



2

## การอบแห้งส้มแขกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม Drying the Garcinia Using Solar Energy Dryer with Wind Tunnel

สุไลมาน หะยีสะอะ<sup>1</sup> และอีลีหัยะ สนิโซ<sup>2</sup>  
Sulaiman Hajeesaeh<sup>1</sup> and Eleeyah Saniso<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม เป็นเครื่องอบแห้งแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มีความจุมาก และมีประสิทธิภาพสูง งานวิจัยนี้จึงใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมขนาด 1.0 x 2.0 x 0.4 ลูกบาศก์เมตร วัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. พบว่าอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอในช่วง 40-55 องศาเซลเซียสสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมประมาณ 15-20 องศาเซลเซียส และเมื่อทดลองอบแห้งส้มแขกที่ความชื้นเริ่มต้นเริ่มต้นร้อยละ 87 มาตรฐานเปียก พบว่า ความชื้นของส้มแขกที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นและที่ตากแดดธรรมชาติมีความชื้นลดลงจนเหลือความชื้นตามมาตรฐานยอมรับ คือ ร้อยละ 12 มาตรฐานเปียก ใช้เวลาประมาณ 2 วันและ 3 วัน ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนความชื้นของการอบแห้งส้มแขกด้วยเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่พัฒนาขึ้นกับการตากแห้งส้มแขกโดยธรรมชาติคือ 0.125 และ 0.139 ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่า อัตราการอบแห้งส้มแขกด้วยเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าการตากแดดตามธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 29 รวมทั้งได้ผลผลิตที่สะอาดและมีสีที่สดกว่า

คำสำคัญ : การอบแห้งส้มแขก พลังงานแสงอาทิตย์ อัตราส่วนความชื้น

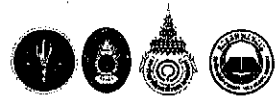
### Abstract

This research is to construct a solar energy dryer with wind tunnel which is having an uncomplicated structure, high capacity and efficiency in size of 1.0 x 2.0 x 0.4 m<sup>3</sup>. From studying dryer's efficiency by measuring an average temperature in the dryer from 8 a.m. to 4 p.m. found that the temperature was inconsistent at 40-50 °C which was 15-20 °C higher than environmental temperature. Then compare the Garcinia drying at 87% w.b. starting with a solar energy dryer with wind tunnel and then using natural drying until the last moisture was 12% w.b. taking 2 and 3 days respectively. The last moisture ratio of drying Garcinia using a solar energy dryer with wind tunnel and using natural drying was 0.125 and 0.139 respectively. This can be concluded that drying Garcinia using a solar energy dryer with wind tunnel took 29% less time than using natural drying, got cleaner and more colorful product.

Keywords : Garcinia drying, Solar energy, Moisture ratio

<sup>1</sup> อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอิสลามยะลา ปีคานี 94160

<sup>2</sup> อาจารย์สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000



ประเทศไทยอยู่ในบริเวณเขตร้อน ได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวัน 17 MJm<sup>2</sup>.day จึงมีปริมาณแสงแดดที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ (Schirmer et al, 1996) และเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการผลิตเครื่องปลูกและผลไม้เมืองร้อน ส่งออกเป็นจำนวนมาก ผลผลิตการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่ต้องผ่านการแปรรูปก่อนบริโภคหรือส่งไปจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ กระบวนการแปรรูปที่สำคัญคือ การตากแห้งหรืออบแห้ง (นิรุจรู, 2549) โดยทั่วไปยังคงใช้วิธีการตากแดดตามธรรมชาติ ถึงแม้การอบแห้งโดยวิธีดังกล่าวจะมีต้นทุนการผลิตหรือไม่เสียค่าใช้จ่ายเลย แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกต่าง ๆ และบางครั้งผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายระหว่างการอบแห้ง เช่น เปียกฝน ชื้นราหรือถูกทำลายจาก นก หนู แมลงและสัตว์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาเช่นเดียวกับการตากแห้งส้มแขกของเกษตรกรในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ที่พบมากใน 2 แหล่ง คือ ทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดยะลา ปัตตานีและนราธิวาส ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia atroviridis* Griff และประเทศอินเดีย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* Desr. (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2550) ส้มแขกที่แปรรูปส่วนใหญ่อยู่ในรูปของส้มแขกแห้งโดยการตากแดดที่ร้อนจัดประมาณ 3-4 วัน เมื่อส้มแขกแห้งสนิทแล้ว จึงนำไปบรรจุและเก็บไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกันความชื้น เพื่อรอการจำหน่ายหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ส้มแขกบดผงสำเร็จรูป ชาขงส้มแขก และผลิตภัณฑ์ส้มแขกชนิดแคปซูล การทำส้มแขกแห้งของเกษตรกรจะประสบปัญหาเรื่องของแสงแดดที่มีสีม่วงเข้มในแต่ละวัน ทำให้ต้องใช้เวลาในการตากแห้งนาน 4-7 วัน ส่งผลให้การผลิตส้มแขกแห้งเป็นไปอย่างล่าช้า และมีคุณภาพต่ำ ขายได้ในราคาไม่ดีเท่าที่ควร ในขณะเดียวกันก็ทำให้ผลส้มแขกสดที่รอการหันผลแห้งเป็นขึ้นเล็กๆ แล้วเมื่อนำมาตากแห้งเกิดการเน่าเสีย เนื่องจากส้มแขกสดจะมีน้ำหรือความชื้น เป็นองค์ประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก สามารถเก็บได้ประมาณ 1-2 วันเท่านั้น นอกจากนี้ส้มแขกแห้งที่ได้จากการตากแดดจะมีฝุ่นละอองและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ด้วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว เกษตรกรหรือผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องอบแห้งที่เหมาะสมในการอบแห้งเครื่องเทศ ปลูกและผลไม้ต่างๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แห้งที่มีคุณภาพดีและลดการสูญเสีย (ณัฐพล, 2548; พิภพ, 2545)

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม (Solar tunnel dryer) ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาดังกล่าว เพราะเครื่องอบแห้งแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มีความจุมาก มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง และสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์จากฝุ่น แมลงและฝนได้ (ยุทธศักดิ์, 2549) และมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องจนเกิดการพัฒนาส่งเสริมและเผยแพร่การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมเพื่อแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร (วัฒนพงษ์และคณะ, 2544) มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ 1) ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ 2) อุโมงค์อบแห้ง 3) แหล่งพลังงานความร้อนเสริมจากแก๊สฮีทเออร์ (วัฒนพงษ์และคณะ, 2546) ซึ่งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม ดังกล่าวพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่มหาวิทยาลัยโฮเฮนไฮม์ (Hohenheim University) ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ต่อมาได้มีการปรับปรุงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมโดยใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นฉนวนโปร่งแสง (Janjai and Kaewpresert, 2006) แผ่นโพลีคาร์บอเนตมีลักษณะเป็นช่องอากาศภายใน จึงอาจมีไอน้ำและฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าไปแทรกอยู่ภายในทำให้แผ่นโพลีคาร์บอเนตดังกล่าวขุ่นมัว ซึ่งมีผลทำให้สมบัติการส่งผ่านรังสีของแผ่นโพลีคาร์บอเนตดังกล่าวลดลง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงและแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการใช้กระจกปิดด้านบนแทนการใช้แผ่นพลาสติกและแผ่นโพลีคาร์บอเนต และทำการปรับปรุงโครงสร้างเครื่องอบแห้งนี้ให้เหมาะกับการใช้กระจกปิดด้านบน โดยมีขนาดห้องอบแห้งประมาณ 1.0x2.0x0.4 m<sup>3</sup> สูงจากพื้นประมาณ 0.9 m สามารถนำผลิตภัณฑ์เข้าออกทางด้านข้างและมีพัดลมระบายอากาศด้านบนปิดด้วยกระจก และได้ออกแบบฐานของเครื่องอบแห้งนี้เป็นแบบมีล้อเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเครื่องอบจะได้รับความ



ร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งเร็วและไม่ถูกรบกวนจากแมลงหรือเปียกฝน

### วิธีการ

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม มีขนาดห้องอบแห้งมีประมาณ 1.0x2.0x0.4 m<sup>3</sup> สูงจากพื้นประมาณ 0.9 m (ภาพที่ 1) เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมประกอบด้วยส่วนบรรจุผลิตภัณฑ์ด้านล่างและด้านข้างเป็นแผ่นอะลูมิเนียมด้านบนปิดด้วยกระจก มีช่องสำหรับนำผลิตภัณฑ์เข้า-ออก รวมทั้งช่วยป้องกันแมลงและฝุ่นละอองระหว่างการอบแห้งอุโมงค์อบแห้งทำด้วยหลังคาที่เป็นกระจกเพื่อให้รังสีผ่านอย่างสม่ำเสมอโครงสร้างของเครื่องอบแห้งสามารถรองรับน้ำหนักผลผลิตทางการเกษตรในการอบได้ครั้งละ 20-50 kg และมีอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เช่น พัดลมระบายอากาศ



ภาพที่ 1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม

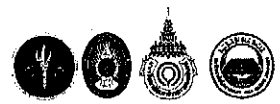
#### การวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกของเครื่องอบแห้ง

ทำการศึกษาอุณหภูมิภายในและภายนอกของเครื่องอบแห้งโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเฉลี่ยที่ตำแหน่งต่างๆ ทั้งหมด 5 จุด ภายในเครื่องอบแห้งและวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัดในช่วงเวลาต่างๆ กัน ซึ่งจะทำการวัดทุกๆ ครึ่งชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น. การทดลองนี้ได้พิจารณาค่าทางสถิติ 2 ชนิด คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean,  $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, S.D.) ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (2)$$

เมื่อ  $\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $x$  คือ ข้อมูลการทดลอง  $N$  คือ จำนวนครั้งของการทดลองและ  $i$  คือ จำนวนเต็มใด ๆ เท่ากับ 1, 2, 3, ...



### เตรียมและทดลองอบแห้งส้มแขก

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ส้มแขกที่มีอายุการเก็บเกี่ยวจากต้นโดยมีขั้นตอนการเตรียม คือ นำมาปอกเปลือกชั้นบาง ๆ มีความหนาประมาณ  $1.0 \pm 0.5$  cm ล้างและแช่น้ำเกลือประมาณ 5-10 นาที เนื่องจากเกลือมีผลยับยั้งในการยีสต์อายุของอาหารหลังจากนั้นทำการตากแห้ง (ชมพูนุชและเถวียน, 2552) หลังจากนั้นทำการอบแห้งส้มแขกที่ความชื้นเริ่มต้น 87% w.b. เปรียบเทียบระหว่างการตากแห้งส้มแขกโดยวิธีการตากแดดธรรมชาติและการอบแห้งส้มแขกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้น จนเหลือความชื้นสุดท้ายที่ 12% w.b. และใช้สมการวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงความชื้นในรูปของความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายกับระยะเวลาในการอบแห้ง ซึ่งใช้สถิติวิเคราะห์ในรูปของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและอาศัยความแม่นยำของความชื้นตามมาตรฐาน AOAC ซึ่งความชื้นในวัสดุสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis , w.b.) คำนวณได้ ดังนี้

$$M_w = \frac{(w - d)}{w} \times 100 \quad (3)$$

ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis , d.b.) คำนวณได้ ดังนี้

$$M_d = \frac{(w - d)}{d} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ  $M_w$  คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (% w.b.)  $w$  คือ มวลของวัสดุเริ่มต้น  $M_d$  คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (% d.b.) และ  $d$  คือ มวลแห้งของวัสดุ

อัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio, MR) หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงมวลน้ำหรือความชื้นที่วัดเทียบกับความชื้นเริ่มต้นเมื่อเวลาการอบแห้งดำเนินไปที่เวลาต่าง ๆ เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$MR = \frac{(M_t - M_{eq})}{(M_0 - M_{eq})} \quad (5)$$

เมื่อ  $M_t$  คือ ความชื้นที่เวลาใดๆ (% d.b.)  $M_{eq}$  คือ ความชื้นสมดุล (% d.b.)  $M_0$  คือ ความชื้นเริ่มต้น (% d.b.) และ  $RI$  คือ อัตราส่วนความชื้น

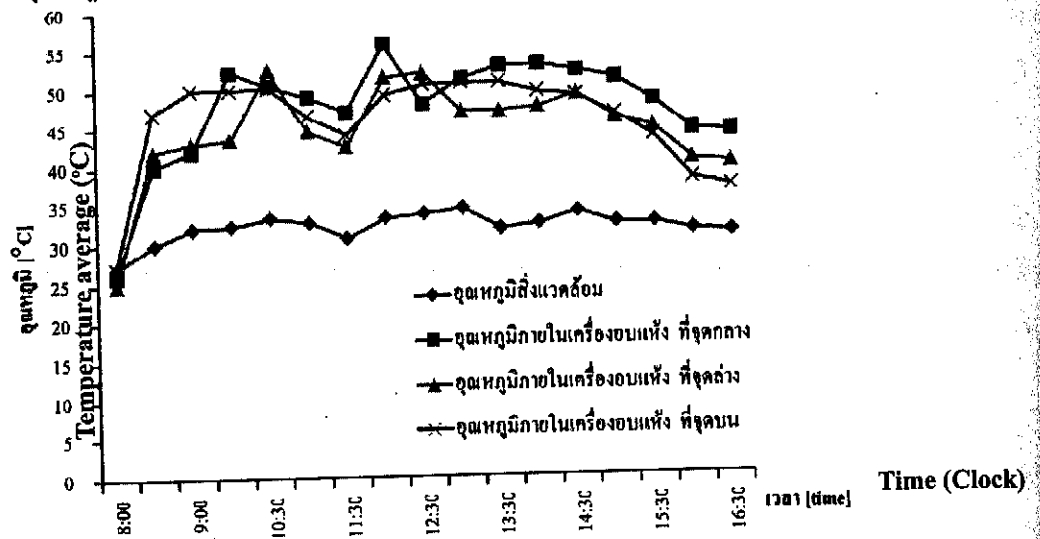
### ผลและวิจารณ์

การวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกของเครื่องอบแห้ง

การวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม โดยการวัดอุณหภูมิเฉลี่ยที่ตำแหน่งต่าง ๆ ประมาณ 5 จุด ภายในและภายนอกตู้อบ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดการวัดที่ช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ซึ่งจะทำให้การวัดทุก ๆ ครั้งชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น. การทดลองนี้ได้หาปริมาณค่าทางสถิติ 2 ชนิด คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้ค่า ดังนี้



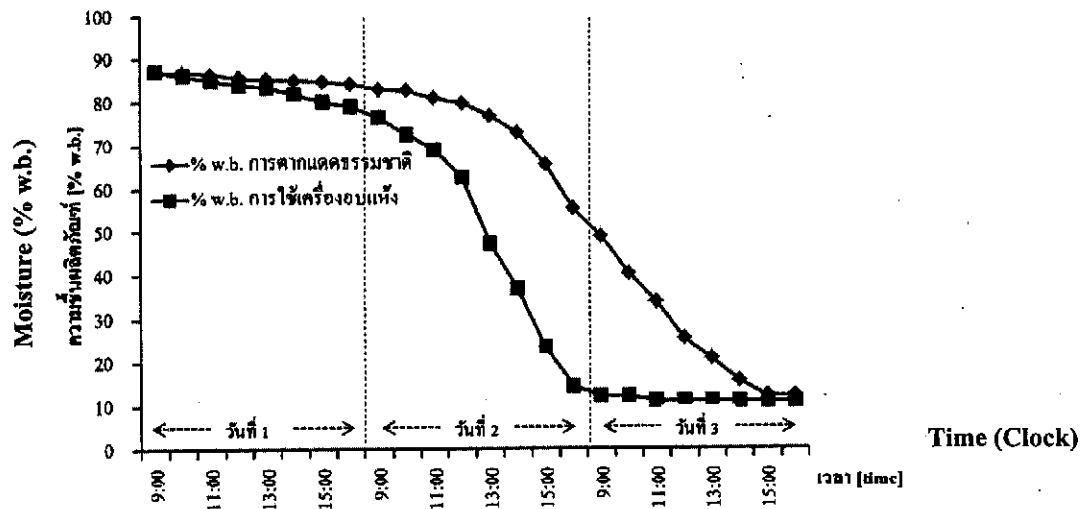
การศึกษาอุณหภูมิภายในของเครื่องอบแห้งและอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ได้ผลการทดลอง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิเฉลี่ยภายในของเครื่องอบแห้ง 3 ตำแหน่งและอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

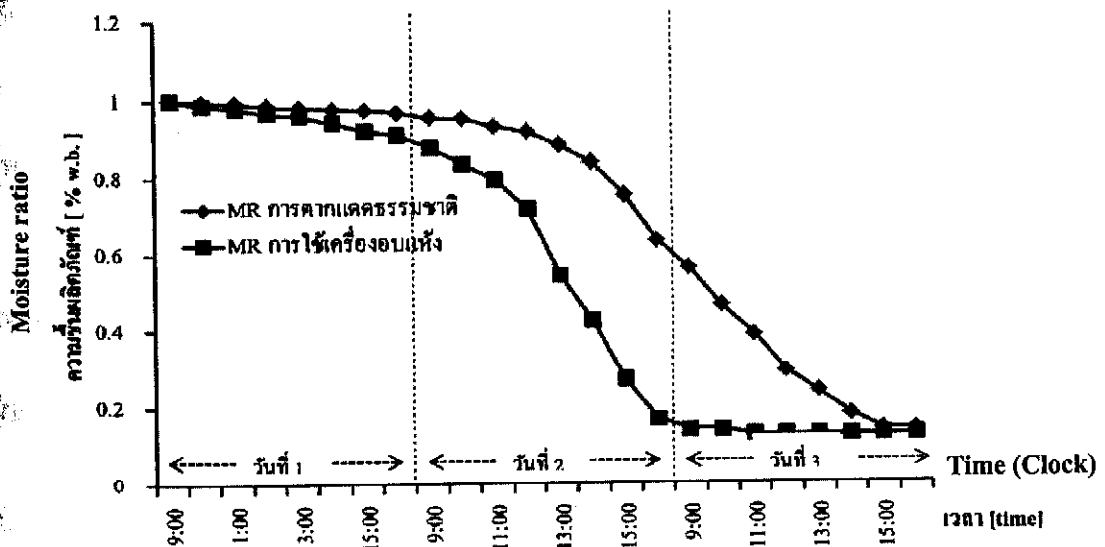
จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง 3 ตำแหน่งและอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะไม่สม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับเวลาที่เครื่องอบแห้งได้รับความร้อนจากแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยที่อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งจะเริ่มที่ 26, 25 และ 27°C จากจุดกลาง ล่างและบน ตามลำดับ หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อได้รับความร้อนจากแสงแดดมากขึ้นและมีอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 55.7, 52.5 และ 50.7°C จากจุดกลาง ล่างและบน ตามลำดับ ที่ช่วงเวลา 12:00, 10:30 และ 13:00 น. จากนั้นก็จะค่อย ๆ ลดลงจนถึง 44, 40 และ 37°C จากจุดกลาง ล่างและบน ตามลำดับ ในขณะที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะเริ่มที่ 27°C หลังจากนั้นจะค่อย ๆ สูงขึ้นทีละน้อยและค่อนข้างสม่ำเสมอในช่วง 31-33°C และจะสูงที่สุดอยู่ที่ 34.3°C ที่ช่วงเวลา 13:00 น. ซึ่งจะเห็นว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งทั้ง 3 จุดสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมอยู่ประมาณ 20°C ในช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุด

**การเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างการตากแดดธรรมชาติกับการอบแห้งสั้บแบกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่พัฒนาขึ้น**  
 การศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างการตากแดดธรรมชาติกับการอบแห้งสั้บแบกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้น ในวันที่ 1, 2 และวันที่ 3 ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความชื้นผลิตภัณฑ์

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าเมื่อเริ่มทำการทดลอง สัมแขกที่ความชื้นเริ่มต้นที่ 87 %w.b. ระหว่างการตากแดดธรรมชาติกับการอบแห้งสัมแขกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้น ในวันที่ 1 ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจาก 87 %w.b. เป็น 84 %w.b. และ 87 %w.b. เป็น 79%w.b. ตามลำดับ จากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 2 และ 3 ของการทดลอง โดยที่ความชื้นของสัมแขกจากการตากแดดธรรมชาติลดลงจาก 83 %w.b. 55%w.b. 48%w.b. และ 12% w.b. ในขณะที่ความชื้นของสัมแขกจากการอบแห้งสัมแขกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้นลดลงจาก 76 %w.b. 14%w.b. 12%w.b. และ 10%w.b. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ความชื้นมาตรฐานเปียกที่ 12%w.b. ซึ่งเป็นความชื้นสุดท้ายที่รับได้ พบว่า การตากแดดธรรมชาติจะใช้ระยะเวลาในการตากแห้งสัมแขกเป็นเวลา 3 วัน ส่วนการอบแห้งสัมแขกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้นจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสัมแขกเป็นเวลาประมาณ 2 วัน



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอัตราส่วนความชื้น



จากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนความชื้นจะลดลงตามระยะเวลาในการตากแห้ง โดยมีแนวโน้มของการลดลงเช่นเดียวกับการลดลงของความชื้น % w.b. (ภาพที่ 3) อัตราส่วนความชื้นจะลดลงตามระยะเวลาในการตากแห้งโดยในช่วงแรกของการตากแดดธรรมชาติและการอบแห้งสั้บแซกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้นอัตราส่วนความชื้นจะมีค่าที่ค่อนข้างคงตัวในช่วงของวันแรกและวันที่ 2 ของการทดลองหรือในช่วงระยะเวลา 10 และ 7 ชั่วโมงแรกของการทดลองตามลำดับจากนั้นอัตราส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 2 และ 3 ของการทดลองเนื่องจากเกิดการถ่ายเทความชื้นจากผิวผลิตภัณฑ์ไปสู่อากาศโดยรอบและถูกพาไปโดยลมพัดที่พัดผ่านบริเวณนั้นจนกระทั่งคงที่ในที่สุดซึ่งมีความชื้นอยู่ที่ 0.139 และ 0.125 ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่าการตากแห้งสั้บแซกของเกษตรกรทั่วไปจะใช้ระยะเวลาในการไล่ความชื้นช้ากว่าการอบแห้งสั้บแซกโดยใช้เครื่องอบแห้งที่ผลิตขึ้น

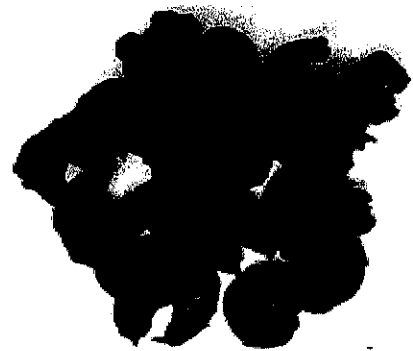
จากการทดลองการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างการตากแดดธรรมชาติกับการอบแห้งสั้บแซกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้นพบว่าวิธีการตากแห้งสั้บแซกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ผลิตขึ้นเร็วกว่าการตากแดดธรรมชาติ (นิรุธ, 2549; สมชาติ และคณะ, 2546) คิดเป็น 29%

### สรุป

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ที่สร้างขึ้น พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของตู้อบแห้งประมาณ 55-57 °C สูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมประมาณ 20-25 °C โครงสร้างของเครื่องอบแห้งสามารถรองรับน้ำหนักผลผลิตทางการเกษตรในการอบได้ครั้งละ 40-50 kg และเมื่อทดลองอบสั้บแซกจนเหลือความชื้นสุดท้ายที่ยอมรับได้ (ประมาณ 12 %W.b.) ใช้เวลาประมาณ 2 ในขณะที่การใช้วิธีการตากแห้งด้วยวิธีการตากแดดตามธรรมชาติใช้เวลาประมาณ 3 วัน และการอบแห้งสั้บแซกด้วยวิธีการใช้เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ที่สร้างขึ้นจะได้ผลผลิตที่สะอาดและสีสันทึบกว่า ดังภาพที่ 5 เครื่องอบแห้งที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถนี่ยังสามารถนำไปใช้ในการอบแห้งวัสดุพืชผลทางการเกษตรอื่นๆ เช่น กลัวย พริก ฟ้าทะลายโจร เป็นต้น ตลอดจนเนื้อสัตว์ต่างๆ เช่น ปลา เนื้อวัว เป็นต้น



