

## การศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมสำหรับอบแห้งซิง Performance of a Mix Mode Solar Dryer for Drying Zingiber Officinale

ณัฐพล ศรีสิทธิโกคกุล<sup>1,2\*</sup> กาญจนา ทะลีชัน<sup>1</sup> เปลแก้ว แก้วเณร<sup>1</sup> และ พรทิพย์ สามตรีเฝือก<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

<sup>2</sup>ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

\*Nattapon2004@gmail.com

### บทคัดย่อ

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมถูกสร้างขึ้นที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม เพื่อใช้สำหรับอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก โดยในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาและศึกษาการทำงานของเครื่องอบแห้งในการอบแห้งซิง เครื่องอบแห้งดังกล่าวสามารถอบแห้งซิงจำนวน 50 กิโลกรัม ที่ความชื้นเริ่มต้น 82 เปอร์เซ็นต์ จนเหลือซิง 5 กิโลกรัม ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลา 1 วัน โดยผลิตภัณฑ์จะได้รับความร้อนทั้งจากดวงอาทิตย์โดยตรงและความร้อนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ จากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพพบว่าการอบแห้งแบบดั้งเดิม คือ การอบแห้งในที่ร่มหรืออบแห้งแบบตากแดดตามธรรมชาติ ซิงจะแห้งโดยใช้เวลา 3 วัน ในขณะที่เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เวลาเพียง 1 วัน และผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็มีคุณภาพดีกว่า อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในการอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 30 - 60 °C ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ

**คำสำคัญ:** เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม, เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, แผงรับรังสีดวงอาทิตย์, รังสีดวงอาทิตย์, ซิง

### Abstract

A mix mode solar dryer has been built in at Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, Thailand for drying agricultural product on large scale. In this paper attempt has been made to evaluate the performance of developed dryer to dry Zingiber officinale. The solar dryer were used for drying 50 kg of Zingiber officinale with the moisture content of 82.0% (wb). The Zingiber officinale can be dried in 1 days with the remaining moisture content is about 10 % (wb). The products being dried in the dryer got the heat from both the sunlight and the collectors. The qualitative analysis showed that the traditional drying, i.e. shade drying or open sun drying, dried Zingiber officinale in 3 days, while the solar dryer took only 1 days and produce better quality raisins. However, the temperature of the drying air was varied between 30 - 60 °C, depends on the weather conditions.

**Keywords:** mix mode solar dryer, solar dryer, solar collectors, solar radiation, Zingiber officinale

### 1. บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มหันมาตระหนักถึงความสำคัญของสุขภาพมากยิ่งขึ้น ธุรกิจด้านอาหารเพื่อสุขภาพและธุรกิจเกี่ยวกับความงามเพื่อสุขภาพจึงขยายตัวอย่างเห็นได้ชัด บรรดาผู้ประกอบการในธุรกิจร้านอาหารต่างเร่งปรับตัวให้สอดคล้อง

กับพฤติกรรมผู้บริโภคที่หันมาใส่ใจในคุณค่าของอาหารที่รับประทาน กล่าวคือ ผู้ประกอบการธุรกิจร้านอาหารหันมาเน้นเมนูอาหารเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น ซึ่งนับเป็นผลไม้ที่มีคุณประโยชน์หลายประการ เช่น ช่วยเพิ่มพลังงานในร่างกาย นอกจากนี้แล้วในเชิงยังอุดมไปด้วยเส้นใยและกากอาหาร และยังมีวิตามินและแร่ธาตุนานาชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ธาตุเหล็ก ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุโพแทสเซียม ธาตุแมกนีเซียม คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินบี 6 วิตามินบี 12 วิตามินเอ และวิตามินซี เป็นต้น ในหลายกรณีได้มีการแปรรูปโดยใช้วิธีการอบแห้ง เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้า ในการแปรรูปซึ่งมักนิยมใช้การตากแดดตามธรรมชาติซึ่งต้องใช้เวลานาน และอาจมีการรบกวนจากสัตว์หรือแมลงได้ ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนซึ่งได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จึงนับเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการอบแห้งสมุนไพรส่งออก ทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นกระบวนการที่สะอาดได้รับการยอมรับในระดับสากล อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตและยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ถึงแม้ว่าในช่วงเวลา 20 ปี ที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นหลายแบบ จากการศึกษาทบทวนรายงานการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมาพบประเด็นปัญหาที่สำคัญ คือ เครื่องอบแห้งส่วนใหญ่ยังคงมีราคาค่อนข้างสูง หรือมีขนาดใหญ่เกินไป ไม่เหมาะกับผู้ใช้ที่มีพื้นที่ใช้สอยจำกัด (Smitabhindu, R., 2008: 33), (Amer, B.M.A., 2010: 51), (Janjai, S., 2008: 33), (Bala, B. K., 2009) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม ซึ่งมีขนาดเล็ก แต่สามารถอบแห้งซึ่งได้ประมาณ 50 กิโลกรัม และทำการศึกษาศักยภาพของเครื่อง โดยทำการอบแห้งซึ่งเปรียบเทียบกับวิธีการตากแดดธรรมชาติ

## 2. วิธีการทดลอง

เริ่มจากการคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ต้องการจากปริมาณน้ำที่จะต้องระเหย โดยเริ่มต้นจากการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องระเหยจากผลิตภัณฑ์โดยอาศัยสมการ (Srisittipokakun, N., 2012 : 32)

$$m_w = (M_i - M_f) / (100 - M_f) \times m_i \quad (1)$$

เมื่อ  $m_w$  คือมวลของน้ำที่ต้องการระเหย (kg),  $m_i$  คือ มวลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบ (kg),  $M_i$  คือ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ (% , wb) และ  $M_f$  คือ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (% , wb) จากนั้นจะคำนวณปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องใช้จากสมการ (Srisittipokakun, N., 2012 : 32)

$$Q_{\text{drying}} = m_w L \quad (2)$$

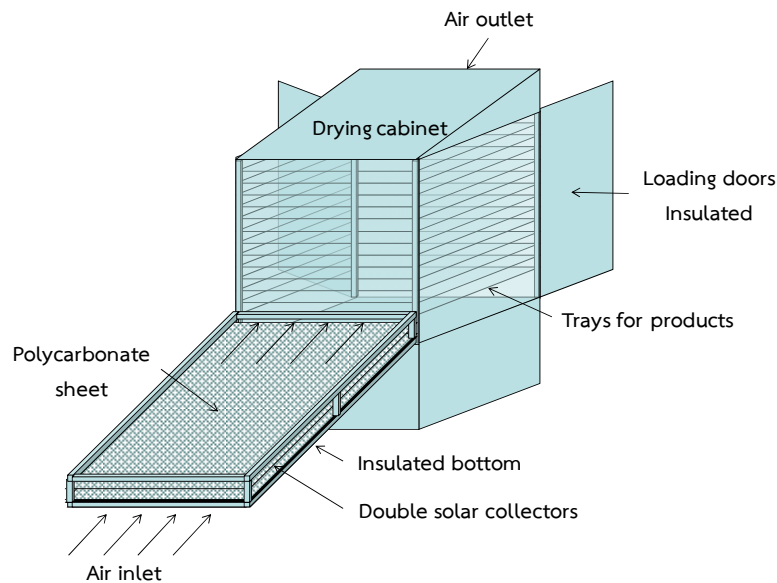
เมื่อ  $Q_{\text{drying}}$  คือ ปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องใช้ MJ,  $m_w$  คือ มวลของน้ำที่ต้องการระเหย (kg),  $L$  คือ ความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำ 1 กิโลกรัม (MJ/kg) ในขั้นตอนสุดท้ายจะคำนวณพื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง ในที่นี้จะรวมหมายถึงพื้นที่ของส่วนที่ตากผลิตภัณฑ์และส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ทั้งนี้เพราะเครื่องอบแห้งแบบผสมรับรังสีดวงอาทิตย์ทั้งสองส่วน โดยในการคำนวณจะอาศัยสมการ (Srisittipokakun, N., 2012 : 32)

