

การพัฒนาเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงลายตัวเต็มวัย

The development of thermal fog generator for eliminating adult mosquitoes

สุนันtha พันขุนศรี

Sunanta Punkunkeeree

สุริยันต์ บุติมาลย์

Suriyun Butimal

สุบรรณ กิ่งแก้ว

Suban Kingkaew

นันทน์ภัส สุขใจ

Nunnapat Sukjai

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9

Office of Disease Prevention and Control, Region 9

นครราชสีมา

Nakhon Ratchasima

DOI: 10.14456/dcj.2021.10

Received: August 6, 2019 | Revised: July 20, 2020 | Accepted: July 29, 2020

บทคัดย่อ

จากการใช้เครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงตัวเต็มวัยเพื่อควบคุมโรคติดต่อมาโดยแมลงที่ผ่านมา พบปัญหา เครื่องสตาร์ทติดยาก ความร้อนในห้องเผาไหม้สูง เครื่องหยุดทำงานบ่อย อะไหล่เสียเร็วและหาซื้อยาก ส่งผลให้การควบคุมโรคใช้เวลานาน รวมทั้งสิ้นเปลืองงบประมาณในการซ่อมบำรุง การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงตัวเต็มวัยที่มีต้นทุนต่ำและได้มาตรฐาน โดยเป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) ซึ่งประยุกต์ใช้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางวิชาการด้วยการคิดค้นนวัตกรรม ADDIE Model แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ Analysis, Design, Development, Implement และ Evaluation ผลการวิจัยได้เครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม (1) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน คือ มีอุณหภูมิความร้อนปลายท่อพ่น 755 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำยาเคมี 14.58 ลิตร/ชั่วโมง ขนาดเม็ดละอองน้ำยาเคมี 23.76 ไมครอน (2) มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุง โดยอัตราตายของยุง ร้อยละ 100.00 (3) ผู้ทดลองใช้งานเครื่องพ่นหมอกควันที่ผลิตขึ้น มีความพึงพอใจในภาพรวมที่ระดับมาก โดยมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 4.12 ± 0.69 นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่นที่โดดเด่น คือ อุณหภูมิภายนอกตัวเครื่องไม่ร้อนขณะใช้งาน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยและราคาถูก ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงนี้เป็นเครื่องต้นแบบ จึงควรนำเข้ากระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน และประเมินประสิทธิภาพเครื่องพ่นในระยะยาว

ติดต่อผู้นิพนธ์ : สุนันtha พันขุนศรี

อีเมล : punkunkeeree@yahoo.com

Abstract

The thermal fog generator used for vector borne diseases control caused many problems including the difficulty to start engine, high temperature in combustion chamber, stop working of machine, easily damaged spare parts and long time to order. Those problems resulted in long time period of disease control and high maintenance budget. The purpose of this research is to develop low-cost standard thermal fog generator which serves all users' needs. This is a research and development innovation which applied ADDIE model

comprises of analysis, design, development, implement and evaluation. The research reveals the developmental process of a practical thermal fog generator with the advantages as followed: 1) it met the standard criteria for thermal fog generator which includes standardized thermal pipe end 755°C , flow rate 14.58 l/hour, droplet size 23.76 micron; 2) highly effective for kill adult mosquitoes which death rate of 100%; 3) Users are satisfied in high level ($\bar{X}=4.12\pm0.69$). Besides these, the prominent properties are the external temperature of thermal fog generator is not too high while using, low fuel consumption and low production costs. Based on the major finding, it was highly recommended that this prototype thermal fog generator should be developed with standard manufacturing and evaluated for long term efficiency.

Correspondence: Sunanta Punkunkeeree

E-mail: punkunkeeree@yahoo.com

คำสำคัญ

ไข้เลือดออก, ยุงลาย, เครื่องพ่นหมอกควัน

Keywords

Dengue Hemorrhagic Fever, *Aedes aegypti*, thermal fog generator

บทนำ

วิกฤตการณ์โลกร้อนที่ค่อยๆทวีความรุนแรง พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสัตว์เป็นอย่างมาก ไม่เว้นแม้แต่ยุง สัตว์ตัวเล็ก ๆ ที่เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก โรคชิคุนกุนยา โรคซิกาไวรัส โรคไข้มองอักเสบ โรคมาลาเรีย ที่ต้องปรับตัวและเปลี่ยนแปลงวงจรชีวิตเพื่อการอยู่รอด ได้แก่ ลูกน้ำยุงฟักตัวเร็วขึ้น ถ่ายทอดเชื้อโรคจากรุ่นสู่รุ่นได้ ใช้เวลาออกหากินยาวนาน อายุยืนยาว ฯลฯ จากปัจจัยดังกล่าว ทำให้โอกาสแพร่โรคจากยุงมีมากขึ้น สำหรับประเทศไทยในแต่ละปีมีผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยแมลงเป็นจำนวนมากและมีผู้ป่วยเสียชีวิตหลายราย หากพิจารณาความรุนแรงและผลกระทบรายโรค พบว่า โรคไข้เลือดออกมีผู้ป่วยปีละประมาณ 87,000 คน คิดเป็นร้อยละ 43.50 ของผู้ป่วยทั้งหมดในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และมีผู้เสียชีวิตประมาณปีละ 90 คน ส่งผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์อย่างยิ่ง กล่าวคือ ใช้ต้นทุนค่ารักษาพยาบาลประมาณ 23-61 เหรียญสหรัฐ สำหรับผู้ป่วยในชนบท และประมาณ 67 เหรียญสหรัฐ สำหรับผู้ป่วยในเขตกรุงเทพมหานคร ต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการสูญเสียรายได้ประมาณ 20 เหรียญสหรัฐ⁽¹⁾ นี่คือนับต้นทุนเมื่อปี พ.ศ. 2544 ที่อัตราค่าจ้างขั้นต่ำวันละ

165 บาท⁽²⁾ ในขณะที่ปี พ.ศ. 2560 อัตราค่าจ้างขั้นต่ำอยู่ที่วันละ 310 บาท⁽³⁾ ต้นทุนจึงเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ ส่วนโรคซิกาไวรัสถือเป็นโรคอุบัติซ้ำที่ต้องเฝ้าระวังเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในหญิงตั้งครรภ์ เพราะหากติดเชื้อจะทำให้ทารกมีศีรษะเล็ก ส่งผลต่อพัฒนาการและการเติบโตของเด็กในอนาคต และในปี พ.ศ. 2559 องค์การอนามัยโลกก็ได้ประกาศเป็นสถานการณ์ฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ⁽⁴⁾ ในส่วนโรคชิคุนกุนยาและโรคมาลาเรียนั้น มักพบในผู้ป่วยวัยแรงงาน จึงทำให้เกิดผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคมเช่นกัน มาตรการที่ใช้ในการป้องกันควบคุมโรคในปัจจุบันมุ่งเน้นไปที่การควบคุมยุงพาหะ โดยการลดแหล่งเพาะพันธุ์และกำจัดยุงตัวเต็มวัย แต่ไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้พบลูกน้ำยุงลายและยุงตัวเต็มวัยในทุกพื้นที่ ดังนั้นเมื่อมีผู้ป่วยเกิดขึ้นในชุมชน จึงต้องทำการพ่นสารเคมีในบ้านผู้ป่วยและพื้นที่รอบบ้านผู้ป่วยอย่างน้อยรัศมี 100 เมตร อย่างน้อย 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน และหากมีผู้ป่วยกระจายทั่วชุมชนต้องพ่นทุกหลังคาเรือน เพื่อควบคุมการระบาดของโรค⁽⁵⁾ เครื่องมือที่ใช้ลดความหนาแน่นของยุงในเวลาอันรวดเร็ว คือ เครื่องพ่นสารเคมี ซึ่งจากการสำรวจในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 นครชัยบุรินทร์ พบเป็นเครื่องพ่นหมอกควันถึง

ร้อยละ 96.93 โดยเฉลี่ยใช้การได้ 1-2 เครื่อง/ตำบล สืบเนื่องจากการใช้งานหนักในช่วงระบาด ขาดทักษะในการใช้งานและการดูแลซ่อมบำรุง จึงทำให้เครื่องเสียบ่อย อายุการใช้งานสั้น และเมื่อส่งซ่อมก็ใช้เวลานาน มีค่าใช้จ่ายสูง หรือซื้อใหม่ก็มีราคาแพงตั้งแต่เครื่องละ 59,000-90,000 บาท ดังนั้น จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงตัวเต็มวัยที่มีต้นทุนต่ำ และได้มาตรฐาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ เพื่อผลิตเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงตัวเต็มวัยให้ได้มาตรฐานตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดยุง และเพื่อประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) ใช้ระยะเวลา 4 ปี คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2560 โดยประยุกต์ใช้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางวิชาการด้วยกระบวนการคิดค้นนวัตกรรม ADDIE Model ดังนี้

A: Analysis ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องพ่นสารเคมีของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อ นำโดยแมลงที่ 9.3 สุรินทร์ รวบรวมข้อมูลจากการให้บริการซ่อมเครื่องพ่นหมอกควัน ปี 2557 มาวิเคราะห์และหาแนวทางในการสร้างเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุง

D: Design ออกแบบเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงโดยใช้ระบบแรงดันอากาศในถังน้ำมันเชื้อเพลิงในการติดเครื่องยนต์ เพราะจะสตาร์ทติดง่าย แล้วคัดเลือกวัสดุที่จะนำมาประกอบเป็นชิ้นส่วนและนำมาขึ้นรูป โดยมีทั้งวัสดุใหม่และรีไซเคิล ซึ่งช่วยลดต้นทุนในการผลิต จากนั้นนำชิ้นส่วนมาประกอบตามที่ออกแบบไว้

D: Development พัฒนาต้นแบบเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงให้สามารถใช้งานได้

I: Implement ทดสอบการใช้งาน และปรับปรุงเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงให้สามารถใช้งานได้ดี และไม่พบปัญหาในการใช้งาน

E: Evaluation ประเมินผลเครื่องพ่นหมอกควัน

กำจัดยุงและศึกษาผลทางสถิติ ดังนี้

1. ประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันประกอบด้วย⁽⁶⁾

วัตถุดิบอุณหภูมิความร้อนปลายท่อเครื่องพ่น

นำเครื่องพ่นที่ผลิตขึ้นวางบนโต๊ะ จากนั้นถอดหัวพ่นออก แล้วนำปลายลวดของเครื่องวัดอุณหภูมิใส่ลงไปให้อยู่กลางท่อพ่น ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์และปรับจูนน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องเดินสะดวกแล้วเริ่มจับเวลา ใช้เวลา 5 นาที จึงอ่านค่า วัดซ้ำอีก 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ

อัตราการไหลของน้ำยาเคมี (flow rate) จากหัวพ่นขนาด 1.0 มิลลิเมตร

นำเครื่องพ่นที่ผลิตขึ้นวางบนโต๊ะ ถอดท่อส่งน้ำยาออกจากปลายท่อพ่นพร้อมกับยึดหัวพ่นไว้ข้างเครื่องพ่น ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์และปรับจูนน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องเดินสะดวก นำภาชนะมารองรับน้ำยาเคมีที่หัวพ่น เป็ดวาล์วน้ำยาเคมีให้สุด รอจนน้ำยาเดินสะดวก จึงใช้บีกเกอร์รองรับน้ำยาเคมี จับเวลา 1 นาที แล้วอ่านปริมาตรที่วัดได้ วัดซ้ำอีก 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอัตราการไหล จากนั้นนำมาคิดอัตราการไหลให้มีหน่วยเป็นลิตร/ชั่วโมง

วัดขนาดเม็ดละอองน้ำยา (droplet size)

นำแผ่นสไลด์ที่สะอาดมาติดฉากด้านใดด้านหนึ่ง จำนวน 4 แผ่น แล้ววางบนตะแกรงเผา ตัดลวดแมกนีเซียมยาวประมาณ 8 ซม. นำไปจุดไฟให้เกิดควัน แล้วนำมารมที่ใต้แผ่นสไลด์ให้สม่ำเสมอ เพื่อใช้เป็นสไลด์เก็บตัวอย่างละอองน้ำยาเคมี จากนั้นนำเครื่องพ่นที่ผลิตขึ้นวางบนโต๊ะในห้องกันลมได้ ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์และปรับจูนน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องเดินสะดวก เป็ดวาล์วน้ำยาเคมี นำแผ่นสไลด์เคลือบแมกนีเซียมที่เตรียมไว้โอบละอองน้ำยาเคมีในระยะห่างจากปลายท่อพ่น 2 เมตร ในลักษณะโอบจากบนลงล่างเพียงครั้งเดียว เก็บตัวอย่างจำนวน 3 สไลด์ แล้วนำมาส่งด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ติดตั้งสัญญาณภาพมายังจอคอมพิวเตอร์ แล้วนำแผ่นสไลด์ที่วัดขึ้นเป็น graticule จำลอง ซึ่งได้จากการเทียบกับ slide micrometer ขนาด 0.01 มม. มาเทียบกับหน้าจอ

คอมพิวเตอรฺ แล้วนับละอองน้ำยาเคมี 200 เม็ด/สไลด์ จนครบทั้ง 3 สไลด์

จากนั้นนำขนาดละอองน้ำยาเคมีที่วัดจาก graticule มาคูณกับค่า spread factor ดังนี้

ขนาดมากกว่า 20 ไมครอน 15-20 ไมครอน และขนาดน้อยกว่า 15 ไมครอน มีค่า spread factor $\times 0.86$ $\times 0.80$ และ $\times 0.75$ ตามลำดับ เพื่อหาขนาดละออง เม็ดน้ำยาเคมีที่แท้จริง (true size) นำจำนวนเม็ดน้ำยาเคมี ที่นับได้แต่ละขนาดมาคูณด้วยขนาดละอองเม็ดน้ำยาเคมี ที่แท้จริง เพื่อคำนวณหาปริมาตรน้ำยาเคมีต่อไป จากนั้น นำข้อมูลขนาดละอองเม็ดน้ำยาเคมีที่แท้จริง (true size) ปริมาตรน้ำยาเคมีสะสม (accumula volume) และ ผลรวมปริมาตรสูงสุด (total) มาเป็นตัวแปรในการ คำนวณ probit analysis ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหา ค่า Volume Median Diameter (VMD) ซึ่งแสดงในค่า true size ที่ 50

$$\text{เวลาที่ใช้ในการพ่น} = \frac{\text{ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ต้องการ (กรัม) / (เฮกตาร์) \times \text{ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)} \times \text{อัตราผสมสารผสม}}{\text{อัตราการไหลของน้ำยาเคมี (มล.) / (วินาที) \times \% \text{ความเข้มข้นของสารเคมี} \times 100}$$

$$\text{อัตราการตายของยุง} = \frac{(\text{จำนวนยุงทดสอบตาย} \times 100)}{\text{จำนวนยุงทดสอบทั้งหมด}}$$

3. ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการ ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 ข้อ ลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) มีเกณฑ์การให้คะแนน 6 ระดับ ทดสอบ ความตรงของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องพ่นหมอก ควันกำจัดยุงของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 นครราชสีมา จำนวน 3 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อน นำไปใช้จริงจากนั้นนำไปประเมินความพึงพอใจ จากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง คือ ผู้ใช้งาน เครื่องพ่นหมอกควันของหน่วยงานต่างๆ ในจังหวัด สุรินทร์ ที่ได้ร่วมงานกับศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี เครื่องพ่นสารเคมีของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อฯ โดยแมลง ที่ 9.3 สุรินทร์ และทดลองใช้งานเครื่องพ่นหมอกควัน ที่ผลิตขึ้น ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559-มกราคม 2560 นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม

2. ประเมินประสิทธิภาพการกำจัดยุง

ทำการทดสอบด้วยวิธี bio-assay test โดยนำ ยุงลายที่เลี้ยงในห้องทดลองมาใส่ในกรงๆ ละ 25 ตัว จำนวน 8 กรง นำไปแขวนไว้ในบ้านทดสอบที่มีพื้นที่ 92.95 ตร.ม. จำนวน 4 กรง และแขวนในบ้านควบคุม ซึ่งมีพื้นที่เท่ากัน จำนวน 4 กรง จากนั้นนำเครื่องพ่น หมอกควันที่ผลิตขึ้นและผ่านมาตรฐานแล้วมาทดสอบ ประสิทธิภาพ โดยใช้สารเคมี deltamethrin 0.5% EC ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนตามที่ระบุข้างฉลาก คือ 1:49 ใช้เวลาพ่น 23 วินาที จะได้ปริมาณสารออกฤทธิ์ 1 กรัม/10,000 ตร.ม. ตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนด ปิดอบไว้ 30 นาที จากนั้นจึงนำยุงลายแต่ละกรงไปเลี้ยง ในหลอดเลี้ยงยุงต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วคำนวณ อัตราตายของยุง

สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน แล้วนำมาแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย ตามกฎของเบสท์

ผลการศึกษา

เครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงมีการปรับปรุง พัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ความรู้ประสบการณ์ ในการทำงานด้านโรคติดต่อฯ โดยแมลง การแลกเปลี่ยน เรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ และข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน ในหน่วยงานอื่นๆ รวมทั้งมีการติดตามประเมินผล การพัฒนาเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงเป็นระยะ มีผล การศึกษา ดังนี้

A: Analysis ในปี 2557 ศูนย์ถ่ายทอด เทคโนโลยีเครื่องพ่นสารเคมีของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อฯ นำโดยแมลงที่ 9.3 สุรินทร์ ได้รวบรวมข้อมูลและ สอบถามปัญหาของเครื่องพ่นหมอกควันจากผู้ใช้งาน

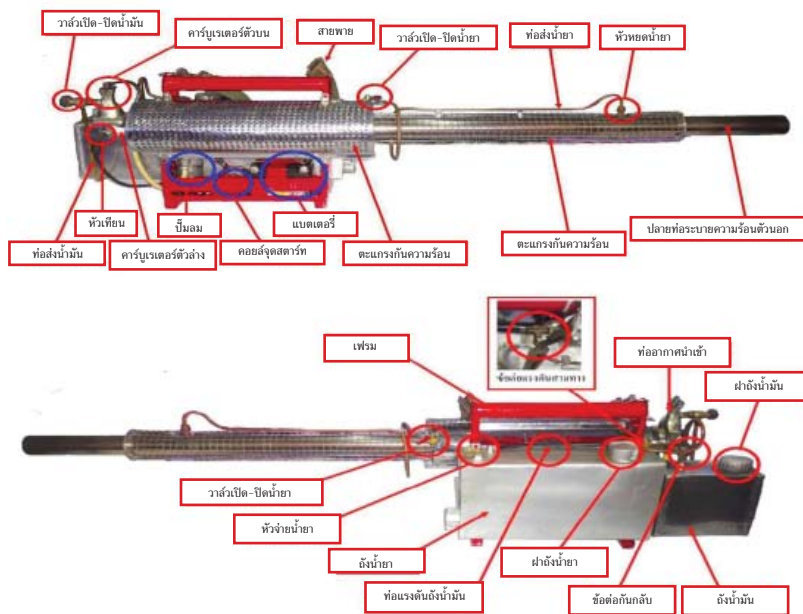
จำนวน 30 คน ที่นำเครื่องพ่นหมอกควันมาซ่อม จำนวน และมีปัญหาต้องพักเครื่องบ่อยและเครื่องน็อค ร้อยละ 30 เครื่อง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเครื่องยี่ห้อ Swing fog 40.00 ปัญหาเครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก ร้อยละ 30.00 ร้อยละ 43.33 อายุการใช้งาน 0-10 ปี ร้อยละ 66.67

ตารางที่ 1 ร้อยละข้อมูลพื้นฐานและปัญหาจากการใช้งานเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุง

ข้อมูลเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุง	จำนวน	ร้อยละ
ยี่ห้อ (เครื่อง)		
ยี่ห้อ 1	13	43.33
ยี่ห้อ 2	8	26.67
ยี่ห้อ 3	5	16.67
ยี่ห้อ 4	2	6.67
ยี่ห้อ 5	1	3.33
ยี่ห้อ 6	1	3.33
อายุการใช้งาน (เครื่อง)		
0-10 ปี	20	66.67
11-20 ปี	7	23.33
11-20 ปี (เฉลี่ย 7.58 ปี)	3	10.00
ปัญหาที่พบของผู้ใช้งาน (คน)		
ต้องพักเครื่องบ่อยหรือน็อค	12	40.00
เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก	9	30.00
ค่าซ่อมและอะไหล่แพง	5	16.67
เครื่องเสียงดัง	3	10.00
อะไหล่หายาก ใช้เวลาซ่อมนาน	1	3.33

D: Design เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2558
 ทำการศึกษาส่วนประกอบและระบบการทำงานของเครื่องพ่นหมอกควันอย่างละเอียด โดยใช้ระบบ
 แบบใช้แรงดันอากาศในถังน้ำมันติดเครื่องยนต์
 ซึ่งจะสตาร์ทติดง่าย ศึกษามาตรฐานของเครื่องพ่นหมอกควัน
 จากนั้นจึงเขียนแบบลงกระดาษ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น
 ในทีมงานสร้างเครื่องพ่นเพื่อให้ได้ต้นแบบที่เหมาะสม
 และต้นทุนต่ำ จากนั้นในเดือนมีนาคม-มิถุนายน 2558
 ทำการคัดเลือกและจัดซื้อวัสดุที่จะนำมาประกอบ
 เป็นชิ้นส่วนเครื่องพ่นหมอกควัน ได้แก่ เหล็กเส้น แผ่น
 อลูมิเนียม ทองเหลือง ตะแกรง สายไฟ กาว ฯลฯ แล้ว
 นำมาตัด ดัด ม้วน พับ เจาะ กลึง เชื่อม เพื่อทำเป็น
 ชิ้นส่วนของเครื่องพ่นหมอกควัน ทั้งนี้อะไหล่บางชิ้น
 สามารถนำวัสดุเหลือใช้มาทดแทนเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย

เช่น วาล์วแก๊สทำเป็นวาล์วเปิดปิด น้ำมันกระป๋อง
 น้ำอัดลมทำเป็นแผ่นเพลทล่าง แผ่นอลูมิเนียมเหลือใช้
 ทำเป็นแผ่นเพลทกลาง เหล็กวางเท้ารถจักรยานยนต์
 ทำเป็นแผ่นเพลทบน เป็นต้น ในเดือนกรกฎาคม 2558
 จึงลงมือสร้างเครื่องพ่นตามแบบที่เขียนไว้โดยประกอบ
 ชิ้นส่วนตามลำดับ ดังนี้ (1) เฟรมโครงเครื่องพ่น
 (2) ชุดสายไฟและสวิตช์ (3) มอเตอร์ปั๊มลม (4) คอยล์
 (5) แบตเตอรี่ (6) ท่อเผาไหม้ (7) ที่ครอบกันความร้อน
 ท่อเผาไหม้ (8) คาร์บูเรเตอร์ (9) ตะแกรงกันความร้อน
 ปลายท่อ (10) หัวหยดน้ำยา (11) ตะแกรงกันความร้อน
 ชั้นนอก (12) ถังน้ำยาเคมี (13) ถังน้ำมันเชื้อเพลิง
 (14) ท่อส่งน้ำยาเคมี (15) ท่อแรงดันถังน้ำมัน
 (16) ท่อแรงดันเข้าคาร์บูเรเตอร์



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงที่ผลิตขึ้น

D: Development เมื่อสตาร์ทเครื่องและทดสอบการทำงาน พบว่า เครื่องพ่นหมอกควันที่ผลิตมีปัญหาหลายอย่างได้ปรับปรุงแก้ไขจนสามารถใช้งานได้ดีและต่อเนื่องดังนี้

- ครั้งที่ 1 เดือนกรกฎาคม 2558 พบปัญหาความร้อนสูงท่อพ่นละลาย แก้ไขโดย ทำคาบูเรเตอร์ชุดบนชุดล่างใหม่ ปรับหัวฉีดน้ำมันให้เล็กลง ปรับท่อสามทางรอยต่อท่ออากาศให้เล็กลง

- ครั้งที่ 2 เดือนกันยายน 2558 ควันสารเคมีออกไม่ต่อเนื่อง แก้ไขโดย อุดรอยรั่วที่ถังน้ำยาเคมีและชุดสามทางปรับแรงดันให้อยู่ที่ 0.3 บาร์

- ครั้งที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2559 ทดสอบใช้งานจริงในชุมชน พบปัญหาเมื่อน้ำมันลด ทำให้แรงดันในถังน้ำมันไม่พอและเครื่องดับ แก้ไขโดย การทำถังน้ำมันให้เล็กลงสมดุลกับถังน้ำยาสารเคมี และปัญหาแผ่นเพลทอ่อน ทำให้แผ่นไดอะแฟรมหัก แก้ไขโดย ทำแผ่นเพลทให้แข็งมากขึ้น

- ครั้งที่ 4 เดือนเมษายน 2559 ทดสอบใช้งานจริงในชุมชนพบว่าสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง

- ครั้งที่ 5 เดือนตุลาคม-ธันวาคม 2559 พบปัญหาขณะทำการประเมินมาตรฐาน คือ ถังน้ำยา

เคมีรั่ว อัตราการไหลของน้ำยาเคมีน้อย แก้ไขโดย เปลี่ยนปะเก็นฝาถังน้ำมันและน้ำยาเคมี อุดรอยรั่วถังน้ำยาเคมี ทำกันกลับใหม่แบบปากเปิด ทำให้สามารถใช้งานได้ดีและต่อเนื่อง

I: Implement ในเดือนมกราคม 2560 ได้นำเครื่องพ่นที่ผลิตขึ้นไปใช้ควบคุมโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ อ.เมือง จ.สุรินทร์ จำนวน 2 หมู่บ้าน โดยดำเนินการตามมาตรฐานที่สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรคกำหนด พบว่า สามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง เครื่องไม่สะดุด ควันสม่ำเสมอ อุณหภูมิความร้อนด้านนอกตัวเครื่องต่ำ และควบคุมโรคได้โดยไม่มีผู้ป่วยระลอกใหม่เกิดขึ้น

E: Evaluation

1. ผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน นำเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงที่ผลิตขึ้นมา ประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันตามเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลก⁽⁷⁾ ได้แก่ อุณหภูมิความร้อนปลายท่อ อัตราไหลของน้ำยาเคมี ขนาดเม็ดละอองน้ำยาเคมี พบว่า ผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้ทุกรายการ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันที่ผลิตขึ้น

รายการประเมิน	มาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน	มาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควัน
1. อุณหภูมิความร้อนปลายท่อ	600-1,000 องศาเซลเซียส	755 องศาเซลเซียส
2. อัตราไหลของน้ำยาเคมี (flow rate) (หัวพ่นเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร)	ไม่เกิน 17 ลิตร/ชั่วโมง	14.58 ลิตร/ชั่วโมง
3. ขนาดเม็ดละอองน้ำยา (droplet size)	เส้นผ่าศูนย์กลาง 10-30 ไมครอน	23.76 ไมครอน

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการกำจัดยุง จากการทดสอบด้วยวิธี bio-assay Test พบว่า
ของเครื่องพ่นหมอกควัน ยุงในบ้านทดสอบทั้ง 4 กรงมีอัตราตายร้อยละ 100.00
(ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อัตราตายของยุงลายที่ 24 ชั่วโมง หลังพ่นหมอกควันเปรียบเทียบระหว่างบ้านทดสอบกับบ้านควบคุม

ลำดับ	บ้านทดสอบ		อัตราตาย ของยุง (ร้อยละ)	บ้านควบคุม		อัตราตาย ของยุง (ร้อยละ)
	จำนวนยุงที่ใช้ ทดสอบ (ตัว)	จำนวนยุงตาย ที่ 24 ชม. (ตัว)		จำนวนยุงที่ใช้ ทดสอบ (ตัว)	จำนวนยุงตาย ที่ 24 ชม. (ตัว)	
กรงที่ 1	25	25	100.00	25	0	0.00
กรงที่ 2	25	25	100.00	25	0	0.00
กรงที่ 3	25	25	100.00	25	1	4.00
กรงที่ 4	25	25	100.00	25	0	0.00

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีความพึงพอใจต่อเครื่องพ่นหมอกควันที่ผลิตขึ้น
เครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงที่ผลิตขึ้น ในระดับมาก ($\bar{X}=4.12$) โดยมีความพึงพอใจต่อ

ข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 39 คน ความหนาแน่นของหมอกควันมากที่สุด ($\bar{X}=4.82$) และ
พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 94.87 อาชีพทำนา มีความพึงพอใจต่อความดังของเสียงน้อยที่สุด
ร้อยละ 76.92 และมีอายุเฉลี่ย 43 ปี ในภาพรวม ($\bar{X}=3.13$)

