

# รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

## ปี 2557

1. **ชุดโครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับลำไย
2. **โครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาโรงอบแห้งพลังงานร่วมสำหรับการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง
3. **ชื่อการทดลอง** วิจัยและพัฒนาโรงอบแห้งพลังงานร่วมสำหรับการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง  
Research and Development on Drying Plant of Co-Alternative Energy for Golden Dried Longan Flesh

#### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

**หัวหน้าการทดลอง** นายชัยวัฒน์ เผ่าสันตติพานิชย์ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

**ผู้ร่วมงาน** นายสนอง อมฤกษ์<sup>1</sup>, นายเกรียงศักดิ์ นักผูก<sup>1</sup>, นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ<sup>1</sup>, นายธีรศักดิ์ โกเมฆ<sup>1</sup>, นายปรีชา ชมเชียงคำ<sup>1</sup>, นายเวียง อากรสี<sup>2</sup>

#### 5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิจัยพัฒนาปรับปรุงโรงอบแห้งแบบพื้นบ้านให้มีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อน และช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้ง รวมทั้งมีการประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อสำรองใช้ร่วมในกระบวนการอบแห้ง โดยปรับปรุงพัฒนาและสร้างเป็นโรงอบแห้งพลังงานร่วมสำหรับการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง ได้ต้นแบบโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา ห้องอบแห้งขนาดเฉลี่ย (กว้าง x ยาว x สูง) 2.50 x 3.50 x 2.80 เมตร ใช้ผนัง เพดาน และบานประตู เป็นวัสดุแผ่นยิบซัมบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร ซึ่งถูกหุ้มปิดหน้าหลังด้วยแผ่นเมทัลชีท หนา 0.35 มิลลิเมตร มีแหล่งกำเนิดความร้อน ใช้เตาฟืนแบบปรับปรุงชนิดหัวเตาเดี่ยว มีฝาเหล็กปิดหน้าเตา ติดตั้งท่อลมเป่าอากาศ ภายในหัวเตาใช้ท่อตันไฟจำนวน 2 ช่อง ต่อด้วยท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.29 เมตร ต่อทอดยาวไปตามพื้นห้องอบแห้ง แล้ววกกลับมาต่อเชื่อมกันด้วยข้อต่อสามทาง ทะลุผ่านผนังออกเป็นท่อปล่องควัน มีระบบการกระจายลมร้อนให้สม่ำเสมอในการอบแห้ง ด้วยพัดลมแบบใบพัดตรง ขนาด 24 นิ้ว จำนวน 6 ตัว และมีระบบการระบายอากาศ ขึ้นออกทางด้านบนห้องอบแห้ง มีโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบ สวศ. ขนาดเฉลี่ย (กว้าง x ยาว x สูง) 6.00 x 6.00 x 2.70 เมตร เป็นแหล่งพลังงานความร้อนร่วม เพื่อนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มาสำรองใช้ร่วมในกระบวนการอบแห้งเนื้อลำไย จากผลการทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไยสดด้วยโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา ที่ปริมาณ 500 กิโลกรัม ความชื้นเริ่มต้น 86.46% จนเหลือความชื้นสุดท้าย 18.91% พบว่าใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนาน 10 ชั่วโมง ซึ่งดีกว่าโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้าน คือเร็วขึ้น 4 ชั่วโมง และพบว่าอัตราค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงไม้ฟืนสำหรับพลังงานความร้อน มีอัตราค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง 0.50 บาทต่อกิโลกรัมสด ซึ่งก็ถูกกว่าโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้าน คือ ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 0.41 บาทต่อกิโลกรัมสด หรือ ประหยัดถึง 410 บาทต่อตันเนื้อลำไยสด

