

## ผลของรูปแบบการไหลของอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีต่ออัตราการอบแห้งขนมนางเล็ด Types of Air Circulation Inside the Solar Dryer Affecting the Drying Rate of Nang Led Dessert

ประทีป ตุ่มทอง<sup>1</sup> ประพันธ์พงษ์ สมศิลา<sup>1</sup> ธนกร หอมจำปา<sup>1</sup> และ สันติ साแก้ว<sup>2</sup>  
Prateep Toomthong<sup>1</sup>, Prapanpong Somsila<sup>1</sup>, Tanagorn Homchampa<sup>1</sup> and Santi Sakaew<sup>2</sup>

### Abstract

This objective of this research was to examine and to compare the effect of three methods of moisture removal from Nang led dessert the products were placed in a solar dryer, in which the air measurements inside were achieved by a) force circulation by fan b) without force circulation by fan and c) by natural air circulation. The experiment started in the middle of January 2012, and Observation started from 09:00 O' clock in the morning to 04:00 O'clock in the afternoon of every experiment day. In this study, Nang led Result of the study found that force air circulation by using fan method reduced the moisture of the product quicker than non-fan and natural methods. The non-forced air method reduced moisture from the product quicker than the natural air circulation method.

**Keywords:** drying, solar drying oven, Nang led

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการไหลเวียนอากาศแบบบังคับ การไหลเวียนของอากาศแบบธรรมชาติ และการตากแห้งผลิตภัณฑ์โดยตรง ที่มีผลต่อการอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์ในช่วงกลางเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2555 ตั้งแต่เวลา 09.00 -16.00 น. ของวันที่ทำการทดลอง ซึ่งมีพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษา ได้แก่ อัตราการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองคือ ขนมนางเล็ด ผลจากการทดลองพบว่า การไหลเวียนของอากาศแบบบังคับสามารถลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่า การไหลเวียนของอากาศแบบธรรมชาติ และการตากแห้งผลิตภัณฑ์โดยตรง

**คำสำคัญ:** การอบแห้ง ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ขนมนางเล็ด

### คำนำ

ปัจจุบันมีผลผลิตทางการเกษตรออกสู่ตลาดค่อนข้างมาก เนื่องจากการส่งเสริมการผลิตจากหลายหน่วยงาน ทำให้เกิดปัญหาผลผลิตทางการเกษตรมีมากเกินไปเกินความต้องการของตลาด ส่งผลให้ราคาผลผลิตค่อนข้างต่ำและบางส่วนจำหน่ายไม่ทันจึงเกิดการเน่าเสีย การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร โดยการอบแห้งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาเหล่านี้ได้ เครื่องอบแห้งจึงเริ่มเข้ามามีบทบาทอย่างมาก แต่เครื่องอบแห้งที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานเชิงพาณิชย์เป็นส่วนใหญ่ เช่น แก๊สหุงต้ม ไฟฟ้า หรือน้ำมัน เป็นต้น ซึ่งพลังงานเหล่านี้มีต้นทุนสูง ซึ่งในภาวะปัจจุบันสถานการณ์พลังงานของประเทศอยู่ในขั้นวิกฤตอันเนื่องมาจากราคาน้ำมันในตลาดโลกที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและไม่มีเสถียรภาพ ประเทศไทยมีการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงปิระหลายพันล้านบาท (กรมธุรกิจพลังงาน สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง, 2554) ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยขาดดุลการค้าเพิ่มขึ้น ประกอบกับสถานการณ์พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปคาดว่าอีกไม่นานก็จะหมดไปจากโลก ดังนั้นจึงควรหาพลังงานรูปแบบอื่นมาใช้ทดแทน ด้วยเหตุนี้พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้แทนพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ จากผลการศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยพบว่ามีความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 4.5-5.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งเป็นพลังงานที่มากพอสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ในการอบแห้ง (ดุสิต, 2554)

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000

<sup>1</sup> Division of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and technology, Rajamanjala University of technology isan, surin campus, Surin province 32000

<sup>2</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000

<sup>2</sup> Division of Electric power, Faculty of Agriculture and technology, Rajamanjala University of technology isan, surin campus, Surin province 32000

ขนมนางเล็ดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเหนียวนึ่งสุก ในกระบวนการผลิตมีกระบวนการแปรรูปโดยการทำแห้ง ก่อนนำไปทอด เกษตรกรมักใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดดธรรมดา ซึ่งเกิดปัญหาเรื่องฝุ่นละอองแมลงและเชื้อรา โดยเฉพาะช่วงหน้าฝนที่มีฝนตกชุกซึ่งเกษตรกรไม่สามารถผลิตเพื่อส่งขายทันเวลา ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้งขนมนางเล็ด เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรผู้ผลิตขนมนางเล็ดนำไปพิจารณาเลือกใช้งานจริงต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

