

## การพัฒนาธูปจุดกันยุงลายบ้านจากขี้เลื่อย ใบและลำต้นข้าว

ปณณพร หมอบอก<sup>1</sup>, เหมนิจจารีย์ สารพันธ์<sup>1\*</sup>, ประนิดดา เพ็งจิว<sup>1</sup>, วันวิสา ลิจ้วน<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

\*ผู้วิจัยหลัก

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาธูปจุดกันยุงลายบ้านจากขี้เลื่อย ใบและลำต้นข้าว (*Alpinia galanga*) โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น ศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบจากใบและลำต้นข้าว ศึกษาลักษณะทางกายภาพของธูปจุดกันยุงจากขี้เลื่อย ใบและลำต้นข้าว และประสิทธิภาพของธูปจุดกันยุงจากขี้เลื่อย ใบและลำต้นข้าวต่อการไล่ยุงลายบ้าน อัตราส่วนของใบและลำต้นข้าวต่อขี้เลื่อยที่ทำการศึกษา คืออัตราส่วน 100:0 80:20 60:40 40:60 20:80 และ 0:100 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้จากใบและลำต้นข้าวเฉลี่ยประมาณ 2.66% ธูปจุดกันยุงจากใบและลำต้นข้าวในแต่ละอัตราส่วนสามารถขึ้นรูปเป็นแท่งได้ โดยมีความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 18 เซนติเมตรและ 0.9 เซนติเมตร ตามลำดับ ธูปจุดกันยุง 1 แท่ง สามารถเผาไหม้ได้นานมากกว่า 50 นาทีโดยมีปริมาณเถ้าต่ำกว่า 5% ปริมาณสารระเหยมากกว่า 95% และประสิทธิภาพในการไล่ยุงอยู่ในช่วง 44-64% อัตราส่วนที่เหมาะสมของใบและลำต้นข้าวต่อขี้เลื่อยในการผลิตธูปจุดกันยุง คือ 20:80 โดยที่อัตราส่วนนี้ธูปจุดกันยุงจะมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงได้ 64% และมีคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้นระยะเวลาในการเผาไหม้ อัตราการเผาไหม้ ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหย เท่ากับ 4.94% 87 นาที 0.05 กรัม/นาที 2.08% และ 98.42% ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** การขับไล่, ยุงลายบ้าน, สารสกัดข้าว, ธูปจุดกันยุง, ขี้เลื่อย

# Development of incense stick from sawdust and aerial stem galanga for repellent mosquitoes (*Aedes aegypti*)

Pannaporn Morbork<sup>1</sup>, Khamanitjaree Saripan<sup>1\*</sup>, Pranitda Pengngiw<sup>1</sup>, Wanwisa Lijuan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Environmental Science Program, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University.

<sup>2</sup>Science Education Program, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University.

\*Corresponding Author

## Abstract

The objective of this research was to develop incense stick from sawdust and aerial stem galanga for use as mosquito repellent. The amount of crude extract from aerial stem galanga, physical properties and effectiveness of mosquito repelling of the incense stick made from sawdust and aerial stem galanga were studied. The ratios of aerial stem galanga and sawdust of 100:0 80:20 60:40 40:60 20:80 and 0:100 were investigated. The experimental results revealed that the aerial stem galanga contain approximately 2.66% of crude extract. All incense stick different aerial stem galanga and sawdust ratios could be form as stick. The height and diameter of incense stick were 18 cm and 0.9 cm, respectively. One incense stick had a burning time of >50 min with the amount of ashes lower than 5%, the amount of volatile higher than 95% and the mosquito repelling efficiency of 44-64%. The optimum ratio of aerial stem galanga and sawdust was 20:80. At this ratio, the physical properties of mosquito repelling incense stick, e.g. humidity, burning time, burning rate, amount of ashes and amount of volatile were 4.94%, 87 min, 0.05 g/min, 2.08% and 98.42%, respectively.

**Keywords:** Repellent, Mosquitoes (*Aedes aegypti*), Galanga crude extract, Incense stick, Sawdust.

## 1. บทนำ

ยุลงลายบ้านจัดเป็นแมลงชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็ก บินได้ว่องไว เพาะพันธุ์ในภาชนะที่มีน้ำขัง เป็นพาหะนำโรคร้ายต่างๆ มาสู่คนและสัตว์ เช่น ไข้เลือดออก [1] เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีวิธีในการป้องกันยุง เช่น สร้างสิ่งกีดขวางหรือก้าง ทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ จัดการแหล่งเกาะพัก [2] เพื่อป้องกันโรคที่มาจากยุงกัด ปัจจุบันรูปจุดกันยุงจึงนิยมนำมาใช้ป้องกันไม่ให้ยุงมากัด เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย มีขายทั่วไปตามท้องตลาด ใช้งานได้สะดวก และราคาถูก [3] รูปแบบของรูปจุดกันยุงที่มีวางจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดมีทั้งรูปจุดกันยุงที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ และรูปจุดกันยุงที่ผลิตมาจากน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติ ส่วนใหญ่ผู้ผลิตนิยมใช้น้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ เนื่องจากมีราคาถูก ทำให้ลดต้นทุนทางการผลิตส่งผลให้ผู้ผลิตมีกำไรมากขึ้น อย่างไรก็ตามรูปจุดกันยุงที่ผลิตจากน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติจะมีสารก่อมะเร็งน้อยกว่ารูปจุดกันยุงที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ แต่มีระยะเวลาในการเผาไหม้และอัตราการเผาไหม้ใกล้เคียงกัน [4] น้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติส่วนใหญ่ได้มาจากการสกัดพืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น ตะไคร้หอม มะกรูด เสม็ดขาว ขิง ใพล ยูคาลิปตัส [5] นอกจากนี้ยังมีพืชสมุนไพรอีกหลากหลายชนิดที่มีน้ำมันหอมระเหยอยู่แต่ไม่นิยมนำมาใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอื่นๆ หรือมีการใช้ประโยชน์แค่บางส่วน ทำให้ส่วนที่เหลือกลายเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ใบและลำต้นข้าว เศษถั่วจะใช้เพียงส่วนหัวหรือเหง้าข้าวในการประกอบอาหาร งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนารูปจุดกันยุงจากขี้เลื่อย ใบและลำต้นข้าวที่มีฤทธิ์ในการไล่ยุงลายบ้าน ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรลดปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแล้วยังช่วยลดปัญหาการเกิดโรคมะเร็งจากรูปจุดกันยุงได้อีกทางหนึ่งด้วย