1 ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

2 ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น จ.ขอนแก่น

## 6. คำนำ

การแปรรูปลำไยโดยเฉพาะลำไยอบแห้ง เริ่มมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในการรองรับผลผลิตและมีการขยายตัวสูงมากขึ้น (กรมการค้าภายใน, 2539) เมื่อปี พ.ศ. 2539 ภาครัฐโดยกระทรวงพาณิชย์และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้มีนโยบายช่วยเหลือเกษตรกรในการระบายผลผลิตที่ล้นตลาดและราคาตกต่ำ ได้แก่ การสนับสนุนการแปรรูปลำไยอบแห้งในปริมาณมากๆ โดยได้จัดซื้อเตาอบลำไย การให้กู้ยืมเงินแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการแปรรูปลำไยอบแห้งวงเงิน 90 ล้านบาท โดยจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ ต่อมาปี พ.ศ. 2548 ภาครัฐโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้มีนโยบายการบริหารจัดการลำไย เน้นการดูแลการผลิตลำไยให้มีคุณภาพดี มีมาตรฐาน เป็นที่ยอมรับของตลาด ช่วยทำให้เกษตรกรขายลำไยได้ในราคาดี มีรายได้เพิ่มขึ้น ได้แก่ การสนับสนุนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง การผลิตลำไยอบแห้งเนื้อสีทอง เป็นวิธีการหนึ่งในการแปรรูปลำไย ที่มีการใช้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกจากเนื้อลำไย จนกระทั่งเนื้อลำไยมีความชื้นต่ำไม่เกิน 18 % เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และแบคทีเรีย ทำให้สามารถยืดระยะเวลาการเก็บรักษา และช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตด้วย การอบแห้งเป็นกรรมวิธีที่ต้องการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูง และนโยบายจากรัฐบาลด้านพลังงานของประเทศ ได้มีเป้าหมายให้เพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นร้อยละ 8 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศภายในปี พ.ศ. 2554 (กระทรวงพลังงาน, 2549) ซึ่งนับเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างมากสำหรับรัฐบาลและหน่วยงานที่รับผิดชอบ โดยภาคการเกษตร หน่วยงานกรมวิชาการเกษตรเป็นอีกหน่วยงานหนึ่ง ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนของการจัดหาพลังงานทดแทน เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช การส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อการผลิตไบโอดีเซล และส่งเสริมการปลูกพืชเพื่อนำไปแปรรูปเป็นเอทานอลเพื่อแก้ไขวิกฤตพลังงาน ตลอดจนการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมและการใช้ผลิตผลทางการเกษตรทั้งหมดให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยให้มีการเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปแบบพลังงานทดแทนที่มีประสิทธิภาพสูง

การแปรรูปลำไยอบแห้งด้วยปริมาณที่มากขึ้น มักมีปัญหาต่างๆขึ้น เช่น ต้องเป็นพันธุ์ลำไยที่เหมาะสม การควบคุมอุณหภูมิ ระยะเวลาในการอบ ขั้นตอนและชั้นคุณภาพยังไม่ได้มาตรฐาน และปัญหาที่สำคัญในการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งสีทองด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบต่างๆ ทั้งระดับเกษตรกรและระดับวิสาหกิจชุมชน คือ ความต้องการใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซหุงต้ม (LPG) มีปริมาณที่สูงมากในช่วงฤดูการอบแห้งลำไย จะทำให้เกิดการขาดแคลนก๊าซหุงต้ม และส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมแปรรูปลำไยได้

ในการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งสีทองด้วยโรงอบแห้งแบบพื้นบ้านที่ใช้เตาฟืนนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่ในภาคเหนือยังมีใช้กันอยู่ทั่วไป เนื่องจากข้อดีของเตาฟืนคือ ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนในการอบแห้งต่ำกว่าการใช้ก๊าซหุงต้ม และหาได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีโรงอบแห้งแบบพื้นบ้านอยู่แล้ว ไม่ต้องลงทุนใหม่ เพียงปรับปรุงพัฒนาเป็นทางเลือกสำหรับใช้งานได้ในกรณีเกิดวิกฤตการขาดแคลนก๊าซหุงต้มหรือราคาก๊าซสูงขึ้น

การประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อมาสำรองใช้ร่วมในการอบแห้งเนื้อลำไย พบว่าปัจจุบันเทคโนโลยีหลักที่ถูกนำมาใช้ในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อนเพื่อการอบแห้ง

พืชผลทางการเกษตรทำได้ 2 แบบคือ การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงผ่านวัสดุโปร่งแสง และการใช้ความร้อนจากมวลอากาศร้อนที่แผ่รังสีดวงอาทิตย์ โรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบ สวศ. เป็นการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงผ่านวัสดุโปร่งแสง รังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกหรือพลาสติกใส จะถูกพืชผลทางการเกษตรและองค์ประกอบต่างๆภายในโรงเรือนกระจกดูดกลืนไว้แล้วเปลี่ยนเป็นความร้อน วัสดุภายในโรงเรือนจะแผ่รังสีอินฟราเรดที่เป็นคลื่นช่วงสั้นออกมา แต่ไม่สามารถผ่านกระจกออกมาภายนอกได้ ทำให้อากาศในโรงเรือนกระจกร้อนขึ้นและถ่ายเทความร้อนให้พืชผลทางการเกษตร ปัจจุบันโรงเรือนกระจกได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วัสดุแผ่นโพลีคาร์บอเนตแทนกระจก เนื่องจากสามารถตัดโค้งได้ง่ายมีน้ำหนักเบา และแสงอาทิตย์ผ่านได้ดี มีพัดลมระบายอากาศเพื่อดูดความชื้นผลิตภัณฑ์ออกภายนอกระบบอบแห้ง เหมาะสมกับการอบแห้งเครื่องเทศ เช่น พริก ใบมะกรูด และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น กลัวย และอาหารทะเล เป็นต้น

ปัจจุบันมีผู้สนใจและทำการศึกษาหาแนวทางการอบแห้งที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานสำหรับการอบแห้งให้น้อยที่สุด, แต่ข้อมูลวิจัยศึกษาการใช้พลังงานร่วมเพื่อปรับปรุงกระบวนการอบแห้งที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่รวดเร็วและเหมาะสมระดับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง ยังไม่ปรากฏในเอกสารเผยแพร่ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงอบแห้งแบบพื้นบ้าน เพื่อให้กระบวนการอบแห้งประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนลง และช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งลง ด้วยการพัฒนาและประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ร่วมในการอบแห้ง โดยทำการวิจัยและพัฒนาโรงอบแห้งพลังงานร่วมสำหรับการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง เพื่อหารูปแบบ, เครื่องมืออุปกรณ์, และวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนาระบบการอบแห้งเนื้อลำไย ที่ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

## 7. วิธีดำเนินการ

วิธีการดำเนินการวิจัย มีดังนี้ คือ

- 1) ศึกษาสำรวจกระบวนการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งสีทองด้วยโรงอบแห้งแบบพื้นบ้าน และวิเคราะห์รูปแบบและการผลิตเนื้อลำไยอบแห้ง โดยเก็บข้อมูลการใช้งานโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้านและสภาพปัญหาการใช้งาน ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสันป่าเหียง ต.มะเขือแจ้ อ.เมือง จ.ลำพูน เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาวิเคราะห์ พัฒนาและปรับปรุงโรงอบแห้งให้มีระยะเวลาในการอบแห้งที่รวดเร็วขึ้นและประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน
- 2) ศึกษาออกแบบพัฒนาโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทอง โดยแก้ไขปรับปรุงโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้าน และดัดแปลงปรับปรุงใช้โรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบ สวศ. มาประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ร่วมในกระบวนการอบแห้งเนื้อลำไย
- 3) ศึกษาทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไย บริหารจัดการในกระบวนการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยการประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนร่วมจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงไม้ฟืนชีวมวล โดยทดสอบเก็บข้อมูลการอบแห้งเนื้อลำไย หาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม บันทึกข้อมูล ความชื้นเนื้อลำไย, น้ำหนักเนื้อลำไย, สีผิวเนื้อลำไย, อุณหภูมิและ

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ปรากฏ, อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อน, เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง, อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

#### 4) วิเคราะห์ผลการทดสอบ และสรุปผล

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปีเริ่มต้น 2556 ปีสิ้นสุด 2557

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

### 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 8.1 ผลศึกษารูปแบบและการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งสีทองด้วยโรงอบแห้งแบบพื้นบ้าน

จากการศึกษาสำรวจกระบวนการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังนิยมใช้โรงอบแห้งแบบพื้นบ้าน ประเภทใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงไม้ฟืน เนื่องจากไม้ฟืนมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำและหาได้ง่ายในท้องถิ่น โรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้านที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนี้ ดังแสดงในภาพที่ 1.1-1 จะมีเตาฟืนแบบ 2 หัวเตา อยู่ชิดผนังด้านซ้ายและด้านขวา ภายในแต่ละหัวเตามีท่อต้นไฟจำนวน 1 ช่อง ต่อด้วยท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.29 เมตร ต่อขดกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางทอดยาวไปตามพื้นโรงอบแห้ง ส่วนปลายท่อของเตาทั้งสองต่อเชื่อมกันด้วยข้อต่อสามทาง แล้วทะลุผ่านผนังออกเป็นท่อปล่องควัน ภายในโรงอบแห้งจะแบ่งออกเป็น 9 ชั้น แต่ละชั้นห่างกัน 0.18 เมตร บรรจุถาลำไยได้รวม 216 ถาด ผนังโดยรอบ และบานประตู รวมทั้งเพดานเป็นวัสดุสังกะสี ส่วนด้านล่างโรงอบแห้งจะเป็นห้องผนังปูนสูง 0.90 เมตร สำหรับวางท่อแลกเปลี่ยนความร้อน เตาฟืนใช้ไม้ฟืนลำไยเป็นเชื้อเพลิง โดยความร้อนจะวิ่งผ่านท่อแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งวางอยู่ด้านล่างของโรงอบแห้ง ใช้พัดลมประมาณ 4-6 ตัว ทำงานเพื่อให้ไอความร้อนกระจายในห้องอบ การอบใช้ระยะเวลาประมาณ 14 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณลำไย อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ 60-70 องศาเซลเซียส โรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้านดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพยังไม่ดีเท่าที่ควร ต้องปรับปรุงแก้ไขหลายจุดด้วยกัน ได้แก่ การกระจายลมร้อนไม่สม่ำเสมอ ทั่วถึงทุกจุดในห้องอบทำให้อัตราการอบลดความชื้นมีความแตกต่างกัน ลำไยที่อยู่ถาดล่างจะแห้งและเปลี่ยนสีเร็วกว่า ถาดบน จำเป็นต้องมีการหมุนสลับถาดและเลื่อนจากชั้นล่างขึ้นชั้นบนตามลำดับทำให้ต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญหลายคน ไม่สามารถอบเนื้อลำไยจนแห้งตามต้องการได้ในเตาอบ เนื่องจากสีของเนื้อลำไยจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำก่อนแห้ง ซึ่งเกษตรกรจะใช้วิธีนำมาตากแดดอีกประมาณ 2 ชั่วโมง ก่อนทำการบรรจุใส่ถุงป้องกันความชื้นกลับ และที่เป็นปัญหาสำคัญอีกอย่างคือความสูญเสียความร้อนในการอบแห้งเนื่องจากผนังห้องเป็นสังกะสีไม่มีฉนวนกันความร้อนส่งผลให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงสูงมาก ซึ่งสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 1.1-1

ตารางที่ 1.1-1 แสดงข้อมูลผลการใช้โรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้าน

ขนาดบรรจุเนื้อลำไยสด (กิโลกรัม)	540
ความชื้นเริ่มต้นก่อนอบ (เปอร์เซ็นต์)	87.5
ความชื้นสุดท้ายหลังอบ (เปอร์เซ็นต์)	17.4
เวลาในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	14
น้ำหนักเนื้อลำไยแห้ง (กิโลกรัมแห้งต่อวัน)	75
อุณหภูมิลมร้อน (องศาเซลเซียส)	60-70
ปริมาณไม้ฟืนที่ใช้ (กิโลกรัม)	492.8
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	35.2
อัตราค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง (บาทต่อกิโลกรัมสด)	0.91
อัตราส่วน น้ำหนักแห้ง : น้ำหนักสด	1.39 : 10

ที่มา: กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสันป่าเหียง ต.มะเขือแจ้ อ.เมือง จ.ลำพูน



ภาพที่ 1.1-1 แสดงภาพโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้าน ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสันป่าเหียง จ.ลำพูน



ภาพที่ 1.1-2 แสดงภาพการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง

## 1.2 ผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการโรงอบแห้งพลังงานร่วมที่เหมาะสมเชิงพาณิชย์

ได้วิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงกระบวนการอบแห้งเพื่อใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่รวดเร็วขึ้นและประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน โดยให้มีการบริหารจัดการใช้พลังงานความร้อนร่วมจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานจากเชื้อเพลิงไม้ฟืนชีวมวล ดังนี้คือ

