเม็ด (ยี่ห้อ SAKURA) จนกระทั่งลูกน้ำกลายเป็นตัวโม่งเก็บตัวโม่งใส่ในถ้วยพลาสติกและนำถ้วยตัวโม่งใส่ไว้ในกรงเลี้ยงยุงขนาด 30 × 30 × 30 cm^3 พร้อมทั้งใส่ขวดขนาดเล็กที่บรรจุน้ำหวาน 10% และแท่งพันสำลีชุบน้ำหวาน ตัวโม่งจะใช้เวลากลายเป็นตัวยุงประมาณ 1-2 วัน คัดเลือกยุงตัวเต็มวัย เพศเมีย อายุ 3-5 วัน สำหรับนำไปใช้ในการทดสอบ

2. สารเคมีทดสอบ

2.1 สารเคมีกำจัดแมลง ชนิด technical grade ของสาร deltamethrin ความเข้มข้น 98% และ cypermethrin ความเข้มข้น 92%

2.2 ซิลิโคนออยล์ (silicone oil DC556, cosmetic grade) กับอะซิโตน (acetone, ACS reagent grade) ผสมในอัตราส่วน 0.66:1.34 สำหรับใช้เป็นตัวทำละลายในการเตรียมสารละลายเคมีกำจัดแมลง

3. สารละลายเคมี

3.1 เตรียมสารละลายเคมี deltamethrin และ cypermethrin ที่ความเข้มข้น 0.05% ด้วยตัวทำละลายผสมซิลิโคนออยล์และอะซิโตน สำหรับใช้ชุบกระดาษกรองเพื่อทดสอบหาความไวของยุงลายต่อสาร deltamethrin และ cypermethrin

3.2 เตรียมสารละลายเคมี deltamethrin และ cypermethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 ด้วยตัวทำละลายผสมซิลิโคนออยล์และอะซิโตนสำหรับใช้ชุบกระดาษกรองเพื่อทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าและฤทธิ์ทำให้ยุงลายหงายท้องของสาร deltamethrin และ cypermethrin

4. กระดาษชุบสารเคมี

ตัดกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ให้ได้ขนาด 12 × 15 cm^2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายเคมี deltamethrin หรือ cypermethrin ปริมาตร 2 ml ค่อย ๆ หยดสารละลายลงบนแผ่นกระดาษกรองทีละหยดจนทั่วแผ่นทิ้งไว้ให้แห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปทดสอบหาความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายทดสอบและทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าและฤทธิ์ทำให้ยุงลายหงายท้องตามวิธีมาตรฐานและชุดอุปกรณ์ทดสอบจากองค์การอนามัยโลก (WHO susceptibility test)[9]

วิธีการทดสอบ

1. การทดสอบหาความไวของยุงต่อสารเคมี (susceptibility test)[9]

1.1 เตรียมยุงลายบ้าน เพศเมีย อายุ 3-5 วัน ยังไม่กินเลือด จำนวน 25 ตัวใส่ในกระบอกพัก (holding tube) ทิ้งไว้นาน 1 ชั่วโมง เพื่อสังเกตความแข็งแรงของยุงถ้าพบมียุงอ่อนแอหรือตายให้เปลี่ยนยุงใหม่เข้าไปทดแทน

1.2 นำกระดาษกรองชุบสารเคมี deltamethrin 0.05% หรือ cypermethrin 0.05% ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นที่สามารถทำให้ยุงลายตายได้ 100% (diagnostic dose)[10,11] ใส่ในกระบอกทดสอบ (exposure tube)

1.3 ประกอบกระบอกพักและกระบอกทดสอบเข้าด้วยกันเป่ายุงจากกระบอกพักเข้าไปยังกระบอกทดสอบเพื่อให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีบนกระดาษกรองบันทึกจำนวนยุงหงายท้องทุก ๆ 10 นาทีจนครบเวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง

1.4 เมื่อครบเวลา 1 ชั่วโมง ถ่ายยุงกลับไปยังกระบอกพักนำแผ่นสำลีชุบน้ำหวาน 10% วางด้านที่เป็นตาข่ายของกระบอกพักสำหรับเป็นอาหาร เก็บยุงหลังการทดสอบไว้ในตู้พักแมลง

1.5 บันทึกการตายของยุง เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ

1.6 ดำเนินการทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ พร้อมชุดเปรียบเทียบ (control)

2. การทดสอบประสิทธิภาพฤทธิ์ทำให้ยุงหงายท้อง (knockdown effect) และฤทธิ์ในการฆ่ายุง (killing

effect)

2.1 เตรียมกระดาษกรองชุบสารละลายเคมี deltamethrin และ cypermethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 ทิ้งไว้ให้แห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้ทดสอบ

2.2 นำกระดาษกรองชุบสารละลายเคมีที่ได้ไปทดสอบหาฤทธิ์ทำให้ยุงหงายท้องและฤทธิ์ในการฆ่ายุง โดยใช้ชุดอุปกรณ์ทดสอบจากองค์การอนามัยโลก (WHO tube bioassay) ซึ่งวิธีการทดสอบดำเนินการเช่นเดียวกับการทดสอบหาความไวของยุงต่อสารเคมี โดยให้ยุงทดสอบสัมผัสกับกระดาษชุบสารเคมีในข้อ 2.1 นาน 1 ชั่วโมง แล้วถ่ายยุงไปยังกระบอกพัก ให้แผ่นสำลีชุบน้ำหวาน บันทึกผลการตายของยุง เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบทั้งหมด 4 ซ้ำ พร้อมชุดเปรียบเทียบ

3. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

คำนวณหาอัตราการหงายท้องและอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงของยุงทดสอบสำหรับการทดสอบหาความไวต่อสารเคมีของยุง ส่วนการทดสอบฤทธิ์ทำให้ยุงหงายท้องและฤทธิ์ในการฆ่ายุงให้คำนวณหาค่า knockdown time 50 (KT_{50}) และ 95 (KT_{95}) (เวลาที่ทำให้ยุงหงายท้อง 50% และ 95% ของยุงทดสอบทั้งหมด) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบโปรบิท (probit analysis) และหาอัตราการตายของยุงทดสอบที่ 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ ถ้าอัตราการตายของยุงในชุดเปรียบเทียบมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 5.0 ถึง 20.0 ต้องปรับค่าโดยใช้ Abbott's formula[12] เพื่อหาอัตราการตายที่แท้จริง แต่ถ้าอัตราการตายของยุงในชุดเปรียบเทียบมากกว่าร้อยละ 20.0 ให้ทำการทดสอบใหม่

อัตราการตายที่แท้จริง

= [อัตราตายของยุงทดสอบ – อัตราตายของยุงเปรียบเทียบ x 100]/[100 – อัตราตายของยุงเปรียบเทียบ]

การแปรผลความไวของยุงต่อสารเคมีทดสอบ[10]

- อัตราการตายของยุงอยู่ระหว่างร้อยละ 98.0-100.0 หมายถึงยุงมีความไวต่อสารเคมีระดับสูง
- อัตราการตายของยุงอยู่ระหว่างร้อยละ 90.0-97.0 หมายถึงยุงมีความไวต่อสารเคมีระดับปานกลาง
- อัตราการตายของยุงน้อยกว่าร้อยละ 90.0 หมายถึงยุงมีความไวต่อสารเคมีระดับต่ำหรือต้านทานต่อสารเคมี

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการหงายท้อง และอัตราการตายของยุงลายทดสอบแต่ละสายพันธุ์ที่อัตราการใช้ต่าง ๆ โดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