งานทดลองนี้ได้ทำการศึกษาดูการอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับรังสีดวงอาทิตย์โดยทางอ้อม (Indirect Type) ซึ่งใช้แหล่งความร้อนจากดวงอาทิตย์ (Sun) ดังแสดง ใน Figure 1 และทำการศึกษาดูแปรที่มีผลต่อการอบแห้งได้แก่ การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการไหลเวียนของอากาศแบบบังคับ, แบบธรรมชาติ และการตากแห้งผลิตภัณฑ์โดยตรง

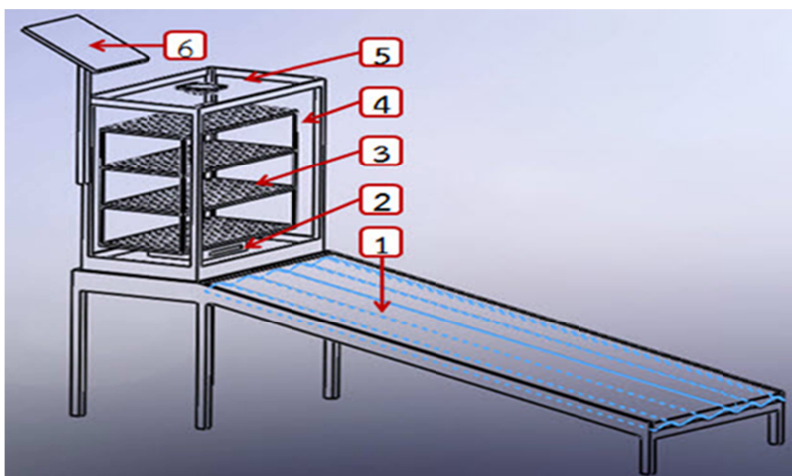


Figure 1 Experimental set-up. 1) Solar Chimney 2) Weighing apparatus 3) Product Trays 4) Drying chamber 5) Fan 6) Solar cells

ชุดทดลองประกอบด้วยห้องอบแห้งทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้า ขนาดระดับห้องปฏิบัติการ ขนาดของห้องอบแห้งเท่ากับ 100 × 150 × 80 เซนติเมตร (กว้าง × ยาว × สูง) อุปกรณ์ให้ความร้อนเป็นดวงอาทิตย์ พัดลมเป็นแบบไหลตามแนวแกนขนาด 5 W อุณหภูมิอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ วัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลชนิด K การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักซึ่งใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก ในส่วนวิธีการทดลองการอบแห้งเพื่อศึกษาพฤติกรรมการอบแห้ง และวิธีการที่ดีที่สุดในการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ใช้ออบแห้งในงานวิจัยนี้คือ ขนมนางเล็ด โดยการนำข้าวเหนียวมานึ่งให้สุกแล้วนำมาปั้นเป็นรูปทรงกลมมีความหนา 1 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำมาวางเรียงบนถาดอบแห้งโดยไม่ให้ซ้อนทับกัน ขนมนางเล็ดที่ทำการทดลองมีความชื้นเริ่มต้น 70 -75 % d.b. เริ่มอบแห้งตั้งแต่วันที่ 09.00 -16.00 น. ของวันที่ทำการทดลอง ในช่วงกลางเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2555 ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนัก, อุณหภูมิอบแห้ง และอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์ ทุกๆ 5 นาที โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ การอบแห้งที่มีการไหลเวียนของอากาศแบบบังคับ การไหลเวียนของอากาศแบบธรรมชาติ และการตากแห้งผลิตภัณฑ์โดยตรง

การวิเคราะห์จุลผลศาสตร์การอบแห้งในงานวิจัยนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture Content : MC) ของผลิตภัณฑ์คำนวณจากสมการที่ (1) (อำไพศักดิ์ และประทีป, 2553)

$$MC = \frac{W_i - W_d}{W_d} \times 100\% \tag{1}$$

เมื่อ  $W_i$  คือ น้ำหนักขนมนางเล็ดที่เวลาใดๆ, g  
 $W_d$  คือ น้ำหนักแห้งของขนมนางเล็ด, g

การศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งของขนมนางเล็ดศึกษาในรูปของอัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio, MR) โดยคำนวณจากสมการที่ (2) (ธนกร และคณะ, 2553)

$$MR = \frac{M_t}{M_{in}} \tag{2}$$

เมื่อ  $M_{in}$  คือ ความชื้นเริ่มต้น, % d.b.  
 $M_t$  คือ ความชื้นที่เวลาใดๆ, % d.b.