$$A = Q_{\text{drying}} / (\eta \times H_T \times N_D) \quad (3)$$

เมื่อ  $A_{\text{total}}$  คือ พื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์ ( $m^2$ ),  $H_T$  คือ ความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์บนพื้นราบ ( $MJ/m^2$ -day),  $N_D$  คือ จำนวนวันที่ต้องการใช้ในการอบแห้งแต่ละครั้ง (day) และ  $\eta$  คือ ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งในฐานะที่เป็นแผงรับรังสี (Srisittipokakun, N., 2012 : 32)

จากนั้นทำการสร้างเครื่องอบแห้งซึ่งประกอบด้วย ส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์ และส่วนอบแห้งผลิตภัณฑ์ ในส่วนของแผงรับรังสีดวงอาทิตย์จะมีสองชั้น เพื่อลดการสูญเสียความร้อนทางด้านล่างของเครื่องอบแห้ง ส่วนบรรจุผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเป็นแนวตั้ง เพื่อลดการใช้พื้นที่ทางแนวนอน โดยทั้งสองส่วนมีโครงสร้างวางเรียงต่อกันโดยตรงโดยไม่ต้องมีท่ออากาศต่อเชื่อม

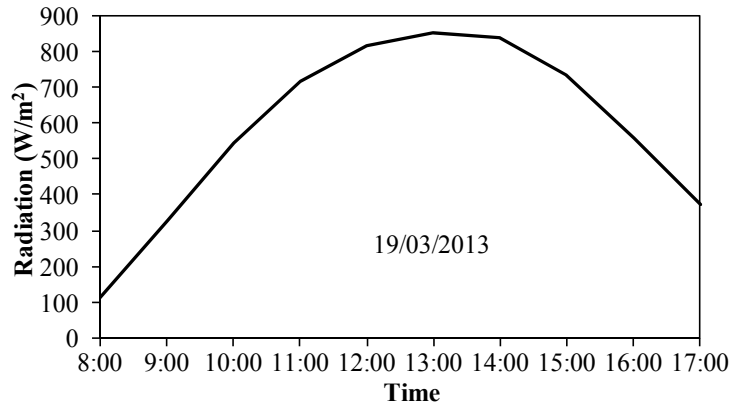
ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกต่อการสร้างและเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนของท่านอากาศ อีกทั้งยังลดการสูญเสียความร้อนและการสูญเสียความดัน (Pressure drop) ในท่านอากาศ ลักษณะขององค์ประกอบดังกล่าวแสดงไว้ในรูปภาพที่ 1



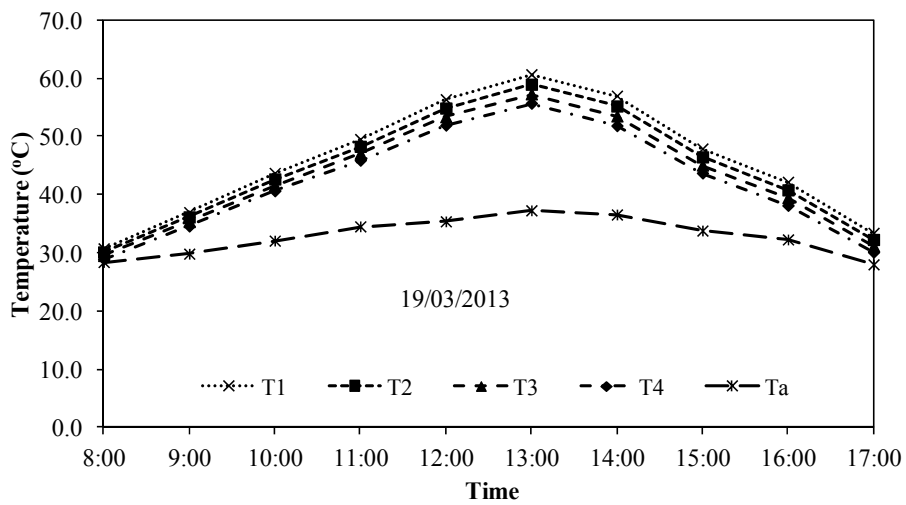
รูปภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของเครื่องอบแห้ง

### 3. ผลการวิจัย

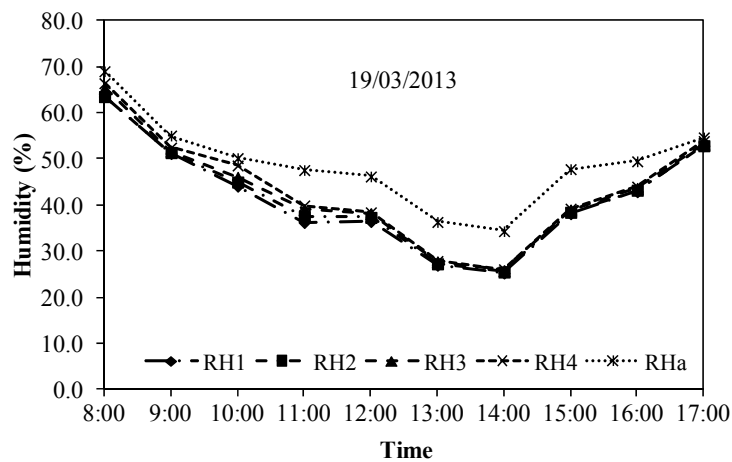
ในช่วงที่ทำการทดลอง คือ วันที่ 19 มีนาคม 2556 สภาพท้องฟ้าปลอดโปร่ง ซึ่งสังเกตได้จากกราฟความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (รูปภาพที่ 3) จากรูปพบว่าอุณหภูมิของอากาศที่ได้จากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์แต่ละส่วนของเครื่องอบแห้งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมประมาณ 10 - 30 °C ดังแสดงในกราฟรูปภาพที่ 4 โดยจะแปรค่าตามการเปลี่ยนแปลงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ด้านความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ จะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าอากาศจะมีความชื้นสูงและลดลงในช่วงเวลาต่อมา จนกระทั่งเวลาประมาณ 14.00 น. ความชื้นจะเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอากาศภายในเครื่องอบแห้งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าอากาศแวดล้อมมาก เมื่ออากาศไหลผ่านผลิตภัณฑ์จะรับไอน้ำจากผลิตภัณฑ์มา ทำให้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ในช่วงท้ายของการทดลองผลต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบจะมีค่าลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์เหลือน้อย จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำที่ระเหยออกมาน้อยลง อากาศภายในเครื่องจึงมีค่าใกล้เคียงกับอากาศภายนอกเครื่อง ดังแสดงในกราฟรูปภาพที่ 5 เมื่อพิจารณาความชื้นของผลิตภัณฑ์พบว่าความชื้นลดลงค่อนข้างเร็วในช่วงแรกของการอบ และจะเริ่มคงที่ในช่วงท้าย โดยการลดลงของความชื้นผลิตภัณฑ์ในเครื่องอบจะลดลงเร็วกว่าความชื้นผลิตภัณฑ์ที่ตากแดดตามธรรมชาติ โดยความชื้นของตัวอย่างในเครื่องอบแห้งจะลดลงจาก 82% จนเหลือประมาณ 10% แสดงดังรูปภาพที่ 6 เมื่ออบแห้งแล้วจึงทั้งหมดจากน้ำหนักสด 50 กิโลกรัม ลดลงเหลือประมาณ 5 กิโลกรัม



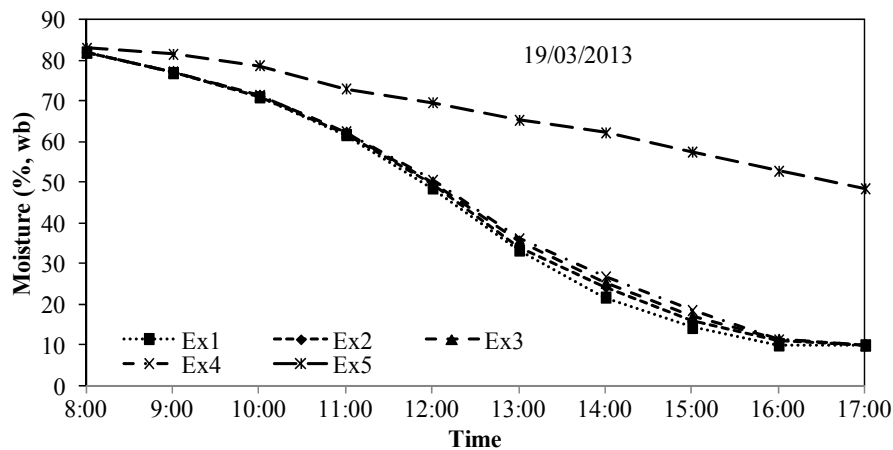
รูปภาพที่ 3 แสดงการแปรค่าของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์



รูปภาพที่ 4 แสดงการแปรค่าของอุณหภูมิอากาศแวดล้อม ( $T_a$ ) กับอุณหภูมิอากาศบริเวณชั้นวางผลิตภัณฑ์ ( $T_1$ - $T_4$ )



รูปภาพที่ 5 แสดงการแปรค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม ( $RH_a$ ) กับอากาศที่ไหลภายในเครื่องอบแห้งแต่ละชั้น ( $RH_1$ - $RH_4$ )



รูปภาพที่ 6 แสดงการแปรค่าความชื้นกับเวลาของซิงภายในเครื่องอบแห้ง และที่ตากแดดภายนอก

#### 4. สรุปผลการวิจัย

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ดี โดยอุณหภูมิของอากาศที่ได้จากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์แปรค่าในช่วง 40 - 60 °C ตามความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติ และความชื้นของตัวอย่างที่อบในเครื่องอบแห้งจะมีความชื้นสุดท้ายต่ำกว่าการตากแดดตามธรรมชาติ ความชื้นของตัวอย่างในเครื่องอบแห้งจะลดลงจาก 82% จนเหลือประมาณ 10%

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เสริม จันทร์ฉาย ในการเอื้อเฟื้อข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- Smitabhindu, R., Janjai, S. and Chankong, V. (2008). Optimization of a solar-assisted drying system for drying bananas, *Renewable Energy*, Vol. 33, pp. 1523-1531.
- Amer, B.M.A., Hossain, M.A. and Gottschalk, K. (2010). Design and performance evaluation of a new hybrid solar dryer for banana, *Energy Conversion and Management*, Vol. 51, pp. 813-820.
- Janjai, S., Srisittipokakun, N. and Bala, B.K. (2008). Experimental and modeling performances of a roof-integrated solar drying system for drying herbs and spices, *Energy*, Vol.33, pp. 91-103.
- Bala, B. K. (2009). Solar drying of fruits, vegetables, spices, medicinal plants and fish: Developments and Potentials, *paper presented in the International Solar Food Processing Conference*.
- Srisittipokakun, N., Kirdsiri, K. and Kaewkhao, J. (2012). Solar drying of *Andrographis paniculata* using a parabolicshaped solar tunnel dryer, *Procedia Engineering*, Vol. 32, pp. 839-846.