

## การพัฒนาตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ

### Development of cocoon oven using the heat expanding lens from sunlight for increasing baking efficiency

ศุภชัย แก้วจันทร์<sup>1</sup>ชูชาติ พยอม<sup>2</sup>เอกราช นาคนวล<sup>3</sup>

#### บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบครั้งนี้ คณะผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ 2) เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ โดยใช้กระบวนการวิจัยพัฒนาและการวิจัยเชิงปฏิบัติการ อย่างมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบตู้อบรังไหม ดำเนินการสร้างตู้อบรังไหม หาประสิทธิภาพ และศึกษาความพึงพอใจของชุมชนคนเลี้ยงไหมที่มีต่อประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อน หลังการถ่ายทอดความรู้

ผลการสะสมอุณหภูมิและการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบพบว่า ตู้อบสามารถสะสมความร้อนภายในตู้อบเฉลี่ยสูงสุดที่ 72 องศาเซลเซียส ซึ่งในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. ตู้อบจะสะสมความร้อนและมีประสิทธิภาพในการอบมากที่สุด เมื่อทดสอบการสะสมอุณหภูมิและการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบไม่มีเลนส์ขยายความร้อนพบว่า การสะสมความร้อนภายในตู้อบได้เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับ การกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบมีเลนส์ขยายความร้อนและไม่มีเลนส์ขยายความร้อน จะเห็นได้ว่าการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบมีเลนส์ขยายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบสามารถสะสมความร้อนได้มากกว่าแบบไม่มีเลนส์ขยายความร้อน ถึง 12 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาระยะเวลาต่อการเก็บรักษารังไหมอบใช้รังไหมในการทดสอบเฉลี่ยชั้นละ 4,000 กรัม รวมสามชั้น 12,000 กรัมต่อครั้ง อุณหภูมิภายในตู้อบรังไหมที่วัดได้เฉลี่ย 72 องศาเซลเซียส น้ำหนักหลังการอบหรือการสูญเสียความชื้นเฉลี่ย 36.2 เปอร์เซ็นต์ ต่อการอบในแต่ละครั้ง จะได้รังไหมที่แห้งสมบูรณ์เมื่อนำตากแดดมาบดด้วยมือจะละเอียดเป็นผง ซึ่งถือว่ารังไหมแห้งสมบูรณ์ นำรังไหมมาทิ้งไว้ให้เย็นตัวและมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทกันความชื้นย้อนกลับเข้ารังไหมทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องปกติพบว่าสามารถเก็บไว้ได้นาน 6-7 เดือน รังไหมเริ่มขึ้นราเมื่อเปรียบเทียบการตากแห้งแบบภูมิปัญญาชาวบ้านจะใช้วิธีการตากด้วยกระด้งโดยการนำเอารังไหมออกมาผึ่งแดดกลางแจ้งได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง การตากด้วยกระด้งจะต้องคอยพลิกกลับรังไหมขึ้นทุกๆ 4 ชั่วโมง เพื่อให้แดดที่ที่อยู่ในรังไหมแห้งทั่วถึงต้องใช้เวลาในการตากแดด 3-4 วัน ถ้าให้แดดตาย จะต้องใช้เวลา 6-7 วันถึงจะแห้งสมบูรณ์ สามารถเก็บรังไหมไว้ได้เพียง 1 เดือนหลังการตากถ้านานกว่านั้นอาจขึ้นรา

<sup>1</sup> อาจารย์ ดร. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

<sup>3</sup> อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ผลจากการทดสอบคุณภาพรังไหมที่ได้จากการอบนํามาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด เพื่อทดสอบคุณภาพรังไหมทางด้านความยากง่ายในการสาวเส้นไหม โดยใช้การทดสอบการสาวไหม 9 ครั้ง ใช้รังไหมครั้งละ 30 รัง อุณหภูมิน้ำในหม้อต้ม 70-75 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบของอักษที่ใช้ในการสาวที่ 60 รอบต่อนาที ใช้รังไหมที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตั้งแต่ 7.2-37.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าคุณภาพรังไหมทางด้านความยากง่ายในการสาวเส้นไหมที่ได้จากการอบนํามาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด การสาวด้วยรังไหมที่ผ่านการอบลดความชื้นที่ 36.2 เปอร์เซ็นต์ มีคุณภาพการสาวง่ายไม่แตกต่างจากการสาวรังไหมสด และเมื่อทดสอบการสาวรังไหมที่ผ่านการอบลดความชื้นที่ 37.4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป การสาวง่ายต่ำแตกต่างจากการสาวรังไหมสด

ผลการศึกษาความพึงพอใจของชุมชนคนเลี้ยงไหมที่มีต่อประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบมีเลนส์ขยายความร้อนหลังการถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาที่ใช้ในการถ่ายทอดเกี่ยวกับ ขั้นตอนการใช้ตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อน ด้านโครงสร้างชุดรับแสงอาทิตย์ และเลนส์สะท้อนความร้อน ชุดถ่ายเทอากาศหมุนเวียนความร้อนภายในตู้และการสะสมความร้อน ชุดถาดสำหรับใส่รังไหม พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X} = 4.18$ , S.D. = 0.68) จำแนกเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับ ดี ทุกด้าน โดยเรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังนี้ 1) ด้านชุดถ่ายเทอากาศหมุนเวียนความร้อนภายในตู้และการสะสมความร้อน ( $\bar{X} = 4.36$ , S.D. = 0.55) 2) ด้านชุดถาดสำหรับใส่รังไหม ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. 0.72) 3) ด้านโครงสร้างชุดรับแสงอาทิตย์และเลนส์สะท้อนความร้อน ( $\bar{X} = 4.06$ , S.D. = 0.77) ตามลำดับ

**คำสำคัญ :** ตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อน, การเก็บรักษารังไหม

## ABSTRACT

This research entitled “Development of cocoon oven using the heat expanding lens from sunlight for increasing baking efficiency” aimed 1) to create and find the efficiency of cocoon oven using the heat expanding lens from sunlight for increasing baking efficiency; 2) to transfer the created technology that is the cocoon oven using the heat expanding lens from sunlight for increasing baking efficiency. The methodologies used both development process and performance researches. They started from studying the fundamental data and relevant researches for being guidelines to design, construct and find the efficiency of the cocoon oven, including studying satisfaction of silk worm harvesting community for its efficiency of the cocoon oven after technology and knowledge transfer.

