# การพัฒนาระบบอบแห้งส้มแขกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ

# (The Development of Garcinia Drying System Using Solar Energy for Banbukit Farmer Housewives Group)


นางสุมล แวยาโก๊ะ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนและส้มแขกแห้งแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ

บ้านเลขที่ 72 หมู่ที่ 2 ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส 96130

081-2763325/has_lkk_39@hotmail.com



ระยะเวลาของโครงการ (28 กันยายน 2561/27 กรกฎาคม 2562)

งบประมาณรวมของโครงการ 160,500.00 บาท

- ส่วนที่ วว. สนับสนุน 105,000 บาท (ร้อยละ 70)

- ส่วนที่ผู้ประกอบการสนับสนุน 45,000 บาท (ร้อยละ 30)

# คูปองวิทย์เพื่อโอทอป (STI Coupon for OTOP Upgrade)

**สรุปภาพรวมโครงการ**

| | | |
|---|---|---|
| **ชื่อโครงการ** | การพัฒนาระบบอบแห้งส้มแขกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ<br>(The Development of Garcinia Drying System Using Solar Energy for Banbukit Farmer Housewives Group) | |
| **ชื่อและที่อยู่ผู้ประกอบการ** | นางสุมล แวยาโก๊ะ<br>วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนและส้มแขกแห้งแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ<br>เลขที่ 72 หมู่ที่ 2 ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส 96130<br>โทรศัพท์ : 081-2763325 อีเมลล์ : has_lkk_39@hotmail.com | |
| **หน่วยงานสนับสนุน** | สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) | |
| **ภาพรวมโครงการ**<br>**(ไม่เกิน 10 บรรทัด)** | การพัฒนาระบบอบแห้งชิ้นส้มแขกพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ ได้แยกโครงการเป็น 2 ระยะ คือ **ระยะที่ 1** (ปีงบประมาณ 2561) เป็นการออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบอบแห้ง และ **ระยะที่ 2** (ปีงบประมาณ 2562) เป็นการทดสอบภาคสนาม (Field test) ณ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส แล้ววิเคราะห์จลนพลศาสตร์ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของชิ้นส้มแขกที่ผ่านการอบแห้ง พร้อมทั้งถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ | |
| **การดำเนินงานของ**<br>**“คูปองวิทย์เพื่อโอทอป”** | ☐ **พัฒนาวัตถุดิบ**<br>☐ **พัฒนาผลิตภัณฑ์**<br>☐ **ออกแบบบรรจุภัณฑ์** | ☐ **ยกระดับมาตรฐาน**<br>☐ **ออกแบบกระบวนการผลิต**<br>☑ **ออกแบบเครื่องจักร** |
| **มูลค่าโครงการ** | **160,500.00 บาท** | |
| **มูลค่าการสนับสนุนจาก วว.** | **105,000.00 บาท (ร้อยละ 70)** | |
| **มูลค่าการสนับสนุนจากผู้ประกอบการ** | **45,000.00 บาท (ร้อยละ 30)** | |
| **รูปภาพผลิตภัณฑ์/กระบวนการ/บรรจุภัณฑ์ หรือ ผลผลิตโครงการที่ได้รับการพัฒนา** | **(ก่อนได้รับการพัฒนา)**<br> <br>ตากแดดโดยทั่วไป | **(หลังได้รับการพัฒนา)**<br> <br>เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ |

**(หมายเหตุ: กรุณาใส่ข้อมูลให้อยู่ภายใน 1 หน้ากระดาษ)**

**1. บทสรุปผู้บริหาร**

ส้มแขกสดที่เก็บเกี่ยวมีความชื้นสูง (106.25% d.b.) จึงเน่าเสียได้ง่าย (มีอายุการเก็บรักษาในสภาวะแวดล้อมปกติได้เพียง 1-2 วันก็จะเน่าเสีย) จึงต้องนำส้มแขกที่ได้มาทำการตากแห้งเพื่อลดความชื้นให้อยู่ในช่วงที่สามารถเก็บรักษาได้ก่อนการนำไปแปรรูปในลักษณะต่างๆ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะเป็นกลุ่มหนึ่งที่ผลิตชิ้นส้มแขกแห้งเพื่อส่งขายโดยใช้วิธีตากแดดที่กลางแจ้งบนพื้นหญ้า ลานซีเมนต์/คอนกรีต และตากบริเวณทางเดินริมถนน ซึ่งใช้เวลา 6-7 วัน (ต้องคอยตากและเก็บเข้าเย็นและบางช่วงเวลามีฝนตกอีกด้วย) อีกทั้งได้ผลผลิตชิ้นส้มแขกแห้งที่ไม่มีคุณภาพเนื่องจากส้มแขกแห้งไม่สม่ำเสมอจึงเกิดราขึ้นบนชิ้นส้มแขก รวมทั้งชิ้นสมแขกที่ได้มีสีเข้ม-อ่อน ไม่สม่ำเสมอ จึงต้องพัฒนาระบบอบแห้งชิ้นส้มแขกที่มีประสิทธิภาพสำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ โดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมเพื่อลดเวลาการตากแห้งและเพิ่มคุณภาพของส้มแขกให้เป็นที่ยอมรับของตลาดส้มแขกแห้งและเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกร ทั้งยังเป็นเครื่องอบแห้งต้นแบบสำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรอื่นๆ ในครัวเรือนและวิสาหกิจชุมชน

การพัฒนาระบบอบแห้งชิ้นส้มแขกพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ ได้แยกโครงการเป็น 2 ระยะ คือ **ระยะที่ 1** (ปีงบประมาณ 2561) เป็นการออกแบบ สร้าง และทดสอบระบบอบแห้ง และ **ระยะที่ 2** (ปีงบประมาณ 2562) เป็นการทดสอบภาคสนาม (Field test) ณ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส แล้ววิเคราะห์จลนพลศาสตร์ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของชิ้นส้มแขกที่ผ่านการอบแห้ง พร้อมทั้งถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ

ระบบอบแห้งชิ้นส้มแขกพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของแผงรับแสงอาทิตย์ทำหน้าที่ดูซับความร้อนจากแสงอาทิตย์แล้วส่งผ่านไปยังห้องอบแห้ง และส่วนของห้องอบแห้งทำหน้าที่เป็นแหล่งรวมความร้อนและอบแห้งชิ้นส้มแขก โดยแผงรับแสงแสงอาทิตยมีขนาดกว้าง 200 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 20 เซนติเมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ย (ช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น.) เท่ากับ 63.3±8 องศาเซลเซียส (ขึ้นกับสภาพอากาศของแต่ละวัน) ที่ส่วนท้ายได้ติดพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์ลาง 3.5 นิ้ว จำนวน 2 เครื่อง สำหรับขับเคลื่อนอากาศเขาสู่ห้องอบแห้ง ในขณะที่ห้องอบแห้งมีขนาด กว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ย (ช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น.) เทากับ 65.8±7 องศาเซลเซียส สามารถบรรจุชิ้นส้มแขกแบบชั้นบางได้ 1.8 ตารางเมตร จำนวน 3 ชั้น

**2. ความเป็นมาของโครงการ**

ส้มแขก (*Garcinia atroviridis* Griff.) เป็นที่นิยมบริโภคในกลุ่มของผู้รักสุขภาพ เช่น กลุ่มผู้ผลิตยาและสมุนไพรทั้งในและต่างประเทศ และมีการแปรรูปส้มแขกเป็นผลิตภัณฑ์ภาคอุตสาหกรรมในรูปแบบต่างๆ หลายชนิด ทั้งนี้เพราะส้มแขกเป็นไม้ผลที่มีสรรพคุณหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นสรรพคุณทางยา เช่น ช่วยแก้ไอ ช่วยขับเสมหะ ช่วยเร่งกระบวนการเผาผลาญอาหาร และช่วยขับผัสสาวะ สรรพคุณทางสมุนไพร เช่น การนาทำเป็นสมุนไพรเพื่อลดโคเลสเตอรอลในกระแสเลือดและช่วยลดน้ำหนัก และสรรพคุณทางอาหาร เช่น  เป็นเครื่องปรุงใน

การประกอบอาหาร เป็นวัถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่างๆ ได้แก่ ชาส้มแขก แยมส้มแขก ส้มแขกกวน ส้มแขกแก้ว และส้มแขกแช่อิ่ม เป็นต้น โดยมีกรดไฮดรอกซีซิตริก (Hydroxy citric acid, HCA) เป็นสารสาคัญในส้มแขกที่สามารถยับยั้งการสะสมของไขมันส่วนเกินในร่างกายนอกจากนี้สารสกัดจากผลส้มแขกยังมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis* และ *Pseudomonas aeruginoa*

ส้มแขกพบมากในภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัดยะลา นราธิวาส ปัตตานี สงขลาและระนอง โดยผลส้มแขกสดมีปริมาณความชื้นและวอเตอร์แอคติวิตี้ ($A_w$) สูงซึ่งจากรายงานการวิจัยของ อีลีหย๊ะ สนิโซ และมะรูดิง กาซา (2552) พบว่า ส้มแขกสดที่สุกและเก็บเกี่ยวแล้วมีความชื้นสูงถึง 106.25% d.b. จึงเน่าเสียได้ง่าย (มีอายุการเก็บรักษาในสภาวะแวดล้อมปกติได้เพียง 1-2 วันก็จะเน่าเสีย) จึงต้องนำส้มแขกที่ได้มาทำการตากแห้งเพื่อลดความชื้นให้อยู่ในช่วงที่สามารถเก็บรักษาได้ก่อนการนำไปแปรรูปในลักษณะต่างๆ มีกลุ่มเกษตรกรและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและครัวเรือน เช่น กลุ่มส้มแขก 3 รส บ้านร่อน ต.ตันหยงมัส อ.ระแงะ จ.นราธิวาส กลุ่มแม่บ้านแปรรูปส้มแขกบ้านเกษตรกรบ้านทรายขาว จ.ปัตตานี กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าสาป อ.เมือง จ.ยะลา ได้ทำการผลิตส้มแขกแห้งเพื่อส่งขายทั้งในและต่างประเทศซึ่งโดยทั่วไปจะใช้วิธีตากแดดที่กลางแจ้งบนพื้นหญ้า ลานซีเมนต์/คอนกรีต และตากบริเวณทางเดินริมถนน ซึ่งสังเกตได้ทั่วไปในพื้นที่ของ จ.ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส กระบวนการเหล่านี้ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 6-7 วัน (ต้องคอยตากและเก็บเข้าเย็นและบางช่วงเวลามีฝนตกอีกด้วย) อีกทั้งยังได้ผลผลิตส้มแขกแห้งที่ไม่มีคุณภาพเนื่องจากส้มแขกแห้งไม่สม่ำเสมอจึงเกิดราขึ้นบนชิ้นส้มแขก รวมทั้งชิ้นสมแขกที่ได้มีสีเข้ม-อ่อน ไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้งลักษณะต่างๆ เช่น เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นการนำพลังงงานจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว จึงไม่สามารถควบคุมความสม่ำเสมอของแสงแดดได้โดยเฉพาะเมื่อเข้าสู้ฤดูฝนหรือมีเมฆมากมักจะทำให้เกิดปัญหากับการผลิตส้มแขกแห้ง ในขณะเดียวกันการใช้เครื่องอบแห้งจากพลังงานแสงอาทิตย์ต้องใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน ส้มแขกจึงจะแห้งพอที่จะเก็บรักษาได้

ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส มีครัวเรือนที่ผลิตชิ้นส้มแขกแห้งอย่างเป็นรูปธรรมจำนวน 9 ครัวเรือน ที่เหลือกอีกกว่า 5 ครัวเรือน ไม่ได้ทำอย่างเป็นรูปธรรม (ดำเนินการตามความสะดวกของบุคล) นอกจากนี้ ยังมีกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรซึ่งมีสมาชิกกว่า 30 คน (คนละคนกันกับครัวเรือนที่ผลิตชิ้นส้มแขกแห้ง) ที่ได้ดำเนินการผลิตชิ้นส้มแขกแห้งอย่างต่อเนื่องมาหลายปีแล้ว โดยมีปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อฤดูกาลช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนของทุกปี ประมาณ 10 ตัน ซึ่งรูปแบบการผลิตที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่ คือ การตากแห้งแบบธรรมชาติบนพื้นที่ว่างในสนามหญ้า ริมทางเดินขอบถนนที่มีผู้คนสันจรไปมาตลอดเวลา รวมทั้งตากแห้งบนลานคอนกรีตต่างๆ ซึ่งจะประสบปัญหาของฝุ่นละอองและสัตว์รบกวน และที่สำคัญคือผลผลิตชิ้นส้มแขกที่ได้แห้งไม่สนิทและเกิดราที่ชิ้นส้มแขกเนื่องจากต้องใช้เวลาตากนาน (ภาพที่ 1) บางครั้งใช้เวลาตากนานถึง 5 วัน ซึ่งชิ้นส้มแขกบางส่วนเกิดการเน่าเสียระหว่างกระบวนการตากแห้งนี้ด้วย

โครงการนี้จึงต้องพัฒนาระบบอบแห้งส้มแขกที่มีประสิทธิภาพสำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร โดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมเพื่อลดเวลาในการตากแห้งเพิ่มคุณภาพของส้มแขกให้เป็นที่ยอมรับของตลาดส้ม

แขกแห้งและเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกร ทั้งยังเป็นเครื่องอบแห้งต้นแบบสำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรอื่นๆ ในครัวเรือนและวิสาหกิจชุมชน

**ภาพที่ 1** ผลิตภัณฑ์ส้มแขกแห้งของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ

**3. วัตถุประสงค์**

1. เพื่อพัฒนาระบบอบแห้งส้มแขกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งส้มแขกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร

**4. ผลผลิตของโครงการ**

| ผลผลิต | ตัวชี้วัด | | |
|---|---|---|---|
| | เชิงปริมาณ | เชิงคุณภาพ | เวลา |
| 1. ระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ **ระยะที่ 1** (ปีงบประมาณ 2561) | 1 ระบบ | - สามารถใช้งานระบบอบแห้งเพื่ออบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรในชุมชน | อบแห้งได้ 1 รอบ/วัน |
| 2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้กับกลุ่มเกษตรกร **ระยะที่ 2** (ปีงบประมาณ 2562) | 1 กลุ่ม | - เกษตรกรมีระบบอบแห้งชิ้นส้มแขกที่เหมาะสม<br>- เกษตรกรมีกระบวนการอบแห้งส้มแขกที่เหมาะสม | ถ่ายทอดระหว่างดำเนินการวิจัย |

**5. ขั้นตอนการดำเนินงาน**

**5.1 กลุ่มเป้าหมายและพื้นที่ดำเนินงาน**

กลุ่มเป้าหมาย: กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ

พื้นที่ดำเนินการ: หมู่ที่ 2 ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส 96130

**5.2 แผนการดำเนินงาน (ระบุตามที่ปรากฏในข้อเสนอโครงการ)**

| กิจกรรม | ระยะเวลา | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **ต.ค.** | **พ.ย.** | **ธ.ค.** | **ม.ค.** | **มี.ค.** | **เม.ย.** | **พ.ค.** | **มิ.ย.** | **ก.ค.** | **ส.ค.** | **ก.ย.** |
| 1. ออกแบบระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ห้องปฏิบัติการพลังงานสาขาฟิสิกส์ | √ | √ | | | | | | | | | |
| 2. สร้างส่วนประกอบของระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ห้องปฏิบัติการพลังงานสาขาฟิสิกส์ | | | √ | √ | √ | √ | √ | | | | |
| 3. ประกอบและทดสอบระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ห้องปฏิบัติการพลังงานสาขาฟิสิกส์ | | | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | |

**5.3 งบประมาณที่ได้รับ (บาท)**

งบประมาณโครงการ ...160,500.00 บาท

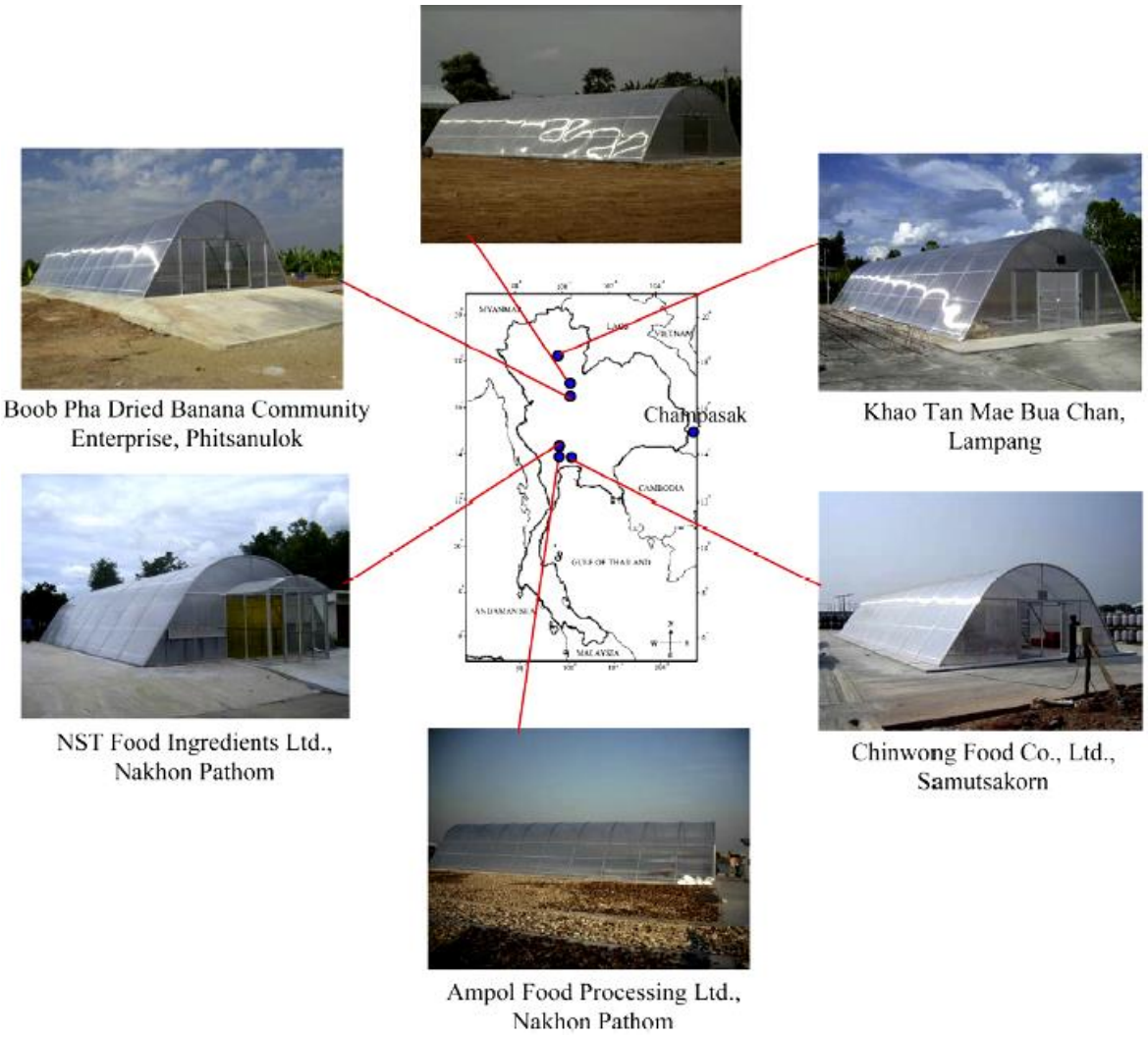
- งบประมาณที่ วว. สนับสนุน ...105,000.00 บาท (ร้อยละ ...70...)
- งบประมาณที่ผู้ประกอบการสนับสนุน) .....45,000.00 บาท (ร้อยละ ...30...)