**ผลการทดลองและวิจารณ์**

ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง การอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์การอบแห้ง โดยนำวิธีการอบแห้งทั้งหมด 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน ได้แก่ 1. การอบแห้งที่มีการไหลเวียนของอากาศแบบบังคับ 2. การอบแห้งที่มีการไหลเวียนของอากาศแบบธรรมชาติ และ 3. การตากแห้งผลิตภัณฑ์โดยตรง จากการทดลอง พบว่าการไหลเวียนของอากาศแบบบังคับสามารถลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่า การไหลเวียนของอากาศแบบธรรมชาติ และการตากแห้งผลิตภัณฑ์โดยตรง ตามลำดับ ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าการไหลเวียนของอากาศแบบบังคับจะช่วยระบายความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าการอบแห้งทั้ง 2 วิธี ดังแสดงใน Figure 2 นอกจากนี้แล้วความสัมพันธ์ของความเข้มแสงกับอุณหภูมิในห้องอบแห้งก็มีความสอดคล้องกันดังแสดงใน Figure 3

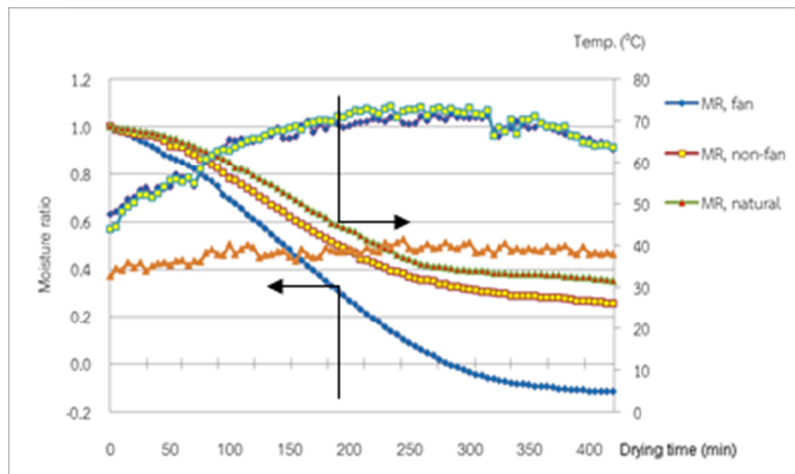


Figure 2 Variation of moisture ratio at fan drainage, non-fan drainage and by natural drainage

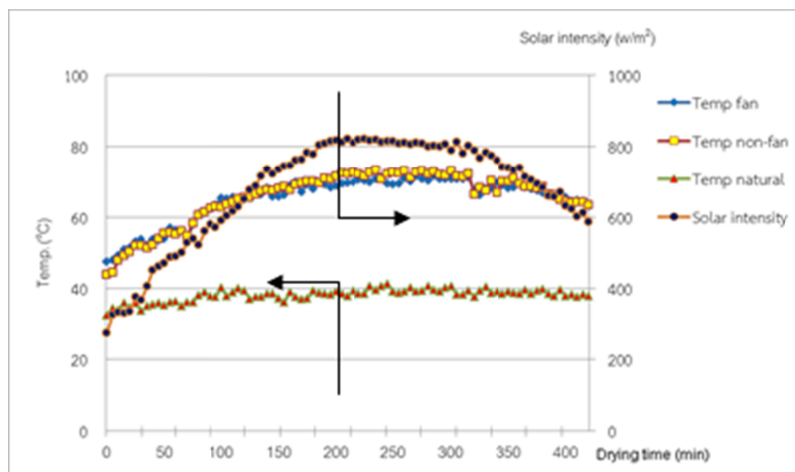


Figure 3 Variation of Solar intensity at fan drainage, non-fan drainage and by natural drainage

### สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาทดลอง การอบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดในการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยนำผลการทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอัตราส่วนความชื้นที่ลดลงตามระยะเวลาการอบแห้ง จากการทดลองพบว่าวิธีการไหลเวียนของอากาศแบบบังคับสามารถลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าวิธีการไหลเวียนของอากาศแบบธรรมชาติ และการไหลเวียนของอากาศแบบอิสระ โดยเฉลี่ยประมาณ 33 และ 43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุน และอุปกรณ์สำหรับการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- ดุสิต เครื่องงาม. 2554. ความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.thaisolarfuture.com/solar roof> (19 มีนาคม 2555).
- ธนกร หอมจำปา, ศักชัย จงจำ และอำไพศักดิ์ ทีบุญญา. 2554. ผลของสัดส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ต่อสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการไหลเวียนอากาศแบบบังคับ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (พิเศษ): 565-568.
- สถานการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงปี 2554 และแนวโน้มปี 2555. 2554. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [http://www.doeb.go.th/press/data/report\\_dec 54.pdf](http://www.doeb.go.th/press/data/report_dec 54.pdf) (9 มีนาคม 2555).
- อำไพศักดิ์ ทีบุญญา และประทีป ตุ่มทอง. 2553. จลนพลศาสตร์การอบแห้งปลานิลด้วยลมร้อน. วารสารวิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น 37: 307-317.