Research results are illustrated as the followings. For temperature collecting and heat dispersing in the cocoon oven using the heat expanding lens, the results found that it could collect the maximum average heat at 72°C. It could collect the heat and had the highest efficiency during 11 AM – 2 PM. In contrast, the cocoon oven without the heat expanding lens could collect the maximum average heat at 60°C. Compared with the cocoon oven without the heat expanding lens, the cocoon oven using the heat expanding lens could increase heating temperature up to 12°C.

For studying preserving time of baked cocoon by testing average 4000 g per layer totally 3 layers that were 12000 g per time at the average temperature was 72°C, the cocoon weight after baking or the moisture loss was 36.2% in each baking. The baked cocoon was very dry from grinding the silk worm with hands. After that, the dried cocoons were room temperature-conditioned and then packed in plastic bag; they can preserve during 6-7 months before fungus found. When compared the conventional method of local wisdom, using the



bamboo trays for drying the cocoons in sunlight with turn the cocoons every 4 hour, it takes time about 3-4 days that the silk worms will dead within 6-7 days. Then, they are dried but can preserve on 1 month then fungus found.

For cocoon quality testing by comparing between the silk thread after baking and fresh cocoon in silk easy-reeling using 30 cocoons per time totally 9 times in boiler at 70-75°C, spinning time at 60 rounds per minute, and cocoon moisture contents between 7.2-37.4%, respectively, they found that the reeling quality of the cocoon that was baked to decrease moisture at 36.2% was not different from that of the fresh cocoon. Besides, the baked cocoons to decrease moisture more than 37.4% were decreased in easy-reeling that was different from the fresh cocoon.

For studying the satisfaction of silk worm harvesting community for the efficiency of the cocoon oven using the heat expanding lens from sunlight after technology and knowledge transfer concerning the using process, the cocoon oven structure in sunlight receiving sets and heating reflecting lens, air ventilation sets and heat collecting, and cocoon tray sets, they found that overall satisfaction was in good level ( $\bar{X}$ = 4.18, S.D. = 0.68). In each item from the average highest levels to lower are as the followings; 1) air ventilation sets and heat collecting ( $\bar{X}$ = 4.36, S.D. = 0.55, cocoon tray sets ( $\bar{X}$ = 4.42, S.D. 0.72), and sunlight receiving sets ( $\bar{X}$ =4.06, S.D. = 0.77), respectively.

**Keywords :** Cocoon oven using the heat expanding lens, Cocoon Storage

## บทนำ

ไหม (Silkworm) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Bombyxmori อยู่ในวงศ์ Bombycidae ไหมเป็นแมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Completely metamorphosis insect) แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และผีเสื้อ มีเพียงระยะตัวหนอนเท่านั้นที่กินอาหารซึ่งจะนำสารชนิดต่างๆ จากใบหม่อนไปสร้างความเจริญเติบโต โดยผ่านการย่อยและดูดซึมเป็นปริมาณ 1 ใน 3 ของสารอาหารทั้งหมด ครึ่งหนึ่งของโปรตีนที่ดูดซึมจากใบหม่อนจะถูกนำไปใช้ผลิตสารไหม เมื่อถึงวัย 5 วันแรกต่อมไหม (Silk gland) จะหนักเพียง 6.36 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวไหม เมื่อไหมสุกก่อนเข้าทำรังต่อมไหมจะหนักถึง 41.97 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าปลายวัยที่ 5 สารอาหารโดยเฉพาะโปรตีนเกือบทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นสารที่ใช้ชักใยทำรังหรือเส้นไหมนั่นเอง และเป็นเส้นไหมที่มีคุณค่ามหาศาล หาที่เปรียบมิได้ หลังจากที่มีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไหมมากกว่า 2,000 ปี ทำให้หนอนไหมและผีเสื้อสูญเสียนลักษณะเดิมไปหมดแล้วทำให้การเลี้ยงและการจัดการ สะดวก สบายขึ้นทุกวันนี้ เส้นไหมนอกจากจะใช้เป็นแพรรักษ์แล้วยังนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ได้มากมายหลายอย่าง เช่นเดียวกับหนอนไหมและดักแด้อีกด้วย (กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552)

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมยังมุ่งเน้นอยู่ที่อุตสาหกรรมสิ่งทอ ไม่ว่าจะเป็นระดับครัวเรือนหรือระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เกษตรกรจะผลิตรังไหมหรือสาวเป็นเส้นไหมขายให้กับโรงสาวไหม หรือพ่อค้าคนกลาง เพื่อนำไปขายให้กับโรงงานทอผ้าต่อไป แม้ว่าจะมีการศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของต้นหม่อน หรือหนอนไหม รังไหม ดักแด้ไหม เส้นไหมอยู่บ้าง แต่ก็อยู่ในวงจำกัดและอยู่ในระยะเริ่มต้น การดำเนินงานศึกษา ค้นคว้าวิจัยและพัฒนาประโยชน์จากหม่อนและไหมนั้น จำเป็นต้องใช้นักวิทยาศาสตร์หลายสาขาวิชา ร่วมทำงานไปพร้อมๆ กัน เพื่อทราบข้อมูลและพัฒนาไปได้อย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับ

ต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น ที่มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาหมอนและไหม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ให้มากขึ้น เช่น ด้านการแพทย์ ด้านเสริมความงาม เพื่อเพิ่มมูลค่าของหมอนและไหมให้สูงขึ้นมากกว่าการนำไปทอเป็นผ้าไหม เพียงอย่างเดียว รังไหมที่จะนำไปใช้ในการสาวเส้นใยควรจะนำไปอบให้แห้งเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวเต็มวัยทำลายรังไหม เมื่อออกมาเป็นผีเสื้อ วิธีการดูว่ารังไหมแห่งสมบูรณ์หรือยัง โดยตัดรังไหมเอาดักแด้มาบดด้วยนิ้วมือ ถ้าดักแด้เป็นผงละเอียดโดยง่าย แสดงว่าอบแห้งได้ดีแล้ว วิธีอบแห้งมีหลายแบบขึ้นอยู่กับขนาดและความร้อนที่ใช้ แต่ก็มีหลักอยู่ว่าชั้นแรกใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูง เพื่อไล่ความชื้นที่มีอยู่ในตัวดักแด้ออกและค่อยๆ ลดอุณหภูมิลงเรื่อยๆ ฉะนั้น การกำหนดลงไปว่าจะใช้อุณหภูมิและเวลาการอบแห้งให้แน่ชัดลงไปย่อมไม่ได้