ตารางที่ 4 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อเครื่องพ่นหมอกควันกำจัดยุงที่ผลิตขึ้น

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
รูปทรง	4.18	0.76	มาก
น้ำหนัก	4.13	0.80	มาก
การติดตั้งและวิธีใช้งาน	4.69	0.52	มากที่สุด
ความดังของเสียง	3.13	0.92	ปานกลาง
ความร้อนภายนอกตัวเครื่อง	3.17	0.85	ปานกลาง
ความหนาแน่นของหมอกควัน	4.82	0.39	มากที่สุด
ความปลอดภัยขณะทำการพ่น	4.23	0.74	มาก
การประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง	4.33	0.53	มาก
ความคงทนแข็งแรง	4.21	0.73	มาก
วิธีการบำรุงรักษา	4.31	0.69	มาก
รวม	4.12	0.69	มาก

วิจารณ์

เครื่องพ่นหมอกควัน (thermal fog generator) ถือเป็นเครื่องพ่นแบบฝอยละเอียด ที่ใช้ความร้อนช่วยในการแตกตัวของน้ำยาเคมี โดยเครื่องพ่นหมอกควันที่มีคุณภาพนั้น จะต้องมีความร้อนที่ถูกระบายไปตามท่อความร้อนอยู่ระหว่าง 600–1,000 องศาเซลเซียส ซึ่งมวลอากาศร้อนนี้จะทำให้ส่วนผสมของน้ำยาเคมีที่บริเวณหัวหยดน้ำยาแตกตัวเป็นไอ เมื่อไอสารเคมีออกจากปลายท่อมาระทบอากาศเย็นภายนอก จะกลายเป็นละอองหมอกควัน ขนาดเม็ดน้ำยาจากการพ่นแบบฝอยละเอียดตามเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลกใช้อ้างอิงคือ เส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 10–30 ไมครอน เพราะจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดแมลงบิน⁽⁷⁾ ขนาดเฉลี่ยของเม็ดน้ำยา (VMD) ขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนและปริมาณสารเคมีที่หยดออกมา โดยจะแปรผกผันกับปริมาณความร้อนและแปรผันตามปริมาณสารเคมีที่หยดออกมา ส่วนอัตราการไหลของน้ำยาเคมีที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับขนาดหัวพ่น ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร มีอัตราการไหลของสารเคมี 10 ลิตร/ชั่วโมง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร มีอัตราการไหลของสารเคมี 17 ลิตร/ชั่วโมง และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร มีอัตราการไหลของสารเคมี 24 ลิตร/ชั่วโมง⁽⁸⁾ สำหรับเครื่องพ่นที่ผลิตขึ้นมานี้ มีอุณหภูมิความร้อนปลายท่อ 755 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำยาเคมีจากหัวพ่น 1 มิลลิเมตร อยู่ที่ 14.58 ลิตร/ชั่วโมง และมีขนาดเฉลี่ยเม็ดน้ำยา 23.76 ไมครอน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ปัจจุบันเครื่องพ่นหมอกควันถูกนำมาใช้ในการควบคุมโรคไข้เลือดออกอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถตรวจสอบความครอบคลุมในการพ่นได้ง่าย ใช้ความเข้มข้นของน้ำยาเคมีต่ำส่งผลให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้พ่น มีผลต่อจิตวิทยาที่ดีของประชาชนและสามารถหลบหลีกได้เนื่องจากมองเห็นการปฏิบัติงานได้ง่าย เป็นต้น⁽⁷⁾ มีเป้าหมายในการนำมาใช้คือ กำจัดยุงลายตัวเต็มวัย จากเป้าหมายดังกล่าวจึงได้ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องพ่นหมอกควัน

ที่ผลิตขึ้นด้วยวิธี bio-assay Test ตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก โดยมีการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการพ่นสารเคมีกำจัดยุง ดังนี้ (1) คุณภาพสารเคมีได้เลือกใช้เดลต้ามีทริน (deltamethrin) ซึ่งเป็นสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ที่กรมควบคุมโรคใช้ควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้เลือดออก เนื่องจากทดสอบประสิทธิภาพแล้วพบว่ามีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดยุง⁽⁹⁾ รวมทั้งจากการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพการพ่นสารเคมีควบคุมยุงลายขององค์การปกครองท้องถิ่นพบว่า มีอัตราการตายของยุงอยู่ระหว่างร้อยละ 98.00–100.00⁽¹⁰⁾ (2) เทคนิคการพ่น ใช้พนักงานพ่นที่ผ่านการอบรมอย่างเชี่ยวชาญและปฏิบัติตามคู่มืออย่างเคร่งครัด (3) สภาพแวดล้อมและภูมิอากาศ ทำการพ่นในบ้านเวลา 09.00 น. เพื่อป้องกันลมและความร้อนทำลายฤทธิ์ของสารเคมี (4) คุณภาพเครื่องพ่นสารเคมี โดยนำเครื่องพ่นที่ผลิตขึ้นและผ่านการประเมินมาตรฐานมาทดสอบ

นอกจากนี้ เครื่องพ่นหมอกควันที่ผลิตขึ้นยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน 1.5 ลิตร/ชั่วโมง อุณหภูมิความร้อนภายนอกตัวเครื่อง 36.5 องศาเซลเซียส ระดับความดัง 88 เดซิเบล และใช้งบประมาณในการผลิตประมาณ 25,000 บาท ต่ำกว่าราคาขายในท้องตลาด

สรุป

เครื่องพ่นหมอกควันที่ผลิตขึ้น ใช้ต้นทุนการผลิต 25,000 บาท ถูกกว่าที่จำหน่ายตามท้องตลาดที่ราคา 59,000–90,000 บาท ประมาณ 2.36–3.60 เท่า และผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่องค์การอนามัยโลกกำหนดทั้ง 3 รายการ คือ อุณหภูมิความร้อนปลายท่อ อัตราการไหลของน้ำยาเคมี ขนาดเม็ดละอองน้ำยาเคมี เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดยุงลายตัวเต็มวัยตามเกณฑ์องค์การอนามัยโลก พบว่า มีอัตราการตายของยุงร้อยละ 100.00 และสามารถนำไปใช้งานได้ในพื้นที่โดยผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.12$) ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องพ่นหมอกควันดังกล่าวเป็นเครื่องต้นแบบ

ดังนั้นควรประเมินประสิทธิภาพเครื่องพ่นหมอกควัน กำจัดยุงในระยะยาว เช่น การเดินเรียบของเครื่องยนต์ ความสึกหรอของเครื่อง อายุการใช้งานของชิ้นส่วน และตัวเครื่อง ชั่วโมงการทำงาน เพื่อปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งหากต้องการผลิตเป็นจำนวนมาก ควรนำเข้ากระบวนการผลิตชิ้นส่วนและอะไหล่ที่ได้มาตรฐาน เพื่อควบคุมคุณภาพชิ้นงานต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ขอขอบคุณ นายแพทย์ธีรวัฒน์ วลัยเสถียร ผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา ที่สนับสนุนงบประมาณและโอกาสในการพัฒนา ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการโรคติดต่อมาโดยแมลง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 นครราชสีมา ที่ดำเนินการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันและประเมินประสิทธิภาพการกำจัดยุง

เอกสารอ้างอิง

1. Pholphirul P. Economic cost of dengue hemorrhagic fever [Internet]. Bangkok: National Institute of Development Administration; 2015 Nov [cited 2016 Jan 25]. 2 p. Available from: http://econ-test.nida.ac.th/attachments/article/2543/48_2558.pdf
2. Bank of Thailand. Economic and financial reports in first quarter 2001 [Internet]. Bangkok; 2001 May [cited 2016 Mar 8]. Available from: <https://www.ryt9.com/s/ryt9/251183>
3. Maksuwan A. New minimum wage rate and enforcement province table, under the National Wage Committee's notification on minimum wage rate (No.8) [Internet]. Chiangrai; 2016 December [cited 2016 Mar 8]. Available from: <https://www.yotathai.com/yotanews/table-ups-wage-2560>
4. Bureau of General Communicable Disease. WHO declares Zika virus is an emergency [Internet]. [cited 2015 Mar 26]. Available from: <http://dcdgcd.ddc.moph.go.th/2016/informations/view/776>
5. Bureau of Vector-Borne Diseases. Evaluation indicators for prevention and control of Dengue hemorrhagic fever at the provincial level in 2010. Nonthaburi: Bureau of Vector-Borne Diseases; 2010.
6. Vector borne disease center 3.1–3.5. Standard evaluation of thermal fog generator in risk area. Chonburi: Office of Disease Prevention and Control Region 3 Chon Buri; 2013.
7. World Health Organization. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control: A practitioner's guide. Geneva: World Health Organization; 2003.
8. Vector borne disease center 6.1–6.5. Quality evaluation chemicals spray of local administration. Chonburi: Office of Disease Prevention and Control Region 6 Chon Buri; 2016.
9. Hfocus. Department of Disease Control recommended mixed chemicals insecticides are high efficiency to kill mosquitoes [Internet]. 2013 [cited 2019 May 16]. Available from: <http://www.hfocus.org/content/2014/11/8578>
10. Yaoup K, Sornpeng W, Asarin B, Soonchan P, Khophonklang S. Efficacy evaluation of insecticide spraying to control of Aedes aegypti of local administration. The office of DPC7 Khon Kaen [Internet]. 2561 [cited 2019 May 29]; 25:1–13. Available from: <https://www.tci-thaijo.org/index.php/jdpc7kk/article/download/156180/113359>