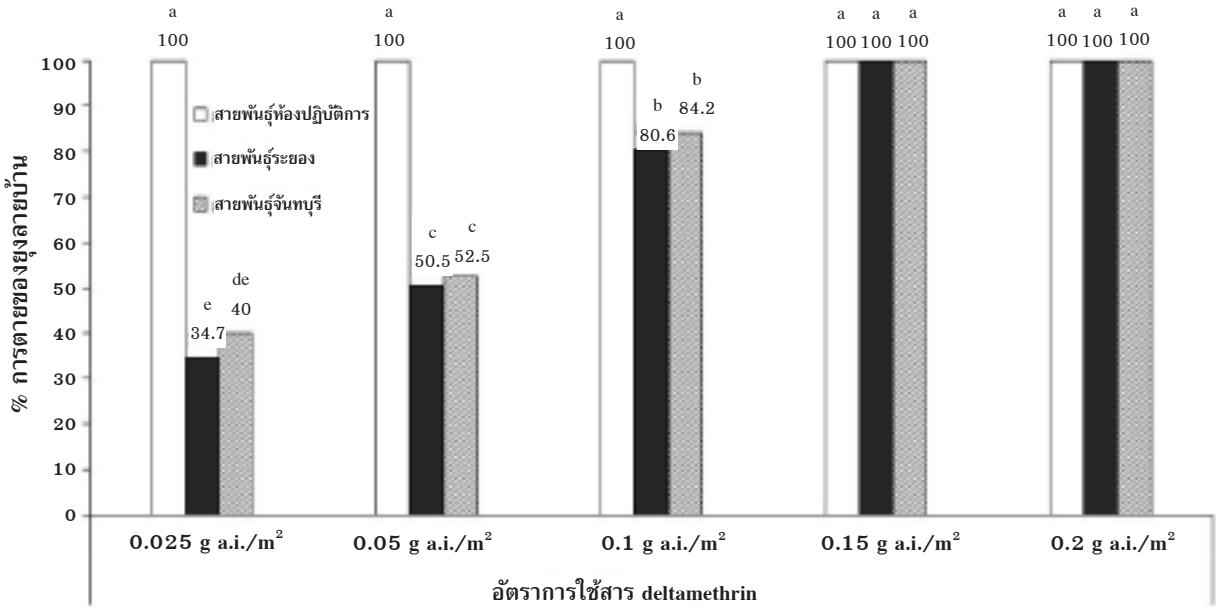
ผลการทดสอบความไวของยุงลายบ้านต่อสาร deltamethrin และ cypermethrin ที่ 0.05% พบว่ายุงลายบ้านจากจังหวัดระยองและจันทบุรีมีความต้านทานอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงต่อสารเคมีทั้งสองชนิด คือมีอัตราการตายร้อยละ 66.7 และ 37.4 สำหรับยุงลายระยองและจันทบุรีตามลำดับ เมื่อทดสอบกับสาร deltamethrin และอัตราการตายร้อยละ 1.0 และ 0.0 สำหรับยุงลายระยองและจันทบุรีตามลำดับ เมื่อทดสอบกับสาร cypermethrin ดังแสดงในตารางที่ 1 และผลทดสอบฤทธิ์ฆ่าและฤทธิ์ทำให้ยุงลายหงายท้องต่อสารเคมี deltamethrin และ cypermethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 พบว่าสาร deltamethrin ที่อัตราการใช้ 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 สามารถทำให้ยุงลายจากจังหวัดระยองและจันทบุรีมีอัตราการตายร้อยละ 100.0 ขณะที่สาร cypermethrin อัตราการใช้ 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 สามารถทำให้ยุงลายจากจังหวัดระยองตายร้อยละ 91.3-97.0 และยุงลายจากจังหวัดจันทบุรีตายร้อยละ 89.8-92.4 ดังภาพที่ 1 และ 2 นอกจากนี้สาร deltamethrin ยังมีฤทธิ์ทำให้ยุงลายจากทั้งสองจังหวัดหงายท้องได้เร็วกว่าเมื่อเทียบกับสาร cypermethrin โดยดูจากค่า KT_{50} และ KT_{95} ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละการหงายท้องและการตายของยุงลายบ้านต่อสาร deltamethrin และ cypermethrin ที่ความเข้มข้น 0.05% ในการทดสอบหาความไวของยุงลายต่อสารเคมี

สายพันธุ์ยุง	สารเคมี	จำนวนยุงทดสอบ	% การหงายท้องของยุงเมื่อทดสอบครบ 1 ชั่วโมง	% การตายของยุงที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ	ระดับความไวต่อสารเคมีของยุง*
ห้องปฏิบัติการ	Deltamethrin	97	100.0	100.0	S
	Cypermethrin	101	100.0	100.0	S
ระยอง	Deltamethrin	99	86.9	66.7	R
	Cypermethrin	99	0.0	1.0	R
จันทบุรี	Deltamethrin	99	64.6	37.4	R
	Cypermethrin	100	0.0	0.0	R

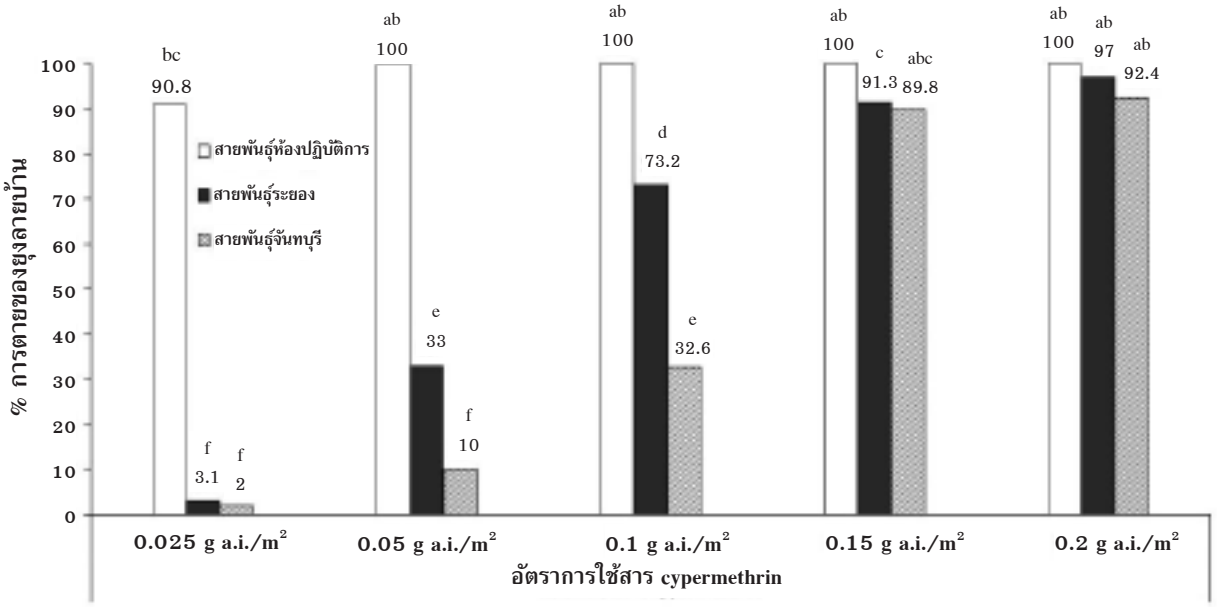
หมายเหตุ: * S (Sensitivity) หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารเคมีทดสอบ โดยมีอัตราการตายอยู่ระหว่างร้อยละ 98.0–100.0
T (Tolerance) หมายถึง ยุงมีความไวต่อสารเคมีทดสอบในระดับปานกลาง โดยมีอัตราการตายอยู่ระหว่างร้อยละ 90.0–97.0
R (Resistance) หมายถึง ยุงมีความต้านทานต่อสารเคมีทดสอบ โดยมีอัตราการตายน้อยกว่าร้อยละ 90.0

ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายที่ 24 ชั่วโมงของยุงลายบ้านหลังการทดสอบกับสาร deltamethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2



หมายเหตุ: ตัวอักษรที่อยู่เหนือแท่งกราฟที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ภาพที่ 2 เปรียบเทียบร้อยละการตายที่ 24 ชั่วโมงของยุงลายบ้านหลังการทดสอบกับสาร cypermethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2



หมายเหตุ: ตัวอักษรที่อยู่เหนือแท่งกราฟที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ค่า KT_{50}, KT_{95} และอัตราการหงายท้องของยุงลายต่อสาร deltamethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2

อัตราการใช้ (g/m^2)	สายพันธุ์ยุง	KT_{50} (ค่า 95% CI)	KT_{95} (ค่า 95% CI)	% การหงายท้องของยุงเมื่อทดสอบครบ 1 ชั่วโมง*
0.025	ห้องปฏิบัติการ	10’15” (9’30” – 11’00”)	16’25” (14’26” – 20’13”)	99.0a
	ระยอง	34’42” (33’04” – 36’18”)	58’40” (54’38” – 64’14”)	95.9a
	จันทบุรี	47’27” 44’35” – 50’58”)	106’40” (91’06” – 133’40”)	67.0b
0.05	ห้องปฏิบัติการ	4’16” (1’39” – 6’14”)	14’25” (11’50” – 18’40”)	100.0a
	ระยอง	23’24” (19’59” – 26’25”)	42’02” (36’11” – 53’55”)	98.0b
	จันทบุรี	27’17” (25’38” – 28’52”)	51’39” (47’42” – 57’03”)	96.0b
0.1	ห้องปฏิบัติการ	7’15” (5’15” – 9’51”)	12’52” (9’34” – 38’10”)	100.0a
	ระยอง	15’45” (2’28” – 21’30”)	22’13” (16’49” – 268’04”)	100.0a
	จันทบุรี	15’16” (14’19” – 16’14”)	23’37” (21’49” – 26’07”)	100.0a
0.15	ห้องปฏิบัติการ	6’29” (5’36” – 7’29”)	11’24” (9’25” – 16’43”)	100.0a
	ระยอง	9’54” (9’16” – 10’24”)	14’10” (13’11” – 15’56”)	100.0a
	จันทบุรี	12’47” (12’00” – 13’38”)	20’14” (18’27” – 22’53”)	100.0a
0.2	ห้องปฏิบัติการ	5’35” (3’47” – 6’59”)	12’42” (9’28” – 29’35”)	100.0a
	ระยอง	7’42” (5’29” – 8’49”)	14’31” (12’43” – 20’11”)	100.0a
	จันทบุรี	11’37” (10’58” – 12’26”)	17’03” (15’19” – 20’16”)	100.0a

หมายเหตุ: * ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละอัตราการใช้ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

’ = นาที และ ” = วินาที

ตารางที่ 3 ค่า KT_{50} , KT_{95} และอัตราการหงายท้องของยุงลายต่อสาร cypermethrin ที่อัตราการใช้ 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2

อัตราการใช้ (g/m^2)	สายพันธุ์ยุง	KT_{50} (ค่า 95% CI)	KT_{95} (ค่า 95% CI)	% การหงายท้องของยุงเมื่อทดสอบครบ 1 ชั่วโมง*
0.025	ห้องปฏิบัติการ	20’11” (10’01” – 27’32”)	36’10” (26’41” – 120’59”)	98.0a
	ระยอง	243’59” (108’26” – $1.965x10^{61}$)	891’01” (209’43” – $1.643x10^{108}$)	5.2b
	จันทบุรี	351’15” (137’31” – $3.370x10^{10}$)	1855’07” (335’59” – $3.038x10^{16}$)	7.0b
0.05	ห้องปฏิบัติการ	15’10” (14’35” – 15’43”)	20’21” (19’16” – 21’57”)	100.0a
	ระยอง	56’24” (53’17” – 60’44”)	101’38” (87’57” – 126’55”)	53.0b
	จันทบุรี	119’07” (89’53” – 240’40”)	339’08” (187’14” – 1551’05”)	18.0c
0.1	ห้องปฏิบัติการ	12’04” (11’29” – 12’37”)	17’47” (16’40” – 19’25”)	100.0a
	ระยอง	33’74” (31’30” – 35’01”)	61’39” (56’45” – 68’34”)	93.8a
	จันทบุรี	63’22” (57’49” – 72’07”)	173’11” (133’34” – 260’59”)	47.4b
0.15	ห้องปฏิบัติการ	10’13” (9’36” – 10’45”)	14’55” (13’52” – 16’40”)	100.0a
	ระยอง	23’03” (20’52” – 25’03”)	40’41” (36’33” – 47’20”)	100.0a
	จันทบุรี	33’31” (30’53” – 36’05”)	64’36” (57’17” – 76’47”)	91.8a
0.2	ห้องปฏิบัติการ	9’10” (8’35” – 9’44”)	13’56” (12’38” – 16’18”)	100.0a
	ระยอง	20’28” (18’25” – 22’22”)	38’07” (34’08” – 44’17”)	100.0a
	จันทบุรี	25’55” (23’40” – 28’02”)	51’17” (45’56” – 59’29”)	96.3a

หมายเหตุ: * ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละอัตราการใช้ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
’ = นาที และ ” = วินาที

วิจารณ์

สารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (synthetic pyrethroid) โดยเฉพาะสาร deltamethrin และ cypermethrin พบว่า นิยมนำไปใช้ฉีดพ่นควบคุมยุงลายและยุงพาหะนำโรคอื่น ๆ ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย[8,14] มีรายงานว่ายุงลายในหลายจังหวัดมีการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสาร deltamethrin และ cypermethrin รวมถึงสารอื่น ๆ ในกลุ่ม pyrethroid[14-16] แต่อย่างไรก็ตามสาร deltamethrin ก็ยังมีประสิทธิภาพดีในการควบคุมยุงลายในอีกหลาย ๆ พื้นที่ของประเทศไทย เช่น ผลการศึกษาของคณัจฉรีย์ และคณะ[16] พบว่า ยุงลายบ้านสายพันธุ์ขอนแก่น หนองคาย และกุมภวาปียังมีความไวต่อสาร deltamethrin Thongwat และคณะ[17] รายงานว่ายุงลายบ้านจากตำบลอรัญญิกและตำบลในเมือง จังหวัดพิษณุโลกยังตอบสนองต่อสาร deltamethrin ได้ดี นอกจากนี้ยังมีรายงานของทัศนีย์และคณะ[18] พบว่า ยุงลายบ้านและยุงรำคาญในเขตอำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ตมีความไวสูงต่อสาร deltamethrin ซึ่งเป็นสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ฉีดพ่นควบคุมยุงในพื้นที่เขตเทศบาลนครภูเก็ตเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง สาร deltamethrin เป็นสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์มีฤทธิ์ทำให้ยุงสลบหรือหงายท้องเร็วและยังมีฤทธิ์ในการฆ่ายุงตัวเต็มวัย[19] คุณสมบัติสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางของแมลงโดยไปรบกวนการแลกเปลี่ยนโซเดียมอิออนตรงบริเวณผนังเซลล์ประสาททำให้เกิดการกระตุกของกล้ามเนื้อ แมลงจะเป็น

อัมพาตและตายในที่สุด[20] จากผลทดสอบที่ได้พบว่าสาร deltamethrin ที่อัตราการใช้ 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 มีประสิทธิภาพดีกว่าสาร cypermethrin ในการกำจัดยุงลายบ้านจากจังหวัดระยองและจันทบุรีที่มีความต้านทานต่อสาร deltamethrin และ cypermethrin อย่างไรก็ตามอัตราการใช้ที่ทดสอบได้ คือ 0.15 และ 0.2 g a.i./m^2 ของสาร deltamethrin พบว่า มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดยุงลายบ้านที่ต้านทานต่อสารกลุ่มไพรีทรอยด์ ดังนั้น ควรมีการนำสาร deltamethrin ทั้งสองอัตราการใช้ไปศึกษาเพิ่มเติมในการทดสอบกับสารเคมีแบบฉีดพ่นลงพื้นผิววัสดุ โดยใช้สาร deltamethrin ที่อยู่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงทางสาธารณสุข เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการ และเพื่อให้สามารถนำไปปรับใช้ในการฉีดพ่นตกค้างตามผนังบ้านหรือแหล่งที่ยุงลายชอบเกาะพักโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังเช่นงานวิจัยของ Che-Mendoza A และคณะ[21] และ Mushtaq S และคณะ[22] พบว่า การฉีดพ่นตกค้างบนวัสดุหรือตามแหล่งเกาะพักของยุงลายสามารถช่วยลดจำนวนประชากรของยุงลายลงได้ การวิธีฉีดพ่นแบบตกค้างจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยเสริมให้การควบคุมยุงลายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นนอกเหนือจากการฉีดพ่นแบบฟุ้งกระจาย (space spray) เพียงอย่างเดียว[3,4] อย่างไรก็ตาม ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในกลุ่มเดียวติดต่อกันเป็นระยะเวลานานเพราะยุงอาจสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ได้[23] และต้องมีการทดสอบหาความไวของยุงต่อสารเคมีที่ใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นการเฝ้าระวังการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีในยุง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ให้การสนับสนุนงานทดสอบและสิ่งอำนวยความสะดวกตลอดจนสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบของฝ่ายศึกษาควบคุมแมลงโดยใช้สารเคมีจนการทดสอบทั้งหมดสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอบคุณฝ่ายพิพิธภัณฑ์แมลงและอนุกรมวิธานและสนับสนุนงานกีฏวิทยาที่สนับสนุนยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณบริษัท ซีอะโกรเทค จำกัดที่ให้การสนับสนุนสาร technical grade deltamethrin และ cypermethrin สำหรับใช้ในการทดสอบ และขอขอบคุณ Mr. Christopher J. Talbert เจ้าหน้าที่ให้คำปรึกษาด้านกีฏวิทยาอาวุโส ของ S.C. Johnson & Son, Inc. Wisconsin, United States ในการตรวจแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

เอกสารอ้างอิง

1. Thongrungkiat S, Maneekan P, Wasinpiyamongkol L, Prummongkol S. Prospective field study of transovarial dengue-virus transmission by two different forms of *Aedes aegypti* in an urban area of Bangkok, Thailand. J Vector Ecol 2011;36(1):147-52.
2. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. หนังสือรายงานประจำปี 2559 สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. กรุงเทพมหานคร: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2560.
3. Rozendaal JA, World Health Organization. Vector control: methods for use by individuals and communities. Geneva: World Health Organization; 1997.
4. Hladish TJ, Pearson CAB, Patricia Rojas D, Gomez-Dantes H, Halloran ME, Vazquez-Prokopec GM, et al. Forecasting the effectiveness of indoor residual spraying for reducing dengue burden. PLoS Negl Trop Dis 2018;12(6):e0006570.
5. Lei W, Wang DD, Dou TY, Hou J, Feng L, Yin H, et al. Assessment of the inhibitory effects of pyrethroids against human carboxylesterases. Toxicol Appl Pharmacol 2017;321:48-56.
6. วิชัย สติมัย. การศึกษาการใช้สารเคมีและความต้านทานของยุงพาหะต่อสารเคมีในภาคตะวันออกของประเทศไทย. วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง 2553;7(2):18-30.

7. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. หนังสือรายงานประจำปี 2560 สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. กรุงเทพมหานคร: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2561.
8. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. สรุปรายงานสถานการณ์โรคไข้เลือดออก พ.ศ. 2558-2559 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 27 ก.ค. 2561]. แหล่งข้อมูล: http://www.thaivbd.org/dengue_history.php
9. World Health Organization. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vectors, bio-efficacy and persistence of insecticides on treated surfaces. Geneva: World Health Organization; 1998.
10. World Health Organization. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vevtor mosquitoes. Second edition. Geneva: World Health Organization; 2016.
11. สิทธิพร นามมา, วาสนา สอนเพ็ง, ศศิธร แพนสมบัติ. การทดสอบความไวของยุงลายต่อสารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น 2557;21(1):87-96.
12. Abbott WS. A method for computing the effectiveness of an insecticide. 1925. J Am Mosq Control Assoc 1987;3(2):302-3.
13. Jirakanjanakit N, Bongnoparut P, Saengtharatip T, Yoksan S. Insecticide susceptible/resistance status in Aedes (Stegomyia) albopictus (Diptera: Culicidae) in Thailand during 2003-2005. J Econ Entomol 2007;100(2):545-50.
14. Paeporn P, Supaphathom K, Sisawat R, Komalamisra N, Deesin V, Ya-umphan P, et al. Biochem detection of pyrethroid resistance mechanisms in Aedes aegypti in Ratchaburi province Thailand. Trop Biomed 2004; 21(2):145-51.
15. Thanispong K, Sathantriphop S, Chareonviriyaphap T. Insecticide resistance of Aedes aegypti and Culex quinquefasciatus in Thailand. J Pestic Sci 2008;33(4):351-6.
16. คณัจฉรีย์ ธานิสพงศ์, ขนิษฐา ปานแก้ว, ประชา สุขโชติ. ความไว/ความต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ในงานสาธารณสุข. วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง 2554;8(2):28-43.
17. Thongwat D, Bunchu N. Susceptibility to temephos, permethrin and deltamethrin of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Muang district, Phitsanulok Province, Thailand. Asian Pac J Trop Med 2015;8(1):14-8.
18. ทัศนีย์ เอกวานิช, ยุวดี ตรงต่อกิจ, สุวิทย์ เพ็งพิศ. ความไวของยุงลายบ้านและยุงรำคาญต่อสารเดลต้ามิทรินในเขตเทศบาลนครภูเก็ต. วารสารวิชาการสาธารณสุข 2557; 23(6):1108-14.
19. Floore TG, Rathburn CB Jr, Boike AH Jr, Coughlin JS, Greer MJ. Comparison of the synthetic pyrethroids esbiothrin and bioresmethrin with scourge and cythion against adult mosquitoes in a laboratory wind tunnel. J Am Mosq Control Assoc 1992;8(1):58-61.
20. Davies TG, Field LM, Usherwood PN, Williamson MS. DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life 2007;59(3):151-62.
21. Che-Mendoza A, Guillermo-May G, Herrera-Bojórquez J, Barrera-Pérez M, Dzul-Manzanilla F, Gutierrez-Castro C, et al. Long-lasting insecticide-treated house screens and targeted treatment of productive breeding-sites for dengue vector control in Acapulco, Mexico. Trans R Soc Trop Med Hyg 2015;109(2):106-15.
22. Mushtaq S, Mukhtar MU, Arslan A, Zaki AB, Hammad M, Bhatt A. Probing the residual effects of deltamethrin on different surfaces against malaria and dengue vector in Pakistan by designing laboratory model. J Entomol Zool Stud 2015;3(4):440-3.

23. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). Prevention and management of insecticide resistance in vectors of public health importance. 2nd edition [Internet]. 2011 [cited 2018 Jul 27]. Available from: https://irac-online.org/content/uploads/2009/09/VM-Lay-out-v2.6_LR.pdf

Abstract: Efficacy Evaluation of Deltamethrin and Cypermethrin Against Insecticide-resistant and -susceptible Strains of Dengue Vector *Aedes aegypti*

Sunaiyana Sathantriphop, Ph.D. (Entomology); Pungasem Paeporn, Ph.D. (Tropical Medicine); Phubeth Ya-umphan, Doctorat (Biologie Santé); Pongsakorn Mukkhun, B.Sc. (Environmental Science); Sunisa Onkong, B.B.A. (General Management); Pornanong Tassanai, B.Sc. (Entomology)
National Institute of Health, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, Thailand
Journal of Health Science 2020;29(4):701-10.

The objective of this study was to assess knockdown and insecticidal effects of deltamethrin and cypermethrin in order to identify appropriate concentration of the chemicals for the control of insecticide resistant strains of *Aedes aegypti*, the dengue vector in Thailand. The concentration used in this study was at 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 and 0.2 g a.i./m^2; and the mosquitoes were *Aedes aegypti* strains from Rayong and Chanthaburi Provinces compared with laboratory susceptible strain using World Health Organization susceptibility test. It was found that the two field populations of *Ae. aegypti* showed moderate resistance to deltamethrin and high resistance to cypermethrin. The toxic effect of deltamethrin was observed at the doses of 0.15 and 0.2 g a.i./m^2 with 100.0% mortality in both field populations while cypermethrin gave 91.3-97.0% mortality for Rayong population and 89.8-92.4% mortality for Chanthaburi population. Deltamethrin also provided a faster knockdown effect than cypermethrin. Therefore, further studies are needed to evaluate the residual effect of deltamethrin applied with the active ingredient at 0.15 and 0.2 g/m2. Spraying residual insecticides on potential resting places of adult *Ae. aegypti*, especially in dengue endemic areas facing insecticide resistance in dengue vectors, can be considered a supplementary method to be used in combination with the major methods (insecticide space-spraying and larviciding) for dengue vector control.

***Keywords*: Aedes aegypti; dengue fever; deltamethrin; cypermethrin, insect**