**6. สรุปผลการดำเนินงาน**

**6.1 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการดำเนินงาน (ตามที่ระบุในข้อ 5)**

**กิจกรรมที่ 1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอบและการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์**

**ผลการดำเนินงาน...**ปัจจุบันมีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์ซึ่งพัฒนาโดย ศ.ดร.เสริม จันทร์ฉ่าย เป็นเครื่องอบแห้งขนาดใหญ่ที่นิยมและได้รับการส่งเสริมจากกระทรวงพลังงานให้ติดตั้งและใช้สำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรในประเทศไทย (ภาพที่ 2)




**ภาพที่ 2** เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์ (Janjai et al., 2011)

โดยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์จะมีโครงสร้างหลังคาเป็นรูปทรงพาราโบลาที่ปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต จากการทดสอบพบว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์มีค่าอยู่ในช่วง 45-

60°C โดยเมื่ออบแห้งกล้วยที่ความชื้นเริ่มต้น 87.5% d.b. ให้เหลือความชื้นสุดท้ายที่ 25.0% d.b. ต้องใช้เวลาอบแห้งอย่างน้อย 5 วัน ส่วนกาแฟที่ความชื้นเริ่มต้น 68.8% d.b. ต้องใช้เวลา 2 วัน จึงเหลือความชื้นสุดท้ายที่ 16.2% d.b. (ชนก ศรีทัศน์, 2551) ในขณะเดียวกันเมื่ออบแห้งลำใยซึ่งมีความชื้นเริ่มต้น 101.2% d.b. ต้องใช้เวลาอบแห้งอย่างน้อย 3 วัน จึงจะเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 15.0% d.b. ในขณะที่กล้วยซึ่งมีความชื้นเริ่มต้น 87.5% d.b. ต้องใช้เวลาอบแห้ง 4 วัน จึงจะเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 30.0% d.b. (Janjai, et al., 2009) นอกจากนี้เมื่ออบแห้งมะเขือเทศความชื้นเริ่มต้น 67.5% d.b. ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์ซึ่งมี LPG burner เป็นแหล่งพลังงานร่วมให้เหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 21.2% d.b. ต้องใช้เวลา 4 วัน (Janjai, 2012) ดังนั้น เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์ที่มีโครงสร้างหลังคาเป็นรูปทรงพาราโบลาซึ่งปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต จึงยังมีข้อจำกัดสำหรับใช้อบแห้งชิ้นส้มแขกสดซึ่งมีความชื้นสูง (106.25% d.b.)

นอกจากนี้ ยังมีการทดลองและพัฒนาระบบอบแห้งในลักษณะต่างๆ อีกมากแต่การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นที่ยอมรับและใช้งานในปัจุบันมี 3 ลักษณะ คือ 1) การอบแห้งที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน ได้แก่ การตากแห้งโดยธรรมชาติ การใช้เครื่องอบแห้งแบบได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง และการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม กล่าวคือ การอบแห้งที่วัสดุได้รับความร้อน 2 ทาง คือ ทางตรงจากดวงอาทิตย์และทางอ้อมจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ 2) การอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น การติดตั้งพัดลมในระบบอบแห้งเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศโดยพัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกให้ไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เข้ามายังห้องอบแห้ง และ 3) การอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานอื่นๆ เพื่อช่วยกรณีที่แสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอหรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น เช่น ใช้ร่วมกับพลังงานเชื้อเพลิงจากชีวมวลหรือพลังงานไฟฟ้า ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ธีระพล บุญธรรม (2543) ได้สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประยุกต์ซึ่งอาศัยแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับแผงรับความร้อนทำให้อากาศที่อยู่เหนือแผนรับความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นพร้อมกับเคลื่อนตัวเข้าห้องอบผ่านวัสดุที่จะอบแห้งตามขั้นต่างๆ แล้วนำพาความชื้นจากวัสดุที่อบแห้งออกไป ในขณะที่ จงจิตร์ หิรัญลาภ (2539) ได้ใช้ท่อนำอากาศร้อนที่เชื่อมต่อกับพัดลมเป่าอากาศขนาด 746 W ซึ่งสามารถให้ปริมาณลมสูงสุด 52 $m^3/s$ ทำหน้าที่เป่าอากาศจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์เข้าเครื่องอบแห้งและนำอากาศร้อนที่ผ่านการอบแห้งแล้วแต่ยังมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมกลับมาใช้ใหม่ โดยติดวาล์วปีกผีเสื้อที่ท่อนำอากาศและขดลวดความร้อนเพื่อปรับอัตราส่วนการนำอากาศร้อนกับการระบายอากาศออก
- ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551) ได้พัฒนาระบบอบแห้งที่มีตัวรับรังสีดวงอาทิตย์เป็นแผ่นเหล็กทาสีดำขนาด 300 $m^2$ ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ เมื่อให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านอากาศจะร้อนและมีอุณหภูมิประมาณ 40-90°C มีพัดลมดูดอากาศร้อนจากตัวรับแสงอาทิตย์ผ่านเข้าไปยังตู้อบแห้ง มีตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (Hear exchange) จากอากาศอิ่มตัวไปสู่อากาศที่ตัวรับแสงอาทิตย์เมื่ออากาศร้อนมีไม่เพียงพอต่อการอบแห้ง และมีพลังงานเสริมจากไอน้ำร้อนที่ได้จากการต้มน้ำด้วยเชื้อเพลิงน้ำมันเตา

และหม้อต้ม (Boiler) ซึ่งจะใช้เมื่อพลังงานจากแสงอาทิตย์มีไม่เพียงพอต่อการอบแห้ง ปัจจุบันเครื่องอบแห้งได้มีการพัฒนาไปอย่างกว้างขวาง อาทิเช่น การใช้ลมร้อนร่วมกับปั๊มความร้อนอบแห้งข้าวเปลือก (Best et al., 1996) การใช้ลมร้อนอบแห้งมันฝรั่งและส้มแขก (Ibrahim, 2007; Waigoon and Chairat, 2006) การอบแห้งข้าวเปลือกในที่เก็บด้วยลมร้อน (George et al., 2006) การอบแห้งพริกแดงด้วยลมร้อนร่วมกับแสงจากสปอร์ตไลต์ (Sami et al., 2007) การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยลมร้อนและไอน้ำร้อนยิ่งยวด (Wathanyoo et al., 2006) และการอบแห้งเส้นใยผ้าโดยใช้ปั๊มความร้อนของเครื่องปรับอากาศ (ชริน และ ชโลธร, 2548) เป็นต้น

- อัจฉราพร อภิวงค์งาม (2552) ได้ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการอบแห้งใบโรสแมรี่ ดิกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นโดยภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นเครื่องแบบพาอากาศร้อนเข้าสู่ห้องอบ (Indirect) ทำการอบแห้งด้วยความเร็วลม 0.5 m/s คุณภาพหลังการอบใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ ที่ทำการตรวจวัด คือ สี ความชื้นก่อนอบและหลังอบ ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณเถ้าทั้งหมด ปริมาณสารที่สกัดได้ด้วยน้ำ ปริมาณแทนนิน ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์มและอีโคไล จากการเปรียบเทียบคุณภาพหลังการอบแห้งของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบกุหลาบ โดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสูญญากาศแบบถังหมุน พบว่า คุณภาพหลังการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ด้อยไปกว่าคุณภาพหลังการอบด้วยเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด ส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าในการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุนของใบโรสแมรี่ คิดเป็น 6.92, 195.22 และ 14.88 Baht/kg ของผลิตผลสด ตามลำดับ สำหรับค่าไฟฟ้าในกระบวนการอบแห้งดอกลาเวนเดอร์ คิดเป็น 7.53, 204.61 และ 16.61 Baht/kg ของผลิตผลสด ตามลำดับ ส่วนค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการทำแห้งกลีบดอกกุหลาบ คิดเป็น 6.16, 251.35 และ 9.09 Baht/kg ของผลิตผลสด ตามลำดับ

- นภาภรณ์ เขียวคำ (2547) ได้อบแห้ง เปปเปอร์มิ้นท์ ยูเอสเอมินท์ และเลมอนไทม์ ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นโดยภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งลักษณะเครื่องเป็นแบบพาอากาศร้อนเข้าสู่ห้องอบ (indirect) ทำการอบแห้งด้วยความเร็วลม 1.5 และ 1.8 m/s ใช้พืชสมุนไพรจำนวน 2068 และ 2585 g/m² คุณภาพหลังการอบพืชสมุนไพรทีทำการตรวจวัดคือ สี ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์มและอี.โคไล จากการทดลองพบว่า ความเร็วลมไม่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้งของยูเอสเอมิ้นท์และเลมอนไทม์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่จะมีผลในการอบแห้งเปปเปอร์มิ้นท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนั้นความเร็วลมยังมีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยของพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

- จันจิรา อินทร์จันทร์ (2545) ได้ศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบโมดุล ที่สามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดและทำงานได้ตลอด 24 h โดยมีระบบควบคุมอุณหภูมิและระบบปรับอัตราการไหลของ

อากาศภายในห้องอบแห้งให้คงที่ได้ตามต้องการ สำหรับการอบแห้งเห็ดนางฟ้า พบว่า อุณหภูมิอบแห้งเห็ดนางฟ้าให้มีลักษณะตรงกับความต้องการของตลาด โดยพิจารณาที่สีและความแห้งของเห็ดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 60 °C จำนวนชั่วโมงที่ใช้ คือ 7 h อัตราการไหลของอากาศ 0.068 kg/s โดยอบแห้งเห็ดนางฟ้าที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 933% d.b. (90.32% w.b.) จนเหลือความชื้นสุดท้ายที่ 188% d.b. (18.18% w.b.) ในการศึกษาความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ซึ่งอบแห้งเห็ดนางฟ้า พบว่า ใช้พลังงานสำหรับการอบแห้งเห็ดนางฟ้าทั้งหมดเท่ากับ 42.05 MJ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนที่สามารถประหยัดได้ 27.05 MJ งานไฟฟ้าที่ใช้กับขดลวดความร้อน 2.5 MJ และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์พัดลม 12.5 MJ

o ทนงศักดิ์ ลาโพธิ์ และคณะ (2554) ได้พัฒนาและปรับปรุงเครื่องอบแห้งยางแผ่นผึ่งแห้งด้วยลมร้อนและพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งยางแผ่นผึ่งแห้งด้วยลมร้อนและพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทดลองอบแห้งยางแผ่นจำนวน 20 แผ่นต่องวดการทดลอง ที่ความชื้นเริ่มต้น 15-20% d.b. ความชื้นสุดท้าย 1.5% d.b. อุณหภูมิอบแห้งในช่วง 45-55°C ความเร็วลม 0.7 m/s ผลการทดลองพบว่า การอบแห้งด้วยลมร้อนจะอบแห้งได้เร็วกว่าการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการ อบแห้งตามธรรมชาติ ตามลำดับ ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งด้วยลมร้อนเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น และเมื่อศึกษาปัจจัยของสภาวะการอบแห้งที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของแผ่นยางพารา พบว่า คุณภาพของยางพาราแผ่นที่ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

o ธีระศักดิ์ หุดากร (2553) ได้ศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววีสำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ประกอบด้วยห้องอบแห้งขนาด 1x1x0.7 $m^3$ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบขนาด 3x1 $m^2$ มีลักษณะเป็นร่องรูปตัววี โดยใช้อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 0.04 kg/s อบแห้งมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มความชื้นเริ่มต้น 91% w.b. อบแห้งครั้งละ 3 kg จำนวน 2 ถาดๆ ละ 1.5 kg จนกระทั่งเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 30% w.b. จากการทดลองพบว่า ในช่วงเวลา 9.00-17.00 น. ของวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใสอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 47°C และมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 54.1°C จะมีประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์สูงสุด และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 16.90% เครื่องอบแห้งนี้สามารถอบมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มในเวลา 12 h ในขณะที่การตากแดดตามธรรมชาติต้องใช้เวลาถึง 48 h

o วชร กาลาสี และคณะ (2551) ได้ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถปรับแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบไว้กับการตากแดดแบบธรรมดา โดยเครื่องอบแห้งที่ใช้จะมีอากาศร้อนไหลผ่านแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ปรับมุมองศาของแผงรับให้ตั้งฉากกับรังสีแสงของดวงอาทิตย์ก่อนบังคับให้ไหลเข้าสู่บริเวณด้านล่างของตู้ และไหลเข้าสู่ตู้อบทั้ง 2 ฝั่งทางด้านข้าง ผ่านผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่บนชั้นที่ออกแบบให้เกิดการไหลของอากาศผ่านแต่ละชั้นอย่างสม่ำเสมอ จากการทดสอบพบว่า อุณหภูมิในตู้อบมีค่าอยู่ในช่วง 45-55°C และเมื่อนำเครื่องอบ

ต้นแบบไปทำการทดสอบกับผลหมากที่วางในถาดทั้ง 5 ชั้น พบว่า ชั้นบนสุดและชั้นล่างสุดของตู้อบจะทำให้หมากแห้งได้เร็วที่สุดและหมากที่วางอยู่ในตู้อบนั้นจะแห้งเร็วกว่าหมากที่ได้จากการตากแดดธรรมดาประมาณ 1-2 วัน ส่วนอุณหภูมิภายในตู้อบจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมโดยเฉลี่ย 15°C

o กอบพัชรกุล เป็นบุญ และคณะ (2551) ได้ศึกษาการทำแห้งลำไยแผ่นโดยการใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์และเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาอบลมร้อน พบว่า ในการทำแห้งลำไยแผ่นที่มีความหนา 2.80 mm ด้วยเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ในวันที่มีแดดจัดต้องใช้เวลาอบแห้ง 21 h จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้น 11.26% d.b. ส่วนการทำแห้งลำไยแผ่นแบบผสมโดยนำลำไยแผ่นมาทำแห้งเป็นเวลา 8 h (09.00-17.00 น.) ในเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ และนำมาทำแห้งต่อในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60-80°C ระยะเวลาการทำแห้ง 5-9 h ความเร็วลมคงที่ 0.2 m/s แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณความชื้น และลักษณะเนื้อสัมผัสของลำไยแผ่นเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งลำไยแผ่น คือ การทำแห้ง 8 h ในเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์วันที่แดดจัด และอบจนแห้งในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 73°C เป็นเวลา 8 h ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า และใช้ระยะเวลาการทำแห้งน้อยกว่าการทำแห้งด้วยเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์

o จักราวุธ พรหมโคตร์ และคณะ (2534) ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบอุโมงค์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 3.4 $m^2$ และปริมาณข้าวเปลือกที่สามารถอบได้แต่ละครั้ง 100 kg มีต้นทุนการสร้าง 7,300 Baht ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งเท่ากับ 12.68% ใช้สังกะสีแผ่นเรียบขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 152.4 mm ทาสีดำ ด้านในเป็นแผ่นดูดซับพลังงานความร้อน (Absorber plate) จากแสงอาทิตย์ มีมอเตอร์ไฟฟ้าขับพัดลมแบบ Single phase motor ขนาด 220 V/0.25 hp ใช้พันธุ์ข้าวจ้าวและพันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตองจากสถานีทดลองข้าวสันป่าตอง อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ พบว่าเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกที่ออกแบบและสร้างขึ้น สามารถควบคุมปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกได้ตามต้องการซึ่งอยู่ในช่วง 11-14% w.b. โดยใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 2 วัน ซึ่งน้อยกว่าเวลาในการตากแห้งตามธรรมชาติ 2 วัน หากพิจารณาในด้านเศรษฐศาสตร์แล้ว พบว่า จะเกิดการคุ้มค่าเมื่อใช้ไปเป็นเวลา 2 ปี

o ธีระชัย ไชยศิริ และคณะ (2532) ได้ศึกษาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Natural circulation ณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เครื่องอบแห้งประกอบด้วยส่วนที่เป็นแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นแบนราบ (Flat plate collector) ทาสีดำ มีขนาด 1x1.7 $m^2$ และส่วนของตู้อบมีขนาด 0.6x1x0.4 $m^2$ ปล่องสูงจากพื้นดิน 2.8 m หุ้มทั้งหมดด้วยพลาสติกใส PVC อบได้ 1 ชั้น อบกล้วยได้ครั้งละ 5 kg โดยเครื่องอบแห้งนี้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนประมาณ 9.2% จากการทดลองอบกล้วยน้ำว้าที่สุกงอม เนื้อเป็นสีเหลือง เปลือกร่อนออกง่าย ด้วยเครื่องอบแห้งกล้วยน้ำว้าพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า จากความชื้นของกล้วยเริ่มต้นประมาณ 230% d.b. สามารถลดความชื้นลงให้เหลือประมาณ 25% d.b. ในเวลา 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยที่ตากโดยวิธีธรรมชาติ พบว่า

กล้วยภายในเครื่องอบใช้เวลาในการลดความชื้นน้อยกว่า 1 วัน และสีของกล้วยจะเข้มกว่ากล้วยที่ตากโดยวิธีธรรมชาติ ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ภายใต้สมมติฐานที่สร้างขึ้น พบว่า เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นี้ถ้าใช้งานในช่วงที่ไม่มีฝนตกจะสามารถทำการอบกล้วยได้ 72 ครั้ง ใน 1 ปี จะมีผลกำไร 463 Baht เมื่อเปรียบเทียบวิธีตากแห้งโดยธรรมชาติซึ่งมีผลกำไร 560 Baht/year แสดงว่าไม่คุ้มกับการลงทุนสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ถึงแม้ว่าจะมีผลกำไรน้อยกว่าวิธีตากแห้งทางธรรมชาติ แต่การอบโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อได้เปรียบตรงที่สามารถควบคุมความชื้นให้ลดลงตามที่ต้องการได้ และควบคุมดูแลเรื่องความสะอาดได้ง่ายกว่า

o สุพร พรานนท์สถิตย์ และสานนท์ ธนะพรสุขสันต์ (2538) ได้ศึกษาตู้อบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการดัดแปลงมาจากโครงงานตู้อบแห้งของนมเนย มั่นการไถ และสมศักดิ์ แดงพยนต์ เพื่อใช้ในการอบแห้งกล้วย โดยใช้ตะแกรงขนาด 0.5×0.5 $cm^2$ ทาสีตู้อบด้วยสีดำด้านในเพิ่มจำนวนชั้นโดยแต่ละชั้นจะวางตะแกรงได้สองอันทำการเปลี่ยนแปลงขนาดของช่องระบายอากาศทุกครั้งที่ทำการทดลองหรือติดพัดลมที่มีอัตราการดูดอากาศเพื่อศึกษาหาความเหมาะสมของขนาดช่องระบายอากาศ จากการทดสอบพบว่า การปิดช่องระบายอากาศทั้งหมดและติดพัดลมดูดระบายอากาศออกจะได้กล้วยตากที่มีความชื้นต่ำที่สุดประมาณ 23.19% w.b. และมีรสหวานมากที่สุดโดยใช้เวลาในการตาก 5 วัน

o จันจิรา อินทร์จันทร์ (2545) ได้ทำการศึกษาการอบแห้งเห็ดนางฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบโมดุล แล้วหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งเห็ดนางฟ้า จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิสำหรับการอบแห้งเห็ดนางฟ้าที่เหมาะสมกับความต้องการของตลาดคือ 60°C จำนวนชั่วโมงที่ใช้ คือ 7 h อัตราการไหลของอากาศ 0.068 kg/s โดยอบแห้งเห็ดนางฟ้าที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 933% d.b. หรือประมาณ 90.32% w.b. จนเหลือความชื้นสุดท้ายที่ 188% d.b. หรือประมาณ 18.18% w.b. ในขณะที่การศึกษาความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอบแห้ง พบว่า ใช้พลังงานสำหรับการอบแห้งเห็ดนางฟ้าทั้งหมดเท่ากับ 42.05 MJ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนที่สามารถประหยัดได้เท่ากับ 27.05 MJ งานไฟฟ้าที่ใช้กับขดลวดความร้อนเท่ากับ 2.5 MJ และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์พัดลมเท่ากับ 12.5 MJ

o อีลีหย๊ะ สนิโซ และคณะ (2551) ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งชั้นบางพลังงานความร้อนร่วม YRU-TLD#1(R&E) เพื่อใช้ศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งวัสดุอาหารและผลผลิตทางการเกษตร โดยทดสอบในที่ร่มและกลางแจ้ง เมื่อควบคุมอุณหภูมิของขดลวดความร้อนและความเร็วลมในช่วง 60-200°C และ 1-3 m/s ตามลำดับ พบว่า เมื่ออุณหภูมิของขดลวดความร้อนเพิ่มสูงขึ้นอุณหภูมิในห้องอบแห้งจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยและที่อุณหภูมิของขดลวดความร้อนเท่ากันการทดสอบกลางแจ้งจะให้อุณหภูมิในห้องอบสูงกว่าการทดสอบในที่ร่ม ในขณะที่ความเร็วลมจะมีผลต่ออุณหภูมิในห้องอบทั้งที่ทดสอบในที่ร่มและกลางแจ้ง โดยเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นอุณหภูมิในห้องอบจะลดลง และเครื่องอบแห้งที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้สามารถใช้ในการอบแห้งวัสดุอาหารและผลผลิตทางการเกษตรได้

o พัฒนาภรณ์ ใจอุตม์ (2542) ได้อบพริกขี้หนูด้วยเครื่องอบแห้งระบบสลับหมุนเวียนลมร้อน เพื่อหาวิธีการอบพริกสดที่เหาะสมและหาผลกระทบของการลวกพริกในน้ำเดือดก่อนอบต่อกระบวนการอบแห้ง การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการสลับลมร้อนเข้าด้วนบนและด้านล่างของเครื่องอบ และหาผลกระทบของการลวกพริกก่อนอบแห้งโดยวางแผนการทดลองเป็นแบบ Split plot-design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ใช้วิธีการสลับลมร้อนทุก 3, 5 และ 7 h เป็น main plot และใช้วิธีการลวกและไม่ลวกพริกก่อนอบเป็น sup plot ในการอบแต่ละครั้งจะบรรจุพริกประมาณ 23 kg ความหนาของชั้นอบแห้งประมาณ 60 cm ความเร็วลม 0.2 m/s อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ คือ 75°C ผลการทดลองพบว่า การสลับลมร้อนทุก 7 h มีความเหมาะสมเนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาและแรงงานในการสลับลมมากครั้ง และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของอัตราการลดความชื้น (% $M_d$/h) ลักษณะปรากฏเปอร์เซ็นต์ความชื้นสุดท้ายและคุณภาพสีของพริกแห้งหลังอบของการสลับลมร้อนทุกวิธี โดยการสลับลมร้อนทุก 7 h จะใช้เวลาทั้งหมด 14 hในการอบพริกแห้งจากความชื้นเริ่มต้น 74.91% w.b. จนเหลือความชื้นสุดท้าย 12.42% w.b. ขั้นตอนที่ 2 ทดลองเปรียบเทียบการอบโดยการสลับลมร้อนและสลับถุงพริกในระหว่างอบทุก 7 h โดยใส่พริกไว้ในถุง 3 ถุงๆ ละประมาณ 7.7 kg วางถุงพริกซ้อนทับกันในภาชนะบรรจุ ผลการทดลองพบว่าการอบพริกโดยวิธีการสลับลมร้อนมีแนวโน้มการลดความชื้นสูงกว่า เนื่องจากการสลับลมเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายลมร้อนภายในเตาอบ และคุณภาพสีของพริกแห้งหลังอบที่อบโดยการสลับลมมีคุณภาพสม่ำเสมอกว่าพริกแห้งที่อบโดยวิธีสลับถุง

o วีนัส ทัดเนียม (2542) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องอบแห้งผักโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้ไอน้ำเป็นพลังงานเสริมความจุ 100 kg โดยสร้างและทดลองที่บริษัทอุตสาหกรรมการเกษตรเขาค้อ จำกัด ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยเครื่องอบแห้งจำนวน 4 เครื่อง ซึ่งประกอบด้วยแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาด 73 $m^2$ มีพื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์รวมของระบบอบแห้ง 292 $m^2$ พัดลมขนาด 2 kW ห้องอบแห้งและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างไอน้ำกับอากาศ โดยอบแห้งหอมแบ่ง กะหล่ำปลี ขิง ขมิ้น กล้วยดิบ กะเพรา และพริก ความร้อนของไอน้ำจะนำมาใช้เสริมเมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผง รับรังสีมีค่าต่ำหม้อไอน้ำสามารถผลิตไอน้ำได้ 5 ton/h และไอน้ำนี้จะถูกนำไปใช้แลกเปลี่ยนความร้อนที่ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอุณหภูมิในห้องอบแห้งถูกควบคุมไว้ที่ 60°C ในแต่ละการทดลองอากาศจะถูกดูดจากแผงรังสีอาทิตย์และถูกทำให้ร้อนขึ้นโดยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ต่อจากนั้นอากาศจะผ่านไปยังพัดลมและถูกเป่าเข้าไปในห้องอบแห้งในการอบแห้งผักที่มีความชื้นเริ่มต้น 75-85% w.b. จะถูกอบแห้งจนกระทั่งความชื้นสุดท้ายลดลงเหลือ 5-10% w.b. โดยใช้เวลาในการอบ 4-6 h ผลการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพของตู้อบแห้งมีค่า 43% ประสิทธิภาพของแผงรับรังสี 53% ประสิทธิภาพของระบบอบแห้ง 18% จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย พบว่า ค่าใช้จ่ายรวมในการอบแห้งมีค่า 3.7 Baht/kg น้ำระเหย (เป็นค่าใช้ในการสร้างเครื่อง 2.1 Baht/kg น้ำระเหย และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 1.6 Baht/kg น้ำระเหย) พลังงานในการอบแห้งเฉลี่ยต่อวัน

เท่ากับ 8270 MJ (เป็นพลังงานแสงอาทิตย์ 4545 MJ เป็นพลังงานจากไอน้ำ 3427 MJ และเป็นพลังงานจากไฟฟ้า 300 MJ)

o พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น และคณะ (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการอบแห้งยางพาราแผ่น 2 วิธี คือ แบบการรมควัน และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่ ค่าความชื้น อุณหภูมิภายในห้อง ความร้อนสูญเสีย และความชื้น จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงของความชื้นของยางแผ่นรมควันและยางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกอัตราการอบแหงลดลง ซึ่งเกิดจากการระเหยของความชื้นที่ผิวของแผ่นยางอย่างรวดเร็ว ช่วงที่สองอัตราการอบแห้งลดลงอย่างช้าๆ เนื่องจากเป็นการแพร่ของน้ำในเนื้อยาง และเมื่อทำการเปรียบเทียบการลดความชื้นของทั้ง 2 วิธี การลดความชื้นแบบการรมควันจะสามารถลดความชื้นได้เร็วกว่าการลดความชื้นแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องรมควันและห้องอบพลังงานแสงอาทิตย์ในตอนกลางวันมีค่า 60 และ 50°C ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิภายในห้องรมควันจะมีลักษณะที่คงที่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งไม่ขึ้นกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม แต่ภายในห้องอบพลังงานแสงอาทิตย์อุณหภูมิจะสูงเฉพาะช่วงกลางวัน ส่วนกลางคืนอุณหภูมิจะลดลงตามสภาวะแวดล้อม สวนทางด้านกายภาพของยางพาราแผ่น การอบพลังงานแสงอาทิตย์จะให้สมบัติทางด้านกายภาพดกว่าการรมควัน ซึ่งจะเกิดคราบเขม่าที่ผิวของยางพาราแผ่น อันเป็นสาเหตุทำให้ราคาของยางพาราต่ำลง

---

**เอกสารอ้างอิง**


กอบพัชรกุล เป็นบุญ รัตนา อัตตปัญโญ และสายลม สัมพันธ์เวชโสภา. (2550). การทำแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาอบลมร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38(5) (พิเศษ) : 309-312.

จงจิตร์ หิรัญลาภ. (2539). เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบสำเร็จรูป. จดหมายข่าว 4(2) : 1-6.

จักราวุธ พรหมโคตร์ และวันชาติ สุวรรณจิตต์. (2534). การออกแบบสร้างเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบอุโมงค์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. ปริญญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 121 หน้า.

จันจิรา อินทร์จันทร์. (2545). การอบแห้งเห็ดนางฟ้าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบโมดุล. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 50 หน้า.

ชนก ศรีทัศน์. (2551). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์ขนาดใหญ่ที่ปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร. 116 หน้า.

ชริน สังข์เกษม และ ชโลธร ธรรมแท้. (2548). การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งเส้นใยผ้าโดยใช้ปั๊มความร้อนของเครื่องปรับอากาศ. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี, AE05 หน้า 1-5.

ทนงศักดิ์ ลาโพธิ์ อนุพงศ์ เอกผล ยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล และ สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล. (2554). การพัฒนาระบบอบแห้งสำหรับยางแผ่นผึ่งแห้งด้วยลมร้อนและพลังงานแสงอาทิตย์. การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21. 10-11 พฤศจิกายน 2554, หอประชุม

นานาชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จัดโดยภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

ธีระชัย ไชยศิริ บุญยงค์ วัฒนาโกศัย และและวิโรจน์ โรจนวิสูตร. (2532). เครื่องอบแห้งกล้วยน้ำว้าพลังงานแสงอาทิตย์. ปริญญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 121 หน้า.

ธีระพล บุญธรรม. (2543). เครื่องพลังงานแสงอาทิตย์ประยุกต์. วารสารเทคโนโลยี 21(4) : 1-2.

ธีระศักดิ์ หุดากร.(2553). การศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววีสำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4-7 พฤศจิกายน 2553 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.

นภาภรณ์ เขียวคำ. (2547). การอบแห้งเปปเปอร์มิ้นท์ ยูเอสเอมิ้นท์ และเลมอนไทม์ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 134 หน้า.

พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น ศิริชัย เทพา และ พิชัย นามประกาย. (2550). เปรียบเทียบการอบแห้งยางพาราแผ่นด้วยการรมควันและอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. การประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุครั้งที่ 1. โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ. 31 สิงหาคม.

พัฒนาภรณ์ ใจอุตม์. (2542). การอบพริกขี้หนูด้วยเครื่องอบแห้งระบบสลับหมุนเวียนลมร้อน. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 76 หน้า.

วชร กาลาสี และดิษฐพร ตุงโสธานนท์. (2551). เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบปรับแผงรับแสงได้. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี.

วีนัส ทัดเนียม. (2542). การอบแห้งผักด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้ไอน้ำเป็นพลังงานเสริมระดับอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 139 หน้า.

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร : เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. สืบค้นจาก URL: http://www.eeit.or.th/articles/sun stove/stove.html. อ้างเมื่อ 28 เมษายน 2551.

สุพร พรานนท์สถิตย์ และสานนท์ ธนะพรสุขสันต์. (2538). เครื่องอบผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. โครงงานวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 61 หน้า.

อัจฉราพร อภิวงค์งาม. (2552). การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์และกลีบดอกกุหลาบทด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร).

อีลีหย๊ะ สนิโซ มะรูดิง กาซา และ มูฮัมมัดรุสดี เจ๊ะเต๊ะ. (2551). การพัฒนาเครื่องอบแห้งชั้นบางพลังงานความร้อนร่วม YRU-TLD#1(R&E). วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 3(2) : 87-96.

อีลีหย๊ะ สนิโซ และมะรูดิง กาซา. (2552). สัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบธรรมชาติของการทำแห้งส้มแขก. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 32(4): 435-443.

Best, R., Cruz, J. M., Gutierrez, J. and Soto, W. (1996). Experimental results of a solar assisted heat pump rice drying system. WREC : 690-694.

George, S., Srzednicki, Ruili, H. and Robert, H. (2006). Driscoll development of a control system for in-store drying of paddy in Northeast China. Journal of Food Engineering 77 : 368–377.

Ibrahim, D. (2007). Air-drying characteristics of tomatoes. Journal of Food Engineering 78 : 1291-1297.

Janjai, S. (2012). A greenhouse type solar dryer for small-scale dried food industries: Development and dissemination. International Journal of Energy and Environment (IJEE). 3(3): 383-398.

Janjai, S., Intawee, P., Kaewkiewa, J., Sritus, C. and Khamvongsa, V. (2011). A large-scale solar greenhouse dryer using polycarbonate cover: Modeling and testing in a tropical environment of Lao People's Democratic Republic. Renewable Energy 36: 1053-1062.

Janjai, S., Lamlert, M., Intawee, P., Mahayothee, B., Bala. B.K., Nagle, M. and Muller, J. (2009). Experimental and simulated performance of a PV-ventilated solar greenhouse dryer for drying of peeled longan and banana. Solar Energy 83: 1550-1565.

Sami, K., Abdelhamid, F., Abdelhamid, F. and Ali, B. (2007). Drying of red pepper in open sun and greenhouse conditions Mathematical modeling and experimental validation. Journal of Food Engineering 79 : 1094-1103.

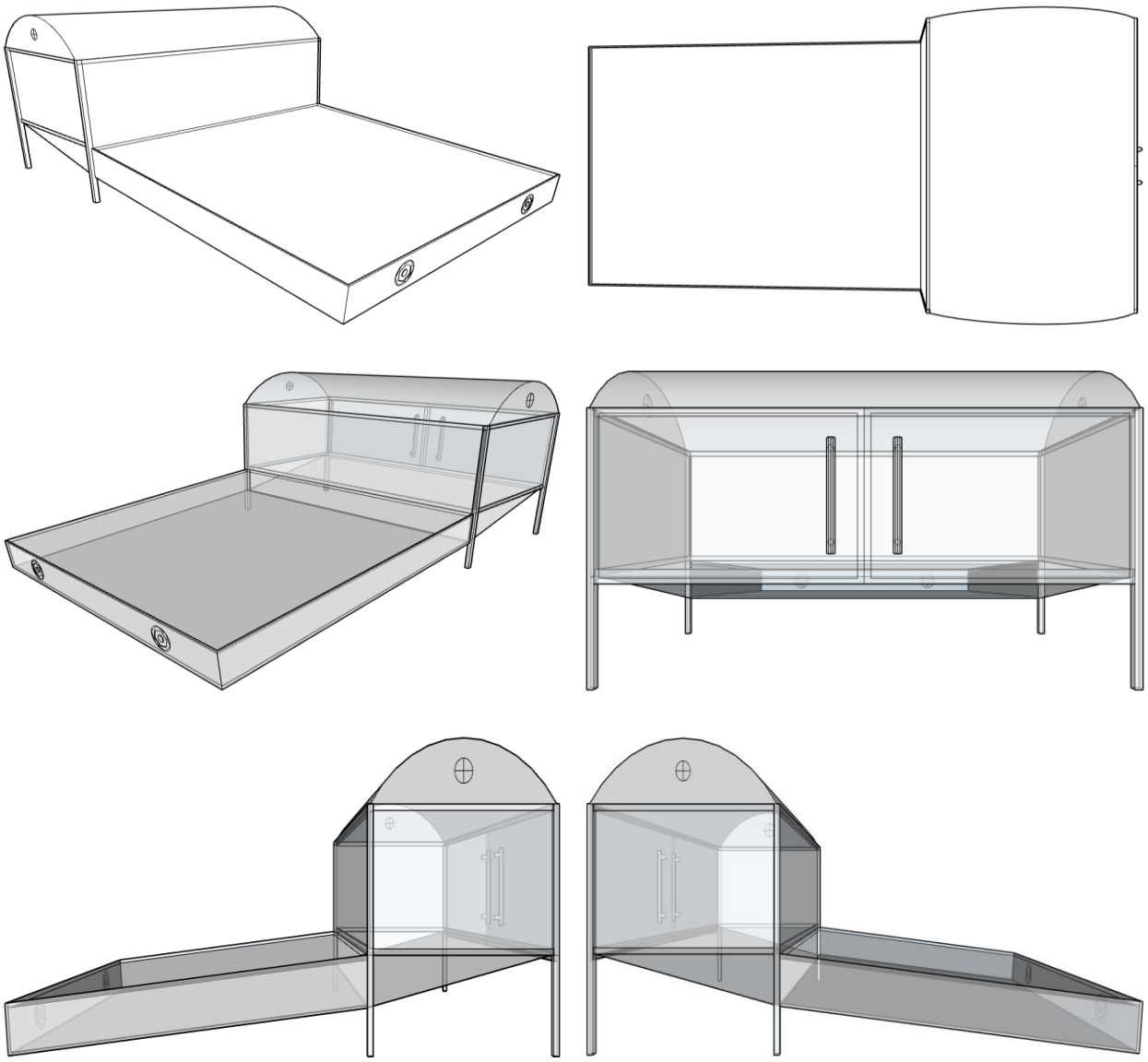
Waigoon, R. and Chairat, S. (2006). Drying Characteristics of Garcinia atroviridis. Walailak J. Sci & Tech 3(1) : 13-32.

Wathanyoo, R., Adisak, N., Warunee T. and Somchart, S. (2006). Comparative study of fluidized bed paddy drying using hot air and superheated steam. Journal of Food Engineering 71 : 28-36.

**กิจกรรมที่ 2.** ออกแบบระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ห้องปฏิบัติการพลังงาน สาขาฟิสิกส์

**ผลการดำเนินงาน...**ได้ออกแบบระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งใช้เหล็กกล่องแบบเคลือบกัลวาไนซ์เพื่อป้องกันการเกิดสนิมขนาด 1x2 นิ้ว และ 1x1 นิ้ว ทำโครงของเครื่องอบแห้งทั้งหมด โดยมีแผ่นสังกะสีทำผนังเป็น 2 ชั้น ซึ่งภายในบรรจุด้วยฉนวนกันความร้อน M-PE รุ่นฝ้าฉาบเรียบขนาดความหนา 1 เซนติเมตร เพื่อให้ระบบอบแห้งสามารถเก็บความร้อนได้ดีที่สุดจึงทาสีภายในด้วยสีดำด่าน ที่ด้านบนของแผงรับแสงอาทิตย์และห้องอบแห้งได้ปิดด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตที่แสงอาทิตย์สามารถทะลุผ่านได้ขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ระบบอบแห้งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ (1) แผงรับแสง

แสงอาทิตย์ขนาดกว้าง 200 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 20 เซนติเมตร โดยที่ส่วนท้ายมีพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์ลาง 3.5 นิ้ว จำนวน 2 เครื่อง และ (2) ห้องอบแห้งขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร ที่สามารถบรรจุชิ้นส้มแขกแบบชั้นบางได้ 1.8 ตารางเมตร จำนวน 3 ชั้น (ภาพที่ 2)...



**ภาพที่ 2** ระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์

**กิจกรรมที่ 3.** สร้างส่วนประกอบของระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ห้องปฏิบัติการพลังงาน สาขาฟิสิกส์

**ผลการดำเนินงาน...**ได้สร้างส่วนประกอบของระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วย (1) แผงรับแสงแสงอาทิตย์ขนาดกว้าง 200 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และ

สูง 20 เซนติเมตร โดยที่ส่วนท้ายมีพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์ลาง 3.5 นิ้ว จำนวน 2 เครื่อง และ (2) ห้องอบแห้งขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร ที่สามารถบรรจุชิ้นส้มแขกแบบชั้นบางได้ 1.8 ตารางเมตร จำนวน 3 ชั้น (ภาพที่ 3)...

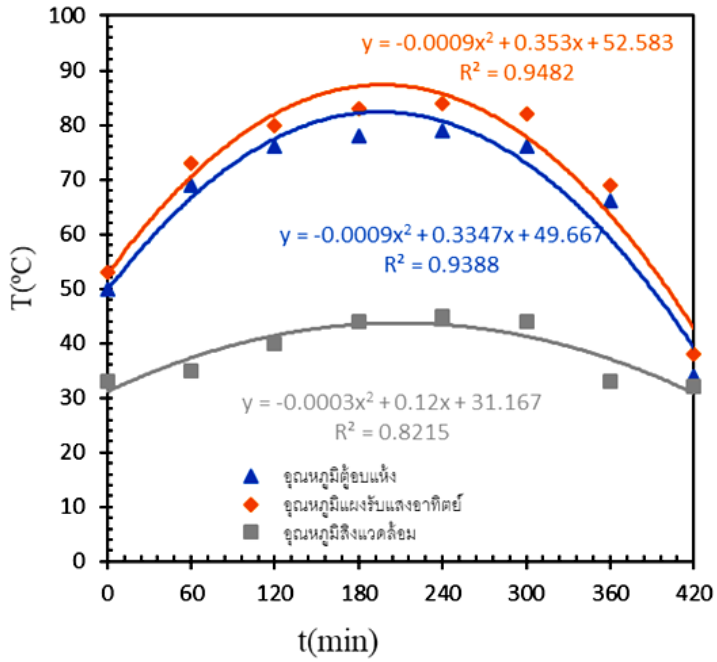
**ภาพที่ 3** ส่วนประกอบของระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์

**กิจกรรมที่ 4.** ประกอบและทดสอบระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ห้องปฏิบัติการพลังงาน สาขาฟิสิกส์

**ผลการดำเนินงาน...**ได้ประกอบ (ภาพที่ 4) ระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ชั้นดาดฟ้า อาคาร 5 (ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ซึ่งได้บันทึกค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อม อุณหภูมิในแผงรับแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิห้องอบแห้ง เพื่อ

ยืนยันความถูกต้องของการทดสอบและการรวบรวมข้อมูลได้ทำการทดสอบเป็นเวลา 3 วัน ในพื้นที่เดียวกัน (ภาพที่ 5 - ภาพที่ 5)...

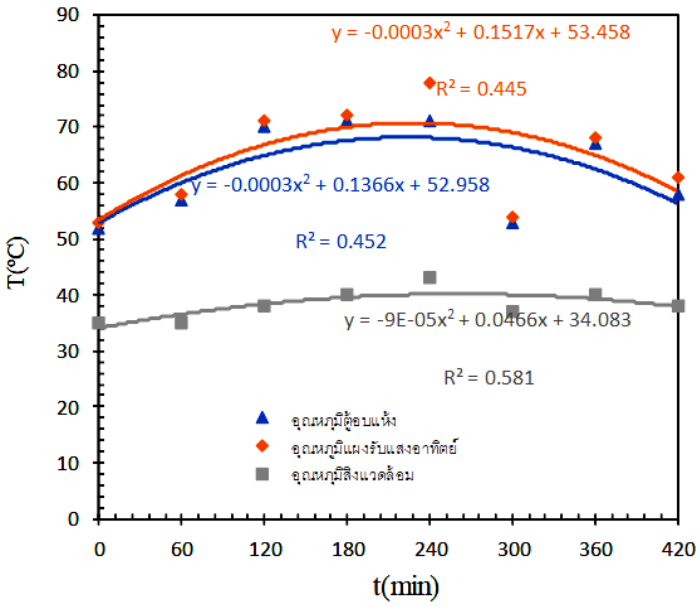
**ภาพที่ 4** ระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์



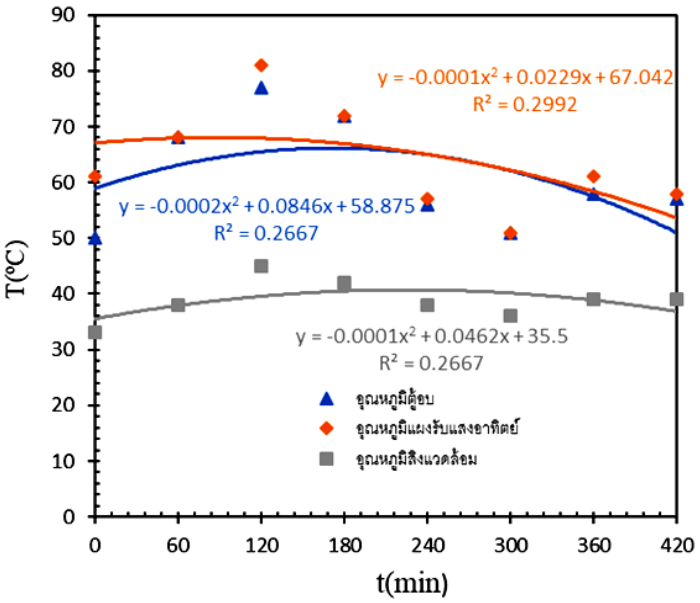

**ภาพที่ 5** ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในการทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้ง (วันที่ 3 เมษายน 2562)

โดยการทดสอบครั้งที่ 1 วันที่ 3 เมษายน 2562 พบว่า อุณหภูมิของเครื่องอบแห้งมีค่าต่ำสุดเมื่อเวลา 09.00 น. เท่ากับ 50°C และมีค่าเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 50°C ไปเป็น 78°C เมื่อเวลา 12.00 น. จากนั้นอุณหภูมิมีค่า

ลดลงจนถึง 34°C เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 5) ในขณะที่การทดสอบครั้งที่ 2 วันที่ 4 เมษายน 2562) พบว่าอุณหภูมิของเครื่องอบแห้งมีค่าต่ำสุดที่เวลา 09.00 น. เท่ากับ 52°C และมีค่าเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 52°C ไปเป็น 78°C เมื่อเวลา 13.00 น. จากนั้นอุณหภูมิมีค่าลดลงจนถึง 58°C เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 6)

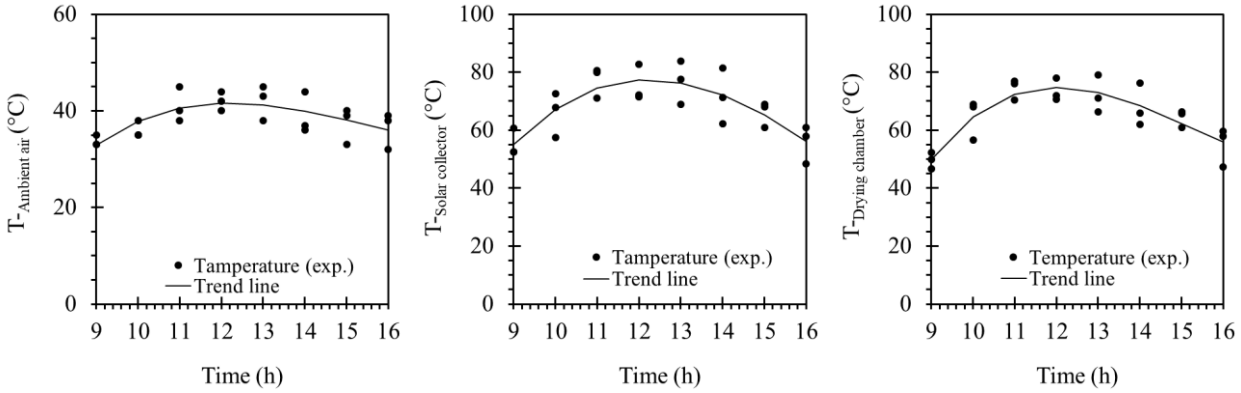



**ภาพที่ 6** ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในการทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้ง (วันที่ 4 เมษายน 2562)




**ภาพที่ 7** ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในการทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้ง (วันที่ 5 เมษายน 2562)

และการทดสอบครั้งที่ 3 วันที่ 5 เมษายน 2562 พบว่า อุณหภูมิของเครื่องอบแห้งมีค่าต่ำสุดที่เวลา 09.00 น. เท่ากับ 50°C และมีค่าเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 50°C ไปเป็น 77°C เมื่อเวลา 11.00 น.จากนั้นอุณหภูมิมีค่าลดลงจนถึง 51°C เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 7)




**ภาพที่ 8** ผลการทดสอบระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์

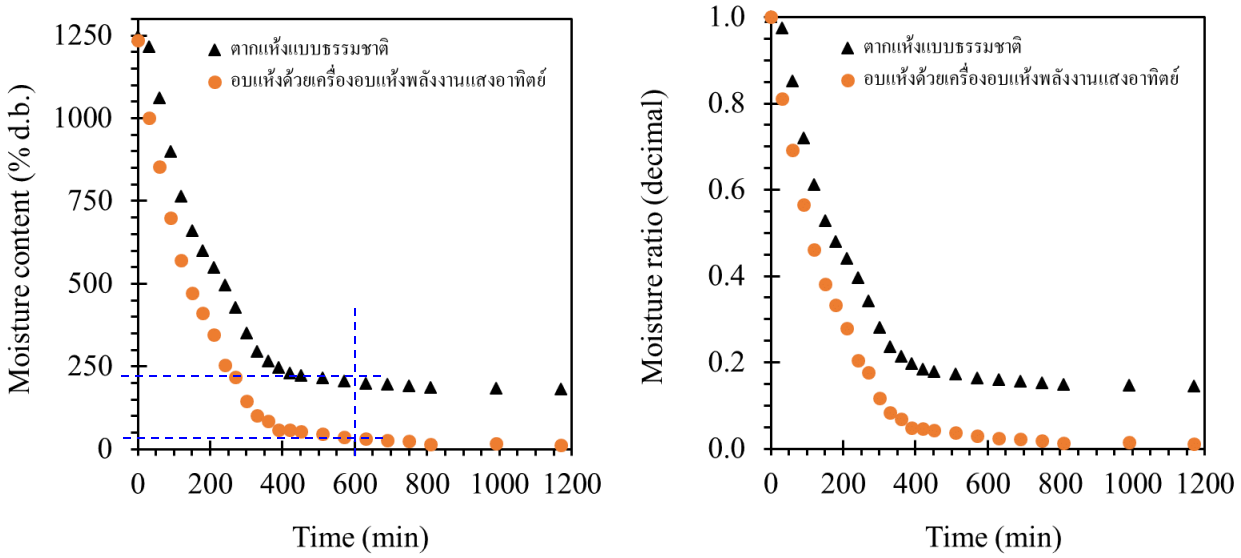
ทั้งนี้โดยสรุปแล้ว ผลการทดสอบระบบอบแห้งชิ้นส้มแขกพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้น (ภาพที่ 8) พบว่า แผงรับแสงแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น. เท่ากับ 63.3±8 องศาเซลเซียส (ขึ้นกับสภาพอากาศของแต่ละวัน) ในขณะที่ห้องอบแห้งมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น. เท่ากับ 65.8±7 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อมในช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น. เฉลี่ยเท่ากับ 38.4 องศาเซลเซียส โดยช่วยเวลา 11.00 - 14.00 น. อุณหภูมิแผงรับแสงแสงอาทิตย์ อุณหภูมิห้องอบแห้ง และอุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีค่าสูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรโดยเทคนิคพลังงานความร้อนร่วมสำหรับครัวเรือนของ อีลีหย๊ะ และคณะ (2553) ซึ่งได้ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรโดยอาศัยพลังงานความร้อนร่วมแสงอาทิตย์และลมร้อน ที่มีขนาดห้องอบแห้งเท่ากับ 0.50 x 0.55 x 0.45 $m^3$ วางบนขาตั้งสูง 1.0 m และมีแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ขนาด 0.45 x 1.0 x 0.30 $m^3$ จำนวน 2 ชุด วางขนานกันทำมุม 30° กับแนวระดับ โดยเครื่องอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรพลังงานความร้อนร่วมนี้มีอุณหภูมิแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 46.0°C อุณหภูมิแผงรับรังสีแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 80.0°C และอุณหภูมิในตู้อบแห้งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 60.2°C ซึ่งผลต่างของค่าอุณหภูมิที่ได้อาจเนื่องมาจากลักษณะของเครื่องอบแห้ง วัสดุที่ใช้ และสภาพอากาศที่ต่างกัน

**กิจกรรมที่ 5.** ผลการทดลองอบแห้งชิ้นส้มแขก จลนพลศาสตร์ และสมบัติทางกายภาพของชิ้นส้มแขกที่อบแห้งด้วยระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์

**ผลการดำเนินงาน...**การอบแห้งส้มแขกทำได้โดยนำผลส้มแขกสุกที่เก็บเกี่ยวมาตัดเป็นชิ้นๆ ให้ได้ความหนา 5 - 10 มิลิเมตร มาวางบนตะแกรง (ภาพที่ 9) แล้วบรรจุเข้าในระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งถูกติดตั้งไว้ที่กลางแจ้งที่แสงอาทิตย์สามารถส่องถึงได้ตลอดเวลาและต่อเนื่องตลอดทั้งวัน (ประมาณ 09.00 - 16.00 น.) โดยการทดลองอบแห้งนี้ได้เปรียบเทียบกับการตากแห้งชิ้นส้มแขกแบบธรรมชาติ (วางชิ้นส้มแขกบนตะแกรงแล้วไปวางไว้ในที่กลางแจ้ง ณ บริเวณเดียวกันกับที่อบแห้งด้วยระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์)...

**ภาพที่ 9** ชิ้นส้มแขกซึ่งตัดให้ได้ขนาดความหนาประมาณ 5 - 10 มิลิเมตร แล้ววางบนตะแกรเพื่ออบแห้งด้วยระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และการตากแห้งแบบธรรมชาติ

เมื่อวิเคราะห์จลนพลศาสตร์จากการทดลองอบแห้งชิ้นส้มแขก (ภาพที่ 10) พบว่า การตากแห้งชิ้นส้มแขกซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 1,241% d.b. แบบธรรมชาติ จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 185% d.b. ต้องใช้เวลาตากแห้งทั้งหมดถึง 2 วัน (ชิ้นส้มแขกที่ได้ยังไม่แห้งพอที่จะเก็บรักษาได้) ในขณะเดียวกัน เมื่ออบแห้งชิ้นส้มแขกด้วยระบบอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ชิ้นส้มแขกซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 1,248% d.b. ใช้เวลาอบแห้งเพียง 1 วัน (ประมาณ 7 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 09.00 - 16.00 น.) ก็สามารถลดความชื้นให้เหลือประมาณ 25% d.b. ซึ่งชิ้นส้มแขกที่ได้นี้มีความเหมาะสมแล้วที่จะนำมาเก็บรักษาเพื่อนำไปใช้บริโภคหรือรอการจำหน่ายต่อไป...




(ก) (ข)

**ภาพที่ 10** จลนพลศาสตร์การอบแห้งชิ้นส้มแขกด้วยระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และการตากแห้งแบบธรรมชาติ (ก) การเปลี่ยนแปลงความชื้น และ (ข) การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนความชื้น

(ก) (ข)

**ภาพที่ 11** ชิ้นส้มแขกที่ผ่านการอบแห้ง (ก) ด้วยระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ และ (ข) การตากแห้งแบบธรรมชาติ (ซื้อจากตลาดเมืองใหม่ จ.ยะลา)

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพของชิ้นส้มแขกในรูปของสีที่วัดได้หลังการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ และการตากแห้งแบบธรรมชาติ (ซื้อจากตลาดเมืองใหม่ จ.ยะลา) ด้วยเครื่องวัดสี ColorFlex EZ ในระบบ L* a* และ b* (โดยที่ L* แสดงถึงความสว่าง (lightness) จากค่า +L* = สีขาว ไปจนถึง –L* = สีดำ ส่วน a* แสดงถึงสีจากเขียว (-a*) ไปจนถึงแดง (+a*) และ b* แสดงถึงสีจากน้ำเงิน (-b*) ไปถึงเหลือง (+b*) พบว่า ชิ้นส้มแขกที่ได้หลังการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์มีสีที่สดและสม่ำเสมอกว่าชิ้นส้มแขกที่ตากแห้งแบบธรรมชาติ (ซื้อจากตลาดเมืองใหม่ จ.ยะลา) โดยชิ้นส้มแขกที่ตากแห้งแบบธรรมชาตินั้นปรากฏเป็นสีดำๆ อย่างชัดเจน (ภาพที่ 11) ซึ่งค่าสี L* a* และ b* ของชิ้นส้มแขกที่ตากแห้งแบบธรรมชาตินั้นมีค่าเท่ากับ 17.41±2.17, 3.78±0.94 และ 3.40±0.70 ตามลำดับ ส่วนชิ้นส้มแขกที่ได้หลังการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขกที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 38.32±1.54, 7.23±0.21 และ 4.21±0.85 ตามลำดับ

**กิจกรรมที่ 6.** การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์

**ภาพที่ 11** การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์

**ผลการดำเนินงาน...**การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งส้มแขก/ผลผลิตทางการเกษตรที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนลีให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนและส้มแขกแห้งแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ โดยนางสุมล แวยาโก๊ะ บ้านเลขที่ 72 หมู่ที่ 2 ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเครื่อง (ภาพที่ 11) การประกอบเครื่อง การดูแลบำรุงรักษาเครื่อง จากนั้นถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องสำหรับอบแห้งชิ้นส้มแขก ได้แก่ การตัดส้มแขกเป็นชิ้นๆ ที่เหมาะสม การวางชิ้นส้มแขกบนตะแกรงแล้วบรรจุเข้าในเครื่องอบแห้ง การจับเวลาสำหรับอบแห้งต่อหนึ่งรอบการอบแห้ง การสังเกตชิ้นส้มแขกระหว่างอบแห้ง ความแห้งของชิ้นส้มแขกที่เหมาะส้ม เป็นต้น...

**6.2 ผลการดำเนินงานตามเป้าหมายโครงการ**

**6.2.1 ผลผลิตที่ได้รับจากโครงการ** ได้แก่

- การพัฒนาและออกแบบเครื่องจักร : เครื่องอบแห้งส้มแขกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบสำหรับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบูเก๊ะ

**6.2.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการในด้านอื่นๆ ตามแนวคิด OZONE Concept** ได้แก่

- การสร้างและพัฒนาอาชีพผู้ประกอบการ เกษตรกร วิสาหกิจชุมชน (Occupation) : การอบแห้งส้มแขก
- การจัดการการใช้ทรัพยากรภายในประเทศและในพื้นที่เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม (National Resource Based Management) : เครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีอยู่ภายในประเทศ
- การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต (Energy Efficiency) : ใช้พลังงานแสงอาทิตย์แทนพลังงานจากไฟฟ้า

**6.3 สรุปงบประมาณที่ใช้ (บาท)**

| รายการ | งบประมาณที่ได้รับ | งบประมาณที่ใช้ |
|---|---|---|
| **งบประมาณสนับสนุนจาก วว.** | **จำนวนเงินรวมส่วน วว.** | **จำนวนเงินรวมส่วน วว.** |
| ก. หมวดค่าใช้สอย | จำนวนรวมหมวด ก | จำนวนรวมหมวด ก |
| - ค่าจ้างออกแบบระบบอบแห้ง 1 ชุด | 3,000 | 3,000 |
| - ค่าจ้างสร้างและประกอบระบบอบแห้ง 1 ระบบ | 10,000 | 10,000 |
| - ค่าจ้างเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้าของระบบอบแห้ง | 3,000 | 3,000 |
| ข. หมวดค่าวัสดุ | จำนวนรวมหมวด ข | จำนวนรวมหมวด ข |
| - ค่าวัสดุสำนักงาน | 1,000 | - |
| - ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ | 1,000 | 1,000 |
| - ค่าเครื่องวัดคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล | 9,600 | 9,600 |
| - ค่าฉนวนโฟมโพลี M-PE อะลูแมกซ์ ป้องกันการถ่ายเทความร้อนหนา 10 mm | 15,000 | 15,000 |
| - ค่าเหล็กฉาก แผ่นอลูมิเนียม แผนสังกะสี และสกรูประกอบ | 34,500 | 34,500 |

| รายการ | งบประมาณที่ได้รับ | งบประมาณที่ใช้ |
|---|---|---|
| **งบประมาณสนับสนุนจาก วว.** | **จำนวนเงินรวมส่วน วว.** | **จำนวนเงินรวมส่วน วว.** |
| ระบบบอบแห้ง | | |
| - ค่าเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท | 3,000 | 3,000 |
| - ค่าแผ่นโพลีคาร์บอเนต | 12,800 | 12,800 |
| - ค่าสายเทอร์โมคัพเปอร์ชนิด เค | 20,350 | 20,350 |
| - ค่าส้มแขกสำหรับทดสอบระบบบอบแห้ง | 2,250 | 2,250 |
| ค. หมวดค่าจ้าง/ค่าตอบแทน | จำนวนรวมหมวด ค | จำนวนรวมหมวด ค |
| - ค่าบริหารโครงการ ร้อยละ 10 ของงบประมาณที่ วว. สนับสนุน | 10,500 | 10,500 |
| ง. หมวดค่าเดินทาง | จำนวนรวมหมวด ง | จำนวนรวมหมวด ง |
| - | - | - |
| **งบประมาณสนับสนุนจากผู้ประกอบการ** | **จำนวนเงินรวมส่วนผู้ประกอบการ** | **จำนวนเงินรวมส่วนผู้ประกอบการ** |
| - ค่าแรงงาน/ค่าน้ำ/ค่าไฟฟ้า | 45,000 | 45,000 |

**รายการงบประมาณค่าใช้จ่ายให้ยึดหมวดตามที่ปรากฏในข้อเสนอโครงการ*

**7. ข้อเสนอแนะ -**

**8. ปัญหาอุปสรรคของโครงการ**

| ปัญหา อุปสรรค | แนวทางแก้ไข |
|---|---|
| 1. วัสดุประกอบเครื่องอบแห้งบางชนิดไม่มีขายในพื้นที่ | - สั่งของมาจากกรุงเทพฯ ทำให้การดำเนินงานช้าลง |
| 2. สภาพอากาศไม่แน่นอนยากต่อการทดสอบเครื่อง | - เพิ่มวันทดสอบเครื่องเป็น 3 วัน |
| 3. วัสดุทดสอบออกผลผลิตตามฤดูการ บางช่วงเวลาไม่สามารถหามาได้ | - ใช้วัสดุอื่นที่ใกล้เคียง/มีลักษณะเดียวกันทดแทน |

**9. รายชื่อคณะทำงานและผู้ประสานงานโครงการ**

1. นายอีลีหย๊ะ สนิโซ

   ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

   คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ) วท.ม. (ฟิสิกส์พลังงาน พลังงานทดแทน เทคโนโลยีการอบแห้ง)

   หน่วยงานต้นสังกัด สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน
   คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

2. นายสุไลมาน หะยีสะเอะ

   ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

   คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ) วท.ม. (ฟิสิกส์พลังงาน)

หน่วยงานต้นสังกัด สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี

3. นายอดุลย์สมาน สุขแก้ว
ตำแหน่ง อาจารย์
คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ) วศ.ม. (การจัดการพลังงาน/พลังงานชีวมวล/เทคโนโลยีชีวภาพ)
หน่วยงานต้นสังกัด สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

4. นายฮูเซ็ง ชายดานา
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการฟิสิกส์
คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ) วท.บ. (การออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์/เครื่องมือวัด)
หน่วยงานต้นสังกัด สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

5. นางสาวแวรุสนานี หะมะ
ตำแหน่ง นักศึกษาชั้นปีที่ 4
หน่วยงานต้นสังกัด สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

6. นางสาวนูรีดา ลามอ
ตำแหน่ง นักศึกษาชั้นปีที่ 4
หน่วยงานต้นสังกัด สาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

7. นางสุมล แวยาโก๊ะ เบอร์ติดต่อ : 081-2763325 E-mail : has_lkk_39@hotmail.com
ตำแหน่ง ประธานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนและส้มแขกแห้งแม่บ้านเกษตรกร บ้านบูเก๊ะ
หน่วยงานต้นสังกัด วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทุเรียนกวนและส้มแขกแห้งแม่บ้านเกษตรกร บ้านบูเก๊ะ
ที่อยู่ บ้านเลขที่ 72 หมู่ที่ 2 ตำบลบูกิต อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส