

ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดยุงลายบ้าน โดยการพ่นฝอยละเอียดแบบกึ่งภาคสนาม

จิราภรณ์ เสวะนา บุษราคัม สีนาคม และบุญเสริม อ่วมอ่อง

กองโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดยุงลายบ้านโดยการพ่นฝอยละเอียดแบบกึ่งภาคสนาม ทดสอบโดยวิธี Cage Bio-assay test ใช้ยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (LS) และ 3 สายพันธุ์พื้นที่จากจังหวัดเชียงใหม่ (CMS) ตาก (TKS) และระยอง (RYS) โดยใช้ยุงเลี้ยงในห้องปฏิบัติการรุ่นที่ 3 ทดสอบกับสารเคมี 4 สูตร ได้แก่ สูตรผสม-1 [(deltamethrin, s-bioallethrin, piperonyl butoxide (PBO)], สูตรผสม-2 (lambda-cyhalothrin, tetramethrin, PBO), สูตรผสม-3 (zeta cypermethrin, tetramethrin, PBO) และสูตรเดี่ยว (cyfluthrin) พบว่าเมื่อใช้อัตราการผสมที่ระบุไว้ที่ฉลากและอัตราการผสมสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) สูตรผสม-3 มีประสิทธิภาพดีที่สุดสามารถฆ่ายุงลายได้มากกว่าร้อยละ 90 ทั้ง 4 สายพันธุ์ ในขณะที่สูตรผสม-1 และสูตรผสม-2 เมื่อใช้อัตราการผสมที่ระบุไว้ที่ฉลากมีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้มากกว่าร้อยละ 90 ได้ 3 สายพันธุ์ (LS, CMS, TKS) ส่วนสารเคมีสูตรเดี่ยว (cyfluthrin) เมื่อใช้อัตราการผสมสูงสุดตามคำแนะนำของ WHO มีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้มากกว่าร้อยละ 90 ได้ 3 สายพันธุ์ (LS, CMS, TKS) แต่เมื่อใช้อัตราการผสมที่ระบุไว้ที่ฉลากสามารถฆ่ายุงลายเฉพาะสายพันธุ์ LS ได้มากกว่าร้อยละ 90 แต่มีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายสายพันธุ์ในพื้นที่ทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้น้อยกว่าร้อยละ 90 ดังนั้นควรใช้สารเคมีสูตรผสมซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่ายุงลายได้ดีกว่าสารเคมีสูตรเดี่ยว

คำสำคัญ : สารเคมีกำจัดแมลง, สารไพรีทรอยด์สังเคราะห์, การพ่นฝอยละเอียด, ยุงลายบ้าน