การเก็บรักษารังไหมที่อบแห้งแล้ว (Cocoon Storage) รังไหมที่อบแห้งสมบูรณ์แล้วควรเก็บไว้ในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเก็บไว้ในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดผลเสียคือจะทำให้เชื้อราเข้าทำลายรังไหมนั้น เมื่อนำมาสาวจะได้เส้นใยที่ขาดคุณสมบัติในด้านความเหนียว และการยืดตัว ควรระมัดระวังเรื่องนี้เป็นพิเศษ และห้องที่ใช้เก็บรังไหมควรป้องกัน แมลง มด หนู ที่จะมาทำลายรังไหมได้อย่างดีด้วยเพราะรังไหมถ้าถูกเจาะทำลายแล้วจะไม่สามารถนำมาสาวเป็นเส้นไหมได้เนื่องจากรังไหมที่อบแห้งสมบูรณ์แล้วยังสามารถดูดความชื้นกลับเข้ามาได้อีกเล็กน้อยดังนั้นการอบแห้งเสร็จแล้วควรเก็บรังไหมไว้อย่างน้อย 15 วัน เพื่อให้ความชื้นภายในรังไหมถ่ายเทให้กันจนสม่ำเสมอ จะได้ไม่เกิดปัญหาขณะนำไปต้มและสาวเส้นไหมออกจากรัง

การตากแห้งแบบภูมิปัญญาชาวบ้านจะใช้วิธีการตากด้วยกระดิ่งโดยการนำเอารังไหมออกมาผึ่งแดดกลางแจ้งได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง การตากด้วยกระดิ่งสามารถตากได้ 2 กิโลกรัมต่อกระดิ่งต่อคอยพลิกกลับรังไหมขึ้นทุกๆ 4 ชั่วโมง เพื่อให้ดักแด้ที่อยู่ในรังไหมแห้งทั่วถึง และต้องใช้เวลาในการตาก 3-4 วัน ถ้าให้ดักแด้ตายจะต้องใช้เวลา 7 วัน ถึงจะแห้งสมบูรณ์สามารถเก็บรังไหมไว้ได้ 1 เดือนหลังการตากถ้านานกว่านั้นอาจขึ้นรา

เครื่องตากอบแห้งโดยตรง (Direct Type) การอบแห้งด้วยวิธีนี้อาศัยวัตถุดิบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงวัตถุที่อบแห้งมักจะอยู่ในวัสดุโปร่งใส อากาศภายในเครื่องอบแห้งจะเคลื่อนตัวจากการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและจะพาความชื้นออกจากวัตถุดิบและหมุนเวียนเพื่อถ่ายเทความชื้นภายในเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งแบบนี้อุณหภูมิภายในค่อนข้างสูงอาจสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส ทำให้เวลาในการอบแห้งจะสั้นลง วัตถุดิบที่อบแห้งสะอาดไม่มีสิ่งปนเปื้อนจากภาวะภายนอก รวมถึงแมลงวันและแมลงพาหะต่างๆ ปัจจุบันเครื่องอบแห้งแบบนี้ได้รับการพัฒนาให้มีรูปแบบและวัสดุโปร่งใสให้มีประสิทธิภาพสูง เช่น วัสดุที่ใช้ทำหลังคาต้องโปร่งใสทนทานรังสี UV แสงผ่านเข้าง่ายและสะท้อนออกยาก ทำให้เก็บสะสมความร้อนได้เป็นอย่างดี และมีน้ำหนักเบาเพื่อว่าเป็นวัสดุที่มีการเลือกใช้กันมาก เนื่องจาก มีคุณสมบัติที่ดี ราคาถูก แต่มีปัญหาเรื่องการแตกหักง่าย เครื่องอบแห้งที่มีใช้ในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น แบบตู้อบแห้ง หรืออาจเป็นหลังคาทรงจั่ว (ปริดีเปรม ทศนกุล, 2552)

เกษตรกรรายย่อยมักประสบปัญหาในการสาวไหมเพื่อผลิตเส้นไหม เนื่องจากต้องรีบสาวไหมให้เสร็จก่อนที่ผีเสื้อจะเจาะรังไหมออกมา ซึ่งเป็นเหตุให้รังไหมเสียหาย ไม่สามารถสาวเป็นเส้นไหมได้ ถึงแม้ว่าจะนำไปตากแดดเพื่อตัดวงจรชีวิตไหม (ให้ดักแด้รังไหมตาย) แต่ก็เก็บได้ไม่นานเพราะดักแด้ไหมที่ตายจากการนำไปตากแดดจะเน่า และส่งกลิ่นเหม็นซึ่งเป็นอาหารที่มด แมลง ซึ่งเป็นศัตรูของดักแด้มาเจาะเข้าไปกินดักแด้ทำให้รังไหมเสียหาย วิธีการที่ดีควรทำให้ดักแด้ไหมแห้งจนไม่มีความชื้น และไขมันโปรตีนเหลืออยู่เลย จากประเด็นดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดจะ “สร้างตู้อบรังไหมโดยใช้เลนส์ขยายเพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบขึ้น” ให้เป็นตู้อบรังไหมขนาดเล็ก สามารถอบรังไหมสดได้ครั้งละ 12-30 กิโลกรัมโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์และเลนส์นูนขยายความร้อนทำหน้าที่รวมแสงและสะสมความร้อนเพิ่มมากขึ้นในตู้อบโดยขนานไปตัดกันที่จุดๆ หนึ่ง ซึ่งแนวหรือทิศทางของแสงที่เข้ามายังเลนส์สามารถเขียนแทนด้วยรังสีของแสงถ้าแสงมาจากระยะไกลมากเรียกระยะนี้ว่า ระยะอนันต์ เช่น แสงจากดวงอาทิตย์หรือดวงดาวต่างๆ แสงจะส่องมาเป็นรังสีขนาน เมื่อรังสีของแสงผ่านเลนส์จะมีการหักเหไปรวมกันที่จุดหนึ่งเรียกว่าจุดโฟกัส (F) ระยะจากจุดโฟกัสถึงกึ่งกลางเลนส์เรียกว่าความยาวโฟกัส (f) และเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวทั้งสองของเลนส์เรียกว่าแกนมุขสำคัญ (เลนส์นูน, 2556) โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางการสาวไหมเสียหายและยังคงรักษาคุณภาพของเส้นไหมไว้คงเดิม และเมื่อเวลาการสาวไหมได้โดยไม่รับร้อนจะทำให้ได้เส้นไหมที่มีคุณภาพ



### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ
2. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ

### ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยพัฒนาตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบประกอบด้วย

1. ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - 1.1 คณะผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มประชากรกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคือ กลุ่มเลี้ยงไหมและทอผ้าไหม บ้านยาง หมู่ 12 ตำบลเมืองลิง อำเภोजอมพระ จังหวัดสุรินทร์ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่มีการเลี้ยงไหมและนิยมตากรังไหมเก็บไว้สาวไหมหลังทำนาในหมู่บ้านต้นแบบเมืองลิงโมเดลของจังหวัดสุรินทร์
  - 1.2 คณะผู้วิจัยใช้ไหมพันธุ์ผสม “เหลืองสุรินทร์” เป็นเส้นไหมที่ใช้ในกลุ่มเลี้ยงไหมและทอผ้าไหม จังหวัดสุรินทร์นิยมใช้กันมากที่สุด
2. ด้านการสร้างตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ
  - 2.1 ชุดโครงสร้าง
  - 2.2 ชุดรับแสงอาทิตย์และเลนส์สะท้อนความร้อน
  - 2.3 ชุดถ่ายเทอากาศหมุนเวียนความร้อนภายในตู้เพื่อดันความชื้นออกภายนอก
  - 2.4 ชุดถาดสำหรับใส่รังไหมอบมี 6 ถาด มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง 71 x 99 x 2 (เซนติเมตร)
  - 2.5 ชุดสะสมความร้อนจากเลนส์ขยายความร้อน
3. ด้านประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ
  - 3.1 พิจารณาจากผลในการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ
  - 3.2 พิจารณาจากผลการทดสอบประสิทธิภาพการอบรังไหมแบบไม่มีเลนส์และแบบมีเลนส์เพิ่มอุณหภูมิ
  - 3.3 พิจารณาจากระยะเวลาในการอบและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดักแด้ในรังไหมที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา และแบคทีเรีย ซึ่งทำให้เกิดการเน่าเสียของรังไหม
  - 3.4 พิจารณาจากคุณภาพรังไหมที่ได้จากการอบนำมาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด เพื่อทดสอบคุณภาพรังไหมทางด้านการสาวเส้นไหม
  - 3.5 พิจารณาจากการศึกษาความพึงพอใจของชุมชนคนเลี้ยงไหมที่มีต่อประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ หลังการถ่ายทอดความรู้

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบครั้งนี้ คณะผู้วิจัยมีกระบวนการวิจัยทั้งกระบวนการวิจัยพัฒนา และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีขั้นตอนการวิจัย 5 ขั้นตอน โดยวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนและรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ขั้นตอนการออกแบบตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ
3. ขั้นตอนการสร้างตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ
4. ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ
5. ขั้นตอนการศึกษาความพึงพอใจของชุมชนคนเลี้ยงไหมที่มีต่อประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบหลังการถ่ายทอดความรู้

### ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

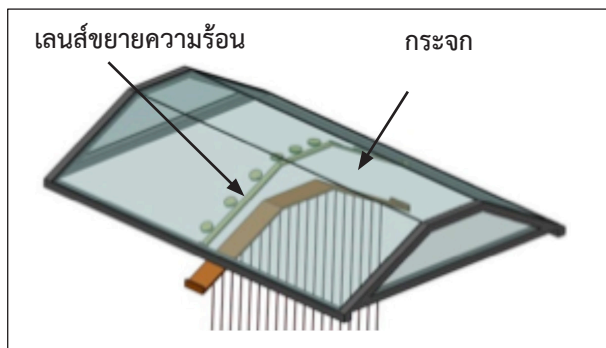
ขั้นตอนนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสารตำรา ผลการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ตู้บร้งใหม่ที่มีอยู่ในปัจจุบันและพลังงานที่ใช้ในการให้ความร้อนในการอบในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการอบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นพบว่าปัญหาด้านการเก็บรักษารังไหมสดเป็นสาเหตุที่ทำให้ แมลง มด หนู มาทำลายรังไหมจนเสียหายไม่สามารถนำมาสาวเป็นเส้นไหมได้อีกปัจจุบันชาวบ้านใช้การตากแดดเพื่อให้ความชื้นภายในรังไหมหมดหรือหนอนไหมแห้ง เพื่อเก็บรักษารังไหมไว้สำหรับสาวเอาเส้นไหมหลังทำนาหรือเวลาว่างหลังทำเกษตรกรรมแต่ก็ต้องคอยพลิกกลับรังไหมขึ้นทุกๆ 4 ชั่วโมง เพื่อให้แดดที่อยู่ในรังไหมแห้งทั่วถึง และต้องใช้เวลาในการตาก 3-4 วันถ้าให้แดดตายจะต้องใช้เวลาถึง 6-7 วัน ถึงจะแห้งสมบูรณ์ สามารถเก็บรังไหมไว้ได้ 1 เดือนหลังการตากถ้านานกว่านั้นอาจขึ้นรา

### ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบตู้บร้งใหม่แบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ

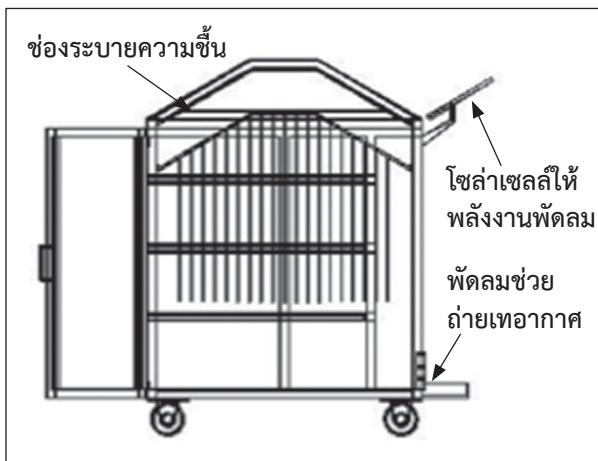
ขั้นตอนนี้ คณะผู้วิจัยได้นำปัญหาจากการเก็บข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางในการออกแบบให้สามารถบร้งไหมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และมีโครงสร้างที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยมีรายละเอียดตามแบบภาพที่ 1-4



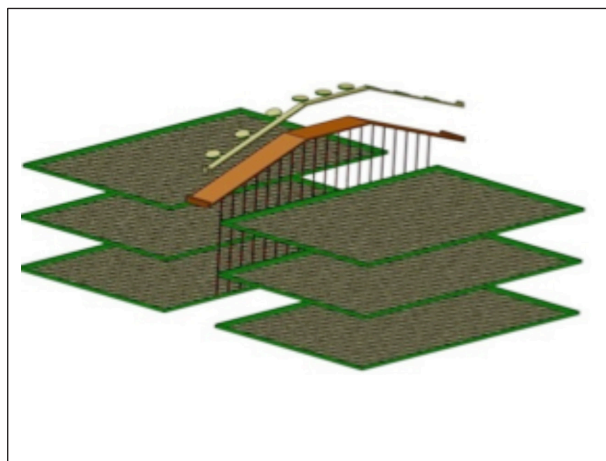
ภาพที่ 1 แบบภาพโครงสร้างตู้อบ



ภาพที่ 2 แบบภาพชุดรับแสงและเลนส์ขยายความร้อน



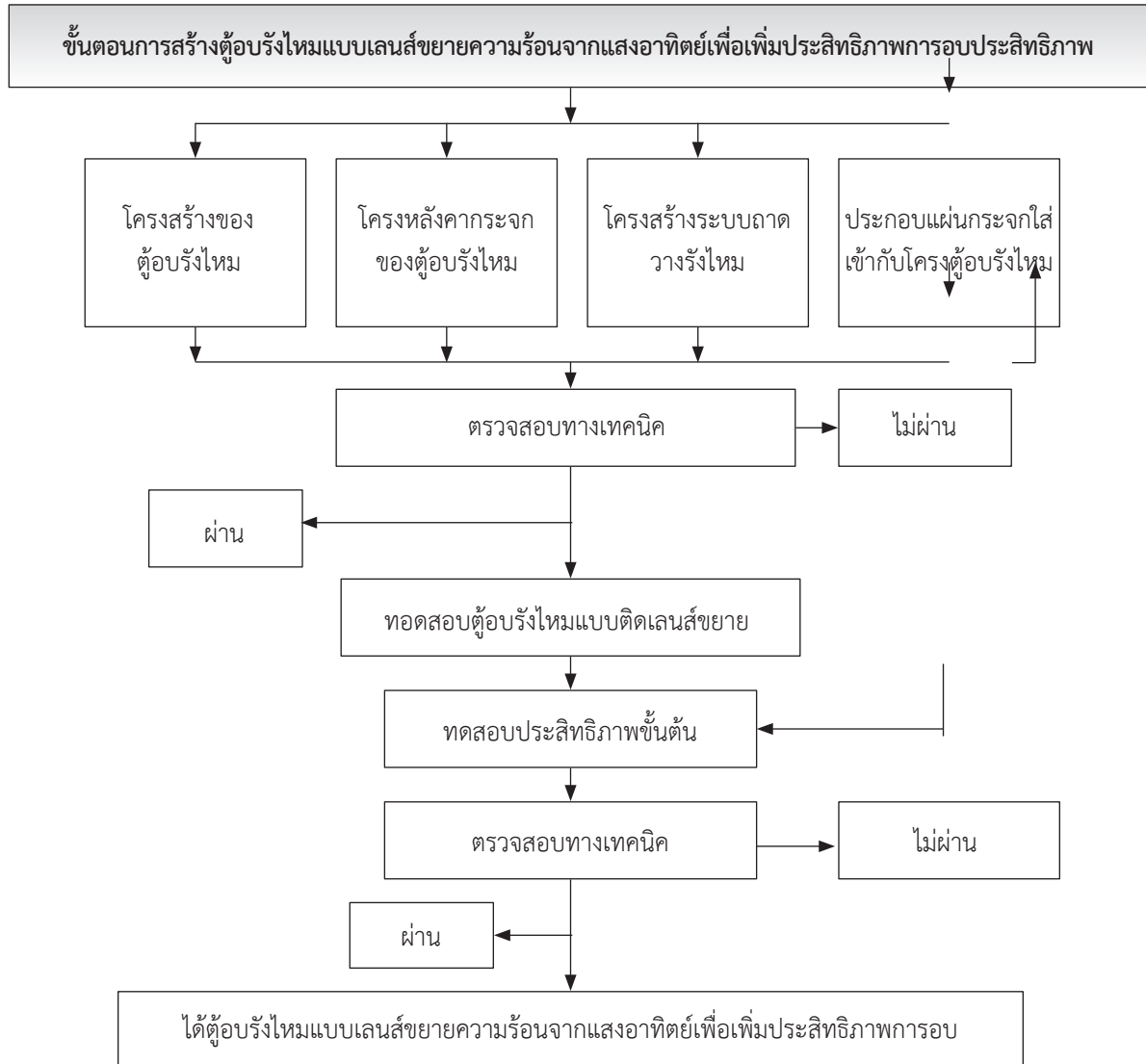
ภาพที่ 3 แบบภาพชุดถ่ายเทอากาศหมุนเวียนความร้อนด้วยพัดลมที่ใช้พลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์



ภาพที่ 4 แบบภาพชุดถาดสำหรับใส่รังไหม

**ขั้นตอนที่ 3 การสร้างตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ**

ขั้นตอนนี้ คณะผู้วิจัยนำผลการออกแบบมาเป็นแนวทางในการสร้างตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบตามที่กำหนดและทดลองประสิทธิภาพขั้นต้นก่อนนำไปถ่ายทอด โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ

#### ขั้นตอนที่ 4 การหาประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ

1. พิจารณาจากผลในการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนเพิ่มอุณหภูมิ
2. พิจารณาจากผลการทดสอบประสิทธิภาพการอบรังไหมแบบไม่มีเลนส์และแบบมีเลนส์เพิ่มอุณหภูมิ
3. พิจารณาจากระยะเวลาในการอบและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดักแด้ในรังไหมที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา และแบคทีเรีย ซึ่งทำให้เกิดการเน่าเสียของรังไหมในขั้นตอนนี้นักวิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และการกำหนดเกณฑ์ในการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดักแด้ในรังไหมคณะผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก (วัดณา หมุ่มศรี และปริญญา พิมพ์จันทร์, 2550) ดังนี้

$$W = \frac{(M - d)}{M} \times 100$$

|               |   |   |                               |
|---------------|---|---|-------------------------------|
| เมื่อกำหนดให้ | W | = | เปอร์เซ็นต์ความชื้น           |
|               | M | = | น้ำหนักเริ่มต้นของวัสดุก่อนอบ |
|               | d | = | น้ำหนักแห้งของวัสดุหลังอบ     |