ก



ข

ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบลักษณะของสั้บแซกที่ผ่านกระบวนการตากแห้งของเกษตรกรทั่วไปกับการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งที่ผลิตขึ้น ก. ใช้เครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้น ข. ตากแดดธรรมชาติ



### ข้อเสนอแนะ

1. ให้มีการพัฒนาระบบให้มีความร้อนเสริมในช่วงที่ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมหรือช่วงฝนตก
2. เนื่องจากเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดังนั้นจึงควรใช้ปริมาณความชื้นในการกำหนดระยะเวลาในการอบแห้งแทนซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสม่ำเสมอมากกว่า
3. มีอัตราการอบแห้งไม่สม่ำเสมอเพราะขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศ ดังนั้น ควรเพิ่มพลังงานสำรองเช่นการใช้รังสีอินฟราเรดจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและควรมีเครื่องมือที่สามารถวัดความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็ว (Vogt, 2007; Chua and Chou, 2003)

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการวิจัยและนวัตกรรมสู่ชุมชนฐานราก เครือข่ายวิจัยภาคใต้ ตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ปีพ.ศ. 2554

### เอกสารอ้างอิง

- ชมพูนุช โสมาลัยและเถวียน บัวตุ้ม. (2552). ศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาเครื่องแกงปักษ์ใต้. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณครั้งที่ 19. มหาวิทยาลัยทักษิณ. พัทลุง.
- ฉัตรพล ศรีสิทธิโชคกุล. (2548). การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.
- ปวีร์ธ ล้าเลิศ. (2549). การปรับปรุงสมรรถนะและการพัฒนาแบบจำลองการอบแห้งของเครื่องแห้งแบบเรือนกระจกที่ปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.
- พิภพ แซ่ตั้ง. (2545). การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้อากาศร้อนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ที่สร้างเป็นหลังคาของโรงเรือน. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.
- ยทธศักดิ์ บุณยรอดม. (2549). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพฯ.
- วัฒน์พงษ์รักษวิเชียร, บงกชประสิทธิ์, สุขฤดีนาถกรณกุลและพิสิขุภรณ์โชติ. (2546). รายงานการวิจัยการวิจัยพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร. พิษณุโลก : วิทยาลัยพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วัฒน์พงษ์รักษวิเชียร, ศิริสุขจินดารักษ์, พิสิขุภรณ์โชติ, ฉัตรชัย ศิริสัมพันธ์วงศ์และอัญชลี เทียนภู. (2544). รายงานการวิจัยโครงการการพัฒนาส่งเสริมและเผยแพร่การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร. พิษณุโลก : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สถาบันการแพทย์แผนไทย. (2550). ส้มแขก, 22 กุมภาพันธ์ 2555. [http://ittm.dtam.moph.go.th/product\\_champion/herb9.htm](http://ittm.dtam.moph.go.th/product_champion/herb9.htm).
- สมชาติ โสภณธณฤทธิ และคณะ (2546), โครงการเทคโนโลยีการอบแห้ง. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สัญญาเลขที่ RTA/12/2543.
- Chua, K.J., & Chou, S.K. (2003). Low-cost drying methods for developing countries. Trends in





Food Science & Technology, 14, 519-528.

Janjai, S. and Kaewparsert, T. (2006). Design and performance of a solar tunnel dryer with a polycarbonate cover. *International Energy Journal*, 7, 187-194.

Schirmer, P., Janjai, S., Esper, A., Smitabhindu, R. and Muhlbauer, W. (1995). Experimental investigation of the performance of the solar tunnel dryer for drying bananas. *Renewable Energy*, 7(2), 119- 129.

Vogt, M. (2007). Infrared drying lowers energy costs and drying times. *Plastics Additives and Compounding*, 9, 58-61.