นิพนธ์ต้นฉบับ **Original Article**

การประเมินประสิทธิภาพสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลง เพื่อเป็นตัวควบคุมผลบวกสำหรับทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ต่อยุงลายบ้าน แมลงวันบ้านและแมลงสาบเยอรมัน

Evaluation of insecticide aerosol sprays as positive controls for bioefficacy against *Aedes aegypti*, Musca domestica and Blattella germanica

ชญาดา ขำสวัสดิ์
สุนัยนา สท้านไตรภพ
พงศกร มุขขันธ์
นราศักดิ์ สัณฐิติพงศ์
จักรวาล ชมภูศรี
นิตยา เมธาวณิชพงศ์
อาชวินทร์ โรจนวิวัฒน์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Chayada Khamsawads
Sunaiyana Sathantriphop
Pongsakorn Mukkhun
Narasak Santhitipong
Jakkrawarn Chompoosri
Nittaya Methawanitphong
Archawin Rojanawiwat
National Institute of Health,
Department of Medical Sciences

DOI: 10.14456/dcj.2024.51
Received: August 21, 2024 | **Revised:** November 4, 2024 | **Accepted:** November 6, 2024

บทคัดย่อ

การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบเป็นหนึ่งในการประกันคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผลการทดสอบที่ได้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลง จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A มีสารออกฤทธิ์ Cypermethrin 0.20% w/w และ Imiprothrin 0.15% w/w, สูตร B มีสารออกฤทธิ์ Cypermethrin 0.15% w/w, Imiprothrin 0.10% w/w และ Transfluthrin 0.10% w/w และสูตร C มีสารออกฤทธิ์ Cypermethrin 0.20% w/w, Imiprothrin 0.15% w/w, Transfluthrin 0.10% w/w และ d-Tetramethrin 0.10% w/w สำหรับนำไปใช้เป็นตัวควบคุมผลบวกในการทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างกำจัดแมลงกับแมลงทดสอบที่เป็นสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ คือยุงลายบ้านและแมลงวันบ้าน โดยวิธี Glass chamber method และแมลงสาบเยอรมัน โดยวิธี Surface contact method ผลการศึกษาพบว่าสเปรย์อัดแก๊สทั้ง 3 สูตรผ่านเกณฑ์การทดสอบ แมลงทดสอบทั้ง 3 ชนิดมีอัตราตายอยู่ระหว่าง 96.67-100% และไม่พบความแตกต่างกันในอัตราการตายของกลุ่มแมลงแต่ละชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า ทั้ง 3 สูตรที่ทดสอบมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน แต่สูตร A ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์เพียง 2 ชนิด จึงสะดวกในการเตรียมมากกว่าสูตร B และ C เมื่อนำสูตร A ทดสอบกับแมลงทั้งสามชนิด จำนวน 10 รุ่นพบว่ายุงลายบ้านมีอัตราตายเฉลี่ยร้อยละ 100 แมลงวันบ้านมีอัตราตายเฉลี่ยร้อยละ 98.50 (SD=2.14) และแมลงสาบเยอรมันมีอัตราตายเฉลี่ยร้อยละ 100 ดังนั้น สูตร A จึงมีคุณสมบัติเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปใช้เป็นตัวควบคุม

ผลบวกในการทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเคมีกำจัดแมลงเพื่อเปรียบเทียบและยืนยันความถูกต้องของผลการทดสอบที่ได้จากห้องปฏิบัติการ การประกันคุณภาพผลการทดสอบทำให้ลูกค้ามีความมั่นใจมากขึ้นในรายงานผลการทดสอบที่จะนำไปขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเพื่อวางจำหน่าย

ติดต่อผู้นิพนธ์ : ชญาดา ขำสวัสดิ์ อีเมล : chayada.k@dmsc.mail.go.th

Abstract

Quality control of test results is one of the components of quality assurance in laboratories, ensuring that the test results are accurate and reliable. The objective of this study was to evaluate the efficacy of three formulations of insecticide aerosol sprays (labeled A, B, and C), which were selected as a positive control. Formulation A contained cypermethrin 0.20% w/w and imiprothrin 0.15% w/w, formulation B contained cypermethrin 0.15% w/w, imiprothrin 0.10% w/w and transfluthrin 0.10% w/w, and formulation C contained cypermethrin 0.20% w/w, imiprothrin 0.15% w/w, transfluthrin 0.10% w/w and d-tetramethrin 0.10% w/w. The bioefficacy of three formulations were conducted against laboratory strains of Aedes aegypti and Musca domestica using the glass chamber method, and Blattella germanica using the surface contact method. The results showed that all three formulations passed the requirement of bioefficacy tests, with no significant differences in mortality in all insect species. It was concluded that high efficacy was observed in all three evaluated formulations. However, since formulation A contained only two active ingredients, it was more convenient to prepare than formulations B and C. The efficacy of formulation A was then evaluated in ten generations of the three-insect species. The results showed that the mean mortality rates of Ae. aegypti, M. domestica and B. germanica were 100%, 98.50% (SD=2.14) and 100%, respectively. Therefore, formulation A was appropriate for use as a positive control in the bioefficacy test of aerosol insecticide products to evaluate and confirm the results obtained from the laboratory tests. Quality assurance enhances customer's confidence in the test reports, which will be used to apply for registration with the Thailand Food and Drug Administration (FDA).