4. พิจารณาจากคุณภาพรังไหมที่ได้จากการอบนำมาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด เพื่อทดสอบคุณภาพรังไหมทางการสาวเส้นไหมในขั้นตอนนี้นักวิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพรังไหมที่ได้จากการอบนำมาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด เพื่อทดสอบคุณภาพรังไหมทางการสาวเส้นไหม (โดยใช้เครื่องสาวไหมแบบกึ่งอัตโนมัติได้รับทุนจากเครือข่ายบริการการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สกอ.) (ชูชาติ พยอม และคณะ 2550) มาทำการทดสอบการสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสดเพื่อทดสอบคุณภาพรังไหมทางการสาวเส้นไหม

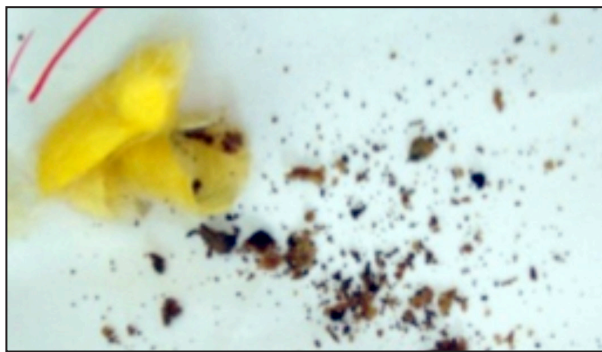


ภาพที่ 6 ตรวจสอบและนำรังไหมใส่ในชั้นภายในตู้อบรังไหมก่อนการทดสอบรังไหมเพื่อจะทำการอบ





ภาพที่ 7 เริ่มทดสอบการอบรังไหม



ภาพที่ 8 รังไหมที่อบใช้เวลา 10 ชั่วโมง ดักแต่ไหมแห้งจนไม่มีความชื้นและไขมันโปรตีนเหลืออยู่

ขั้นตอนที่ 5 การศึกษาความพึงพอใจของชุมชนคนเลี้ยงไหมที่มีต่อประสิทธิภาพตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ หลังการถ่ายทอดความรู้

ในขั้นตอนนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจหลังการถ่ายทอดความรู้ของกลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงไหมที่ผลิตเส้นไหมจำหน่าย บ้านยาง หมู่ 12 ตำบลเมืองลิง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 55 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเลี้ยงไหมและผลิตเส้นไหม เพื่อตอบความเหมาะสมของตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนในด้านโครงสร้างชุดรับแสงอาทิตย์และเลนส์สะท้อนความร้อนชุดถ่ายเทอากาศหมุนเวียนความร้อนภายในตู้และการสะสมความร้อน ชุดถ่ายสำหรับใส่รังไหม ว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี คือ มีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก คือ 3.50 ขึ้นไป จะถือว่าตู้อบมีประสิทธิภาพ โดยวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean: ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation :S.D.) การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)



ภาพที่ 9 ถ่ายทอดความรู้ให้ชุมชนบ้านยาง หมู่ 12 ตำบลเมืองลิง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์



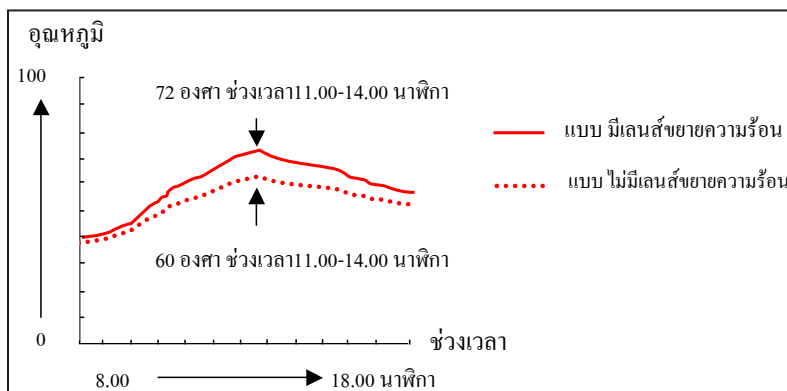
ภาพที่ 10 มอบตู้อบรังไหมไว้ให้ชาวบ้านทดลองใช้และเข้าไปตรวจเยี่ยมอยู่เสมอ

### สรุปผลการวิจัย

ผลการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบมีเลนส์ขยายความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิพบว่า ในช่วงเวลา 8.00-11.00 น. อุณหภูมิภายในตู้ (ต่ำสุด) เฉลี่ย 40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้ (สูงสุด) เฉลี่ย 64 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอก เฉลี่ย 39 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. อุณหภูมิภายในตู้ (ต่ำสุด) เฉลี่ย 61 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้ (สูงสุด) เฉลี่ย 72 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอก เฉลี่ย 42 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 14.00-18.00 น. อุณหภูมิภายในตู้ (ต่ำสุด) เฉลี่ย 58 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้ (สูงสุด) เฉลี่ย 66 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอก เฉลี่ย 41 องศาเซลเซียส ซึ่งจะพบว่าการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบมีเลนส์ขยายความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิสามารถสะสมความร้อนได้โดยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 72 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. ตู้อบจะสะสมความร้อนและมีประสิทธิภาพในการอบมากที่สุด

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการอบรังไหมแบบไม่มีเลนส์ พบว่าการสะสมอุณหภูมิและการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบไม่มีเลนส์ขยายความร้อนสามารถสะสมความร้อนได้โดยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. ตู้อบจะสะสมความร้อนและมีประสิทธิภาพในการอบมากที่สุด

เมื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบมีเลนส์ขยายความร้อน และแบบไม่มีเลนส์ขยายความร้อน จะเห็นได้ว่าการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิสามารถสะสมความร้อนได้โดยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 72 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 11.00 - 14.00 น. ตู้อบจะสะสมความร้อนและมีประสิทธิภาพในการอบมากกว่า การสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบไม่มีเลนส์ขยายความร้อนซึ่งสามารถสะสมความร้อนได้โดยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. ซึ่งน้อยกว่าการใช้เลนส์ขยายความร้อน ถึง 12 องศาเซลเซียสดังภาพที่ 11

