

การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงลายในพื้นที่อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์
Evaluation of Thermal Fog Generators Standards for Aedes Mosquitoes Control
in Sikhoraphum District, Surin Province

สุนันทา พันขุนคีรี วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์)	Sunanta Punkunkeeree B.Sc. (Public Health)
สุริยา ไหมทอง วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์)	Suriya Maithong B.Sc. (Public Health)
สาวิตรี บุญหวา วท.บ. (เกษตรศาสตร์)	Sawittree Boonwa B.Sc. (Agriculture)
สุริเชษฐ์ บุติมาลย์ ศศ.บ. (สหวิทยาการ เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)	Surichet Butimal B.A. (Interdisciplinary for Local Development)
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 นครราชสีมา	Office of Disease Prevention and Control 9 th Nakhon Ratchasima

Received: July 8, 2025

Revised: March 28, 2026

Accepted: March 31, 2026

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมาตรฐานของเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงตัวเต็มวัยในพื้นที่อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ ประชากรเป็นเครื่องพ่นหมอกควันทุกเครื่องที่มีใช้ใน 15 ตำบล กลุ่มตัวอย่างเป็นเครื่องพ่นหมอกควันที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า จำนวน 35 เครื่อง ทำการประเมินมาตรฐาน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหล่น้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา และด้านความสม่ำเสมอละอองน้ำยา ในช่วงปี 2566-2567 เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ชุดการวัดอุณหภูมิ ชุดการวัดอัตราการไหล ชุดการวัดละอองน้ำยา แบบบันทึกการตรวจสอบสภาพเครื่องพ่น และแบบบันทึกข้อมูลผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลก ผลการศึกษาพบว่า เครื่องพ่นหมอกควันผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหล่น้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ด้านความสม่ำเสมอละอองน้ำยา ร้อยละ 94.29, 82.86, 45.71 และ 100.00 ตามลำดับ และผ่านมาตรฐาน 4 ด้าน ร้อยละ 31.43 จะเห็นได้ว่าเครื่องพ่นหมอกควันผ่านมาตรฐานด้านขนาดละอองเม็दन้ำยาน้อยที่สุด ซึ่งเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้วัดคุณภาพของเครื่องพ่นหมอกควัน ส่งผลให้น้ำยาเคมีมีโอกาสสัมผัสกับยุงได้น้อย ดังนั้น เพื่อให้เครื่องพ่นหมอกควันมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงลาย หน่วยงานที่มีเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงลาย ควรจัดทำแผนบำรุงรักษาและตรวจประสิทธิภาพทุกปี รวมทั้งให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่ที่ดูแลเครื่องพ่นหมอกควัน

คำสำคัญ: มาตรฐาน, เครื่องพ่นหมอกควัน, ยุงลาย

Abstract

This cross-sectional descriptive study aimed to evaluate the standard of thermal fog generators for controlling adult mosquitoes in Sikhorphum district, Surin province. The study population included all thermal fog generators used in 15 sub-districts. A total of 35 thermal fog generators that met the inclusion criteria were selected as the study sample. Data were collected in four aspects: nozzle temperature, chemical flow rate, droplet size, and droplet uniformity, during 2023 to 2024. The instruments used in this study included a temperature measuring device, a flow rate measuring device, a droplet size measuring device, a machine inspection checklist, and a performance evaluation form. Descriptive statistics including frequency, percentage, mean, and standard deviation, were used to analyze the data. The results were interpreted according to the WHO standards. The findings showed that thermal fog generators met the WHO standard criteria for nozzle temperature, chemical flow rate, droplet size, and droplet uniformity at rates of 94.29%, 82.86%, 45.71%, and 100.00% respectively. However, only 31.43% of thermal fog generators met all four criteria simultaneously. Notably, thermal fog generators had the lowest compliance rate in terms of droplet size, which is a key parameter for evaluating the performance of thermal fog generators. Inadequate droplet size reduces the likelihood of insecticide droplets coming into contact with mosquitoes. Therefore, to improve the effectiveness of thermal fog generators in mosquito control, responsible organizations must implement an annual schedule for equipment maintenance and performance validation. Furthermore, comprehensive training should be administered to all operating personnel.

Keywords: Standard, Thermal fog generator, Aedes mosquitoes

บทนำ

โรคไข้เลือดออก โรคชิคุนกุนยา และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา เป็นโรคติดต่อที่มีอยู่กลายเป็นพาหะ ซึ่งมีการแพร่ระบาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั่วโลก โดยเฉพาะในภูมิภาคเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน ข้อมูลจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ระบุว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2558-2562 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เพิ่มขึ้นถึง ร้อยละ 46.00⁽¹⁾ ขณะที่โรคชิคุนกุนยามีรายงานการระบาดใน 110 ประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2567 มีผู้ป่วยกว่า 480,000 ราย และผู้เสียชีวิต 190 ราย⁽²⁾ สำหรับโรคติดเชื้อไวรัสซิกา ในปี พ.ศ. 2559 WHO ได้ประกาศให้เป็นภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ เพื่อรับมือกับผลกระทบระดับโลก เนื่องจากส่งผลกระทบอย่างมากต่อทารกในหญิงตั้งครรภ์ที่ติดเชื้อ⁽³⁾ สำหรับประเทศไทย ประสบปัญหาการระบาดของโรคที่มีอยู่กลายเป็นพาหะอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงปี พ.ศ. 2563-2565 พบอัตราป่วยโรคไข้เลือดออก 109.26, 16.04 และ 70.54 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ อัตราป่วยตาย ร้อยละ 0.07, 0.06 และ 0.07

ตามลำดับ อัตราป่วยโรคชิคุนกุนยา 17.07, 1.01 และ 1.98 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ มีรายงานผู้ป่วยเสียชีวิต 1 รายในปี 2563 อัตราป่วยโรคติดเชื้อไวรัสซิกา 0.36, 0.10 และ 190 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ ไม่มีผู้ป่วยเสียชีวิต สำหรับสถานการณ์โรคติดต่อมาโดยยุงลายจังหวัดสุรินทร์ พบว่า มีอัตราป่วยโรคไข้เลือดออก 180.10, 35.80 และ 49.99 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ ไม่มีผู้ป่วยเสียชีวิต อัตราป่วยโรคชิคุนกุนยา 16.36, 8.20 และ 2.18 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ ไม่มีผู้ป่วยเสียชีวิต และมีผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสซิกาในปี 2564 จำนวน 1 ราย⁽⁴⁾ การระบาดของโรคเหล่านี้ไม่เพียงแต่เพิ่มภาระงานให้กับระบบสาธารณสุข แต่ยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างกว้างขวาง โดยมีค่าใช้จ่ายในการรักษาผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงถึง 290 ล้านบาท เป็นอันดับ 2 ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้⁽⁵⁾ ดังนั้น การเฝ้าระวังและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคที่มียุงลายเป็นพาหะจึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันมาตรการที่ใช้ในการป้องกันและควบคุมโรคติดต่อมาโดยยุงลาย มุ่งเน้นไปที่การกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุงลาย เพื่อตัดวงจรของการเกิดโรค เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัดงบประมาณ โดยดำเนินการทั้งช่วงก่อนการระบาด ช่วงการระบาด และช่วงหลังการระบาด นอกจากนี้ในกรณีที่มิผู้ป่วยเกิดขึ้นในชุมชน จะต้องดำเนินการมาตรการ 3-3-1 (3-7-14-21-28) ตามที่กรมควบคุมโรคกำหนด ซึ่งประกอบด้วย การสอบสวนโรค ทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย ฉีดสเปรย์กระพือกำจัดยุงลายในบ้านผู้ป่วย และพ่นสารเคมีกำจัดยุงลายในรัศมี 100 เมตรหรือทั้งชุมชน อย่างน้อย 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน หากพบผู้ป่วยรายใหม่หรือมีการระบาดต่อเนื่องต้องพ่นซ้ำทุก 7 วัน เพื่อควบคุมประชากรยุงและลดการระบาดของโรคได้⁽⁶⁾ โดยการพ่นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสามารถทำให้อัตราตายของยุงสูงถึงร้อยละ 99.20⁽⁷⁾ อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการดำเนินมาตรการพ่นสารเคมี คือ เครื่องพ่นหมอกควัน ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย สำหรับเขตสุขภาพที่ 9 มีการใช้งานมากถึง ร้อยละ 96.93⁽⁸⁾ โดยเครื่องพ่นหมอกควันที่มีคุณภาพนั้น WHO ได้กำหนดมาตรฐานต้องสร้างละอองเม็ดยาขนาด 10-30 ไมครอน อุณหภูมิปลายท่อมากกว่า 500 องศาเซลเซียส อัตราการไหล่น้ำยาเคมีสูงสุด 25 ลิตร/ชั่วโมง และความสม่ำเสมอละอองน้ำยา (Span) ไม่เกิน 2⁽⁹⁾ แต่จากผลการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องพ่นหมอกควันในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ผ่านมา พบว่า มีเครื่องพ่นที่ผ่านมาตรฐานเพียง ร้อยละ 61.00⁽¹⁰⁻¹⁵⁾ สะท้อนปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพเครื่องพ่นหมอกควัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการควบคุมโรคติดต่อมาโดยยุงลายได้

อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงสลับกับที่ราบลุ่ม มีอ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำธรรมชาติกระจายทั่วพื้นที่ ภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.80 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 73.00⁽¹⁶⁾ เป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของยุงลาย สถานการณ์โรคติดต่อมาโดยยุงลายในอำเภอศีขรภูมิ ปี พ.ศ. 2563-2565 มีรายงานอัตราป่วยโรคไข้เลือดออก 177.03, 126.45 และ 136.12 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ ไม่มีผู้ป่วยเสียชีวิต โรคชิคุนกุนยามีอัตราป่วย 15.62, 21.57 และ 0.00 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ ไม่มีผู้ป่วยเสียชีวิต⁽⁴⁾ โดยโรคไข้เลือดออกเป็นโรคที่มีภาวะแทรกซ้อนและทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้ และยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขของพื้นที่ มีรายงานพบผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องและมีอัตราป่วยสูง นอกจากนี้เครื่องพ่นหมอกควันในพื้นที่อำเภอศีขรภูมิ ยังไม่เคยได้รับการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุง เพื่อเป็นข้อมูลในการซ่อมบำรุงและพัฒนาคุณภาพของเครื่องพ่น อันจะส่งผลให้การควบคุมโรคติดต่อมาโดยยุงลายมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงตัวเต็มวัยในพื้นที่อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดสุรินทร์

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive research) โดยทำการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหล่น้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา (Volume Median Diameter: VMD) และด้านความสม่ำเสมอของน้ำยา (Span) ตามเกณฑ์องค์การอนามัยโลกกำหนด ศึกษาในพื้นที่อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดสุรินทร์ ในช่วงปี 2566-2567

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นเครื่องพ่นหมอกควันทุกเครื่องที่มีใช้ใน 15 ตำบล ของอำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 51 เครื่อง

กลุ่มตัวอย่าง เครื่องพ่นหมอกควันใน 15 ตำบล ของอำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 35 เครื่อง สุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ตามเกณฑ์การคัดเข้า และเกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า คือ เครื่องพ่นหมอกควันทุกยี่ห้อที่สตาร์ทติด และเครื่องยนต์เดินเรียบ ได้นาน 2 นาที

เกณฑ์การคัดออก คือ เครื่องพ่นหมอกควันทุกยี่ห้อที่สตาร์ทไม่ติด หรือเครื่องยนต์เดินไม่เรียบ สะดุด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- 1) ชุดการวัดอุณหภูมิ ประกอบด้วย เครื่องวัดอุณหภูมิ นาฬิกาจับเวลา ประแจ
- 2) ชุดการวัดอัตราการไหล ประกอบด้วย กระบอกตวง นาฬิกาจับเวลา ประแจ
- 3) ชุดการวัดละอองน้ำยา ประกอบด้วย แผ่นกระจกสไลด์ ลวดแมกนีเซียม ตะเกียงแอลกอฮอล์ กล้องจุลทรรศน์ แผ่นวัดขนาดละอองน้ำยา เครื่องคอมพิวเตอร์
- 4) แบบบันทึกการตรวจสอบสภาพเครื่องพ่น และแบบบันทึกข้อมูลผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นของกองโรคติดต่อภายในโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

3. ขั้นตอนการดำเนินงานและการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) การวัดอุณหภูมิปลายท่อ
นำเครื่องพ่นหมอกควันวางบนโต๊ะ ถอดหัวพ่นออก แล้วนำปลายท่อของเครื่องวัดอุณหภูมิใส่ลงไปในท่อปลายท่อพ่น จากนั้นสตาร์ทเครื่องและปรับจูนน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องเดินเรียบ จับเวลา 5 นาที จึงอ่านค่าวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิปลายท่อ
- 2) การวัดอัตราการไหล่น้ำยาเคมี (Flow rate)
นำเครื่องพ่นหมอกควันวางบนโต๊ะ ถอดท่อส่งน้ำยาเคมีออกจากปลายท่อพ่น นำไปไว้ข้างเครื่องพ่น สตาร์ทเครื่องและปรับจูนน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องเดินเรียบ นำภาชนะมารองรับน้ำยาเคมีที่หัวพ่น เปิดวาล์วน้ำยาเคมีให้สุด รอจนน้ำยาเดินสะดวก จากนั้นนำกระบอกตวงรองรับน้ำยาเคมี จับเวลา 1 นาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง นำปริมาตรที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยของอัตราการไหล และปรับให้มีหน่วยเป็นลิตร/ชั่วโมง โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{อัตราการไหลน้ำยาเคมี (ลิตร/ชั่วโมง)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำยาเคมีที่วัดได้ (มิลลิลิตร)} \times 60 \text{ (นาที)}}{1,000}$$

3) การวัดขนาดละอองเม็दन้ำยา (Droplet size)

นำเครื่องพ่นหมอกควันวางบนโต๊ะในห้องกันลมได้ สตาร์ทเครื่องยนต์และปรับจูนน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องเดินเรียบ เปิดวาล์วน้ำยาเคมี จากนั้นนำแผ่นสไลด์เคลือบแมกนีเซียมที่เตรียมไว้ 3 สไลด์ มาโอบละอองน้ำยาเคมีในระยะห่างจากปลายท่อพ่น 2 เมตร โอบจากบนลงล่างเพียงครั้งเดียว ทีละสไลด์ จนครบ 3 สไลด์ หลังจากนั้นนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ติดตั้งสัญญาณภาพมายังจอคอมพิวเตอร์ แล้วนำแผ่นสไลด์ที่วัดขึ้นเป็น graticule จำลอง มาทับกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ แล้วนับละอองน้ำยาเคมี 200 เม็ด/สไลด์ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาขนาดเฉลี่ยเม็दन้ำยา (VMD) ตามตารางการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป สถิติ Regression: Probit analysis

4) การวัดความสม่ำเสมอละอองน้ำยา (Span)

นำค่าที่วิเคราะห์จาก Probit analysis ค่าที่ V90 และ V10 มาคำนวณโดยใช้สูตร⁽⁹⁾

$$\text{Span} = \frac{V90 - V10}{VMD}$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องพ่นหมอกควันทั้ง 4 ด้าน มาแปลผลโดยเทียบกับเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก⁽⁹⁾ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน ทั้ง 4 ด้าน ตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนด

รายการ	เกณฑ์อ้างอิง	การแปลผล
อุณหภูมิปลายท่อ	500-1,000 องศาเซลเซียส	ผ่านมาตรฐาน
อัตราการไหลน้ำยาเคมี	ไม่เกิน 25 ลิตร/ชั่วโมง	ผ่านมาตรฐาน
ขนาดละอองเม็दन้ำยา (VMD)	10-30 ไมครอน	ผ่านมาตรฐาน
ความสม่ำเสมอของละออง (Span)	ไม่เกิน 2	ผ่านมาตรฐาน

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของเครื่องพ่นหมอกควัน

การศึกษาเรื่อง การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงลายในพื้นที่อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นเครื่องพ่นหมอกควันซึ่งผ่านเกณฑ์คัดเข้า - คัดออก จำนวน 35 เครื่อง ทำการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงลาย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา และด้านความสม่ำเสมอละอองน้ำยา ตามเกณฑ์องค์การอนามัยโลกกำหนด ดำเนินการระหว่างปี 2566-2567 พบว่า เครื่องพ่นหมอกควัน จำนวน 35 เครื่อง เป็นเครื่องพ่นขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 28 เครื่อง ร้อยละ 80.00 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จำนวน 4 เครื่อง

ร้อยละ 11.43 และโรงพยาบาล จำนวน 3 เครื่อง ร้อยละ 8.57 โดยเป็นยี่ห้อ Swing fog จำนวน 26 เครื่อง ร้อยละ 74.28 ยี่ห้อ Best fogger จำนวน 8 เครื่อง ร้อยละ 22.86 และยี่ห้อ Igeba ร้อยละ 2.86 จำนวน 1 เครื่อง เป็นเครื่องพ่นที่มีเบอร์หัวพ่น 1.0 ร้อยละ 48.56 ไม่มีหัวพ่น ร้อยละ 22.86 และเบอร์หัวพ่น 1.2 ร้อยละ 17.14 ส่วนใหญ่มีอายุการใช้งาน 0-5 ปี ร้อยละ 57.14 รองลงมาคืออายุการใช้งาน 6-10 ปี ร้อยละ 37.14 อายุการใช้งานต่ำสุด 1 ปี อายุการใช้งานสูงสุด 18 ปี โดยเฉลี่ยมีอายุการใช้งาน 6 ปี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละข้อมูลทั่วไปของเครื่องพ่นหมอกควัน (n = 35)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (เครื่อง)	ร้อยละ
หน่วยงาน		
องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	28	80.00
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	4	11.43
โรงพยาบาล	3	8.57
ยี่ห้อ		
Swing fog	26	74.28
Best fogger	8	22.86
Igeba	1	2.86
เบอร์หัวพ่น		
ไม่มีหัวพ่น	8	22.86
0.8	2	5.72
1.0	17	48.56
1.2	6	17.14
1.7	2	5.72
อายุการใช้งาน		
0-5 ปี	20	57.14
6-10 ปี	13	37.14
11-15 ปี	0	0.00
16-20 ปี	2	5.72

2. ผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน

จากการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน จำนวน 35 เครื่อง พบว่า ผ่านมาตรฐาน 1 ด้าน, 2 ด้าน, 3 ด้าน และ 4 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 2.86, 14.28, 51.43 และ 31.43 ตามลำดับ โดยผ่านมาตรฐาน 3 ด้านมากที่สุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของเครื่องฟ้นหมอกควันที่ผ่านมาตรฐานแต่ละด้าน (n = 35)

ผ่านมาตรฐาน	จำนวน (เครื่อง)	ร้อยละ
1 ด้าน	1	2.86
2 ด้าน	5	14.28
3 ด้าน	18	51.43
4 ด้าน	11	31.43

เครื่องฟ้นหมอกควัน จำนวน 35 เครื่อง มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิปลายท่อ 727.14 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลน้ำยาเคมี 21.13 ลิตร/ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยขนาดละอองเม็दन้ำยา 30.68 ไมครอน และค่าเฉลี่ยความสม่ำเสมอละอองน้ำยา 0.97 ซึ่งเมื่อนำข้อมูลแต่ละด้านเทียบกับเกณฑ์องค์การอนามัยโลก พบว่า เครื่องฟ้นหมอกควันผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อ จำนวน 33 เครื่อง อัตราการไหลน้ำยาเคมี จำนวน 29 เครื่อง ขนาดละอองเม็दन้ำยา จำนวน 16 เครื่อง และความสม่ำเสมอละอองน้ำยา จำนวน 35 เครื่อง คิดเป็น ร้อยละ 94.29, 82.86, 45.71 และ 100.00 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินมาตรฐานเครื่องฟ้นหมอกควันตามเกณฑ์องค์การอนามัยโลก (n = 35)

มาตรฐาน	ค่าต่ำสุด- ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ผ่านมาตรฐาน เครื่อง (ร้อยละ)
ด้านที่ 1 อุณหภูมิปลายท่อ (องศาเซลเซียส)	605.00-1,012.00	727.14	121.23	33 (94.29)
ด้านที่ 2 อัตราการไหลน้ำยาเคมี (ลิตร/ชั่วโมง)	10.10-44.40	21.13	7.93	29 (82.86)
ด้านที่ 3 ขนาดละอองเม็दन้ำยา (ไมครอน)	17.57-44.52	30.68	5.34	16 (45.71)
ด้านที่ 4 ความสม่ำเสมอละอองน้ำยา	0.81-1.48	0.97	0.15	35 (100.00)

อภิปรายผลและสรุปผลการศึกษา

การประเมินมาตรฐานเครื่องฟ้นหมอกควันก่จัดยุงลายในพื้นที่อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นเครื่องฟ้นหมอกควันจาก 15 ตำบล ในอำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 35 เครื่อง ประเมินมาตรฐานเครื่องฟ้นหมอกควันก่จัดยุงลายตามเกณฑ์องค์การอนามัยโลก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา และด้านความสม่ำเสมอละอองน้ำยา ดำเนินการระหว่างปี 2566-2567 ผลการศึกษาพบว่า เครื่องฟ้นหมอกควันผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา และด้านความสม่ำเสมอละอองน้ำยา ร้อยละ 94.29, 82.86, 45.71 และ 100.00 ตามลำดับ

จากผลการศึกษานี้จะเห็นว่า เครื่องฟ้นหมอกควันผ่านมาตรฐานด้านความสม่ำเสมอละอองน้ำยามากที่สุด รองลงมาเป็นด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี และด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ วิภาพร ต้นภูเขียว และคณะ⁽¹⁰⁾ เครื่องฟ้นหมอกควันในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุม

โรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น ผ่านมาตรฐานด้านความสม่ำเสมอของน้ำยา ด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหล น้ำยาเคมี และด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ร้อยละ 100.00, 97.10, 74.50 และ 54.90 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ จักรพงษ์ วงษ์งาม และคณะ⁽¹¹⁾ เครื่องพ่นหมอกควันในพื้นที่จังหวัดเลยและจังหวัดหนองบัวลำภู ผ่านมาตรฐานด้านความสม่ำเสมอของน้ำยา ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี ด้านอุณหภูมิปลายท่อ และด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ร้อยละ 100.00, 100.00, 100.00 และ 53.66 ตามลำดับ ทั้งนี้หากพิจารณาเฉพาะผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี และด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา พบว่า สอดคล้องกับผลการศึกษาของ บุญเทียน อาสารินทร์ และคณะ⁽¹²⁾ เครื่องพ่นหมอกควันในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น ผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี และด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ร้อยละ 84.00, 53.30 และ 25.30 ตามลำดับ เดชาธร วงศ์หิรัญ และจรงค์ ประทุมทอง⁽¹³⁾ เครื่องพ่นหมอกควันพื้นที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ร้อยละ 62.22, 44.45 และ 11.11 ตามลำดับ กองแก้ว ยะอุป และคณะ⁽¹⁴⁾ เครื่องพ่นหมอกควันในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น ผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ร้อยละ 79.75, 60.76 และ 60.76 ตามลำดับ นที ขาวนา และคณะ⁽¹⁵⁾ พบว่า เครื่องพ่นหมอกควันขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ ผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี ด้านขนาดละอองเม็दन้ำยา ร้อยละ 81.82, 54.55 และ 54.55 ตามลำดับ สำหรับสรุปผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันรายด้านของการศึกษารั้งนี้ พบว่า ผ่านมาตรฐาน 4 ด้าน ร้อยละ 31.43 สอดคล้องและใกล้เคียงกับการศึกษาของ วิภาพร ต้นภูเขียว และคณะ⁽¹⁰⁾ ที่เครื่องพ่นหมอกควันผ่านมาตรฐาน 4 ด้าน ร้อยละ 35.30 และการศึกษาของจักรพงษ์ วงษ์งาม และคณะ⁽¹¹⁾ พบเครื่องพ่นหมอกควันผ่านมาตรฐาน 4 ด้าน ร้อยละ 53.66

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า เครื่องพ่นหมอกควันไม่ผ่านมาตรฐานด้านขนาดละอองเม็दन้ำยามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับด้านอุณหภูมิปลายท่อ ด้านอัตราการไหลน้ำยาเคมี และด้านความสม่ำเสมอของน้ำยา เนื่องจากการเกิดละอองเม็दन้ำยานั้น เกิดจากการควบแน่นความร้อน (Thermal condensation aerosol) โดยขนาดละอองเม็दन้ำยาไม่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิปลายท่อและอัตราการไหลน้ำยาเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ ขนาดหัวพ่น ชนิดและความหนืดของสารเคมีหรือตัวทำละลาย ความเร็วลมจากเครื่องพ่น สภาพท่อพ่น และสภาพแวดล้อมขณะพ่น เช่น อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลต่อกระบวนการระเหยและการควบแน่นของละอองน้ำยา โดยองค์การอนามัยโลกระบุว่า ขนาดละอองจากเครื่องพ่นหมอกควันมีความสัมพันธ์กับชนิดสารเคมี อัตราการไหล การออกแบบหัวพ่น และความเร็วลมที่ปลายท่อ ดังนั้นแม้เครื่องพ่นหมอกควันจะผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิปลายท่อและอัตราการไหลน้ำยาเคมี แต่หากปัจจัยอื่น ๆ ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้ขนาดละอองเม็दन้ำยาไม่อยู่ในช่วงมาตรฐานได้^(9,17) นอกจากนี้สภาพเครื่องพ่น เช่น หัวพ่นสึกหรอ มีคราบเขม่าสะสมในท่อพ่น หรือแรงดันลมจากเครื่องยนต์ไม่เพียงพอ ก็มีผลต่อการเกิดละอองเช่นเดียวกัน โดยมีรายงานว่าขนาดหัวพ่นและอัตราการไหลน้ำยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่อขนาดละอองเม็दन้ำยาโดยตรง และเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า VMD เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นแม้ว่าเครื่องพ่น

จะผ่านมาตรฐานด้านอุณหภูมิและอัตราการไหล แต่หากใช้หัวพ่นขนาดใหญ่ หรือสภาพเครื่องพ่นไม่สมบูรณ์ ก็จะทำให้ขนาดละอองเม็दन้ำยายังไม่ผ่านมาตรฐานได้^(9,18)

ขนาดละอองเม็दन้ำยา เป็นพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้วัดคุณภาพของเครื่องพ่นหมอกควัน โดยควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-30 ไมครอน เนื่องจากสามารถลอยคลุมพื้นที่ได้นาน กระจายตัวตามกระแสลมธรรมชาติได้ดี และมีโอกาสสัมผัสกับตัวผู้ได้มาก จึงมีประสิทธิภาพในการควบคุมยุงพาหะนำโรค ทั้งนี้ขนาดละอองเม็दन้ำยา ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิปลายท่อและอัตราการไหลน้ำยาเคมี โดยองค์การอนามัยโลกกำหนดว่า อุณหภูมิปลายท่อต้องมากกว่า 500 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดการระเหยและควบแน่นเป็นละอองที่เหมาะสม แม้จะไม่ได้กำหนดอุณหภูมิสูงสุด แต่กองโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค ได้ทำการศึกษาและกำหนดว่า อุณหภูมิปลายท่อไม่ควรเกิน 1,000 องศาเซลเซียส เนื่องจากช่วงอุณหภูมิ 500-1,000 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสมในการผลิตละอองเม็दन้ำยาขนาด 10-30 ไมครอน หากอุณหภูมิปลายท่อต่ำกว่า 500 องศาเซลเซียส จะทำให้ละอองเม็दन้ำยามีขนาดใหญ่ ตกสู่พื้นอย่างรวดเร็วและกระจายตัวในอากาศได้ไม่ดี ทำให้โอกาสสัมผัสกับยุงลดลง ในทางตรงกันข้าม หากอุณหภูมิปลายท่อสูงเกิน 1,000 องศาเซลเซียส จะทำให้ละอองเม็दन้ำยามีขนาดเล็กมาก ลอยกระจายและสลายตัวในอากาศก่อนสัมผัสตัวผู้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดยุงลดลง นอกจากนี้อัตราการไหลน้ำยาเคมีต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยไม่ควรเกิน 25 ลิตรต่อชั่วโมง และเครื่องพ่นหมอกควันที่มีหัวควบคุมอัตราการไหลควรเลือกใช้หัวพ่นขนาดไม่เกินเบอร์ 1.2 ซึ่งมีอัตราการไหลประมาณ 20-27 ลิตรต่อชั่วโมง⁽¹²⁾ โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิปลายท่อสูงและอัตราการไหลน้ำยาเคมีต่ำ จะทำให้ขนาดละอองเม็दन้ำยามีขนาดเล็กกว่าในกรณีที่อัตราการไหลน้ำยาเคมีสูงภายใต้อุณหภูมิเดียวกัน⁽¹⁹⁾

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา

1. หน่วยงานที่มีเครื่องพ่นหมอกควัน ควรประเมินมาตรฐานทุกปี และมีแผนบำรุงรักษา เพื่อยืดอายุการใช้งานและลดปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ควรเลือกใช้หัวพ่นเบอร์ 1.0-1.2 ซึ่งเหมาะสมสำหรับการพ่นควบคุมยุงลาย สำหรับเครื่องพ่นหมอกควันที่ไม่มีหัวควบคุมอัตราการไหล ควรวัดอัตราการไหลน้ำยาเคมีให้อยู่ในปริมาณมาตรฐานแล้วทำสัญลักษณ์กำกับไว้อย่างชัดเจน เพื่อควบคุมอัตราการไหลเมื่อต้องใช้งาน
3. ควรทำความสะอาดหัวพ่นและท่อพ่นอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดการสะสมของคราบเขม่า ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดละอองเม็दन้ำยา

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

ควรศึกษาปัจจัยด้านบุคลากรผู้ใช้และดูแลเครื่องพ่นหมอกควันในการวิจัยครั้งต่อไป เนื่องจากความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องพ่นหมอกควันของบุคลากรดังกล่าว ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการควบคุมโรคติดต่อฯ โดยยุงลาย และเพื่อวางแผนพัฒนาศักยภาพบุคลากรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา ที่สนับสนุนงบประมาณ ขอขอบคุณสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ และสำนักงานสาธารณสุขอำเภอศีขรภูมิ ที่ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และขอขอบคุณองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โรงพยาบาล และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพทุกแห่ง ที่นำเครื่องพ่นหมอกควันมารับการประเมินมาตรฐานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Dengue and severe dengue in the South-East Asia region: Annual report 2015–2019 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2019 [cited 2023 Sep 21]. Available from: <https://www.who.int/southeastasia/health-topics/dengue-and-severe-dengue>
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Communicable disease threats report: Week 47, 2024 [Internet]. Stockholm: ECDC; 2024 [cited 2024 Feb 11]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Communicable-disease-threats-report-week-47-2023.pdf>
3. World Health Organization. Zika virus and complications: Public health emergency of international concern [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016 [cited 2024 Mar 16]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus>
4. กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. แพลตฟอร์มเฝ้าระวังโรคดิจิทัล Digital Disease Surveillance [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2568]. เข้าถึงได้จาก: <http://ddssoe.ddc.moph.go.th/ddss/>
5. Shepard DS, Undurraga EA, Halasa YA. Economic and disease burden of dengue in Southeast Asia. PLoS neglected tropical diseases 2013;7(2):e2055. doi:10.1371/journal.pntd.0002055
6. กองโรคติดต่อภายในโดยแมลง กรมควบคุมโรค. มาตรการควบคุมโรคไข้เลือดออก 3-3-1 [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://drive.google.com/file/d/1na6lG3Dr0lqg2O-Zs3GdZnj7G2ASKAht/view>
7. เสาวนีย์ ติมูล, นันทิดา คำศรี, ฐานิกา นามะวงศ์, ภาณุวัฒน์ ยอดคำ. การประเมินประสิทธิผลการพ่นสารเคมีควบคุมยุงลายขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตสุขภาพที่ 2. วารสารวิชาการป้องกันควบคุมโรค สคร.2 พิษณุโลก [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน 2567];9(3):50-65. เข้าถึงได้จาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/dpcphs/article/view/258987>
8. สุนันทา พันขุนศิริ, สุริยนต์ บุติมาลย์, สุบรรณ กิ่งแก้ว, นันทน์ภัส สุขใจ. การพัฒนาเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงตัวเต็มวัย. วารสารกรมควบคุมโรค 2564;47:110-18. doi: 10.14456/dcj.2021.10
9. World Health Organization. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control: A practitioner's guide [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2003 [cited 2022 Jan 9]. Available from:

- https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/68057/WHO_CDS_WHOPES_GCDPP_2003.5.pdf
10. วิภาพร ตันภูเขียว, ศศิธร แพนสมบัติ, กองแก้ว ยะอุป, พรทวิวัฒน์ ศูนย์จันทร์, บุญส่ง กุลโฮง. การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันในพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออกเขตสุขภาพที่ 7 ปีงบประมาณ 2563-2565 [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 5 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2/files/14.วิภาพร.pdf>
 11. จักรพงษ์ วงษ์งาม, ไพทมาศ เป็รื่องปรีชาศักดิ์, สุริยันต์ โสภาว์วัฒน์, สามิตร พันทะลย์. การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันแบบสเปรย์ไพล่ ของหน่วยงานเครือข่ายศูนย์ควบคุมโรคติดต่อ นำโดยแมลงที่ 9.2 จังหวัดเลย. วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2568]; 2(3):16-26. เข้าถึงได้จาก: <https://he03.tci-thaijo.org/index.php/JODPC8/article/view/1740>
 12. บุญเทียน อาสารินทร์, บุญส่ง กุลโฮง, พรทวิวัฒน์ ศูนย์จันทร์, ธงชัย เหลาสา. การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันของหน่วยงานเครือข่ายในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น วารสารควบคุมโรค [อินเทอร์เน็ต]; 2558;41(1):50-6. เข้าถึงได้จาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/DCJ/article/view/152810/111449>
 13. เดชาธร วงศ์ศิริบุญ, จงรัก ประทุมทอง. ประสิทธิภาพของเครื่องพ่นสารเคมีและการบำรุงรักษาที่ใช้ในการควบคุมโรคไข้เลือดออกขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ปี 2558 [อินเทอร์เน็ต]. 2559. [เข้าถึงเมื่อ 5 มีนาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://ddccenter.net/vichakarn/downloadq.php?f=ddc_201711091548596971_150_1001ca.pdf&fc=title%20103.pdf
 14. กองแก้ว ยะอุป, วาสนา สอนเพ็ง, บุญเทียน อาสารินทร์, พรทวิวัฒน์ ศูนย์จันทร์, สุกัญญา ขอพรกลาง. การประเมินประสิทธิภาพการพ่นสารเคมีควบคุมยุงลายขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น [อินเทอร์เน็ต]. 2561 [เข้าถึงเมื่อ 5 มีนาคม 2566]; 25(2):1-13. เข้าถึงได้จาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jdpc7kk/article/view/156180/113359>
 15. นที ขาวนา, วศิน เทพเนาว์, ชูชาติ ภู่มื่นไวย. การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงลายขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ ปี พ.ศ. 2564. วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน 2567]; 29(2):81-91. เข้าถึงได้จาก: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/ODPC9/article/view/259406/179571>
 16. ประเมศร์ อมาตยกุล, เทวินทร์ โจมทา. อดุณิคมวิทยานำรู้เพื่อการเกษตรจังหวัดสุรินทร์ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมอดุณิคมวิทยา; 2557. [เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน 2567]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.arcims.tmd.go.th/DailyDATA/Agromettoknow/NE/อดุณิคมวิทยานำรู้เพื่อการเกษตรจังหวัดสุรินทร์.pdf>
 17. Matthews G. Pesticide application methods. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science; 2000.
 18. Hoffmann WC, Walker TW, Fritz BK, et al. Spray characterization of thermal fogging equipment typically used in vector control. J Am Mosq Control Assoc. 2008;24(4):550-59. doi:10.2987/08-5779.1
 19. กองโรคติดต่อ นำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2565. [เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน 2567]. เข้าถึงได้จาก: <http://klb.ddc.moph.go.th/dataentry/handbook/form/168>