Correspondence: Chayada Khamsawads E-mail: chayada.k@dmsc.mail.go.th

คำสำคัญ	**Keywords**
สเปรย์กระป๋องอัดแก๊ส, ตัวควบคุมผลบวก, ประสิทธิภาพชีววิเคราะห์	*insecticide aerosol spray, positive control, bioefficacy*

บทนำ

กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์เป็นหน่วยงานภายใต้สังกัดสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ มีหน้าที่รับผิดชอบศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีทางห้องปฏิบัติการด้านควบคุมแมลงทางการแพทย์ พัฒนาระบบและกำหนดมาตรฐานการตรวจวิเคราะห์ด้านผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงทางการแพทย์ เป็นห้องปฏิบัติการอ้างอิงด้านการทดสอบผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงทางการแพทย์ และพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยาทางการแพทย์โดยเฉพาะมีหน้าที่รับผิดชอบหลักในงานบริการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงเพื่อการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ก่อนการวางจำหน่ายในท้องตลาด โดยงานบริการดังกล่าวได้ใช้แมลงที่เป็นพาหะนำโรคที่มีความสำคัญทางการแพทย์ เช่น ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) แมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) และแมลงสาบเยอรมัน (*Blattella germanica*) ที่เป็นสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ ผลิตภัณฑ์เคมีป้องกันและกำจัดแมลงที่ใช้ในบ้านเรือนที่ส่งมาทดสอบมีหลายประเภท เช่น ยาจุดกันยุง เครื่องไล่ยุงไฟฟ้าชนิดน้ำ/ชนิดแผ่นแมท สเปรย์อัดแก๊สกำจัดยุง/แมลงวัน/แมลงสาบ เหยื่อพิษกำจัดแมลงวัน/แมลงสาบ ชอล์ก/ผงโรยกำจัดแมลงสาบ เป็นต้น สำหรับสเปรย์อัดแก๊สกำจัดยุง/แมลงวัน/แมลงสาบเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้กันมากในบ้านเรือน เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์หาซื้อได้ง่าย ใช้สะดวก และมีประสิทธิภาพดี Chareonviriyaphap T และคณะ[1] รายงานว่าประเทศไทยมีการใช้ผลิตภัณฑ์เคมีกำจัดแมลงเป็นจำนวนมากและหลากหลายรูปแบบเพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดยุง แมลงวัน แมลงสาบ มด และแมลงคลานอื่นๆ ในที่พักอาศัย โดยสารออกฤทธิ์หลักมากกว่า 80% เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ซึ่งมีความเป็นพิษต่ำต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม Paeporn P และคณะ[2] ได้รวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์อัดแก๊สที่ส่งทดสอบกับยุงลายบ้านที่กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ เมื่อช่วงปี 2556-2561 มีจำนวนผลิตภัณฑ์ 183 ตัวอย่าง พบว่าสารออกฤทธิ์ในกลุ่มไพรีทรอยด์ที่ถูกใช้ในผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ Imiprothrin รองลงมา คือ Permethrin, Prallethrin, Cypermethrin และ d-Tetramethrin ตามลำดับ เช่นเดียวกับรายงานของ Ya-Umphan P และคณะ[3] พบว่าสารออกฤทธิ์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อัดแก๊สกำจัดแมลงสาบมากที่สุด คือ Imiprothrin โดยสูตรที่ทำให้แมลงสาบเยอรมันสลบไว (Quick knockdown) และตาย 100% เป็นสูตรผสมระหว่าง Imiprothrin และ Cyphenothrin อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงที่วางขายในท้องตลาด ต้องผ่านการตรวจหาปริมาณสารออกฤทธิ์ และการทดสอบประสิทธิภาพทางชีววิเคราะห์ต่อแมลงก่อน จึงนำผลการทดสอบที่ได้ไปขอขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเพื่อวางจำหน่ายต่อไป[4] สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงชนิดกระป๋องอัดแก๊สในห้องปฏิบัติการต้องมีการใช้สเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลงสำหรับเป็นตัวควบคุมผลบวก (Positive control) เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของการทดสอบให้มีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง[5] และให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO/IEC17025 ที่ต้องระวังผลการทดสอบให้มีคุณภาพตามที่กำหนด การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลงควบคุมผลบวก เพื่อเป็นการประกันคุณภาพผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงชนิดกระป๋องอัดแก๊สเพื่อการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาก่อนวางจำหน่ายในท้องตลาด

วัสดุและวิธีการศึกษา

1. แมลงทดสอบ สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ NIH (National Institute of Health) strain