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 รูปจุดกันยุง

รูปจุดกันยุง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีขี้เลื่อยหรือผงไม้หอมเป็นส่วนประกอบหลัก และเติมสมุนไพรหรือส่วนผสม

อื่นๆ เพื่อเพิ่มกลิ่นหอม อาจมีการผสมตัวประสาน เช่น แป้งเปียก กาวน้ำ เป็นตัวประสานที่ช่วยให้การยึดติดของเนื้อรูปเข้าด้วยกัน แล้วนำไปขึ้นรูปให้มีรูปทรงตามต้องการ โดยอาจมีก้านรูปหรือไม่มีก็ได้ แล้วนำไปทำให้แห้งโดยการอบหรือ ตากแดด จากนั้นฉีดน้ำมันหอมระเหยและอบไว้ในภาชนะที่เหมาะสมก่อนหรือไม่ก็ได้ [6]

ลักษณะรูปที่ดี ต้องยึดติดกันได้ดีไม่มีรอยร้าวหรือแตกหักอาจมีฝุ่นรูปได้บ้างเล็กน้อยกรณีที่มีก้านรูป เนื้อรูปต้องเกาะติดก้านรูปอย่างสม่ำเสมอ แต่ละก้านต้องไม่ติดกัน ก้านรูปต้องไม่มีเสี้ยนเมื่อสัมผัสถูกมือ ก้านรูปทำด้วยไม้ไผ่เหลาเป็นแท่งเล็กๆ ความยาวแล้วแต่ผู้ผลิต กรณีที่มีการแต่งสี ก้านรูปและเนื้อรูปต้องมีสีสม่ำเสมอ เมื่อลูบเนื้อรูปและสีต้องไม่ติดมือ ใช้งานต้องจุดติดง่าย สามารถใช้งานได้จนหมดเนื้อรูป มีกลิ่นหอม ไม่มีควันมาก และควันรูปต้องไม่เกิดภาวะระคายเคืองเมื่อสูดดม ควรมีการห่อหุ้มหรือบรรจุรูปหอมด้วยวัสดุหรือภาชนะที่สะอาด แห้ง ป้องกันกลิ่นระเหยและความเสียหายที่จะทำให้รูปแตกหรือหัก [7]

### 2.2 ยุง (Mosquito)

ยุง เป็นแมลงที่พบได้ทั่วโลกแต่พบมากในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ถือกำเนิดขึ้นตั้งแต่ยุคดึกดำบรรพ์เมื่อประมาณ 38-54 ล้านปีมาแล้ว ยุงเป็นแมลงที่มีขนาดเล็กโดยทั่วไปมีขนาดลำตัวยาว 4-6 มิลลิเมตร บางชนิดมีขนาดเล็กมาก 2-3 มิลลิเมตร และบางชนิดอาจยาวมากกว่า 10 มิลลิเมตร ส่วนหัว ออก และท้อง มองเห็นได้อย่างชัดเจน มีปากคล้ายงวง ยื่นยาวออกไปข้างหน้า และมีปีกสำหรับบิน 1 คู่ ปัจจุบันพบว่า ทั่วโลกนี้มียุงประมาณ 3,450 ชนิด ส่วนในประเทศไทยพบ ยุงอย่างน้อย 412 ชนิด ซึ่งยุงเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดโรค และเป็นปัญหาทางการแพทย์ที่สำคัญของประเทศไทย [1]

#### 2.2.1 ยุลงลาย (*Aedes* spp.)

1) ยุลงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) พบอยู่ในเขตเมือง มีขนาดค่อนข้างเล็ก บินได้ว่องไว มีลายสีขาวยุคเดียว 2 อันอยู่ด้านข้าง มีขาหลายชัดเจน ยุลงชนิดนี้เพาะพันธุ์ในภาชนะที่มีน้ำขังทุกขนาดทั้งในและนอกบ้าน ชอบกัดกินเลือดคนมากกว่ากินเลือดสัตว์ มักหากินเวลากลางวันช่วงสายและบ่าย ยุลงลายบ้านชอบเข้ากัดคนทางด้านมืดหรือที่มี



ป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัดได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยทั้งความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่ายุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์จึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย และชนิดของยุง

### 3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 ขั้นตอนการเตรียมยุง

นำไข่ยุงลายบ้านปลอดโรค ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรีแช่ในภาค ประมาณ 2-3 วัน ไข่จะฟัก กลายเป็นลูกน้ำแล้วให้อาหารลูกน้ำ ซึ่งเป็นอาหารลูกสุกร ทุกวันเป็นระยะเวลา 4 วัน และเปลี่ยนน้ำทุกๆ 2 วัน ลูกน้ำก็จะกลายเป็นตัวโม่งจึงแยกตัวโม่งใส่ลงกรงเลี้ยงตัวโม่ง โดยหยุดให้อาหารระยะเวลา 2-3 วัน ตัวโม่งจะกลายเป็นยุง หลังจากนั้นเจือจางวิตามินซีกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 แล้วใช้สำลีจุ่มวิตามินซีที่เจือจางใส่ลงในกรงเพื่อเป็นอาหารยุง