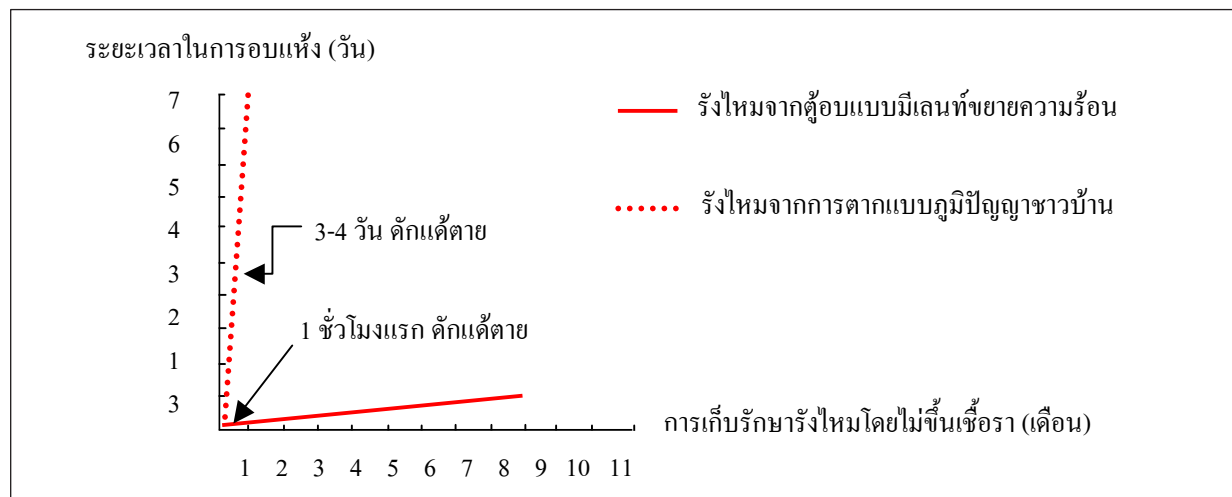


ภาพที่ 11 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสะสมอุณหภูมิ และการกระจายความร้อนภายในตู้อบรังไหมแบบมีเลนส์ขยายความร้อนเพิ่มอุณหภูมิ และแบบไม่มีเลนส์ขยายความร้อน



ผลจากระยะเวลาในการอบและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดักแด้ในรังใหม่ที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรีย ซึ่งทำให้เกิดการเน่าเสียของรังใหม่ พบว่า ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพตู้อบรังใหม่แบบมีเลนส์ขยายความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ ในขั้นที่ 1-3 ใช้เวลาประมาณ 10 ชั่วโมง ใช้รังใหม่เฉลี่ยชั้นละ 12,000 กรัม โดย อุณหภูมิภายในตู้อบรังใหม่ที่วัดได้เฉลี่ย 72 องศาเซลเซียส น้ำหนักหลังการอบในแต่ละชั้นรวมเฉลี่ย 2550 กรัม ถ้าคิดการสูญเสียความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 36.2 เปอร์เซ็นต์ ต่อการอบในแต่ละครั้ง ซึ่งรังใหม่จะแห้งสมบูรณ์เมื่อนำมาบดดักแด้ด้วยมือแล้วจะละเอียดเป็นผงซึ่งถือว่ารังใหม่แห้งสมบูรณ์

ผลการศึกษาระยะเวลาต่อการเก็บรักษารังใหม่อบที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 36.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำรังใหม่มาทิ้งไว้ให้เย็นตัวและมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทกันความชื้นย้อนกลับเข้ารังใหม่ และไว้ในอุณหภูมิห้องปกติ พบว่า สามารถเก็บไว้ได้นาน 6-7 เดือน รังใหม่เริ่มขึ้นราจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพตู้อบรังใหม่แบบมีเลนส์ขยายความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ ใช้เวลาในการอบรังใหม่เพียงแค่ 10 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบการตากแห้งแบบภูมิปัญญาชาวบ้านจะใช้วิธีการตากด้วยกระดิ่งโดยการนำเอารังใหม่ออกมาพึ่งแดดกลางแจ้งได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงการตากด้วยกระดิ่งสามารถตากได้ 2 กิโลกรัมต่อกระดิ่งต้องคอยพลิกกลับรังใหม่ขึ้นทุกๆ 4 ชั่วโมง เพื่อให้ดักแด้ที่อยู่ในรังใหม่แห้งทั่วถึง และต้องใช้เวลาในการตาก 3-4 วัน ถ้าให้ดักแด้ตาย จะต้องใช้เวลาถึง 6 - 7 วัน ถึงจะแห้งสมบูรณ์ สามารถเก็บรังใหม่ไว้ได้ 1 เดือนหลังการตากถ้านานกว่านั้นอาจขึ้นรา ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 กราฟเปรียบเทียบระยะเวลาการอบและระยะเวลาการเก็บรักษารังใหม่จากตู้อบรังใหม่แบบมีเลนส์ขยายความร้อน และแบบภูมิปัญญาชาวบ้านโดยวิธีการตากแดดด้วยกระดิ่ง

ผลการทดสอบคุณภาพรังใหม่ที่ได้จากการอบนำมาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด ทางด้านการสาวเส้นไหม พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพรังใหม่ที่ได้จากการอบนำมาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด เพื่อทดสอบคุณภาพรังใหม่ทางด้านการสาวเส้นไหม โดยใช้การทดสอบการสาวไหม 9 ครั้ง ใช้รังใหม่ครั้งละ 30 รัง อุณหภูมิน้ำในหม้อต้ม 70-75 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบของอักษที่ใช้ในการสาวที่ 60 รอบต่อนาที ใช้รังใหม่ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตั้งแต่ 7.2-37.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบการสาวด้วยรังใหม่ที่ผ่านการอบลดความชื้นที่ 36.2 เปอร์เซ็นต์ การสาวง่าย ไม่แตกต่าง จากรังไหมสด และเมื่อทดสอบสาวรังใหม่ที่ผ่านการอบลดความชื้นที่ 37.4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป การสาวง่ายต่ำ แตกต่างจากรังไหมสด