- จากปัญหากระแสความต้องการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม(LPG) ในการแปรรูปเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีปริมาณที่สูงมากขึ้น ในช่วงฤดูการอบแห้งลำไย จะทำให้เกิดการขาดแคลนก๊าซหุงต้ม และส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปลำไยได้

- ข้อดีการใช้เตาฟืนคือ ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนในการอบแห้งต่ำกว่าการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) และหาได้ง่ายในท้องถิ่น และเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีโรงอบแห้งแบบพื้นบ้านที่ใช้เตาฟืนอยู่แล้ว ไม่ต้องลงทุนใหม่ สามารถปรับปรุงพัฒนาเป็นทางเลือกใช้งานได้ กรณีเกิดวิกฤตการขาดแคลนก๊าซหุงต้มในอนาคต

- สภาพโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้าน ยังมีข้อบกพร่องต่างๆ อยู่ที่ต้องแก้ไขปรับปรุง ได้แก่ มีการสูญเสียพลังงานความร้อนออกโดยรอบทั้งหน้าเตาเผาฟืนและผนังสังกะสีรอบโรงอบ ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงไม้ฟืนสูง มีละอองฝุ่นควันที่ปลายปล่องไฟเกิดมลภาวะของควันขึ้นในชุมชน รวมทั้งมีการระบายความชื้นออกจากโรงอบแห้งได้ช้า

- ได้แนวทางในการจัดการพัฒนาโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทอง โดยการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงอบแห้งแบบพื้นบ้าน เพื่อให้การอบแห้งประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานความร้อนลง และช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งลง

- ได้เพิ่มแนวทางการนำพลังงานความร้อนร่วมจากธรรมชาติมาใช้เพื่อปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการอบแห้ง โดยการศึกษาพัฒนาประยุกต์นำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มาสำรองใช้ร่วมในกระบวนการอบแห้งเนื้อลำไย

## 1.3 ผลศึกษาออกแบบพัฒนาโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทอง

จากการพัฒนาและปรับปรุงโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทอง ได้ออกแบบสร้างโรงอบแห้งลำไยแบบพัฒนา โดยมีรูปแบบ ขนาดเฉลี่ย (กว้าง x ยาว x สูง) 2.50 x 3.50 x 2.80 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 1.3-1



ภาพที่ 1.3-1 แสดงภาพโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบปรับปรุงใหม่ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

- โรงอบแห้งใช้ผนัง เพดาน และบานประตู เป็นวัสดุแผ่นยิบซัมบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน ป้องกันการสูญเสียความร้อนออกโดยรอบ ไม่ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ฟืน) ปริมาณมาก ซึ่งแผ่นยิบซัมบอร์ดจะถูกหุ้มปิดหน้าหลังด้วยแผ่นเมทัลชีท หนา 0.35 มิลลิเมตร สำหรับป้องกันความชื้น

- มีแหล่งกำเนิดความร้อน ใช้เตาฟืนแบบปรับปรุง เป็นหัวเตาเดี่ยวมีฝาเหล็กปิดหน้าเตา ติดตั้งท่อลมเป่าอากาศ ภายในหัวเตามีท่อตันไฟจำนวน 2 ช่อง ต่อด้วยท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.29 เมตร ต่อทอดยาวไปตามพื้นโรงอบแห้ง แล้ววกกลับมาต่อเชื่อมกันด้วยข้อต่อสามทาง ทะลุผ่านผนังออกเป็นท่อปล่องควัน ดังแสดงในภาพที่ 1.3-2



ภาพที่ 1.3-2 แสดงภาพเตาฟืนชนิดหัวเตาเดี่ยวแบบปรับปรุงใหม่

- มีระบบการกระจายลมร้อนอย่างสม่ำเสมอในการอบแห้ง ใช้พัดลมแบบใบพัดตรง ขนาด 24 นิ้ว จำนวน 6 ตัว และมีระบบการระบายอากาศขึ้นออกทางด้านบนห้องอบแห้ง เพื่อประโยชน์ให้ทุกจุดในห้องอบแห้งมีอัตราการอบลดความชื้นที่ไม่มีความแตกต่างกัน จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้งสีทองที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอเท่ากันหมด ดังแสดงในภาพที่ 1.3-3



ภาพที่ 1.3-3 แสดงภาพระบบการกระจายลมร้อนด้วยพัดลมและช่องเปิดด้านบนโรงอบแห้งลำไย

- มีแหล่งพลังงานความร้อนร่วม โดยใช้โรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบ สวศ. ขนาดเฉลี่ย (กว้าง x ยาว x สูง) 6.00 x 6.00 x 2.70 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 1.3-4 โดยนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มาสำรองใช้ร่วมในกระบวนการอบแห้งเนื้อลำไย



ภาพที่ 1.3-4 แสดงภาพการประยุกต์ใช้โรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบสวศ.

#### 1.4 ผลการศึกษาทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา

ได้ดำเนินการศึกษาทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา ดังแสดงในภาพที่ 1.4-1



ภาพที่ 1.4-1 แสดงภาพการทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา



หลักเกณฑ์และขั้นตอนการอบแห้งเนื้อลำไยสีทอง มีดังนี้คือ

- 1) นำเนื้อลำไยที่คว้านเมล็ดเสร็จแล้ว ไปล้างน้ำให้สะอาด
  - 2) แช่เนื้อลำไยในสารละลายโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ อัตราความเข้มข้น 0.1% ใช้ 10 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร แช่เนื้อลำไย 10-15 กิโลกรัม นาน 5-10 นาที เพื่อให้เนื้อลำไยแห้งมีสีเหลืองทองไม่เปลี่ยนสีเป็นน้ำตาล เก็บรักษาไว้ได้นาน และป้องกันการเกิดราหลังการอบแห้ง
  - 3) จัดเรียงผลเนื้อลำไยคว่ำบนภาชนะที่แห้งให้เป็นชั้นเดียวอย่าซ้อนกัน ควรผึ่งให้แห้งหมาดหรือใช้พัดลมเป่าก่อนใส่เข้าห้องอบแห้ง
  - 4) การอบแห้งเนื้อลำไย ทำการอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส จนเนื้อลำไยมีความชื้นต่ำกว่า 18% ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งทั่วไปประมาณ 12-15 ชั่วโมงติดต่อกัน เมื่ออบแห้งได้ที่แล้วควรทิ้งไว้ให้เย็นหรือเป่าลมเย็น
  - 5) นำเนื้อลำไยที่อบแห้งแล้วบรรจุถุงพลาสติกหนารัดปากถุงให้แน่น บรรจุกล่องกระดาษเก็บไว้ที่ห้องเย็น ถ้าเก็บที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บไว้ได้นาน 6-9 เดือน
- หมายเหตุ : เนื่องจากสีของเนื้อลำไยจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำก่อนแห้งในห้องอบแห้ง หากอบเนื้อลำไยจนแห้งตามต้องการ ซึ่งเกษตรกรจะใช้วิธีนำมาตากแดดอีกประมาณ 2 ชั่วโมง ก่อนทำการบรรจุถุงพลาสติก ป้องกันความชื้นกลับ

ผลการทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา

จากผลการทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไยสดด้วยโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา ที่ปริมาณ 500 กิโลกรัม ความชื้นเริ่มต้น 86.46% จนเหลือความชื้นสุดท้าย 18.91% พบว่าใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่เร็วกว่าโรงอบแห้งดั้งเดิมแบบพื้นบ้าน คือ ใช้เวลาในการอบแห้งนาน 10 ชั่วโมง และพบว่าอัตราค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงสำหรับพลังงานความร้อนก็ถูกกว่า คือ มีอัตราค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง 0.50 บาทต่อกิโลกรัมสด สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 1.4-1

**ตารางที่ 1.4-1** แสดงข้อมูลผลทดสอบการใช้โรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา

ขนาดบรรจุเนื้อลำไยสด (กิโลกรัม)	500
ความชื้นเริ่มต้นก่อนอบ (เปอร์เซ็นต์)	86.46
ความชื้นสุดท้ายหลังอบ (เปอร์เซ็นต์)	18.91
เวลาในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	10
น้ำหนักเนื้อลำไยแห้ง (กิโลกรัมแห้งต่อวัน)	75
อุณหภูมิลมร้อน (องศาเซลเซียส)	60-70
ปริมาณไม้ฟืนที่ใช้ (กิโลกรัม)	248
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	24.8
อัตราค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง (บาทต่อกิโลกรัมสด)	0.50
อัตราส่วน น้ำหนักแห้ง : น้ำหนักสด	1.5 : 10

### ผลการศึกษาใช้โรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบสวศ.

การประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ในฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคม 2557 เพื่อนำความร้อนมาสำรองใช้ร่วมในการอบแห้งเนื้อลำไย จากผลการศึกษาใช้โรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบ สวศ. ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 6.00 x 6.00 x 2.70 เมตร สามารถนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มาสำรองใช้ร่วมในกระบวนการอบแห้งเนื้อลำไยได้ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือน ตั้งแต่เวลา 8:30 น. ถึง 12:30 น. ได้อุณหภูมิเฉลี่ย 50.7 และ 53.4 องศาเซลเซียส ซึ่งเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา 0-2, และ 0-4 ชั่วโมง ตามลำดับ ข้อมูลผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ปรากฏในโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์ ดังแสดงในตารางที่ 1.4-2 เนื้อลำไยจากห้องอบแห้งที่อบจนใกล้แห้งตามที่ต้องการแล้ว สามารถนำมาผึ่งแห้งต่อในโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์อีกประมาณ 2 ชั่วโมง จะช่วยให้สีของเนื้อลำไยไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ อันเนื่องจากการอบเนื้อลำไยจนแห้งเสร็จในห้องอบแห้ง

**ตารางที่ 1.4-2** แสดงข้อมูลผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ปรากฏในโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์

เวลา	ชั่วโมง	อากาศภายนอก		โรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์		ห้องอบแห้ง
		อุณหภูมิ, °C	ความชื้นสัมพัทธ์, %RH	อุณหภูมิ, °C	ความชื้นสัมพัทธ์, %RH	
8:30	0	28.4	78	33.2	67	30
9:30	1	30.5	74	60	35.2	41
10:30	2	34.2	58	58.8	26	68
11:30	3	36.3	52	55.8	27	61
12:30	4	38.1	44	59.2	23	51

### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ได้ต้นแบบโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา ห้องอบแห้งขนาดเฉลี่ย (กว้าง x ยาว x สูง) 2.50 x 3.50 x 2.80 เมตร มีแหล่งกำเนิดความร้อน ใช้เตาฟืนแบบปรับปรุงชนิดหัวเตาเดี่ยว ติดตั้งท่อลมเป่าอากาศ ภายในหัวเตาใช้ท่อตันไฟแบบ 2 ช่อง ต่อด้วยท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ทอดยาวไปตามพื้นห้องอบแห้ง แล้ววกกลับมาต่อเชื่อมกันด้วยข้อต่อสามทาง ทะลุผ่านผนังออกเป็นท่อปล่องควัน มีระบบการกระจายลมร้อนให้สม่ำเสมอด้วยพัดลม และมีระบบการระบายอากาศขึ้นออกทางด้านบนห้องอบแห้ง มีโรงเรือนพลังงานแสงอาทิตย์แบบ สวศ. ขนาดเฉลี่ย (กว้าง x ยาว x สูง) 6.00 x 6.00 x 2.70 เมตร เป็นแหล่งพลังงานความร้อนร่วม เพื่อนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มาสำรองใช้ร่วมในกระบวนการอบแห้งเนื้อลำไย จากผลการทดสอบการอบแห้งเนื้อลำไยสดด้วยโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพัฒนา มีแนวทางสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งลงได้ ดีกว่าโรงอบแห้งลำไยเนื้อสีทองแบบพื้นบ้าน คือ เร็วขึ้น

ประมาณ 4 ชั่วโมง และมีแนวโน้มลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนลงได้ด้วย คือ ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 0.41 บาทต่อกิโลกรัมสด หรือ ประหยัดถึง 205 บาทต่อรอบครั้งการอบแห้งเนื้อลำไยสด

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- ควรทำการทดสอบและพัฒนาต่อเพื่อแก้ไขปรับปรุงต้นแบบให้เหมาะสมใช้ในสภาพเขตพื้นที่ภาคเหนือ โดยให้เกษตรกรนำต้นแบบนี้ไปใช้งานปฏิบัติจริงระยะยาว เพื่อหาข้อมูลการยอมรับและความพึงพอใจ และคาดว่าจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ในปี 2558
- กลุ่มเป้าหมายคือ กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตลำไยแปรรูป จังหวัดเชียงใหม่หรือจังหวัดลำพูน อย่างน้อยจำนวน 1 ราย

## 11. เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ นักผูก และคณะ. 2550 “ออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องลดความชื้นพลังงานร่วมของก๊าซหุงต้มและพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับพริก” วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 26 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2552
- ชัชวาลย์ อะกะปัน. 2550, “การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือกด้วยเตาอบที่ใช้ความร้อนจากแก๊สหุงต้ม ไอน้ำ และ ฟืน”, วิทยานิพนธ์ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชัยชาญ ฤทธิเกรียงไกร. 2552. “พลังงานทดแทน: พลังงานชีวมวลกับศักยภาพในประเทศไทย.” บทความทั่วไป, วารสารโลกพลังงาน Energy Word Journal, สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.[ข้อมูลออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://teenet.chiangmai.ac.th/emacs/journal/2004/23/02.php>
- พุทธธินันท์ จารุวัฒน์ พิมล วุฒิสินธ์ ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์ และ ยงยุทธ คงชาน. 2551. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม “ศึกษาวิจัยเครื่องอบแห้งเนื้อลำไยแบบต่อเนื่อง”. กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม.
- นิรนาม. 2548. การเลือกอุปกรณ์เผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล. วารสารประสิทธิภาพพลังงาน ปีที่ 15 ฉบับที่ 68 หน้าที่ 56-57.
- นิรนาม. 2549. “การพัฒนานโยบายการอนุรักษ์พลังงาน ” ยุทธศาสตร์การแก้ไขปัญหาด้านพลังงานของประเทศ รายงานประจำปี 2548 สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.[ระบบออนไลน์]แหล่งที่มา: <http://www.eppo.go.th/doc/annual-2548/index.html>
- นิรนาม. 2549. “เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป”มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9-2549. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 8 หน้า.
- นิรนาม. 2550. “เนื้อลำไยอบแห้ง”. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก.- ธ.ก.ส. [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา: [www.kuservice.ku.ac.th/cms\\_web/index.php?q=doc/d/109](http://www.kuservice.ku.ac.th/cms_web/index.php?q=doc/d/109).

- นิรนาม. 2553. “สศก.ชี้การส่งออกลำไยมีแนวโน้มสดใส แม้ผลผลิตปีนี้จะลดลง” ข่าวที่ 129/2553 ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา:  
[http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=8841&filename=index](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=8841&filename=index)
- ไมตรี แนวพนิช ศรีวัย สิงหคเชนทร์ ยงยุทธ คงชาน และ สุภัทร หนูสวัสดิ์. 2536. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม “เครื่องอบแห้งอบประสงค์แบบถาด” กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม.
- วิทีพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2552, “พลังงานแสงอาทิตย์”. [ข้อมูลออนไลน์] แหล่งที่มา:  
<http://th.wikipedia.org>
- ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2551 “การศึกษาการใช้ชีวมวลในภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ และชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ภาคเหนือ).” รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, จัดทำโดยศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2552. “การศึกษาวิจัย ถ่ายทอดการเพิ่มผลผลิตภาพ และการประหยัดพลังงานในการประกอบกร”. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
- สุขฤดี นาถกรณกุล และบงกช ประสิทธิ์. 2548 “เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับแก๊สชีวภาพ”. วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์โลก. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี. ระหว่างวันที่ 11-13 พฤษภาคม 2548
- สุวรรณ หาญวิริยะพันธุ์. 2551. “การผลิตลำไยนอกฤดู เพื่อการส่งออก.” เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร
- D. Vo-Ngoc and N.K. Srivastava, “Evaluation and Application of a Sample Pressure Differential Inducer Devices (PDID) for Crop Drying and Storage” Proceedings of the Six teeth ASEAN Seminar on Grain Post harvest Technology, Phuket, Aug. 1993 ASEAN Grain Postharvest Programmer, Bangkok, P 211-229