1.1 ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ระยะตัวเต็มวัย เพศเมีย อายุ 3-5 วัน

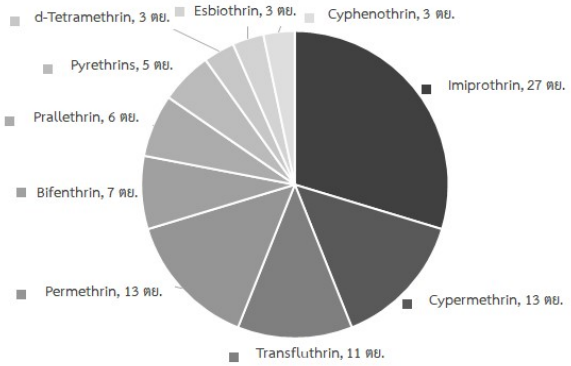
1.2 แมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) ระยะตัวเต็มวัย เพศเมีย อายุ 3-5 วัน

1.3 แมลงสาบเยอรมัน (*Blattella germanica*)

ระยะตัวเต็มวัย เพศเมีย อายุ 2-3 สัปดาห์

2. สเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลง จำนวน 3 สูตร

คัดเลือกสารออกฤทธิ์จากข้อมูลผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงชนิดกระป๋องอัดแก๊สที่ส่งทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ต่อยุง แมลงวัน และแมลงสาบกับกลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในปี พ.ศ. 2566 พบว่าสาร Imiprothrin, Cypermethrin, Permethrin และ Transfluthrin ถูกนำมาใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงชนิดกระป๋องอัดแก๊สมากที่สุด 3 อันดับแรก แต่สาร Permethrin มีรายงานการดื้อของยุงลายบ้านในหลายพื้นที่ของประเทศไทย[1] ดังนั้น จึงเลือก 3 สารออกฤทธิ์หลัก ได้แก่ Imiprothrin Cypermethrin และ Transfluthrin ดังภาพที่ 1 กำหนดสูตรสารออกฤทธิ์และความเข้มข้น (%) ของสารออกฤทธิ์ในแต่ละสูตร จำนวน 3 สูตร โดยอ้างอิงความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ตามที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ[6] จัดทำสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สสำหรับนำไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อคัดเลือกเป็นตัวควบคุมผลบวก ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ข้อมูลสารออกฤทธิ์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงชนิดกระป๋องอัดแก๊สที่ส่งทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์กับกลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ในปี พ.ศ. 2566

Figure 1 Data on active ingredients of aerosol insecticide products submitted to the Medical Entomology Group in 2023 for bioefficacy tests against *Aedes aegypti*, *Musca domestica* and *Blattella germanica*

ตารางที่ 1 สูตรสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลงสำหรับทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์

Table 1 Aerosol insecticide formulations for bioefficacy tests

สูตร	สารออกฤทธิ์	ความเข้มข้น (% w/w)
A	Cypermethrin	0.20
	Imiprothrin	0.15
B	Cypermethrin	0.15
	Imiprothrin	0.10
	Transfluthrin	0.10
C	Cypermethrin	0.20
	Imiprothrin	0.15
	Transfluthrin	0.10
	d-Tetramethrin	0.10

3. วิธีการทดสอบ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ทำการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม 2566 ถึงเดือนสิงหาคม 2567 โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดยุงและแมลงวัน

ทดสอบด้วยวิธี Glass chamber method[2] วิธีดำเนินการดังนี้ ฉีดพ่นสเปรย์อัดแก๊สปริมาณ 0.22-0.28 กรัม สำหรับยุง หรือปริมาณ 0.45-0.55 กรัม สำหรับแมลงวัน เข้าไปในตู้ทดสอบขนาด 70 X 70 X70 เซนติเมตร หลังฉีดพ่น 30 วินาที ปล่อยยุงหรือแมลงวันจำนวน 20 ตัว เข้าไปในตู้ทดสอบ บันทึกจำนวนแมลงที่หงายท้อง จนครบเวลา 20 นาที เก็บแมลงหลังการทดสอบที่หงายท้องมาเลี้ยงต่อในภาชนะที่สะอาด ให้สำลีชุบน้ำหวานเข้มข้น 10% เพื่อเป็นอาหาร บันทึกผลการตายที่ 24 ชั่วโมง ทดสอบ 3 ซ้ำ พร้อมชุดควบคุม (Control)

เกณฑ์การทดสอบ[2,7] : ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบต้องมีประสิทธิภาพทำให้ยุงทดสอบหงายท้องร้อยละ 50 (KT_{50}) ภายในเวลา 5 นาที หรือแมลงวันภายในเวลา 6 นาที และสามารถทำให้ยุง/แมลงวันทดสอบตายไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลงสาบ

ทดสอบด้วยวิธี Surface contact method[3] วิธีดำเนินการดังนี้ ฉีดพ่นสเปรย์อัดแก๊สปริมาณ 2.30-2.70 กรัม ลงบนแผ่นกระจก ขนาด 20 X 20 เซนติเมตร ทิ้งไว้ให้แห้งนาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปทดสอบ ปล่อยแมลงสาบเยอรมัน จำนวน 10 ตัว เดินสัมผัสกับสารเคมีบนแผ่นกระจก บันทึกจำนวนแมลงสาบที่หงายท้องจนครบเวลา 60 นาที เก็บแมลงหลังการทดสอบที่หงายท้องมามาเลี้ยงต่อในภาชนะที่สะอาด ให้อาหารหนูแบบเม็ดสำเร็จรูปและสำลีชุบน้ำ บันทึกผลการตายที่ 72 ชั่วโมง ทดสอบ 3 ซ้ำ พร้อมชุดควบคุม (Control)

เกณฑ์การทดสอบ[3,7] : ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบต้องมีประสิทธิภาพทำให้แมลงสาบเยอรมันตายไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 เมื่อครบเวลา 72 ชั่วโมง

3.3 การประเมินความเที่ยง (Precision) ของผลทดสอบประสิทธิภาพของสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สต่อแมลงทดสอบ

หลังจากทดสอบสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกับยุงลายบ้าน แมลงวันบ้าน และแมลงสาบเยอรมัน ครบทั้ง 3 สูตร คัดเลือกสูตรสเปรย์กระป๋องอัดแก๊สสูตรผสมที่ประกอบด้วยชนิดของสารออกฤทธิ์น้อยที่สุด แต่ยังมีประสิทธิภาพดีในการกำจัดแมลง 1 สูตร นำไปทดสอบต่อกับแมลงทั้ง 3 ชนิด โดยใช้แมลงทดสอบที่ได้จากการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ชนิดละ 10 รุ่น แล้วนำผลการทดสอบของแมลงทั้ง 10 รุ่นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อดูความเที่ยงของผลการทดสอบของสเปรย์ที่ถูกเลือกต่อแมลงทดสอบที่ได้จากการเลี้ยงในแต่ละรุ่น[8]

4. วิเคราะห์ผล

นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าอัตราสลบ (% Knockdown) อัตราตาย (% Mortality) ที่ 24 ชั่วโมง ของยุงหรือแมลงวัน และอัตราการตายที่ 72 ชั่วโมงของแมลงสาบ

$$\text{อัตราสลบ (\%)} = \frac{\text{จำนวนแมลงทดสอบที่สลบหลังครบเวลาทดสอบ X 100}}{\text{จำนวนแมลงทดสอบทั้งหมด}}$$

$$\text{อัตราตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนแมลงทดสอบตายที่เวลา 24 (72) ชั่วโมง X 100}}{\text{จำนวนแมลงทดสอบทั้งหมด}}$$

วิเคราะห์หาค่าเวลาที่ทำให้แมลงทดสอบหงายท้อง 50% (Knockdown time 50, KT_{50}) และ 95% (Knockdown time 95, KT_{95}) โดยนำจำนวนแมลงทดสอบที่หงายท้องในแต่ละช่วงเวลาของการบันทึกผลจนครบเวลาทดสอบไปวิเคราะห์ค่า KT_{50} และ KT_{95} ด้วยวิธี Probit analysis[2] และวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ LSD ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 26

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ของสเปรย์ทั้ง 3 สูตรต่อยุงลายบ้าน พบว่าสูตร C ให้ค่า KT_{50} ไวที่สุด คือ 1.50 นาที รองลงมา คือ สูตร B และสูตร A ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่าสูตร B และ C ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้ง 3 สูตรสามารถฆ่ายุงลายบ้านได้ 100% ดังตารางที่ 2 ผลการทดสอบต่อแมลงวันบ้านพบว่าสูตร C ให้ค่า KT_{50} ไวที่สุด คือ 1.25 นาที รองลงมา คือ สูตร B และสูตร A ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า สูตร A และ B ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 สูตรสามารถทำให้แมลงวันบ้านมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 96.67-98.33% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3 สำหรับผลการทดสอบต่อแมลงสาบเยอรมันพบว่า สูตร A ให้ค่า KT_{50} ไวที่สุด คือ 2.05 นาที รองลงมา คือ สูตร C และสูตร B ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่าทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2 ค่า KT_{50}, KT_{95} อัตราสลบ (%) และอัตราตาย (%) ของยุงลายบ้านเมื่อสัมผัสกับสเปรย์อัดแก๊สสูตร A สูตร B และสูตร C

Table 2 KT_{50}, KT_{95}, knockdown rate and mortality rate of *Aedes aegypti* exposed to aerosol formulations A, B and C

สูตร	น้ำหนักสารเฉลี่ย (กรัม)	KT_{50} (นาที) (95% CI)	KT_{95} (นาที) (95% CI)	mean±SD	
				% Knockdown	% Mortality at 24 h
A	0.27	3.52 (3.20-3.88)[a]	5.45 (4.95-5.99)[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
B	0.23	1.87 (1.64-2.13)[b]	3.00 (2.64-3.41)[b]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
C	0.26	1.50 (1.26-1.78)[b]	2.96 (2.49-3.52)[b]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 ค่า KT_{50}, KT_{95} อัตราสลบ (%) และอัตราตาย (%) ของแมลงวันบ้านเมื่อสัมผัสกับสเปรย์อัดแก๊สสูตร A สูตร B และสูตร C

Table 3 KT_{50}, KT_{95}, knockdown rate and mortality rate of *Musca domestica* exposed to aerosol formulations A, B and C

สูตร	น้ำหนักสารเฉลี่ย (กรัม)	KT_{50} (นาที) (95% CI)	KT_{95} (นาที) (95% CI)	mean±SD	
				% Knockdown	% Mortality at 24 h
A	0.51	4.20 (3.89-4.54)[a]	5.70 (5.28-6.17)[a]	100.00±0.00[a]	98.33±2.89[a]
B	0.48	3.72 (3.39-4.09)[a]	5.49 (5.00-6.03)[a]	100.00±0.00[a]	96.67±2.89[a]
C	0.50	1.25 (1.03-1.51)[b]	2.56 (2.11-3.10)[b]	100.00±0.00[a]	98.33±2.89[a]

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 ค่า KT_{50}, KT_{95} อัตราสลบ (%) และอัตราตาย (%) ของแมลงสาบเยอรมันเมื่อสัมผัสกับสเปรย์อัดแก๊สสูตร A สูตร B และสูตร C

Table 4 KT_{50}, KT_{95}, knockdown rate and mortality rate of *Blattella germanica* exposed to aerosol formulations A, B and C

สูตร	น้ำหนักสารเฉลี่ย (กรัม)	KT_{50} (นาที) (95% CI)	KT_{95} (นาที) (95% CI)	mean±SD	
				% Knockdown	% Mortality at 72 h
A	2.42	2.05 (1.67-2.52)[a]	3.86 (3.15-4.74)[c]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
B	2.50	3.83 (1.61-5.00)[a]	10.73 (8.79-18.95)[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
C	2.44	3.46 (2.97-4.13)[a]	6.54 (5.61-7.62)[b]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบทั้ง 3 สูตร พบว่าค่าทดสอบทั้ง 3 สูตรอยู่ในเกณฑ์การทดสอบ จึงเลือกสเปรย์สูตร A ที่มีสารออกฤทธิ์เพียง 2 ชนิด (cypermethrin 0.20% w/w และ imiprothrin 0.15% w/w) ไปทดสอบต่อเพื่อประเมินประสิทธิภาพกับยุงลายบ้าน แมลงวันบ้าน และแมลงสาบเยอรมัน จำนวน 10 รุ่น ผลทดสอบพบว่า ยุงลายบ้านมีค่าเฉลี่ย KT_{50} เท่ากับ 3.75 นาที ค่าเฉลี่ย KT_{95} เท่ากับ 8.64 นาที และอัตราตายเฉลี่ยเท่ากับ 100% ดังตารางที่ 5 แมลงวันบ้าน มีค่าเฉลี่ย KT_{50} เท่ากับ 4.24 นาที ค่าเฉลี่ย KT_{95} เท่ากับ 6.88 นาที และอัตราตายเฉลี่ยเท่ากับ 98.50% ดังตารางที่ 6 และแมลงสาบเยอรมันมีค่าเฉลี่ย KT_{50} เท่ากับ 2.40 นาที ค่าเฉลี่ย KT_{95} เท่ากับ 5.08 นาที และอัตราตายเฉลี่ยเท่ากับ 100% ดังตารางที่ 5-7

ตารางที่ 5 ค่า KT_{50}, KT_{95} และอัตราตายของยุงลายบ้านเมื่อสัมผัสกับสเปรย์อัดแก๊สสูตร A

Table 5 KT_{50}, KT_{95} and mortality rate of *Aedes aegypti* exposed to aerosol formulation A

ยุงลายบ้าน รุ่นที่	น้ำหนักสารเฉลี่ย (กรัม)	KT_{50} นาที (95% CI)	KT_{95} นาที (95% CI)	% Mortality at 24 h
1	0.26	3.64 (3.29-4.03)	5.54 (5.01-6.13)	100
2	0.26	3.44 (3.07-3.85)	6.12 (5.46-6.86)	100
3	0.25	1.50 (1.26-1.77)	2.98 (2.52-3.54)	100
4	0.25	1.61 (1.36-1.90)	3.26 (2.76-3.86)	100
5	0.22	3.26 (2.92-3.65)	5.32 (4.76-5.95)	100
6	0.23	4.67 (3.86-6.50)	12.51 (10.34-15.14)	100
7	0.25	4.73 (3.86-5.80)	13.61 (11.11-16.67)	100
8	0.27	4.82 (3.67-6.33)	16.11 (12.27-21.16)	100
9	0.26	4.88 (3.99-5.97)	11.34 (9.27-13.88)	100
10	0.26	4.95 (4.23-5.80)	9.63 (8.23-11.27)	100
mean±SD	0.25±0.02	3.75±1.32	8.64±4.62	100

ตารางที่ 6 ค่า KT_{50}, KT_{95} และอัตราตายของแมลงวันบ้านเมื่อสัมผัสกับสเปรย์อัดแก๊สสูตร A

Table 6 KT_{50}, KT_{95} and mortality rate of *Musca domestica* exposed to aerosol formulation A

แมลงวัน รุ่นที่	น้ำหนักสารเฉลี่ย (กรัม)	KT_{50} นาที (95% CI)	KT_{95} นาที (95% CI)	% Mortality at 24 h
1	0.49	4.12 (3.77-4.50)	6.25 (5.72-6.83)	95
2	0.50	4.33 (4.05-4.63)	5.21 (4.87-5.57)	95
3	0.52	3.32 (2.87-3.83)	6.99 (6.06-8.07)	100
4	0.52	3.27 (2.92-3.67)	5.78 (5.15-6.48)	100
5	0.51	4.34 (4.05-4.65)	6.87 (6.19-7.63)	100
6	0.47	4.82 (4.49-5.17)	6.74 (6.28-7.23)	98.3
7	0.48	4.53 (4.05-5.05)	7.66 (6.86-8.55)	96.7
8	0.49	4.27 (3.80-4.80)	8.14 (7.24-9.16)	100
9	0.47	4.46 (4.03-4.93)	7.67 (6.94-8.49)	100
10	0.49	4.91 (4.43-5.45)	7.48 (6.75-8.29)	100
mean±SD	0.49±0.02	4.24±0.55	6.88±0.92	98.50±2.14

ตารางที่ 7 ค่า KT_{50}, KT_{95} และอัตราตายของแมลงสาบเยอรมันเมื่อสัมผัสกับสเปรย์อัดแก๊สสูตร A

Table 7 KT_{50}, KT_{95} and mortality rate of *Blattella germanica* exposed to aerosol formulation A

แมลงสาบ รุ่นที่	น้ำหนักสารเฉลี่ย (กรัม)	KT_{50} นาที (95% CI)	KT_{95} นาที (95% CI)	% Mortality at 72 h
1	2.51	0.80 (0.48-1.35)	3.41 (2.03-5.72)	100
2	2.39	1.22 (0.89-1.69)	4.37 (3.17-6.02)	100
3	2.40	2.16 (1.79-2.61)	3.78 (3.12-4.57)	100
4	2.57	2.32 (1.96-2.73)	4.39 (3.72-5.18)	100
5	2.44	2.33 (1.84-2.93)	5.42 (4.29-6.83)	100
6	2.38	5.05 (4.40-5.80)	8.61 (7.50-9.89)	100
7	2.62	2.45 (1.99-3.03)	5.57 (4.52-6.88)	100
8	2.62	3.67 (3.08-4.38)	6.43 (5.39-7.66)	100
9	2.60	2.43 (2.06-2.87)	3.98 (3.37-4.70)	100
10	2.64	1.59 (1.22-2.06)	4.83 (3.72-6.27)	100
mean±SD	2.52±0.11	2.40±1.22	5.08±1.54	100

วิจารณ์

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์สเปรย์อัดแก๊สกำจัดแมลงพร้อมฉีด (Aerosol) กลายเป็นสิ่งจำเป็นที่เกือบทุกบ้านเรือนมีไว้เพื่อใช้ในการป้องกันตนเองและครอบครัวจากยุงกัดหรือแมลงรบกวนอื่น ๆ Chareonviriyaphap T และคณะ[1] รายงานว่าในปี 2555 ประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์อัดแก๊สกำจัดยุงวางขายในท้องตลาดมากกว่า 20 สูตร ดังนั้นการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงก่อนวางจำหน่ายจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ประชาชนได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพดีสามารถกำจัดแมลงที่เป็นปัญหาได้จริงและสามารถใช้ป้องกันตนเองจากแมลงที่เป็นพาหะนำโรคต่าง ๆ ได้

การทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องมีการควบคุมคุณภาพเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยดำเนินการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017[9] ซึ่งเป็นการรับรองความสามารถ

ห้องปฏิบัติการด้านสาธารณสุข เป็นการคุ้มครองผู้บริโภค ทำให้ประชาชนได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ[10] ดังนั้น การเลือกใช้ตัวควบคุมผลบวกที่ได้มาตรฐานจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อใช้ยืนยันความถูกต้องของผลการทดสอบที่ได้ จากการศึกษาครั้งนี้ในการประเมินประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ของสเปรย์อัดแก๊สทั้ง 3 สูตรต่อยุงลายบ้าน แมลงวันบ้าน และแมลงสาบเยอรมัน จากการพิจารณาค่า KT_{50} พบว่าสูตร C (KT_{50}=1.50 นาที) และสูตร B (KT_{50}=1.87 นาที) ที่มีสาร Transfluthrin เป็นองค์ประกอบทำให้ยุงลายบ้านทดสอบมีค่า KT_{50} ไวกว่าสูตร A (KT_{50}=3.52 นาที) ที่ไม่มีสาร Transfluthrin ดังเช่นงานวิจัยของ Ogoma SB และคณะ[11] พบว่าสาร Transfluthrin มีคุณสมบัติในการไล่แมลง เนื่องจากสารชนิดนี้มีการระเหยได้ดีแม้ในอุณหภูมิห้องและยังมีฤทธิ์ในการทำให้แมลงสลบไวและตาย ส่วนสูตร C (KT_{50}=1.25 นาที) พบว่าสามารถทำให้แมลงวันบ้านทดสอบมีค่า KT_{50} ไวกว่าสูตร B (KT_{50}=3.72 นาที) และสูตร A (KT_{50}=4.20 นาที) โดยสูตร C มีสาร d-Tetramethrin เพิ่มเข้ามาจึงอาจช่วยเสริมฤทธิ์สารออกฤทธิ์หลักที่อยู่ในสูตร สำหรับการทดสอบกับแมลงสาบเยอรมันพบว่า ทั้ง 3 สูตรมีค่า KT_{50} ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) อย่างไรก็ตามทั้ง 3 สูตรทดสอบสามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบทั้งของยุง แมลงวัน และแมลงสาบ สูตร A ซึ่งประกอบด้วยสารออกฤทธิ์เพียง 2 ชนิด คือ Cypermethrin 0.20% w/w และ Imiprothrin 0.15% w/w จึงมีความสะดวกในการเตรียมและประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าสูตร B และ C ซึ่งสารออกฤทธิ์ทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติออกฤทธิ์เร็ว (Quick knockdown) และมีประสิทธิภาพดีในการกำจัดแมลง นอกจากนี้ สาร Cypermethrin ยังมีฤทธิ์ตกค้าง (Residual effect) Ritchie SA และคณะ[12] พบว่าผลิตภัณฑ์อัดแก๊สที่มีสารออกฤทธิ์ Imiprothrin และ Cypermethrin เมื่อนำไปฉีดพ่นตามภาชนะที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ เช่น ยางรถเก่า กระถางดินเผา สามารถควบคุมยุงลายได้นาน 4-5 เดือน ดังนั้น ผลิตภัณฑ์อัดแก๊สกำจัดแมลงบิน เช่น ยุง แมลงวัน หรือแมลงคลาน เช่น แมลงสาบ ที่มีคุณสมบัติดีควรประกอบด้วยสารออกฤทธิ์มากกว่าหนึ่งชนิด โดยต้องประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ที่สามารถทำให้แมลงสลบ (Knockdown effect) และสารออกฤทธิ์ที่สามารถฆ่าแมลง (Killing effect)[13] สารออกฤทธิ์ที่นำมาเป็นส่วนประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์สเปรย์อัดแก๊สส่วนใหญ่เป็นสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) เนื่องจากเป็นกลุ่มสารที่ค่อนข้างปลอดภัยต่อคนสัตว์และสลายตัวเร็วในสิ่งแวดล้อม สารกลุ่มนี้ยังมีฤทธิ์ทำให้แมลงสลบและตาย[14] องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) แนะนำให้ใช้สารในกลุ่มไพรีทรอยด์เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงที่ใช้ในบ้านเรือน (Household insecticide products)[15] สำหรับสูตร A มีสาร Cypermethrin และ Imiprothrin เป็นสารออกฤทธิ์ต่อแมลง โดยสาร Cypermethrin เป็นสารกลุ่มไพรีทรอยด์ type II พบ α-cyano group ในสูตรโครงสร้างทำให้มีฤทธิ์มากขึ้น เมื่อแมลงสัมผัสหรือกินสารเข้าไป จะเป็นอัมพาตและตายในที่สุด ส่วนสาร Imiprothrin เป็นสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ที่มีฤทธิ์แรงในการทำให้แมลงสลบได้ดี นิยมนำไปผสมกับสารไพรีทรอยด์ตัวอื่นในผลิตภัณฑ์สเปรย์อัดแก๊ส เช่น d-Phenothrin และ Cypermethrin เป็นต้น[5] จากผลการศึกษาพบว่าสารออกฤทธิ์ Cypermethrin และ Imiprothrin ออกฤทธิ์ร่วมกันได้ดีสามารถทำให้แมลงทดสอบสลบและตายได้ และจากการศึกษาความคงที่หรือความสม่ำเสมอของผลการทดสอบ โดยการทดสอบซ้ำ หรือ Test and retest method[16] จากการทดสอบสเปรย์สูตร A กับแมลงทั้ง 3 ชนิด จำนวน 10 รุ่นของการเลี้ยง พบว่ายุงลายบ้านมีค่า SD=4.62 (ตารางที่ 5) ของค่าเฉลี่ย KT_{95} ค่อนข้างกว้าง โดยค่า KT_{95} ในการทดสอบซ้ำครั้งที่ 6 มีค่าสูงกว่าการทดสอบในครั้งที่ 1-5 ค่อนข้างมาก เนื่องจากน้ำหนักของสารเคมีที่ฉีดจากกระป๋องสเปรย์เข้าในตู้ทดสอบมีปริมาณน้อย (0.22-0.28 กรัม) จึงอาจทำให้ผลการทดสอบที่ได้มีความแปรปรวน ดังนั้น สเปรย์ที่ใช้ทดสอบกับยุงไม่ควรทดสอบเกิน 5 ครั้ง สำหรับการทดสอบกับแมลงวันบ้านและแมลงสาบเยอรมัน สเปรย์ 1 กระป๋องสามารถใช้ทดสอบได้ถึง 10 ครั้ง

เนื่องจากค่าเฉลี่ย KT_{50} และ KT_{95} มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลค่า KT ที่หาได้ในแต่ละการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย

สรุป

สเปรย์กระป๋องอัดแก๊สกำจัดแมลง สูตร A ซึ่งประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ 2 ชนิด คือ Cypermethrin 0.20% w/w และ Imiprothrin 0.15% w/w มีคุณภาพดีและคุณสมบัติเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นตัวควบคุมผลบวก (Positive control) สำหรับใช้เปรียบเทียบและยืนยันความถูกต้องของผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างกำจัดแมลงที่ส่งมาทดสอบประสิทธิภาพชีววิเคราะห์ต่อยุง แมลงวัน และแมลงสาบกับกลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายอนุกรมวิธานและสนับสนุนงานกีฏวิทยา กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ที่สนับสนุนยุงลายบ้าน แมลงวันบ้าน และแมลงสาบเยอรมัน สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการสำหรับใช้ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

1. 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;6:280-308.
2. Paeporn P, Sathantriphop S, Ya-umphan P, Mukkhun P, Tassanai P, Tonopas A. Bioefficiency test of aerosol insecticide products against a dengue vector, Aedes aegypti. JHS 2021; 30(1):162-8. (in Thai)
3. Ya-umphan P, Sathantriphop S, Mukkhun P, Suphapathom K. Bioefficiency of aerosol insecticide products against cockroaches. JHS 2012;21(3) :513-20. (in Thai)
4. Food and Drug Administration (TH). Hazardous Substances. What is Hazardous Substances? [Internet]. [cited 2024 Aug 25]. Available from https://en.fda.moph.go.th/entrepreneurs-hazardous-substances/category/what-is-hazardous-substances/
5. Petersen EJ, Nguyen A, Brown J, Elliott JT, Clippinger A, Gordon J, et al. Characteristics to consider when selecting a positive control material for an in vitro assay. ALTEX 2021;38(2) :365-76.
6. World Health Organization (WHO). Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance [Internet]. 2006 [cited 2024 Aug 20]. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/69223
7. Department of Medical Sciences (TH), National Institute of Health (NIH). Sampling and service manual [Internet]. 2024 [cited 2024 Aug 25]. Available from https://nih.dmsc.moph.go.th/lab_nih/Apr2024.pdf
8. Chansuvarn W. Active Learning: Learning for all-Method validation [Internet]. 2021 [cited 2024 Nov 3]. Available from https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=8366#A2 (in Thai)
9. International Organization for Standardization. ISO/IEC 17025:2017: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. 3rd ed. Geneva: International Organization for Standardization; 2017.
10. Tanunkat A, Sinthusarn C. Process development for laboratory accreditation of public health laboratory according to ISO/IEC 17025: 2005. Bull Depart Sci 2013;55(4):197-213. (in Thai)

11. Ogoma SB, Mmando AS, Swai JK, Horstmann S, Malone D, Killeen GF. A low technology emanator treated with the volatile pyrethroid transfluthrin confers long term protection against outdoor biting vectors of lymphatic filariasis, arboviruses and malaria. PLOS Negl Trop Dis 2017;11:e0005455.
12. Ritchie SA, Montgomery BL, Walsh ID, Long SA, Hart AJ. Efficacy of an aerosol surface spray against container-breeding Aedes. J Am Mosq Control Assoc 2001;17(2):147-9.
13. Chueamsamakhi K. Guidelines for registration of the household aerosol insecticide products containing combinations of pyrethroids [Internet]. 2023 [cited 2024 May 5]. Available from: https://plan.fda.moph.go.th/media.php?id=587497779006414848&name=binder19313.pdf. (in Thai)
14. Bowman NM, Akialis K, Cave G, Barrera R, Apperson CS, Meshnick SR. Pyrethroid insecticides maintain repellent effect on knock-down resistant populations of Aedes aegypti mosquitoes. PLoS One 2018;3:e0196410.
15. Rozendaal JA. Vector Control: Methods for use by individuals and communities. World Health Organization. Geneva; 1997.
16. Kaewkaen K, Uttama S, Ruengsirarak W, Kaewkaen P. Test-retest reliability of the five times sit-to-stand test measured using the kinect in older adults. J Assoc Med Sci 2019;52(2):138-44.