ผลการศึกษาความพึงพอใจของชุมชนคนเลี้ยงไหมที่มีต่อประสิทธิภาพตู้อบรังใหม่แบบเลนส์ขยายความร้อน หลังการถ่ายทอดความรู้เป็นเนื้อหาที่ใช้ในการถ่ายทอดเกี่ยวกับ ขั้นตอนการใช้ตู้อบรังใหม่แบบเลนส์ขยายความร้อน ในด้านโครงสร้างชุดรับแสงอาทิตย์และเลนส์สะท้อนความร้อน ชุดถ่ายเทอากาศหมุนเวียนความร้อนภายในตู้และการสะสม ความร้อน ชุดลาดสำหรับใส่รังไหม พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X} = 4.18$ , S.D. = 0.68) จำแนกเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับ ดี ทุกด้าน โดยเรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังนี้ 1) ด้านชุดถ่ายเทอากาศหมุนเวียนความร้อนภายในตู้และการสะสมความร้อน ( $\bar{X} = 4.36$ , S.D. = 0.55)

2) ด้านชุดถาดสำหรับใส่รังไหม ( $\bar{X}$  = 4.42, S.D. 0.72) 3) ด้านโครงสร้างชุดรับแสงอาทิตย์และเลนส์สะท้อนความร้อน ( $\bar{X}$  = 4.06, S.D. = 0.77) ตามลำดับ

### อภิปรายผล

คุณภาพรังไหมที่ได้จากการอบนำมาสาวเส้นไหมเปรียบเทียบกับรังไหมสด เพื่อทดสอบคุณภาพรังไหมทางด้านการสาวเส้นไหม โดยการใช้การทดสอบการสาวไหม 9 ครั้ง ใช้รังไหมครั้งละ 30 รัง อุณหภูมิน้ำในหม้อต้ม 70-75 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบของอักษที่ใช้ในการสาวที่ 60 รอบต่อนาที ใช้รังไหมที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตั้งแต่ 7.2-37.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบการสาวด้วยรังไหมที่ผ่านการอบลดความชื้นที่ 36.2 เปอร์เซ็นต์ การสาวง่ายไม่แตกต่างจากรังไหมสด และเมื่อทดสอบสาวรังไหมที่ผ่านการอบลดความชื้นที่ 37.4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป การสาวง่ายต่ำ แตกต่างจากรังไหมสดซึ่งสอดคล้องกับ วรพจน์ รักสังข์ (2546) เปรียบเทียบคุณภาพเส้นไหมที่สาวได้จากรังไหมสดและรังไหมอบแห้ง (Comparison on Raw Silk Qualities between Fresh and Dried Cocoon Reeling) จากผลการทดลองพบว่าการสาวไหมจากรังไหมสด และรังไหมอบแห้งให้คุณสมบัติด้านการสาวไหมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งด้านเปอร์เซ็นต์การสาวง่ายคือ 69.2 และ 68.9 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เส้นใยคือ 12.68 และ 12.44 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลทางด้านคุณภาพเส้นไหมก็ไม่แตกต่างทางสถิติแต่รังไหมอบแห้งมีแนวโน้มที่จะมีคุณภาพดีกว่าทั้งในด้านความเรียบ และความสะอาดเส้นไหม คือ 59.58 และ 68.52 คะแนน ความเหนียวของเส้นไหม มีค่า 3.54 และ 3.673 กรัม/ดีเนียร์ และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวมีค่า 18.22 และ 19.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งแสดงว่าการสาวไหมรังสดกระทำได้โดยที่ไม่เกิดความยากในการสาวไหมเมื่อเทียบกับการสาวไหมโดยใช้รังไหมอบแห้งแต่คุณภาพเส้นไหมที่ได้จะมีคุณภาพด้อยกว่าการสาวไหมจากรังไหมอบแห้งทั้งนี้เพราะการอบรังไหมนั้นเปลือกรังไหมถูกไล่ความชื้นออกไปทำให้เส้นไหมในรังไหมมีแรงดึงเพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพเส้นไหมที่ได้ออกมามีคุณภาพดีกว่า

### ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้พบข้อเสนอนะในการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะงานวิจัยที่ควรทำวิจัยในครั้งต่อไปเพื่อจะทำให้การอบรังไหมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนำเสนอไว้ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการดำเนินการวิจัย
  - 1.1 ควรเพิ่มขนาดของเลนส์ขยายเพื่อเพิ่มความร้อนมากขึ้น
  - 1.2 วัสดุที่ใช้ในการทำโครงสร้างควรเน้นวัสดุที่ไร้สนิมและมีน้ำหนักเบาสวยงามสะดวกในการเคลื่อนย้าย
2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป
  - 2.1 ควรศึกษาและพัฒนาตู้อบแบบอนุกรมประสงคโดยใช้เลนส์ขยายเพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบ
  - 2.2 ควรศึกษาและพัฒนาตู้อบแบบลมร้อนที่ใช้พลังงานความร้อนจากการเผาเศษไม้เพื่อลดปัญหาเรื่องแสงอาทิตย์ในช่วงฤดูฝนซึ่งมีแสงอาทิตย์น้อย

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำสำเร็จลุล่วงลงได้เพราะได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ตามมติคณะรัฐมนตรี และความร่วมมือให้คำชี้แนะข้อมูลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นกลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงไหมที่ผลิตเส้นใยไหมจำหน่ายบ้านยาง หมู่ 12 ตำบลเมืองลิง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ โดยเฉพาะ นายประเสริฐ สุขจิต นายกองค้การบริหารส่วนตำบลเมืองลิง และนางวันฉวี คำวงษา ผู้ใหญ่บ้านยาง หมู่ 12 ตำบลเมืองลิง อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ ที่ให้ความสะดวกในเรื่องสถานที่ในการถ่ายทอดความรู้ และประสานงานกับชุมชนให้เป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้



## เอกสารอ้างอิง

- กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2552). **วงจรชีวิตของตัวไหม**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaingo.org/cgi-bin/content/content1/show> (สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2559.)
- ปรีดีเปรม ทัศนกุล. (2552). **ยางแผ่นอบแห้ง**. กรุงเทพมหานคร :หนังสือพิมพ์กสิกรไทย
- เลนส์นูน. (2556). **เลนส์นูน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2432209100/20.htm> (สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2559.)
- วัฒนา หมุ่มศรี และปริญญา พิมพ์จันทร์. (2550). **ปัญหาพิเศษ เรื่อง เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรกลวิธาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- วรพจน์ รักสังข์. (2546). **เปรียบเทียบคุณภาพเส้นไหมที่สาวได้จากรังไหมสดและรังไหมอบแห้ง**. งานวิจัยศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา : สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร.