

Susceptibility to Deltamethrin of  
*Aedes aegypti* L. from 13 provinces  
in Thailand

การทดสอบความไวของยุงลาย  
*Aedes aegypti* L. ต่อสารเคมีเดลตาเมทรีน  
ในพื้นที่ 13 จังหวัด ของประเทศไทย

# Susceptibility to Deltamethrin of *Aedes aegypti* L. from 13 provinces in Thailand

Manid Narksuwan, Boonserm Aumauang, Sutteera Poolthin  
Bureau of Vector - Borne Disease Department of Disease Control

## Abstract

The objective of this study was to determine the susceptibility to an insecticide, deltamethrin, used for dengue vector control. Larvae of *Aedes aegypti* were collected from 13 provinces of Thailand. F1 and F2 *Aedes aegypti* adults were tested with 0.05% deltamethrin by laboratory based method according to WHO standard method. The results showed that the susceptibility of *Aedes aegypti* in different studied areas to deltamethrin varied (susceptible, tolerant and resistant). WHO Test tubes standing method showed that the percent mortality of *Aedes aegypti* adults in vertical line was less than horizontal line in almost all areas.

**Key words** : *Aedes aegypti*, Susceptibility test, Insecticide resistance

# การทดสอบความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* L. ต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน ในพื้นที่ 13 จังหวัด ของประเทศไทย

มานิตย์ นาคสุวรรณ, บุณยเสริม อ่วมอ่อง, สุธีรา พูลิกิน  
สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบระดับความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินที่ใช้ในการควบคุมยุงลายตัวเต็มวัย และเปรียบเทียบวิธีการวางกระบอกทดสอบในแนวตั้งกับแนวนอนในการทดสอบ โดยเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายจากพื้นที่ชุมชนเมืองและชนบท จำนวน 13 จังหวัด คือ จันทบุรี เพชรบุรี บุรีรัมย์ เลย ตรัง ชุมพร เพชรบูรณ์ กาฬสินธุ์ ลำปาง อุทัยธานี สุพรรณบุรี ราชบุรี และพระนครศรีอยุธยา นำลูกน้ำยุงลายมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการจนเจริญเป็นตัวเต็มวัย ให้ผสมพันธุ์และวางไข่ จากนั้นนำยุงลาย *Aedes aegypti* ลูกรุ่นที่ 1 หรือ 2 เพศเมีย อายุ 2 - 5 วัน มาทดสอบความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% ตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก ผลการศึกษาพบว่า ยุงลายมีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ตั้งแต่ระดับสูงจนถึงต่ำ และผลการเปรียบเทียบอัตราการตายของยุงลายเมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวตั้งกับแนวนอน พบว่า อัตราการตายของยุงลายในกระบอกทดสอบที่วางในแนวตั้งจะต่ำกว่ายุงลายในกระบอกทดสอบที่วางในแนวนอนเกือบทุกพื้นที่

**คำรหัส :** ยุงลาย, การทดสอบความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง, การต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลง

## บทนำ

การควบคุมยุงพาหะนำโรคโดยการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในประเทศไทย ได้ดำเนินการมานาน แรกเริ่มเป็นการใช้สารดีดีทีในการนำมาควบคุมแมลงพาหะนำโรค เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง มีฤทธิ์ที่ยาวนานและมีราคาต่ำ ต่อมาได้มีการผลิตสารเคมีกำจัดแมลงอีกหลายชนิดออกสู่ตลาดและใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น สารในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟส กลุ่มคาร์บาเมต และกลุ่มไพรีทรอยด์ เป็นต้น<sup>(1)</sup> และมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงอย่างไม่มีขอบเขต ไม่ทราบวิธีการใช้ที่ถูกต้อง ขาดความระมัดระวัง รวมทั้งขาดมาตรการและการควบคุมป้องกันการใช้สารเคมีกำจัดแมลง ทำให้เกิดผลเสียตามมาอีกมากมาย เช่น แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมี การเพิ่มปริมาณของแมลงมากกว่าเดิม และผลกระทบต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น<sup>(2)</sup>

ปัญหาแมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงเป็นปัญหาที่สำคัญ ทำให้การใช้สารเคมีกำจัดแมลงไม่ประสบผลสำเร็จและไม่เกิดประสิทธิผล การสร้างความต้านทานในแมลงมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ซึ่งมีกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน เช่น กลไกทางพฤติกรรม แมลงจะมีการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมเพื่อเลี่ยงการสัมผัสสารเคมีกำจัดแมลง กลไกทางสรีรวิทยา แมลงจะสร้างความต้านทานต่อสารเคมีโดยมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การลดความสามารถในการผ่านเข้าผนังลำตัวของสารเคมี โดยการสร้างผนังลำตัวให้หนาขึ้น เป็นต้น และกลไกทางชีวเคมี แมลงจะมีกระบวนการทางชีวเคมีเพื่อลดความเป็นพิษของสารเคมีกำจัดแมลงและสามารถสลายความเป็นพิษของสารเคมีกำจัดแมลงได้<sup>(3)</sup>

การศึกษากฎวิทยาเพื่อตรวจสอบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมีกำจัดแมลง เป็นการศึกษาให้ทราบถึงข้อบ่งชี้ว่า ระหว่างสารเคมีกำจัดแมลงที่นำมาควบคุมยุงพาหะและยุงพาหะในพื้นที่ มีการพัฒนาซึ่งส่งผลให้เกิดการต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ในการควบคุมหรือไม่ ผลการศึกษาความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมีในประเทศไทย พบว่า ยุงลาย *Aedes aegypti* ในเกือบทุกพื้นที่ศึกษามีความต้านทานต่อสารเคมีเพอร์เมทริน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสารเคมีเพอร์เมทรินเป็นสารเคมีที่ใช้มากที่สุดในการผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงในบ้านและเป็นสารกำจัดแมลงที่ใช้ในการเกษตรมานานแล้ว ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จะดำเนินการตรวจสอบความไวของยุงลายพาหะนำโรคไขเลือดออกต่อสารเคมี

เดลต้าเมทรินเท่านั้น ซึ่งเดลต้าเมทรินเป็นสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ตัวหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมยุงลายตัวเต็มวัยโดยการพ่นหมอกควัน (fogging) และการพ่นฝอยละเอียด (ULV) โดยมีความเป็นพิษต่อระบบประสาทส่วนกลางที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ทำให้แมลงเป็นอัมพาตและเกิดผลในการ knock down อย่างรวดเร็ว หรือไปแสดงผลที่จุดกำเนิดของเส้นประสาทที่อยู่เหนือประสาทส่วนกลางของสมองขึ้นไป เป็นการทำลายระบบประสาทของแมลง ทำให้แมลงตายในที่สุด<sup>(4)</sup> จากผลการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินที่ผ่านมา พบว่า ยุงลายมีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ คณะผู้ศึกษาจึงเห็นควรทำการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ชัดเจนและกว้างขวางยิ่งขึ้น

การนำสารเคมีกำจัดแมลงทุกชนิดมาใช้ในการควบคุมยุงให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องทราบความไวของยุงต่อสารเคมีที่ใช้ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารเคมีครั้งนี้ จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนควบคุมยุงพาหะที่มีประสิทธิภาพต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการตายของยุงลาย *Aedes aegypti* เมื่อทดสอบความไวตามวิธีขององค์การอนามัยโลก โดยวางกระบอกทดสอบในแนวตั้งและแนวนอน

## สถานที่ดำเนินการศึกษา

ดำเนินการศึกษาในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 - 12 โดยเก็บลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ชุมชนเมืองและชนบทจังหวัดละ 1 อำเภอ จำนวนทั้งสิ้น 13 อำเภอ ใน 13 จังหวัด คือ อ.มะขาม จ.จันทบุรี อ.ท่าช้าง จ.เพชรบุรี อ.ชานี จ.บุรีรัมย์ กิ่ง อ.หนองหิน จ.เลย อ.สีกา จ.ตรัง อ.หลังสวน จ.ชุมพร อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ อ.เถิน จ.ลำปาง อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี และ อ.ผักไห่ จ.พระนครศรีอยุธยา

## วัสดุและวิธีการศึกษา

1. เก็บลูกน้ำยุงลายจากพื้นที่คัดเลือก พื้นที่ละ 1 หมู่บ้าน โดยเก็บรวบรวมตาม ภาชนะชั่งน้ำบริเวณบ้านเรือน วัด โรงเรียน อย่างน้อยจากบ้าน 20 หลังคาเรือน และเก็บ ลูกน้ำยุงลายทั้งจากภายในและภายนอกอาคาร จำนวนลูกน้ำยุงลายที่เก็บได้ไม่น้อยกว่า 500 ตัว หากได้จำนวนลูกน้ำยุงลายไม่เพียงพอให้เก็บจากหมู่บ้านใกล้เคียง ลูกน้ำยุงลายที่เก็บ รวบรวมได้นำกลับมาเลี้ยงให้เป็นยุงตัวเต็มวัย คัดเลือกเฉพาะยุงลาย *Aedes aegypti* ให้ ผสมพันธุ์และวางไข่ นำไข่ที่ได้เลี้ยงให้เจริญเป็นตัวเต็มวัย การยืนยันผลการทดสอบให้ใช้ยุง สายพันธุ์ที่ได้จากห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

2. เตรียมยุงลาย *Aedes aegypti* ตัวเต็มวัยเพศเมีย รุ่นลูก อายุ 2 - 5 วัน กิน น้ำตาลเป็นอาหารจนเต็มท้อง ใส่ถ้วยกระดาษละ 25 ตัว จำนวน 10 ถ้วย พักยุง 1 ชั่วโมงเพื่อ ตรวจสอบความแข็งแรง

3. ทดสอบความไวของยุง โดยใช้กระดาษชุบสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% ที่ เตรียมโดยองค์การอนามัยโลกจะวิธีทดสอบตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก<sup>(5)</sup> ทดสอบ โดยวางกระบอกทดสอบแนวตั้งและแนวนอนเพื่อเปรียบเทียบผล โดยแต่ละแนวการวาง กระบอกทดสอบใช้ยุงทดสอบกับกระดาษชุบสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% 4 ชั่วโมง สำหรับ ชุดเปรียบเทียบให้สัมผัสกระดาษชุบ Silicone oil 1 ชั่วโมง แต่ละชั่วโมงการทดสอบและ เปรียบเทียบใช้ยุง 25 ตัว ควบคุมอุณหภูมิขณะทดสอบและเลี้ยงเพื่อดูอัตราการตายที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ให้อยู่ในช่วง 25 - 30 องศาเซลเซียส

4. การอ่านและการวิเคราะห์ผล อ่านผลการสลบหลังจากทำการทดสอบ 1 ชั่วโมง และอ่านผลอัตราการตายที่ 24 และ 48 ชั่วโมง การอ่านผลว่ายุงสลบ ยุงจะต้องเกาะพัก ไม่ได้และไม่เคลื่อนไหวที่เวลาอ่านผล 1 ชั่วโมง การจะตัดสินว่ายุงตาย ยุงที่ไม่สามารถ บินและเกาะพักกับกระดาษในกระบอกเลี้ยงได้ให้ตัดสินว่าตาย การทดลองเปรียบเทียบ (control) หากอัตราการตายมากกว่า 5 ถึง 20% ต้องทำการปรับค่า โดยใช้ Abbott's Formula<sup>(6)</sup> และหากการทดลองเปรียบเทียบ พบอัตราการตายมากกว่า 20% ต้องทำการ ทดสอบใหม่

5. การแปรผลตามแนวทางขององค์การอนามัยโลกดังนี้

อัตราการตาย 98 - 100 % ยุงมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงสูง

อัตราการตาย 80 - ต่ำกว่า 98% ยุงมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงปานกลาง

อัตราการตาย ต่ำกว่า 80% ยุงมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงต่ำและเกิดการต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงชนิดนั้น

## ระยะเวลาการศึกษา

ตุลาคม 2548 - กันยายน 2549

## ผลการศึกษา

การทดสอบความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% เมื่อทดสอบโดยวางกระบอกทดสอบในแนวตั้ง พบว่าอัตราการตายของยุงลายในเขตเมืองอยู่ระหว่าง 67.00 - 97.00% ที่ 24 ชั่วโมง และ 66.00 - 97.00% ที่ 48 ชั่วโมง และอัตราการตายของยุงลายในเขตชนบทอยู่ระหว่าง 64.00 - 95.96% ที่ 24 ชั่วโมง และ 56.00-95.96% ที่ 48 ชั่วโมง สำหรับอัตราการตายของยุงลายในเขตเมืองเมื่อทดสอบโดยวางกระบอกทดสอบในแนวนอน อยู่ระหว่าง 78.00 - 100.00% ที่ 24 ชั่วโมง และ 76.00- 98.97% ที่ 48 ชั่วโมง และอัตราการตายของยุงลายในเขตชนบทอยู่ระหว่าง 70.00 - 97.96 % ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ในการทดสอบโดยการวางกระบอกทดสอบในแนวตั้ง พบว่า พื้นที่เขตเมืองที่มีอัตราการตายต่ำสุด คือ อ.หลังสวน จ.ชุมพร มีอัตราการตาย 67.00 และ 66.00% ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ และพื้นที่เขตชนบทที่มีอัตราการตายต่ำสุดมี 2 พื้นที่ คือ กิ่ง อ.หนองหิน จ.เลย และ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี มีอัตราการตาย 64.00% ที่เวลา 24 ชั่วโมง สำหรับที่เวลา 48 ชั่วโมง อัตราการตายของยุงลายต่ำสุดคือ อ.ชานี จ.บุรีรัมย์ มีอัตราการตายเท่ากับ 56.00% และในการทดสอบโดยการวางกระบอกทดสอบในแนวนอน พบว่า พื้นที่เขตเมืองที่มีอัตราการตายต่ำสุด คือ อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี มีอัตราการตายเท่ากับ 78.00% และ 76.00% ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ และพื้นที่เขตชนบทที่มีอัตราการตายต่ำสุดคือ อ.ดำเนินสะดวก อ.ราชบุรี เช่นเดียวกัน คือมีอัตราการตายเท่ากับ 70.00% ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง และอัตราการตายของยุงลายสายพันธุ์จากห้องเลี้ยงแมลงกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงโดยใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) พบอัตราการตายเท่ากับ 100%

อัตราการตายของยุงลาย *Aedes aegypti* จาก 13 จังหวัด ต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% แสดงดังตารางที่ 1

เมื่อพิจารณาอัตราการสลบของยุงลายต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน พบว่า อัตราการสลบของยุงลายในเขตเมือง เมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวตั้งอยู่ระหว่าง 81.00 - 100.00% และ 84.00 - 100.00% เมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวนอน และอัตราการสลบของยุงลายในเขตชนบท เมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวตั้งอยู่ระหว่าง 81.00 - 100.00% และ 90.00 - 100.00% เมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวนอน อัตราการสลบของยุงลายต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% แสดงในตารางที่ 2

## อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

ความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ตัวเต็มวัยต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน พบว่า ยุงมีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษษของ ดร.พรณเกษม แพ้พร ที่ได้รายงานว่าความไวของยุงลายในภาคกลาง (จ.นนทบุรี และราชบุรี) ภาคเหนือ (จ.นครสวรรค์ และกำแพงเพชร) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จ.นครราชสีมา และบุรีรัมย์) และภาคใต้ (จ.สุราษฎร์ธานี) มีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% แตกต่างกันตั้งแต่ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ<sup>(7)</sup> เช่นเดียวกับผลการศึกษษของ ดร.พรณเกษม แพ้พร พื้นที่ภัยธรรมชาติสึนามิในภาคใต้ เมื่อปี พ.ศ. 2548 พบว่ายุงลายในพื้นที่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต และกระบี่ มีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% เท่ากับร้อยละ 83.3, 93.8, 72.0 และ 71.0 ตามลำดับ<sup>(8)</sup> แสดงให้เห็นว่า ยุงลาย *Aedes aegypti* มีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ แม้ว่าในบางพื้นที่อาจไม่ได้ใช้สารเคมีเดลต้าเมทรินโดยตรง แต่อาจมีผลจากการดื้อข้ามมาจากการใช้สารเคมีชนิดอื่น โดยเกิดขึ้นได้จากการที่ยุงมีการติดต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือสารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มอื่น แต่มีกลไกที่จะทำให้เกิดกระบวนการสร้างความต้านทานในยุงต่อสารเคมีชนิดนั้นเหมือนกัน ซึ่งจะมีผลทำให้ยุงมีการติดต่อสารเคมีชนิดอื่นด้วย ถึงแม้ว่าสารเคมีนั้นอาจไม่เคยใช้ในพื้นที่นั้นมาก่อน<sup>(9)</sup> นอกจากนี้การที่แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น การลดอัตราการซึมของสารเคมีกำจัดแมลงเข้าไปในตัวแมลง เพิ่มประสิทธิภาพในการสลยตัวของสารพิษ เพิ่มปริมาณเก็บสะสมและขับถ่ายออกจากร่างกาย การลดอัตราการเร็วในการเคลื่อนย้ายสารเคมีกำจัดแมลงไปยัง site of action ตลอดจนการลดปฏิกิริยาของ site of action และสาเหตุหนึ่งซึ่งทำให้ยุงมีความไวต่อสารเคมีต่ำ หรือยุงสร้างความต้านทานคือ การใช้สารเคมีกำจัดแมลงปะปนกันทั้งทางด้านการเกษตรและสาธารณสุข และสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้กันในบ้านเรือน<sup>(10)</sup>

ตารางที่ 1 แสดงอัตราการตายของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05%

จังหวัด	อำเภอ	อัตราการตายของยุงลาย <i>Aedes aegypti</i> (%)							
		การวางกระบอกทดสอบใน แนวตั้ง (ที่เวลาทดสอบ 60 นาที)				การวางกระบอกทดสอบใน แนวนอน (ที่เวลาทดสอบ 60 นาที)			
		เขตเมือง		เขตชนบท		เขตเมือง		เขตชนบท	
		24 ชม.	48 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	24 ชม.	48 ชม.
1. จันทบุรี	มะขาม	83.33	77.45	95.96	95.96	94.23	89.42	97.96	97.96
2. เพชรบุรี	ท่าช้าง	97.00	97.00	85.86	84.85	98.97	98.97	95.00	93.00
3. บุรีรัมย์	ชำนิ	82.00	72.00	77.00	56.00	97.00	91.00	92.00	85.00
4. เลย	กิ่ง อ.หนองหิน	92.00	76.00	64.00	64.00	100.00	84.00	74.00	75.00
5. ตรัง	สิเกา	84.00	78.00	87.00	83.00	87.00	85.00	90.00	89.00
6. ชุมพร	หลังสวน	67.00	66.00	80.00	79.00	84.00	83.00	89.00	88.00
7. เพชรบูรณ์	วิเชียรบุรี	85.00	83.00	79.90	73.73	94.00	93.00	81.61	77.55
8. กาฬสินธุ์	ยางตลาด	88.00	82.00	85.00	84.00	96.00	93.00	97.00	95.00
9. ลำปาง	เถิน	90.00	87.00	82.00	82.00	94.00	90.00	84.00	83.00
10. อุทัยธานี	ทัพทัน	93.00	94.00	94.00	94.00	92.00	92.00	91.00	89.00
11. สุพรรณบุรี	บางปลาม้า	80.00	77.00	64.00	64.00	84.00	79.00	76.00	73.00
12. ราชบุรี	ดำเนินสะดวก	77.00	75.00	69.31	59.45	78.00	76.00	70.00	70.00
13. พระนครศรีอยุธยา	ผักไห่	81.00	78.00	81.63	79.59	83.00	79.00	85.00	78.00
14. ยุงลายสายพันธุ์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์		100.00 (24 ชม.)				100.00 (48 ชม.)			

ตารางที่ 2 แสดงอัตราการสลับของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05 %

จังหวัด	อำเภอ	อัตราการสลับของยุงลาย <i>Aedes aegypti</i> (%)			
		การวางกระบอกทดสอบ			
		ในแนวตั้ง		ในแนวนอน	
		เขตเมือง	เขตชนบท	เขตเมือง	เขตชนบท
1. จันทบุรี	มะขาม	100.00	98.99	98.08	96.94
2. เพชรบุรี	ท่าช้าง	100.00	96.97	100.00	98.00
3. บุรีรัมย์	ชำนิ	100.00	97.00	100.00	100.00
4. เลย	กิ่ง อ.หนองหิน	100.00	81.00	100.00	91.00
5. ตรัง	ลิเกา	95.00	95.00	95.00	100.00
6. ชุมพร	หลังสวน	85.00	87.00	94.00	96.00
7. เพชรบูรณ์	วิเชียรบุรี	99.00	97.99	100.00	95.91
8. กาฬสินธุ์	ยางตลาด	99.00	100.00	99.00	100.00
9. ลำปาง	เถิน	99.00	98.00	96.00	93.00
10. อุทัยธานี	ทัพทัน	100.00	92.00	93.00	90.00
11. สุพรรณบุรี	บางปลาม้า	91.00	88.00	97.00	92.00
12. ราชบุรี	ดำเนินสะดวก	81.00	82.17	84.00	90.00
13. พระนครศรีอยุธยา	ผักไห่	93.00	97.96	97.00	96.00
14. ยุงลายสายพันธุ์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์		100.00		100.00	

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตายของยุงลาย *Aedes aegypti* ระหว่างการวางกระบอกทดสอบในแนวตั้ง และการวางกระบอกทดสอบในแนวนอนที่เวลา 60 นาที ดังตารางที่ 1 พบว่า อัตราการตายของยุงลายจากเกือบทุกพื้นที่ที่มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันคือ อัตราการตายของยุงลายเมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวนอนจะสูงกว่าอัตราการตายของยุงลายเมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวตั้ง มีเพียงจังหวัดเดียวคือยุงลายในพื้นที่ อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี ทั้งเขตเมืองและเขตชนบท ที่มีอัตราการตายของยุงลาย เมื่อวางกระบอกทดสอบในแนวตั้ง สูงกว่าการวางกระบอกทดสอบในแนวนอน (แต่อัตราการสลับแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย)

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุที่อัตราการตายของยุงลาย ในกระบอกทดสอบที่วางในแนวนอนสูงกว่า กระบอกทดสอบที่วางในแนวตั้ง เนื่องจากยุงลายที่นำมาทดสอบในกระบอกทดสอบที่วางในแนวนอน เมื่อสัมผัสกับกระดาษชุบสารเคมีแล้วสลบและตกลงมาอีกด้านหนึ่งของกระบอกทดสอบ ยุงจะได้รับสารเคมีจากหลาย ๆ ทาง เช่น ส่วนหัว ออก ท้อง และส่วนทาร์โซของขา ในขณะที่ยุงในกระบอกทดสอบที่วางในแนวตั้ง จะสัมผัสกับสารเคมีจากส่วนทาร์โซของขา เท่านั้น หลังจากสลบล่วงหล่นลงพื้นจะไม่ได้รับสารเคมีกำจัดแมลง ดังนั้นการดูดซึมสารเคมีจากกระดาษชุบสารเคมีเข้าไปในร่างกายของยุงลายที่ทดสอบในกระบอกที่วางในแนวนอน จะมากกว่ายุงในกระบอกทดสอบที่วางในแนวตั้ง ทำให้ยุงลายที่ทดสอบในกระบอกที่วางในแนวนอนได้รับสารเคมีมากกว่าที่ควรจะเป็นอัตราการตายจึงสูงกว่าการทดสอบในแนวตั้ง

เมื่อพิจารณาอัตราการสลบหลังทดสอบเป็นเวลา 60 นาที ดังตารางที่ 2 พบว่าอัตราการสลบของยุงลายในเกือบทุกพื้นที่ จะสูงกว่าอัตราการตายที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ เนื่องจากยุงลายบางส่วนสามารถฟื้นขึ้นมา ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกระบวนการสร้างความต้านทานแบบ Knock Down Resistance คือกระบวนการที่แมลงได้รับสารเคมีกำจัดแมลงแล้วจะสลบ แต่สารกำจัดแมลงที่ได้รับปริมาณยังไม่เพียงพอที่จะฆ่าแมลงได้ แมลงจึงฟื้นขึ้นมาในระยะต่อไป<sup>(10)</sup> ซึ่งจะเห็นได้จากผลการตรวจสอบอัตราการตายเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงด้วยคือ จะพบว่าที่เวลา 48 ชั่วโมง อัตราการตายของยุงลายเกือบทุกพื้นที่จะต่ำกว่าหรือเท่ากับอัตราการตายที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยพบว่าในเขตเมืองมีเพียงจังหวัดเดียวคือ จ.อุทัยธานี ที่อัตราการตายของเขตเมืองที่เวลา 48 ชั่วโมงมากกว่า 24 ชั่วโมง แต่ก็แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย นอกจากนั้นแล้วพบว่าอัตราการตายของยุงลายเกือบทุกพื้นที่ ในการทดสอบ โดยการวางกระบอกทดสอบทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ที่เวลา 48 ชั่วโมง จะมีอัตราการตายที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งน่าจะเกิดจากการสร้างความต้านทานแบบ Knock Down Resistance เช่นเดียวกัน ดังนั้นคณะผู้ศึกษาจึงมีความเห็นว่าการตรวจผลอัตราการตายของยุงลายในการทดสอบความไวต่อสารเคมีน่าจะตรวจผลการตายที่เวลา 48 ชั่วโมงด้วย

ในบางพื้นที่เช่นที่จังหวัดราชบุรี ผลการทดสอบจะพบว่า อัตราการสลบจะต่ำ ทั้งในเขตเมืองและเขตชนบทคือ ร้อยละ 81.00 และ 82.17 ในการวางกระบอกทดสอบในแนวตั้ง และร้อยละ 84.00 และ 90.00 ตามลำดับ ในการวางกระบอกทดสอบในแนวนอน และอัตราการตายของยุงลายที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง อยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน คือ ร้อยละ 77.00 และ 75.00 ของเขตเมือง และร้อยละ 69.31 และ 59.45 ของเขตชนบท ในการวางกระบอกทดสอบในแนวตั้ง ร้อยละ 78.00 และ 76.00 ของเขตเมือง และร้อยละ 70.00 ของเขตชนบท ทั้งที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ในการวางกระบอกทดสอบในแนวนอน (ให้ผลในทิศทางเดียวกันทั้งการวางกระบอกทดสอบในแนวตั้งและแนวนอน) ซึ่งกลไกการสร้างความต้านทาน

อาจไม่ใช่ Knock Down Resistance แต่เกิดจากสิ่งอื่น เช่น Mixed Function Oxidase เป็นต้น หรือในกรณีของยุงลายในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ การทดสอบโดยวางกระบอกทดสอบในแนวตั้งของเขตชนบทจะพบว่าอัตราการสลบสูง คือร้อยละ 97.00 แต่อัตราการตายจะต่ำ คือที่เวลา 24 ชั่วโมง อัตราการตายร้อยละ 77.00 และที่เวลา 48 ชั่วโมง อัตราการตายร้อยละ 56.00 เท่านั้น เมื่อวิเคราะห์ดูกลไกการสร้างความต้านทานมาจาก Knock Down Resistance ใช่หรือไม่ ซึ่งควรจะได้มีการศึกษากลไกการต้านทานเพิ่มเติมต่อไป

จากผลการศึกษาทั้งหมดสรุปได้ว่า ยุงลาย *Aedes aegypti* มีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.05% ในระดับสูงถึงต่ำและแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ยุงลายในพื้นที่ที่มีความไวในระดับต่ำ หมายถึงว่ายุงลายพื้นที่นั้น เริ่มต้านทานต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ การที่แมลงจะสามารถสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลง ได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิดของแมลง แมลงที่มีอัตราการขยายพันธุ์สูง และมีหลาย generations ใน 1 ปี สามารถสร้างความต้านทานได้เร็ว สภาพอากาศก็มีผลต่อการสร้างความต้านทาน ในท้องที่ที่มีอากาศเหมาะสมต่อการเจริญและขยายพันธุ์ การสร้างความต้านทานจะเร็วขึ้น และชนิดของสารเคมีกำจัดแมลงและวิธีการใช้ โดยสารเคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิดมีผลต่อระยะเวลาในการสร้างความต้านทานของแมลง นอกจากนั้นการใช้สารเคมีกำจัดแมลงมากเกินไป และการใช้สารเคมีเป็นเวลานาน ก็เป็นสาเหตุหนึ่งทำให้แมลงสร้างความต้านทานได้เร็วขึ้น<sup>(2)</sup>

การสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลง เป็นปัญหาต่อการควบคุมแมลงทั้งทางการเกษตรและทางสาธารณสุข การชะลอการสร้างความต้านทานอาจบริหารจัดการได้โดยใช้สารเคมีกำจัดแมลงเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น เปลี่ยนกลุ่มของสารเคมีกำจัดแมลง ตลอดจนการใช้สารเสริมฤทธิ์ (synergist) ผสมกับสารเคมีกำจัดแมลง ซึ่งจะไปทำให้กระบวนการย่อยสลายสารพิษในตัวแมลงเปลี่ยนแปลงไป โดยสารนั้นจะไปยับยั้งน้ำย่อยหรือไปรวมกับน้ำย่อยบางชนิดของแมลง นอกจากนี้การใช้วิธีการควบคุมโดยชีววิธี อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้สารเคมี และชะลอการต้านทานต่อสารเคมี

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ ดร.พรรณเกษม แพ้พร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในความอนุเคราะห์ยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตลอดจนให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากกลุ่มเทคโนโลยีการควบคุมแมลงนำโรค สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง ทุกท่านที่ได้ร่วมงานสนามในการออกเก็บลูกน้ำยุงลาย ตลอดจนการนำกลับมาเลี้ยงและทดสอบในห้องปฏิบัติการ จนได้ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์

## เอกสารอ้างอิง

1. กองมาลาเรีย ศูนย์ควบคุมพาหะนำโรค. สารเคมีและชีววิทยาในการควบคุมพาหะนำโรค. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2538.
2. ชวัญชัย สมบัติศิริ. สะเดา มิติใหม่ของการป้องกันและกำจัดแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: หจก. ป.สัมพันธ์พาณิชย์; 2540.
3. Robert DR, Andre RG. Insecticide resistance issues in vector-borne disease control. Am J Trop Med Hyg., 1994; 50:21-34.
4. Leahey SP. The Pyrethroid Insecticides. Taylor and Francis 1983; London and modules: /page 28,30 December 1999.
5. WHO. Instruction for determining the susceptibility or resistance of adult mosquito to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides establishment of base line. WHO/VBC /81.805, 1981; 1-7.
6. Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. 1925. J Am Mosq Control Assoc 1987; 3:302-3.
7. Paeporn P, Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* in different parts of Thailand. J Trop Med Parasitol 2006; 29:1-5.
8. Paeporn P, Suphapathom K, Sathantriphop S, Mukkhun P and Sangkitporn S. Insecticide Susceptibility of *Aedes aegypti* in Tsunami- affected area in Thailand. Dengue Bulletin 2005; 29: 210-213
9. Georghio GP. The effect of agrochemicals on vector population. In. Roush RT, Tabashnik BE editors. Pesticide resistance in arthropods. New York: Chapman and Hall; 1990. P.183-202.
10. บุญเสริม อ่วมอ่อง, สงคราม งามปฐม, มาโนช ศรีแก้ว. การศึกษาความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารกำจัดแมลงในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารกระทรวงสาธารณสุข. 2542; 18:93-101.