Corresponding author E-mail: jira.ento@gmail.com

Received: 14 October 2020

Revised 3 November 2020

Accepted 27 November 2020

บทนำ

ปัจจุบันมีการพ่นเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรคเพื่อหยุดยั้งการแพร่เชื้อเป็นจำนวนมาก และสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรคถูกจัดให้เป็น “วัตถุพิษ” ตามพระราชบัญญัติวัตถุพิษ พ.ศ. 2510 ซึ่งสารเคมีกำจัดแมลงที่แพร่หลายและใช้กันมากในปัจจุบันแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะโครงสร้างและปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ 1) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 2) กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 3) กลุ่มคาร์บาเมต 4) กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ โดยหลักการพิจารณาเลือกใช้สารเคมีกำจัดแมลง ควรเลือกสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงสูง มีความเป็นพิษต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่ำคือ ต้องสลายตัวเร็ว สะสมในดินและน้ำน้อย ผลกระทบต่ำต่อแมลงที่มีประโยชน์ เช่น ผึ้ง และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น นก กุ้ง และปลา สารเคมีราคาไม่แพงและหาซื้อได้สะดวก ไม่ทำให้เกิดรอยเปื้อนหรือคราบสกปรกกับผาผนังและเครื่องเรือน สามารถใช้ได้กับเครื่องพ่นที่มีอยู่และไม่ทำให้เครื่องพ่นผุกร่อนสึกหรอง่าย ซึ่งการควบคุมโรคทางสาธารณสุขแนะนำให้ใช้สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ โครงสร้างของ pyrethrin ซึ่งสกัดได้จากดอกเบญจมาศ มีความเป็นพิษต่อแมลงสูง แต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ สารเคมีในกลุ่มนี้ที่ใช้พ่นควบคุมยุงพาหะนำโรค เช่น deltamethrin, permethrin, resmethrin และ bioresmethrin เป็นต้น⁽¹⁾ การใช้สารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรคใช้เลือดออกใช้หลักการพ่นแบบฟุ้งกระจาย แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การพ่นหมอกควัน และการพ่นฝอยละเอียด ซึ่งการพ่นหมอกควัน เป็นเครื่องพ่นที่ใช้ความร้อนช่วยในการแตกตัวของน้ำยาออกเป็นละอองเม็ดเล็ก ๆ ใช้น้ำมันดีเซลเป็นตัวทำละลาย จุดเดือดน้ำมันดีเซลอยู่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 150-360 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะมีผลในการทำลายคุณภาพสารเคมี ส่วนการพ่นฝอยละเอียด เป็นเครื่องพ่นที่ใช้พลังงานลมหรือแรงเหวี่ยงสลัดน้ำยาให้แตกตัวออกเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขนาดเม็ดละอองน้ำยาเล็กกว่า 50 ไมครอน สารเคมีที่ใช้พ่นเป็นแบบความเข้มข้นสูงเพราะตัวทำละลายน้อย ใช้พ่นปริมาณน้อย แต่สามารถพ่นคลุมพื้นที่ได้มากกว่าการพ่นหมอกควัน⁽²⁾ ซึ่งองค์การอนามัยโลกมีคำแนะนำการใช้สารเคมีและอัตราการผสมสารเคมีสำหรับเครื่องพ่นแบบฝอยละเอียดดังนี้ สารเคมี deltamethrin อัตราการใช้สารออกฤทธิ์ 0.5-1.0 กรัม/เฮกตาร์ สารเคมี zeta-cypermethrin อัตราการใช้สารออกฤทธิ์ 1-3 กรัม/เฮกตาร์ สารเคมี cyfluthrin อัตราการใช้สารออกฤทธิ์ 1-2 กรัม/เฮกตาร์ และสารเคมี lambda-cyhalothrin cyfluthrin อัตราการใช้สารออกฤทธิ์ 1.0 กรัม/เฮกตาร์⁽³⁾

ประเทศไทยมีการใช้สารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์พ่นควบคุมยุงลายกระจายทั่วทุกพื้นที่ในประเทศ บางพื้นที่มีการใช้สารเคมีชนิดเดิมเป็นระยะเวลาหลายปีติดต่อกันส่งผลให้ยุงลายเกิดการปรับตัว สร้างความต้านทานต่อสารเคมีขึ้น ยุงสามารถเพิ่มประชากรได้มากยิ่งขึ้น และจากการศึกษาสถานะความไวต่อสารกำจัดแมลงของยุงลายจากภาคสนามที่เก็บในปี 2559 ช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน พบว่ายุงลายจากพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดระนอง และจังหวัดระยอง ตีต่อสารกลุ่มไพรีทรอยด์ (deltamethrin, lambda cyhalothrin, cyfluthrin) และ propoxur มีเพียงยุงลายจากจังหวัดนครสวรรค์ที่ตีต่อยา malathion⁽⁴⁾ และมีรายงานว่ายุงลายมีการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ควบคุมยุง เช่น deltamethrin, permethrin และ alphacypermethrin ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย^(5,6) สอดคล้องกับรายงานการตีต่อยาของยุงลาย *Ae. aegypti* ต่อบริการกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์หลายระดับ ตั้งแต่ระดับต่ำจนถึงระดับสูงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์อย่างกว้างขวาง⁽⁷⁾ จากข้อมูลที่ผ่านมาการศึกษาวิจัยและข้อมูลการพ่นเคมีควบคุมยุงลายยังมีไม่เพียงพอในการนำข้อมูลมาพิจารณาเลือกใช้สารเคมีกำจัดยุงลายภายในประเทศไทยเพื่อที่จะหยุดยั้งการแพร่เชื้อและการใช้สารเคมีควบคุมยุงลายให้ได้ประสิทธิผล ดังนั้นกองโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค จึงได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพและอัตราการใช้ที่เหมาะสมของสารเคมีกำจัดแมลง 4 ชนิดที่ใช้ฉีดพ่นควบคุมยุงลายในประเทศไทยด้วยวิธีพ่นฝอยละเอียด กับยุงลาย 4 สายพันธุ์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมยุงลายต่อไป

วัสดุและวิธีการ

1. สายพันธุ์ยุงลายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ 1) ยุงลายสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (LS) 2) ยุงลายสายพันธุ์พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (CMS) 3) ยุงลายสายพันธุ์พื้นที่จังหวัดตาก (TKS) 4) ยุงลายสายพันธุ์พื้นที่จังหวัดระยอง (RYS) ซึ่งยุงลายสายพันธุ์พื้นที่คัดเลือกมาจากพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกสูงและมีประวัติการใช้สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์เป็นระยะเวลานาน

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมี ชนิดของสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบมี 2 แบบ ได้แก่ สารเคมีสูตรผสม สารเสริมฤทธิ์ (3 สูตร) และสารเคมีสูตรเดี่ยว (1 สูตร) โดยใช้อัตราการผสมสารเคมีสำหรับการพ่นฝอยละเอียด 2 แบบ คือ การผสมสารเคมีตามฉลากสารเคมี และการผสมสารเคมีตามค่าสูงสุดที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ รายละเอียดของสารเคมีดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการทดสอบประสิทธิภาพสารเคมี 4 สูตร

สูตรของสารเคมี (ชื่อการค้า)	องค์ประกอบสารเคมี	อัตราผสมน้ำมัน ดีเซล	อัตราการใช้สารออกฤทธิ์ กรัม/เฮกตาร์ (g/ha)	
			ตามฉลาก สารเคมี	ตามค่าสูงสุดที่องค์การ อนามัยโลกแนะนำ ⁽²⁾
สูตรผสม-1 (Mix-1) [Deltacide]	Deltamethrin 0.50% w/v S-bioallethrin 0.75% w/v Piperonyl butoxide 10% w/v	1 ต่อ 9	0.75	1.0
สูตรผสม-2 (Mix-2) [Tornado-Forte EC]	Lambda-cyhalothrin 1.0% w/v Tetramethrin 4.0% w/v Piperonyl Butoxide 5.0% w/v	1 ต่อ 19	0.5	1.0
สูตรผสม-3 (Mix-3) [Cynoff-ZD Super]	Zeta-cypermethrin 2.25% w/v Tetramethrin 2.25 % w/v Piperonyl butoxide 9.0% w/v	1 ต่อ 11	0.3	3.0
สูตรเดี่ยว (Cyfluthrin) [คลีค 15]	Cyfluthrin 1.5% w/v	1 ต่อ 17	1.25	2.0

3. ทดสอบประสิทธิภาพสารเคมีโดยวิธี Cage Bio-assay test ใช้ยุงลายบ้าน *Ae. aegypti* สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการและสายพันธุ์พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดตาก และจังหวัดระยอง เลี้ยงในห้องปฏิบัติการรุ่นที่ 3 เพศเมียอายุ 3-5 วัน นำไปใส่กรงโครงสแตนเลส บุด้วยผ้ามุ้งขนาด 10 x 10 x 20 เซนติเมตร กรงละ 25 ตัว นำไปไว้ในห้องขนาด 20 ตารางเมตร ความสูงเฉลี่ย 4 เมตร วางที่ระดับพื้น และแขวนระดับความสูง 150 และ 250 เซนติเมตร จากพื้น ระดับความสูงละ 7 กรง พ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด โดยใช้สารเคมีและอัตราการใช้ส่วนผสมตามที่กำหนดไว้ ปิดห้องทดสอบเมื่อพ่นสารเคมีเสร็จ เพื่อให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีเป็นเวลา 60 นาที เมื่อครบเวลาที่ยุงสัมผัสกับสารเคมีเป็นเวลา 60 นาที บันทึกจำนวนยุงสลบที่เวลา 60 นาที และบันทึกจำนวนยุงที่ตายและรอดชีวิตที่เวลา 24 ชั่วโมง

การทดสอบ ถ้าชุดเปรียบเทียบมีอัตราการตายต่ำกว่า 5% ให้ใช้ค่าอัตราการตายจริง หากอัตราตายอยู่ระหว่าง 5-10% ให้ปรับค่าอัตราการตาย โดยใช้ Abbott's formula และถ้าอัตราการตายมากกว่า 20% ถือว่าผลการทดสอบผิดพลาด ต้องทำการทดสอบใหม่

$$\text{Abbott's formula} = \frac{\% \text{ ตายของยุงที่ทดสอบ} - \% \text{ ตายของยุงเปรียบเทียบ}}{100 - \% \text{ ตายของยุงเปรียบเทียบ}} \times 100$$

เกณฑ์การตัดสินประสิทธิภาพสารเคมี

เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลยุงลายจะใช้เกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO) คือ อัตราการตายเฉลี่ยของยุงที่ทดสอบทั้งหมดไม่น้อยกว่า 90% จึงถือว่าการพ่นที่ความเข้มข้นตามกำหนดมีประสิทธิภาพในการควบคุมยุงลายพื้นฐานได้^(8,9)

ผล

ประสิทธิภาพของสารเคมี สูตรผสม-1 (Mix-1) เมื่อทดสอบตามอัตราการใช้บนฉลากและอัตราสูงสุดที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ พบว่ามีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (LS), จังหวัดเชียงใหม่ (CMS) และจังหวัดตาก (TKS) ส่วนยุงลายสายพันธุ์จังหวัดระยอง (RYS) อัตราการผสมสารเคมีที่แนะนำไว้ที่ฉลากและอัตราสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ฆ่ายุงลายได้เพียง 60% และ 77.33% ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การตัดสินประสิทธิภาพสารเคมีขององค์การอนามัยโลก แต่มีฤทธิ์ทำให้ยุงลายสลบ (knockdown) ทั้ง 4 สายพันธุ์ ตามอัตราการใช้ที่แนะนำไว้ที่ฉลากและอัตราผสมสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกอยู่ที่ 62.48-97.90% และ 80.19-98.10% ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การตอบสนองของยุงลาย *Ae. aegypti* ต่อสารเคมี สูตรผสม-1 (Mix-1)

สายพันธุ์ยุงลายบ้าน <i>Ae. aegypti</i>	อัตราการใช้ 0.75 g/ha		อัตราการใช้ 1.0 g/ha	
	อัตราการสลบ ที่ 60 นาที	อัตราการตาย ที่ 24 ชม.	อัตราการสลบ ที่ 60 นาที	อัตราการตาย ที่ 24 ชม.
ห้องปฏิบัติการ (LS)	87.62	90.00	95.81	96.00
เชียงใหม่ (CMS)	97.90	98.48	98.10	99.00
ตาก (TKS)	94.29	92.38	90.67	91.86
ระยอง (RYS)	62.48	60.00	80.19	77.33

สารเคมี สูตรผสม-2 (Mix-2) เมื่อทดสอบตามอัตราการใช้บนฉลากและอัตราสูงสุดที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ พบว่ามีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (LS), จังหวัดเชียงใหม่ (CMS) และจังหวัดตาก (TKS) ส่วนยุงลายสายพันธุ์จังหวัดระยอง (RYS) อัตราการผสมสารเคมีที่แนะนำไว้ที่ฉลากและอัตราสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ฆ่ายุงลายได้เพียง 83.62% และ 68.79% ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การตัดสินประสิทธิภาพสารเคมีขององค์การอนามัยโลก แต่มีฤทธิ์ทำให้ยุงลายสลบทั้ง 4 สายพันธุ์ ตามอัตราการใช้ที่แนะนำไว้ที่ฉลากและอัตราผสมสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกอยู่ที่ 84.38-98.67% และ 74.48-99.43% ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การตอบสนองของยุงลาย *Ae. aegypti* ต่อสารเคมี สูตรผสม-2 (Mix-2)

สายพันธุ์ยุงลายบ้าน <i>Ae. aegypti</i>	อัตราการใช้ 1.25 g/ha		อัตราการใช้ 2.0 g/ha	
	อัตราการสลบ ที่ 60 นาที	อัตราการตาย ที่ 24 ชม.	อัตราการสลบ ที่ 60 นาที	อัตราการตาย ที่ 24 ชม.
ห้องปฏิบัติการ (LS)	98.67	98.86	99.43	98.00
เชียงใหม่ (CMS)	95.62	96.11	98.48	99.40
ตาก (TKS)	92.38	92.19	94.67	90.00
ระยอง (RYS)	84.38	83.62	74.48	68.79

สารเคมี สูตรผสม-3 (Mix-3) เมื่อผสมตามอัตราการใช้ที่แนะนำบนฉลากเป็นอัตราสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก พบว่ามีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% ทั้ง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (LS), จังหวัดเชียงใหม่ (CMS), จังหวัดตาก (TKS) และจังหวัดระยอง (RYS) และมีฤทธิ์ทำให้ยุงลายสลบทั้ง 4 สายพันธุ์อยู่ที่ 99.43-100% รายละเอียดตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การตอบสนองของยุงลาย *Ae. aegypti* ต่อสารเคมีสูตรผสม-3 (Mix-3)

สายพันธุ์ยุงลายบ้าน <i>Ae. aegypti</i>	อัตราการใช้ 3.0 g/ha	
	อัตราการสลบที่ 60 นาที	อัตราการตายที่ 24 ชม.
ห้องปฏิบัติการ (LS)	100	100
เชียงใหม่ (CMS)	100	100
ตาก (TKS)	99.43	99.62
ระยอง (RYS)	99.81	99.62

สารเคมี สูตรเดี่ยว (cyfluthrin) เมื่อทดสอบตามอัตราการใช้บนฉลาก พบว่ามีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% เพียงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการเท่านั้น แต่เมื่อใช้อัตราสูงสุดที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ พบว่ามีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% เพิ่มขึ้น 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (LS), จังหวัดเชียงใหม่ (CMS) และจังหวัดตาก (TKS) ส่วนยุงลายสายพันธุ์จังหวัดระยอง อัตราการใช้บนฉลากและอัตราสูงสุดที่องค์การอนามัยโลกแนะนำฆ่ายุงลายได้เพียง 68.38% และ 64.95% ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การตัดสินประสิทธิภาพสารเคมีขององค์การอนามัยโลก แต่มีฤทธิ์ทำให้ยุงลายสลบทั้ง 4 สายพันธุ์ ตามอัตราการใช้ที่แนะนำไว้ที่ฉลากและอัตราผสมสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกอยู่ที่ 76.38-99.43% และ 71.05-93.71% ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การตอบสนองของยุงลาย *Ae. aegypti* ต่อสารเคมี สูตรเดี่ยว (cyfluthrin)

สายพันธุ์ยุงลายบ้าน <i>Ae. aegypti</i>	อัตราการใช้ 1.25 g/ha		อัตราการใช้ 2.0 g/ha	
	อัตราการสลบ ที่ 60 นาที	อัตราการตาย ที่ 24 ชม.	อัตราการสลบ ที่ 60 นาที	อัตราการตาย ที่ 24 ชม.
ห้องปฏิบัติการ (LS)	99.43	98.91	79.43	92.00
เชียงใหม่ (CMS)	86.29	82.38	93.71	98.34
ตาก (TKS)	91.05	82.36	88.19	92.19
ระยอง (RYS)	76.38	68.38	71.05	64.95

วิจารณ์

การตอบสนองของยุงลายบ้าน *Ae. aegypti* ต่อสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 4 ชนิด ด้วยวิธีการพ่นแบบพ่นฝอยละเอียด พบว่าสารเคมีสูตรผสม-3 มีประสิทธิภาพในการฆ่ายุงลายดีที่สุด สามารถฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% ทั้ง 4 สายพันธุ์ เนื่องจากอัตราการผสมสารเคมีที่แนะนำไว้ที่ฉลากเป็นอัตราการผสมสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกอยู่แล้ว แต่เพื่อชะลอการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุงลายและเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาอัตราการผสมสารเคมีที่มีความเข้มข้นต่ำลงแต่ยังคงมีประสิทธิภาพฆ่ายุงลายได้ดี เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมยุงลายต่อไป

สารเคมีสูตรผสม-1 และสารเคมีสูตรผสม-2 เมื่อใช้อัตราการผสมสารเคมีที่แนะนำไว้ที่ฉลากมีประสิทธิภาพดี สามารถฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% จำนวน 3 สายพันธุ์ (LS, CMS, TKS) ซึ่งปริมาณของสารเคมีตามอัตราการผสมที่แนะนำไว้ที่ฉลากสามารถฆ่ายุงลายได้ดีและเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการพ่นเคมีควบคุมยุงลายในพื้นที่ศึกษา เพราะเมื่อใช้ปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นก็ยังคงฆ่ายุงลายได้มากกว่า 90% จำนวน 3 สายพันธุ์เท่าเดิม (LS, CMS, TKS) ดังนั้นเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย และชะลอการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุงลายจึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีแต่อย่างใด

ส่วนสารเคมี cyfluthrin สูตรเดี่ยว เมื่อใช้อัตราการผสมสารเคมีที่แนะนำไว้ที่ฉลากสามารถฆ่ายุงลายบ้านได้มากกว่า 90% เพียงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ (LS) เท่านั้น แต่เมื่อใช้อัตราสูงสุดตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก มีประสิทธิภาพดี สามารถฆ่ายุงลายบ้านได้มากกว่า 90% ได้ 3 สายพันธุ์ (LS, CMS, TKS) ซึ่งสารเคมี cyfluthrin สูตรเดี่ยวอาจมีข้อจำกัดในการใช้ เนื่องจากไม่มีสาร piperonyl butoxide (PBO) ช่วยเสริมฤทธิ์ โดยการเติมสาร piperonyl butoxide (PBO) ที่เป็นสารยับยั้งเอนไซม์ cytochrome P450 monooxygenases⁽¹⁰⁾ กลไกการย่อยสลายสารฆ่าแมลงกลุ่มเอนไซม์ทำลายพิษ (detoxification) มีประสิทธิภาพการย่อยสลายสารฆ่าแมลงแตกต่างกัน ขึ้นกับสายพันธุ์ของแมลง ซึ่งในยุงพบว่าเอนไซม์กลูตาไทโอน เอสทรานสเฟอเรส มีหน้าที่หลักในการทำลายสารพิษจากสารเคมีหรือสารฆ่าแมลง จึงทำให้แมลงรอดตายและกลายเป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานสารเคมี⁽¹¹⁾ ซึ่งสารเคมีสูตรผสม-1 เป็นสารเคมีหลักที่มีการแนะนำให้ใช้พ่นควบคุมยุงลายบ้าน แต่เมื่อมีการนำไปใช้หลายพื้นที่ของประเทศไทย ยุงลายบ้านอาจเกิดการปรับตัวและพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารเคมีทำให้ต่อสู้ต่อสารเคมีได้ สอดคล้องกับการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพ่นหมอกควัน พ่นฝอยละออง และพ่นฝอยละอองติตรดยนต์ ในการควบคุมยุงลายบ้าน *Ae. aegypti* ในเขตเทศบาลนครสงขลา โดยการใช้สารเคมี deltamethrin 0.5% w/v พบว่าการพ่นสารเคมีแบบหมอกควันและแบบฝอยละอองสามารถควบคุมความหนาแน่นของยุงลายบ้านได้ดีในชุมชนแออัด หลังจากพ่นแล้วสามารถลดความหนาแน่นของยุงลายบ้านได้ในช่วงเวลา 1-2 สัปดาห์ เท่านั้น การพ่นสารเคมีจึงเหมาะสำหรับการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก การควบคุมแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายบ้านจึงเป็นมาตรการที่สำคัญ

ที่จะช่วยลดความหนาแน่นของยุงลายได้⁽¹²⁾ และจากการทดสอบ Susceptibility test ยุงลายบ้านต่อสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 3 ชนิด คือ permethrin 0.75%, deltamethrin 0.05% และ lambda-cyhalothrin 0.05% จำนวน 29 จังหวัดของประเทศไทย พบว่าสารเคมี deltamethrin มียุงดื้อต่อสารเคมี 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์, จังหวัดชุมพร, จังหวัดสงขลา และจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนสารเคมี lambda-cyhalothrin ยุงลายบ้านยังตอบสนองดีต่อสารเคมีทั้ง 29 จังหวัด⁽¹³⁾ และจากการศึกษาการใช้สารเสริมฤทธิ์ piperonyl butoxide (PBO) เพื่อเพิ่มอัตราการตายของยุงลายบ้านที่สร้างความต้านทานต่อสารเคมี deltamethrin ในประเทศไทย ด้วยวิธี Bioassays ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก โดยให้ยุงลายบ้านสัมผัสกับ PBO 4% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วยสัมผัสสารเคมี deltamethrin 0.05% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่ายุงลายบ้านมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (64.8-98.1%) และมีอัตราการสลบ knockdown time (KDT) ช่วงการสลบ KDT50 อยู่ที่ 1.7 ถึง 2.8 และ KDT95 อยู่ที่ 1.9 ถึง 4.0 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมี deltamethrin เพียงอย่างเดียวกับสาร PBO ผสม deltamethrin⁽¹⁴⁾ สอดคล้องกับการทดสอบสารเคมีทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ deltamethrin, zeta cypermethrin, cyfluthrin และ lambda cyhalothrin ที่มีฤทธิ์ knockdown ยุงลายบ้านทั้ง 4 สายพันธุ์ เนื่องจากสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์มีคุณสมบัติในการทำให้ยุงเกิดอาการ knockdown โดยรบกวนการทำงานของระบบประสาท ทำให้แมลงบินเป็นอัมพาตอย่างรวดเร็ว⁽¹⁵⁾ ดังนั้นควรแนะนำให้ประชาชนเก็บกวาดชากยุงที่สลบมาทำลายทันทีหลังจากฉีดพ่นสารเคมีและปิดอบให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีภายในบ้านเป็นเวลา 30-60 นาที จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีทั้ง 4 ชนิด แนะนำให้ใช้สารเคมีสูตรผสมที่มีสาร piperonyl butoxide (PBO) เป็นสารเสริมฤทธิ์ เพื่อช่วยให้สารเคมีมีประสิทธิภาพในการฆ่ายุงลายดียิ่งขึ้นสำหรับพื้นที่ 3 จังหวัดที่ทำการศึกษาร่วมทั้งสามารถนำข้อมูลไปประกอบการพิจารณาเพื่อตัดสินใจในการเลือกใช้สารเคมีและอัตราการผสมที่เหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ได้ร่วมกับประวัติการใช้สารเคมีของพื้นที่เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการพ่นเคมีควบคุมยุงลายในพื้นที่ที่ทำการศึกษต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางหรือวิธีมาตรฐานสำหรับใช้ศึกษากับตัวอย่างยุงลายจากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยได้

สรุป

การใช้สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 4 สูตร ได้แก่ สูตรผสม-1, สูตรผสม-2, สูตรผสม-3 และสูตรเดี่ยว (cyfluthrin) ด้วยวิธีการพ่นแบบฝอยละเอียดในการควบคุมยุงลายบ้าน *Ae. aegypti* พบว่าสารเคมีสูตรผสม-3 มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่ายุงลายในพื้นที่ที่ทำการศึกษา และพบว่าเมื่อเติม piperonyl butoxide (PBO) ลงไปในสูตรเพื่อเป็นสารเสริมฤทธิ์ประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงจะดียิ่งขึ้น ดังนั้นควรใช้สารเคมีสูตรผสมซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่ายุงลายบ้านได้ดีกว่าสารเคมีสูตรเดี่ยว ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเทคนิคการพ่นสารเคมี และอัตราการผสมสารเคมีจะต้องปฏิบัติอย่างถูกต้องจึงจะสามารถควบคุมยุงลายบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือวิชาการโรคติดต่อเฉียบพลันและโรคไข้เลือดออกเฉียบพลันด้านการแพทย์และสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2559.
2. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการใช้เครื่องพ่นสำหรับปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2558.

3. WHO. Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance. Geneva: World Health Organization; 1997.
4. นวลอนงค์ จิระกาญจนากิจ. ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อยุงลายพาหะของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย. นครปฐม: สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล. 2559.
5. Thanispong K, Sathantriphop S, Chareonviriyaphap T. Insecticide resistance of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in Thailand. *J Pestic Sci* 2008; 33(4): 351-6.
6. Chareonviriyaphap T, Bangs MJ, Suwonkerd W, Kongmee M, Corbel V, Ngoen-Klan R. Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. *Parasit Vectors* 2013; 6: 280. (28 pages).
7. Amelia-Yap ZH, Chen CD, Sofian-Azirun M, Low VL. Pyrethroid resistance in the dengue vector *Aedes aegypti* in Southeast Asia: present situation and prospects for management. *Parasit Vectors* 2018; 11: 322. (17 pages).
8. WHO. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control: a practitioner's guide. Geneva: World Health Organization; 2003.
9. WHO. Guidelines for efficacy testing of insecticides for indoor and outdoor ground-applied space spray applications. Geneva: World Health Organization; 2009.
10. จินตนา ยาโนละ. กลไกการดื้อต่อสารเคมีฆ่าแมลงใน *Culex quinquefasciatus* ยุงรำคาญพาหะนำโรคพยาธิฟิลาเรีย. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2559.
11. สิริภัก สุระพร. กลไกที่แมลงต้านทานต่อสารฆ่าแมลง. *วารสารเกษตรพระวรุณ* 2562; 16(1): 34-48.
12. วิรัช วงศ์หิรัญรัตน์, ชูศักดิ์ โมลิโต, โสภาวดี มูลเมฆ. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพ่นหมอกควันพ่นฝอยละออง และพ่นฝอยละอองติตรอนันต์ ในการควบคุมยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* Linnaeus (1762) ในเขตเทศบาลนครสงขลา. สงขลา: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา; 2552.
13. Chuaycharoensuk T, Juntarajumnong W, Boonyuan W, Bangs MJ, Akwatanakul P, Thammapalo S, et al. Frequency of pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Thailand. *J Vector Ecol* 2011; 36(1): 204-12.
14. Kongmee M, Thanispong K, Sathantriphop S, Sukkanon C, Bangs MJ, Chareonviriyaphap T. Enhanced mortality in deltamethrin-resistant *Aedes Aegypti* in Thailand using a piperonyl butoxide synergist. *Acta Trop* 2019; 189: 76-83.
15. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ปลอดภัย ปลอดภัย ถ้าใช้ยาจุดกันยุงถูกวิธี. [ออนไลน์]. 2552; [สืบค้น 20 พ.ย. 2563]; [4 หน้า]. เข้าถึงได้จาก: URL: https://oryor.com/อย/detail/media_printing/32.

Efficacy of Insecticides for *Aedes aegypti* Control by Ultra-Low-Volume Application in Semi-Field Condition

Jiraporn Sevana Bussarakum Sinakom and Boonserm Aumaung

Vector Borne Diseases Division, Department of Disease Control, Tiwanond Road, Nonthaburi 11000, Thailand

ABSTRACT The efficacy of insecticides using ultra-low volume (ULV) spraying to control *Aedes aegypti* mosquito was evaluated by the cage-bioassay test method. Laboratory strain (LS) and 3 field strains of mosquitoes collected from Chiang Mai (CMS), Tak (TKS) and Rayong (RYS) provinces were used for this testing. Three mixed formulations: Mix-1 [deltamethrin, s-bioallethrin, piperonyl butoxide (PBO)], Mix-2 (lambda-cyhalothrin, tetramethrin, PBO), Mix-3 (zeta cypermethrin, tetramethrin, PBO) and one single formulation (containing cyfluthrin only) were tested in parallel on mixing ratios shown on the labels and the maximum ratio recommended by the guideline of World Health Organization (WHO). The efficacy of those formulations were evaluated for the percentage of mosquito knock down rate at 60 minutes and mortality rate at 24 hours. It was found that the Mix-3 formulation provided the highest efficacy to kill *Ae. aegypti* all strains. The Mix-1 and Mix-2 formulation using at ratios shown on the labels were effective to kill *Ae. aegypti* over 90% of the 3 strains (LS, CMS and TKS). While the single formulation of cyfluthrin, using at maximum ratio recommended by WHO, could kill 3 strains (LS, CMS and TKS) of *Ae. aegypti* over 90%. If it was applied as labelled, it could kill more than 90% of the LS strain only, while the efficacies against the 3 field strains were less than 90% mortality rate. Therefore, it was recommended to use the mixed formulations of insecticides to control *Ae. aegypti* mosquito, instead of the single formulation containing only one chemical active ingredient.

Keywords : Insecticides, Synthetic Pyrethroids, Ultra-Low-Volume (ULV), *Aedes aegypti*