#### 3.2 ขั้นตอนการเตรียมกรงทดสอบประสิทธิภาพ

เตรียมกรงขนาด 20×20×20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำจากสแตนเลสบุด้วยมุ้งลวด จำนวน 2 กรง แล้วเชื่อมต่อระหว่างกรง 2 กรงด้วยท่อพลาสติก ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 0.5 เมตร ดังรูปที่ 1 เพื่อใช้ในการทดสอบการไล่ยุงโดยยุงจะถูกกันยุงจากใบและลำต้นข้าว



รูปที่ 1 กรงทดสอบประสิทธิภาพ

#### 3.3 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับพัฒนาธูปจุดกันยุง

นำใบและลำต้นข้าวที่เตรียมไว้มาสับให้ละเอียดจากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้งสนิทดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ใบและลำต้นข้าวที่แห้งสนิท

แล้วทำการบดใบและลำต้นข้าวที่แห้งสนิทด้วยเครื่องบดละเอียด จะได้ผงใบและลำต้นข้าวดังรูปที่ 3 เก็บไว้เพื่อใช้งานต่อไป



รูปที่ 3 ผงใบและลำต้นข้าว

นำซีลี้อยจากไม้ยูคาลิปตัสผึ่งแดดให้แห้งสนิทแล้วบดซีลี้อยด้วยเครื่องบดละเอียด จะได้ผงซีลี้อยดังรูปที่ 4 เก็บไว้เพื่อใช้งานต่อไป



รูปที่ 4 ผงซีลี้อย

#### 3.4 วิธีการทำธูปจุดกันยุง

ชั่งผงใบและลำต้นข้าว และผงซีลี้อยตามอัตราส่วน ดังตารางที่ 1 ชั่งแป้งมัน 3 กรัม เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ตั้งบนเตา

ให้ความร้อนคนให้เข้ากันจนเหนียวผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากัน นวดจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปขึ้นรูปโดยใช้พิมพ์ทรงกระบอก สูง 18 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 เซนติเมตร เสียบไม้ไฟเป็นแกนกลางรูปจุดกันยุงนำรูปจุดกันยุงที่ขึ้นรูปแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำการทดสอบ ลักษณะทางกายภาพ และประสิทธิภาพในการไล่ยุง

**ตารางที่ 1** อัตราส่วน ผงใบและลำต้นข่า (ก) ต่อผงขี้เลื่อย (ข) และน้ำหนักของผงใบและลำต้นข่าและผงขี้เลื่อยที่ใช้เตรียมรูปจุดกันยุง

รูปแบบที่	อัตราส่วน (ก:ข) (%)	ผงใบและ ลำต้นข่า (กรัม)	ผงขี้เลื่อย (กรัม)
1	100 : 0	5	0
2	80 : 20	4	1
3	60 : 40	3	2
4	40 : 60	2	3
5	20 : 80	1	4
6	0 : 100	0	5

### 3.5 วิธีการทดสอบและวิเคราะห์

#### 3.5.1 ปริมาณสารสกัดหยาบจากใบและลำต้นข่า

ปริมาณสารสกัดหยาบจากใบและลำต้นข่า มีขั้นตอนที่ใช้ในการทดสอบดังนี้ [14-16] ทำการสกัดด้วยเครื่อง Soxhlet apparatus โดยใช้ 95% เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนของผงใบและลำต้นข่าต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 กรัม ต่อ 40 มิลลิลิตร ทำการสกัดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สารที่สกัดได้นำไประเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยระบบสุญญากาศ (Rotary vacuum evaporator) คำนวณเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบในใบและลำต้นข่าโดยใช้สูตร ในสมการที่ 1

$$\% \text{ Essence} = \frac{E}{M} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ E คือ ปริมาณสารสกัดหยาบ (กรัม)  
M คือ น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

#### 3.5.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

ความชื้น วิธีการทดสอบ คือ ชั่งน้ำหนักรูปจุดกันยุงจากนั้นนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักรูปจุดกันยุงหลังอบ คำนวณความชื้นโดยใช้สูตรในสมการที่ 2 [17]

$$\% \text{ Moisture} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ W1 คือ น้ำหนักรูปจุดกันยุงก่อนอบ

W2 คือ น้ำหนักรูปจุดกันยุงหลังอบ

ระยะเวลาในการเผาไหม้ วิธีการทดสอบ คือ นำรูปจุดกันยุงจุดไฟจับเวลาจนเนื้อรูปไหม้หมด (นาทิจ) [4]

อัตราการเผาไหม้ วิธีการทดสอบ คือ ชั่งน้ำหนักรูปจุดกันยุงเริ่มต้น และจุดรูปจุดกันยุงจนหมดชั่งน้ำหนักรูปจุดกันยุงที่เหลือ (กรัมต่อนาทิจ) คำนวณอัตราการเผาไหม้โดยใช้สูตรในสมการที่ 3 [4]

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{M1 - M2}{t} \quad (3)$$

เมื่อ M1 คือ น้ำหนักรูปจุดกันยุงเริ่มต้น

M2 คือ น้ำหนักรูปจุดกันยุงที่เหลือ

t คือ ระยะเวลาในการเผาไหม้

ปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุง คือ จุดรูปจุดกันยุงจนเนื้อรูปไหม้หมด นำเถ้าที่ได้เข้าตู้ดูดความชื้น 20 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักเถ้าที่เหลือ (กรัม) คำนวณเปอร์เซ็นต์เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้โดยใช้สูตรในสมการที่ 4 [17]

$$\% \text{ Ash} = \frac{A}{W1} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้

W1 คือ น้ำหนักรูปจุดกันยุง

สีของควัน วิธีการทดสอบ คือ นำรูปจุดกันยุงจุดไฟสังเกตสีของควันรูปจุดกันยุง [4]

ปริมาณสารระเหยในรูปจุดกันยุง วิธีการทดสอบ คือ เผาด้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่องทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งรูปจุดกันยุง

หนักประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง เฝ้าที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที แล้วนำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น [18] คำนวณเปอร์เซ็นต์สารระเหยโดยใช้สูตรในสมการที่ 5

$$\% \text{ Volatile} = \frac{(W3-W4)}{W3} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ W3 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา  
W4 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

### 3.5.3 ประสิทธิภาพในการไถ่ยุง

การทดสอบประสิทธิภาพของรูปจุดกันยุงจากใบและลำต้นชาที่มีฤทธิ์ในการไถ่ยุงลายบ้าน 3 ซ้ำ ต่อ 1 อัตราส่วนซึ่งมีวิธีการทดสอบคือ [5,11] ปล่อยยุงลายบ้าน ลงในพื้นที่ทดสอบ พักยุงลายบ้านในพื้นที่ทดสอบเป็นเวลา 20 นาที เชื่อมพื้นที่ทดสอบ และพื้นที่เปรียบเทียบเข้าด้วยกันโดยใช้ท่อพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 0.5 เมตร จุดรูปจุดกันยุง จับเวลาทุก 5 นาที เป็นระยะเวลา 30 นาที นับจำนวนยุงในพื้นที่ทดสอบและพื้นที่เปรียบเทียบ ทุก 5 นาที คำนวณหาประสิทธิภาพในการไถ่ยุงโดยใช้สูตรในสมการที่ 6

$$\% \text{ Efficiency} = \frac{N1}{N2} \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ N1 คือ จำนวนยุงที่บินเข้าในพื้นที่เปรียบเทียบ (ไม่มีรูปจุดกันยุง)  
N2 คือ จำนวนยุงทั้งหมดที่ปล่อยในพื้นที่ทดสอบ (มีรูปจุดกันยุง)

## 4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 4.1 ปริมาณสารสกัดหยาบจากใบและลำต้นชา

ผลการศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบจากใบและลำต้นชาพบว่าใบและลำต้นชามีปริมาณสารสกัดหยาบ 0.02 กรัมต่อผงชา 1 กรัม คิดเป็นปริมาณสารสกัดหยาบเฉลี่ย เท่ากับ 2.66% ดังตารางที่ 2 ปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้ในงานวิจัยนี้มีปริมาณมากกว่างานวิจัยของ ณัฐธิดา และคณะ [19] โดยงานวิจัยของ ณัฐธิดา และคณะ ศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบจากเหง้าชาระยะเวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง พบว่า

ปริมาณร้อยละของสารสกัดหยาบที่ได้ จากเหง้าชาเท่ากับร้อยละ 2.16 ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน โดยงานวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาการสกัด 6 ชั่วโมง [15] ด้วยเหตุนี้จึงอาจทำให้ปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้มีปริมาณมากกว่า จะเห็นได้ว่าวิธีการสกัดสารสกัดหยาบที่เหมาะสมและระยะเวลาในการสกัดมีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในสารสกัดหยาบ [20] ดังนั้นหากปริมาณสารสกัดหยาบจากใบและลำต้นชามีปริมาณมาก ก็จะส่งผลทำให้มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากตามไปด้วย

### ตารางที่ 2 ปริมาณสารสกัดหยาบในใบและลำต้นชา

น้ำหนักผงชา (กรัม)	ปริมาณสารสกัดหยาบ (กรัม)	%สารสกัดหยาบ (ค่าเฉลี่ย±SD)
2.0142	0.05	
2.0166	0.06	2.66±0.14
2.0142	0.05	

### 4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

4.2.1 ความชื้นของรูปจุดกันยุงจากใบ ลำต้นชา และขี้เถ้า

จากผลการวิเคราะห์ความชื้นของรูปจุดกันยุงจากใบ ลำต้นชา และขี้เถ้า พบว่ารูปจุดกันยุงที่มีความชื้นต่ำที่สุดในงานวิจัยนี้คือ รูปจุดกันยุงที่มีอัตราส่วนของชาต่อขี้เถ้า 100:0 รองลงมาเป็น อัตราส่วน 80:20 60:40 40:60 20:80 และ 0:100 โดยมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.85% 2.46% 3.32% 4.56% 4.94% และ 5.15% ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของรูปจุดกันยุงจากใบ ลำต้นชา และขี้เถ้า โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่ารูปจุดกันยุงอัตราส่วนชา:ขี้เถ้า 100:0 และ 80:20 มีค่าเฉลี่ยความชื้นแตกต่างจากรูปจุดกันยุงอัตราส่วนชา:ขี้เถ้า 60:40 40:60 20:80 และ 0:100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลความชื้นดังกล่าว จะเห็นได้ว่ารูปจุดกันยุงในงานวิจัยนี้มีความชื้นเป็นไปตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานที่กำหนด (มอก.309 – 2556) คือ ความชื้นในรูป

จุดกันยุงทั้งชนิดขดและชนิดแท่ง ต้องมีความชื้นไม่เกิน 14% [21] รูปจุดกันยุงที่มีความชื้นต่ำจะทำให้รูปจุดกันยุงมีอัตราการเผาไหม้ที่รวดเร็ว [12]

**ตารางที่ 3** ความชื้นของรูปจุดกันยุงจากใบ ลำต้นข้าว และ ชี้อ้อย

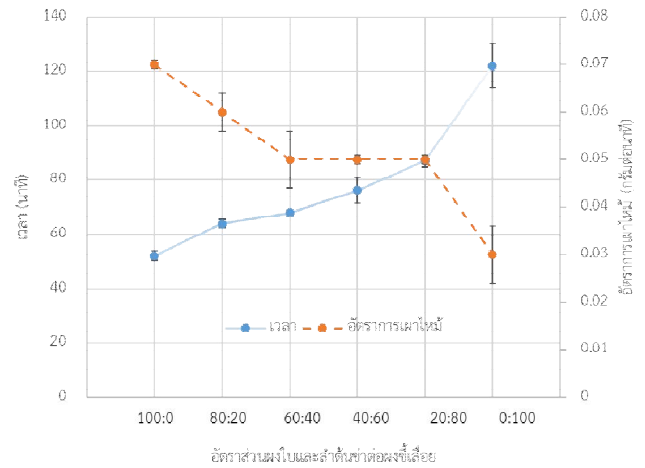
อัตราส่วน (%) ข้าว:ชี้อ้อย	% ความชื้น (ค่าเฉลี่ย±SD)
100:0	1.85 <sup>a</sup> ±0.51
80:20	2.46 <sup>a</sup> ±0.03
60:40	3.32 <sup>b</sup> ±0.34
40:60	4.56 <sup>c</sup> ±0.20
20:80	4.94 <sup>c</sup> ±0.09
0:100	5.15 <sup>c</sup> ±0.37

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

#### 4.2.2 ระยะเวลาในการเผาไหม้และอัตราการเผาไหม้ของรูปจุดกันยุง

จากการศึกษาระยะเวลาในการเผาไหม้และอัตราการเผาไหม้ของรูปจุดกันยุง พบว่ารูปจุดกันยุงที่มีระยะเวลาในการเผาไหม้เฉลี่ยนานที่สุดคือ รูปจุดกันยุงที่มีอัตราส่วนของข้าวต่อชี้อ้อย 0:100 โดยมีระยะเวลาในการเผาไหม้เฉลี่ย 122 นาที อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 0.03 กรัม/นาที รูปจุดกันยุงที่มีระยะเวลาในการเผาไหม้เฉลี่ยรวดเร็วที่สุดคือ รูปจุดกันยุงที่มีอัตราส่วนของข้าวต่อชี้อ้อย 100:0 มีระยะเวลาในการเผาไหม้เฉลี่ย 52 นาที และอัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 0.07 กรัม/นาที ส่วนรูปจุดกันยุงอัตราส่วนข้าวต่อชี้อ้อย 80:20 60:40 40:60 และ 20:80 มีระยะเวลาในการเผาไหม้เฉลี่ย 64 นาที 68 นาที 76 นาที และ 87 นาที ตามลำดับ อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 0.06 กรัม/นาที 0.05 กรัม/นาที 0.05 กรัม/นาที และ 0.05 กรัม/นาที ตามลำดับ ดังรูปที่ 5 รูปจุดกันยุงที่มีอัตราการเผาไหม้นาน จะทำให้รูปสามารถใช้งานได้ นาน นอกจากนี้ยังพบว่า รูปจุดกันยุงที่มีความชื้นต่ำจะมี

อัตราการเผาไหม้ที่รวดเร็ว [12] แต่ถ้ารูปความชื้นมาก จะมีระยะเวลาในการเกิดการเผาไหม้นาน [22] อย่างไรก็ตาม ความชื้นของรูปจุดกันยุงต้องไม่ควรเกิน 14% ตามมาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด เพราะอาจทำให้รูปจุดกันยุงไม่สามารถเผาไหม้ได้หรืออาจเผาไหม้ได้เพียงบางส่วน



**รูปที่ 5** ระยะเวลาในการเผาไหม้และอัตราการเผาไหม้ของรูปจุดกันยุงสูตรต่างๆ

#### 4.2.3 ปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุง

จากการศึกษาพบว่า รูปจุดกันยุงที่มีชี้อ้อยเป็นองค์ประกอบมากจะมีปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้น้อย เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้นาน ส่วนรูปจุดกันยุงที่มีข้าวเป็นองค์ประกอบจะมีปริมาณเถ้ามาก เนื่องจากระยะเวลาในการเผาไหม้เร็วกว่า รูปจุดกันยุงที่มีเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้สูงที่สุดคือ รูปจุดกันยุงที่มีอัตราส่วนข้าวต่อชี้อ้อย 100:0 มีปริมาณเถ้า 4.75% รองลงมาเป็น อัตราส่วน 80:20 60:40 40:60 20:80 และ 0:100 มีปริมาณเถ้าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01% 3.44% 2.98% 2.08% และ 2.05% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุงโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุงของอัตราส่วนข้าว:ชี้อ้อย 100:0 และ 80:20 มีปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอัตราส่วนข้าว:ชี้อ้อย 60:40



40:60 20:80 และ 0:100 มีปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการศึกษาปริมาณเถ้าดังกล่าวจะเห็นได้ว่า รูปจุดกันยุงมีปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ไม่แตกต่างจากรูปจุดกันยุงทั่วไป โดยงานวิจัยของสุจิตบังอร และคณะ [12] พบว่ารูปจุดกันยุงชนิดแห้งจากตะไคร้หอม มะกรูด เปลือกส้มเขียวหวานและแกนปอสา มีปริมาณเถ้าร้อยละ 3.96 งานวิจัยของวุฒินันท์ [8] พบว่ารูปห่อมกฤษณา มีปริมาณเถ้าร้อยละ 3.20 อนึ่งการพบปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุงมากแสดงให้เห็นถึงปริมาณสารระเหยน้อยลงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการไล่ยุงของรูปจุดกันยุงต่ำตามปริมาณสารระเหยในรูปจุดกันยุง

#### 4.2.4 สีควันของรูปจุดกันยุง

จากการศึกษาสีของควันรูปจุดกันยุงพบว่า รูปจุดกันยุงในทุกอัตราส่วนมีสีของควันเป็นสีขาวเหมือนรูปจุดกันยุงทั่วไปตั้งรูป 6 แสดงสีควันของรูปจุดกันยุงทั้ง 6 อัตราส่วนจากงานวิจัยการผลิตรูปห่อมสารสกัดจากธรรมชาติเพื่อศึกษาสารก่อมะเร็งในควันรูปของพุ่มทิพย์ และนันทวัน [4] ก็พบว่าสีของควันรูปชนิดต่างๆ จะมีสีควันเป็นสีขาวเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามยังพบควันรูปเป็นสีอื่นเช่นสีน้ำตาลอ่อน ดังงานวิจัยของสุจิตบังอร และคณะ [12] ที่ศึกษาการพัฒนาจุดกันยุงชนิดแห้งจากตะไคร้หอม มะกรูด เปลือกส้มเขียวหวานและแกนปอสาได้นำแกนปอสาใช้ในการผลิตรูปจุดกันยุงแทนการใช้ขี้เถ้าแล้วพบสีควันรูปเป็นสีน้ำตาลอ่อน

#### 4.2.5 ปริมาณสารระเหยในรูปจุดกันยุง

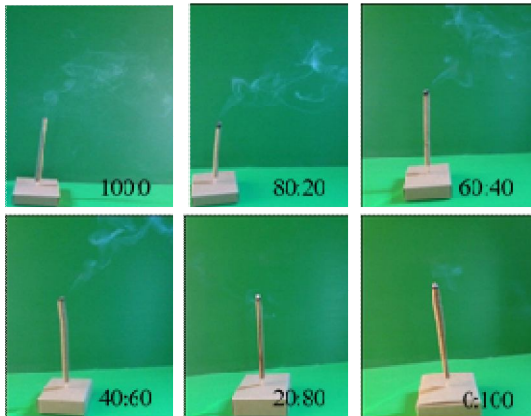
จากการศึกษาปริมาณสารระเหยในรูปจุดกันยุง พบว่ารูปจุดกันยุงที่มีสารระเหยสูงที่สุด คือรูปจุดกันยุงที่มีอัตราส่วนของข่าต่อขี้เถ้า 0:100 มีปริมาณสารระเหยเฉลี่ย 98.50% รองลงมาคือ อัตราส่วนข่า:ขี้เถ้า 20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 โดยมีปริมาณสารระเหยเฉลี่ยเท่ากับ 98.42% 97.22% 96.70% 95.97% และ 95.22% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ปริมาณสารระเหยจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนขี้เถ้าเพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขี้เถ้าที่นำมาผลิตรูปจุดกันยุงเป็นขี้เถ้าจากไม้

ยูคาลิปตัส ซึ่งไม้ชนิดนี้มีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.92% - 2.89% เมื่อนำเปลือกไม้มาบดให้ละเอียดผสมกาวสามารถใช้ทำเป็นรูปหรือยากันยุงได้ดี [23] ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลทำให้รูปจุดกันยุงที่มีปริมาณขี้เถ้าเพิ่มมากขึ้นมีสารระเหยมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารระเหยในรูปจุดกันยุงโดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าปริมาณสารระเหยในรูปจุดกันยุงอัตราส่วนข่า:ขี้เถ้า 100:0 80:20 60:40 และ 40:60 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอัตราส่วนข่า:ขี้เถ้า 0:100 มีปริมาณสารระเหยไม่แตกต่างจากอัตราส่วนข่า:ขี้เถ้า 20:80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามสารระเหยในพีชบางชนิดก็ไม่มีฤทธิ์ในการไล่และป้องกันการกัดของยุงได้ [24-25]

ตารางที่ 4 ปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้รูปจุดกันยุง

อัตราส่วน (%) ข่า:ขี้เถ้า	ปริมาณเถ้า (ค่าเฉลี่ย±SD)
100:0	4.75 <sup>a</sup> ±0.276
80:20	4.01 <sup>a</sup> ±0.036
60:40	3.44 <sup>b</sup> ±0.056
40:60	2.98 <sup>c</sup> ±0.188
20:80	2.08 <sup>d</sup> ±0.123
0:100	2.05 <sup>e</sup> ±0.048

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT



รูปที่ 6 สีควันของรูปจุดกันยุงอัตราส่วน 100:0 80:20 60:40 40:60 20:80 และ 0:100

#### 4.3 ประสิทธิภาพในการไถ่ของรูปจุดกันยุง

หลังจากที่มีการทดสอบประสิทธิภาพการไถ่ของรูปจุดกันยุง พบว่ารูปจุดกันยุงอัตราส่วนข้า:ซีลี้อย 0:100 มีประสิทธิภาพในการไถ่เฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ 72% ซึ่งใกล้เคียงรูปสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยมะกรูด 3% ของสมนต์ทิพย์ [5] รองลงมาเป็นรูปจุดกันยุงอัตราส่วนข้าต่อซีลี้อยเท่ากับ 20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการไถ่เท่ากับ 64% 59% 56% 49% และ 44% ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพในการไถ่ โดยใช้วิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าประสิทธิภาพการไถ่ของอัตราส่วนข้า:ซีลี้อย 0:100 มีประสิทธิภาพสูงสุดแตกต่างจากอัตราส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอัตราส่วน 60:40 และ 40:60 มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าการเพิ่มปริมาณใบและลำต้นข้าไม่ได้มีผลทำให้ไถ่ได้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปจุดกันยุงในงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของสายใจ และสุวรรณี [26] ที่ศึกษาประสิทธิภาพของรูปไถ่สมุนไพรน้ำส้มควันไม้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวบ้านในเขตภาคใต้ พบว่ารูปจุดกันยุงของงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพในการไถ่สูงกว่า (รูปจุดกันยุงน้ำส้มควันไม้มี ประสิทธิภาพ 50%) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ที่ใช้อย่างไม่เหมาะสมต่อการไถ่ ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมประกาศ (2556) โดย ประสิทธิภาพของรูปจุดกันยุงที่ยอมรับได้ต้องมีประสิทธิภาพ

ในการไถ่ 90% ดังนั้นประสิทธิภาพของรูปจุดกันยุงในงานวิจัยนี้จึงมีประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด อย่างไรก็ตามหากต้องการให้รูปจุดกันยุงมีประสิทธิภาพในการไถ่สูงควรนำพืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยสูงที่มีฤทธิ์ในการไถ่มาผสมร่วมกับผงใบ ลำต้น ข้า และซีลี้อย ในรูปแบบผง หรือ สารสกัด เช่น ตะไคร้หอม ใบยูคาลิปตัส เหง้าขมิ้นชัน ใบสาบเสือ ใบสะเดา หญ้าแฝก [27-28] เป็นต้น

ตารางที่ 5 ปริมาณสารระเหยในรูปจุดกันยุง

อัตราส่วน (%) ข้า:ซีลี้อย	ปริมาณสารระเหย (ค่าเฉลี่ย±SD)
100:0	95.22 <sup>a</sup> ±0.06
80:20	95.97 <sup>b</sup> ±0.06
60:40	96.70 <sup>c</sup> ±0.09
40:60	97.22 <sup>d</sup> ±0.05
20:80	98.42 <sup>e</sup> ±0.15
0:100	98.50 <sup>e</sup> ±0.11

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพในการไถ่

อัตราส่วน (%) ข้า:ซีลี้อย	ประสิทธิภาพในการไถ่ (%) (ค่าเฉลี่ย±SD)
100:0	44 <sup>a</sup> ±0
80:20	49 <sup>b</sup> ±1.89
60:40	56 <sup>c</sup> ±3.27
40:60	59 <sup>c</sup> ±1.89
20:80	64 <sup>d</sup> ±0
0:100	72 <sup>e</sup> ±3.27

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

## 5. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาธูปจุดกันยุงจากใบและลำต้นข้าโดยมีอัตราส่วนของใบและลำต้นข้าต่อซีลี้อยเป็น 100:0 80:20 60:40 40:60 และ 20:80 สามารถนำธูปมาไ้ยุงลายบ้านโดยมีประสิทธิภาพในการไ้ยุง 44-64% และมีคุณสมบัติทางกายภาพของธูปจุดกันยุงที่เหมาะสมคือ ความชื้นน้อยระยะเวลาในการเผาไหม้นานปริมาณเ้า่น้อย และมีปริมาณสารระเหยมากเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทั้งสองชนิด ธูปจุดกันยุงอัตราส่วนข้าต่อซีลี้อย 20:80 จึงมีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาธูปจุดกันยุงจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพต่อไป

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรี ที่อนุเคราะห์ให้ อาหารและอุปกรณ์เลี้ยงยุงลายบ้าน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีในการสนับสนุนทุนวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประจำปีการศึกษา 2559

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปรัชญา สมบูรณ์, “ยุง”, สืบค้น สิงหาคม 20, 2559, จาก <http://www.med.cmu.ac.th>.
- [2] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, “สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์ 2 น้ำมันหอมระเหย”, พิมพ์ครั้งที่ 1, ดีไซน์, กรุงเทพฯ, 2548.
- [3] วรวิมล เจริญศิริ, “ยาจุดกันยุง”. สืบค้น สิงหาคม 27, 2559, จาก <http://www.bangkokhealth.com>.
- [4] ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, และนันทวัน กลิ่นจำปา, “การผลิตธูปหอมจากสารธรรมชาติเพื่อศึกษาสารก่อมะเร็งในควันธูป”, วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 10 ฉบับที่ 3, 2554, หน้า 75-84.
- [5] สมนต์ทิพย์ คงตันจันทร์พัก, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืชสมุนไพรไทยที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงรำคาญ สายพันธุ์ *Culex quinquefasciatus*”,

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, ปีที่ 46 ฉบับที่ 3 (พิเศษ), 2558, หน้า 877-880.

- [6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ธูปหอม”, สืบค้น สิงหาคม 20, 2559 จาก <https://law.resource.org>.
- [7] ไสลเพชร ศรีสุวรรณ, “เทคโนโลยีกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหอม”, พิมพ์ครั้งที่ 1, ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2555.
- [8] วุฒินันท์ คงทัด, “ธูปหอมอีกคุณค่าจากกากไม้กฤษณา”, 2552, สืบค้น สิงหาคม 20, 2559, จาก <http://www.oknation.net>.
- [9] โสภภาพรรณ อมตะเตชะ, “เครื่องหอม ของขำร่วยและสปาไทย”, พิมพ์ครั้งที่ 1, เมธาวิณี, กรุงเทพฯ, 2554.
- [10] เวทิตามิน, “กายานผลิตภัณฑ์มงคล สินค้าที่ทุกบ้านควรมีกลิ่นฟุ้งดมมีมนต์ขลัง”, 2558, สืบค้น สิงหาคม 20, 2559, จาก <http://kadcenter.weloveshopping.com>
- [11] ประภาพathy เอี่ยมโสภณา, อัญญา ประศาสนวิทย์, และสรินนา ชีวะเกรียงไกร, “การศึกษาสมุนไพรพื้นบ้านที่มีฤทธิ์เฉพาะเจาะจงในการควบคุมพาหะนำโรคติดต่อระหว่างประเทศในหลอดทดลอง”, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร, 2551.
- [12] สุจิตบังอร เข้มทอง, วิชัย หลุทัยธนาสันต์, เพ็ญขวัญ ชมปริดา, และวุฒินันท์ คงทัด, “การพัฒนาธูปจุดกันยุงชนิดแห้งจากตะไคร้หอม มะกรูด เปลือกส้มเขียวหวาน และแกนปอสา”, การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, 2545, หน้า 312-319.
- [13] อมลยา สุจิวิรพันธ์พงศ์, “การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข้าเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด”, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.
- [14] อารณ สุราษฎร์, “รายงานวิจัยเรื่องการศึกษาการสกัดนิมบินจากน้ำมันสะเดาโดยวิธีสกัดของเหลวด้วย

- ของเหลว”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 2543.
- [15] ทิวาพร พรหมรัตน์, และวลัยรัตน์ จันทร์ปานนท์, “การศึกษาวิธีการ และสถานะที่เหมาะสมในการสกัดสารจากขมิ้นชันและฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย”, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเศรษฐศาสตร์ สาขาบริหารธุรกิจ, 2549, หน้า 250-257.
- [16] วทันยา ลิ้มพะยอม, ณิชฎา เลหาทกุลจิตต์, ภรณ์ทิพย์ ดุษฎีลาวัฒน์, และเกษรา วามะศิริ, “องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยชิง”, วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 37 ฉบับที่ 3, 2557, หน้า 297-311.
- [17] ปัทวรรณ กล่ำดี, “การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture) หรือวัตถุแห้ง (Dry matter, DM)”, 2559, สืบค้น กันยายน 3, 2559, จาก <http://www.academia.edu>.
- [18] สุภาพร รัตนพันธ์ เพ็ญญา เฟ็งแจ่ม และพนิตา กังซุ่น, “การเตรียมและลักษณะจำเพาะของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด”, วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 17 ฉบับที่ 3 ฉบับพิเศษ, 2557, หน้า 13-21.
- [19] ณัฐธิดา วังธิยอง และคณะ, “การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างฮีสตามีนและแบคทีเรียก่อโรคในเนื้อหมูสดแช่เย็นโดยใช้กระต๊ากเคลือบสารสกัดจากข่า”, FST CMU Research Exercise Journal, 2558, หน้า 1-18.
- [20] ภรณ์ทร สำอางค์ และคณะ, “การพัฒนาผลิตน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากแพทชูลีที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดสิว”, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46: สาขาวิทยาศาสตร์, 2559, หน้า 631-637.
- [21] กระทรวงอุตสาหกรรม, “ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยาจัดกันยุง”, 2556, สืบค้น มีนาคม 22, 2560, จาก <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>.
- [22] กานต์ ศุภนิรันดร์ และเมตตา เจริญพานิช, “ผลของความชื้นที่มีผลต่อการเกิดลูกใหม่ได้เองของถ่านหินซับบิทูมินัส”, วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ฉบับที่ 81 ปีที่ 25, 2555, หน้า 43-57.
- [23] MedThai, “ยูคาลิปตัส สรรพคุณและประโยชน์ของต้นยูคาลิปตัส 15 ข้อ”, 2560, สืบค้น เมษายน 4, 2560, จาก <https://medthai.com>.
- [24] Soonwera, M., “Efficiency of essential oils from citrus plants against mosquito vectors *Aedes aegypti* (Linn.) and *Culex quinquefasciatus* (Say)”, Journal of Agricultural Technology, 2015, pp.669 - 681.
- [25] Pujiarti, R. and Fentiyanti, P.K., “Chemical compositions and repellent activity of *Eucalyptus tereticornis* and *Eucalyptus deglupta* essential oils against *Culex quinquefasciatus* mosquito”, Thai Journal of Pharmaceutical Sciences, 2017, pp.19-24.
- [26] สายใจ วัฒนเสน และสุวรรณี พรหมศิริ, “ประสิทธิภาพของรูปไล่ยุงน้ำส้มควันไม้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวบ้านในเขตภาคใต้”, 2554, สืบค้น มีนาคม 22, 2560, จาก [http://www.herp-nru.psu.ac.th/file/C54039\\_11.pdf](http://www.herp-nru.psu.ac.th/file/C54039_11.pdf).
- [27] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, “ปลอดภัยถ้าใช้ยากันยุงถูกวิธี”, 2552, สืบค้น มีนาคม 24, 2560, จาก <https://db.oryor.com>.
- [28] อีรภาพ เจริญวิริยะภาพ, “นวัตกรรมสมุนไพรหญ้าแฝกไล่ยุง”, Thailand Tech Show ครั้งที่ 1/2559, 2559, หน้า 15-16.