

## การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย Development of solar dryers for drying fruits in Thailand

เสริม จันทร์ฉาย ยุทธศักดิ์ บุญรอด  
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม 73000  
โทร. 0-3427-0761 โทรสาร. 0-3427-1189 E-mail: [serm@su.ac.th](mailto:serm@su.ac.th)

Serm Janjai<sup>\*</sup> Yutthasak Boonrod  
Department of Physics, Faculty of Science, Silpakorn University, Muang, Nakhon Pathom 73000, Thailand  
Tel: 0-3427-0761 Fax: 0-3427-1189 E-mail: [serm@su.ac.th](mailto:serm@su.ac.th)

### บทคัดย่อ

ผลไม้อบแห้งเป็นผลผลิตทางอาหารที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในการผลิตผลไม้อบแห้ง เกษตรกรหรือผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีตากแดดตามธรรมชาติ ถึงแม้วิธีดังกล่าวจะเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มักมีการปนเปื้อนจากการรบกวนของแมลงและสัตว์ต่างๆ เนื่องจากประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตรซึ่งได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 18.2 MJ/m<sup>2</sup>-day ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวจึงเป็นผลดีต่อการใช้เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้นห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยศิลปากรจึงได้จัดตั้งโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2522 โดยได้ทำการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นหลายแบบและได้มีการนำไปเผยแพร่ใช้งานในส่วนต่างๆ ของประเทศ โดยบางแห่งมีการใช้งานต่อเนื่องมานาน 10 ปี สำหรับเครื่องอบแห้งที่มีการพัฒนาล่าสุด คือเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมแบบใช้กระจกปิดด้านบน ซึ่งสามารถอบแห้งกล้วยได้ครั้งละ 55 กิโลกรัม โดยใช้เวลา 3 วัน ซึ่งถ้าตากตามธรรมชาติต้องใช้เวลา 5 วัน

**คำสำคัญ:** เครื่องอบแห้ง / พลังงานแสงอาทิตย์

### Abstract

Dried fruits are considered as economically important products of Thailand. Most of dried fruits are still produced using natural sun drying method. Although, it is the cheapest method, dried products are usually contaminated by insects, birds and animals. Situated near the equator, Thailand receives annual average of daily solar radiation of 18.2 MJ/m<sup>2</sup>-day which is better suited for the use of solar drying technology. For this reason, a research program for the development of solar dryers was initiated at the Solar Energy Research Laboratory of Silpakorn University in the year 1979. Many

types of solar dryers have been developed and tested in different parts of the country. Some of them have been used for about ten years. The most recently developed dryer is a solar tunnel dryer using glass cover. It can be employed to dry 55 kg of bananas within 3 days as compared with 5 days of the natural sun drying.

**Keyword:** Dryer / Solar energy

### 1. บทนำ

การอบแห้งเป็นกระบวนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย ผลผลิตที่สำคัญที่ผ่านกระบวนการอบแห้งในประเทศไทย ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วชนิดต่างๆ ผักและผลไม้บางชนิด เครื่องเทศและสมุนไพร เป็นต้น โดยวัตถุประสงค์หลักของการอบแห้ง คือ การลดความชื้นของผลผลิต เพื่อยืดอายุของการเก็บรักษา นอกจากนี้การอบแห้งยังมีวัตถุประสงค์เพื่อตัดแปลงกลิ่นรสและโครงสร้างผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค วิธีการอบแห้งที่ง่ายที่สุดคือการตากแดดตามธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะทำได้ง่ายและไม่เสียค่าใช้จ่าย แต่ปัญหาที่มักพบอยู่เสมอคือ ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการอบแห้งมักถูกรบกวนจาก แมลง นก หนู หรือสัตว์เลื้อยต่างๆ การอบแห้งโดยวิธีการดังกล่าวนั้นขึ้นกับสภาพดินฟ้าอากาศซึ่งควบคุมไม่ได้ และต้องใช้เวลานานหลายวัน เนื่องจากความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงช้าเกินไป ทำให้เกิดการเน่าเสียหรือเกิดราขึ้น จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานสากล ทำให้ไม่สามารถส่งออกไปขายยังตลาดต่างประเทศได้ ในการแก้ปัญหาดังกล่าวเกษตรกรหรือผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้เครื่องอบแห้งในการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร การพัฒนาเครื่องอบแห้งที่ใช้ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนจึงนับเป็นการแก้ปัญหา การอบแห้งผลผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการอบแห้งผลไม้ในประเทศไทย รายงานฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอผลการ

<sup>\*</sup> Corresponding author

การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1  
11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี

พัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการในช่วงกว่า 20 ปี รวมถึง  
สมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบล่าสุดด้วย

## 2. การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้  
ดำเนินการพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่ปี  
พ.ศ. 2522 โดยเครื่องอบแห้งแบบแรกเป็นตู้อบแบบถาด (cabinet dryer)  
โดยมีแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาดประมาณ 2 ตารางเมตร ใช้การพาความร้อน  
ตามธรรมชาติ สามารถอบกล้วยได้ครั้งละ 10 กิโลกรัม จากการ  
ทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งดังกล่าว พบว่าสามารถลดการสูญเสีย  
เนื่องจากฝนและการบวมของแมลง แต่ไม่สามารถนำไปใช้ผลิตกล้วย  
ตากเชิงการค้าได้ ทั้งนี้เพราะมีความจุน้อยและมักมีปัญหาในช่วงฤดูฝน  
เพราะแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งทำงานด้วยการพาความร้อนตาม  
ธรรมชาติมีอัตราการไหลของอากาศต่ำทำให้แห้งช้า

ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 ผู้วิจัยจึงได้ทำการดัดแปลงเครื่องอบแห้งแบบ  
อุโมงค์ลม ของมหาวิทยาลัยไอเซนไฮน์ ให้สามารถนำมาใช้ใน การอบแห้ง  
ผลไม้ในประเทศไทยได้ เครื่องอบแห้งที่ดัดแปลงแล้วประกอบด้วย 2 ส่วน  
ได้แก่ ส่วนแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ และส่วนสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ ทั้งสอง  
ส่วนต่อเป็นรางยาวอยู่บนโครงสร้างเดียวกัน และใช้ไม้กับแผ่นสังกะสีเป็น  
โครงสร้างหลัก โดยด้านบนปิดด้วยพลาสติกใสที่ม้วนได้ และใช้พัดลมดูด  
อากาศจากภายนอกเข้าไปในส่วนที่เป็นแผงรับรังสีดวงอาทิตย์แล้วเป่าเข้าไป  
ไปยังส่วนบรรจุผลิตภัณฑ์ พัดลมดังกล่าวทำงานด้วยกำลังไฟฟ้าจากแผง  
โซลาร์เซลล์ขนาด 50 วัตต์ ผู้วิจัยได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งนี้  
พบว่าสามารถอบแห้งกล้วยจำนวน 100 กิโลกรัม ได้ภายใน 3 วัน และได้  
กล้วยที่มีคุณภาพดี แต่ยังคงมีปัญหาการใช้งานในฤดูฝน[1]



รูปที่ 1 แสดงเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่มีโครงสร้างเป็นไม้ ซึ่ง  
พัฒนาในปี พ.ศ. 2535 [1]

ในการแก้ปัญหาการทำงานในฤดูฝน ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนา  
เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลม ซึ่งมี gas burner ช่วยให้ความร้อนในช่วงที่  
ฟ้าครึ้มหรือฝนตก และได้ขยายขนาดของเครื่องโดยให้มีความกว้าง

ประมาณ 2 เมตร และความยาว 20 เมตร สามารถอบกล้วยได้ครั้งละ  
300 หวี ซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานผลิตกล้วยตากในเชิงพาณิชย์ ตั้งนั้น  
ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 จึงมีเกษตรกรและกลุ่มแม่บ้านนำไปใช้งานในพื้นที่  
ต่าง ๆ 7 เครื่อง โดย 4 เครื่อง ยังคงใช้งานจนถึงปัจจุบัน[2]



รูปที่ 2 แสดงเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ติดตั้ง gas burner [2]

ถึงแม้ว่าเครื่องอบแห้งที่ติดตั้ง gas burner แล้ว จะสามารถแก้ปัญหา  
การใช้งานในช่วงฤดูฝนได้ก็ตาม แต่แผ่นพลาสติกที่ปิดด้านบนมัก  
เสียหายง่าย ทั้งนี้เพราะรังสีอัลตราไวโอเล็ตในประเทศไทยมีความเข้มสูง  
และฝนที่ตกซึ่งทำให้น้ำซังบนแผ่นพลาสติก และเกิดการฉีกขาด ต้อง  
เปลี่ยนและดูแลอย่างใกล้ชิด ในการแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนา  
เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมซึ่งใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตปิดด้านบน และ  
เจาะช่องด้านข้างสำหรับนำตะแกรงบรรจุผลิตภัณฑ์ที่จะอบเข้าออก เครื่อง  
อบแห้งนี้ยังคงใช้แผงโซลาร์เซลล์ขับเคลื่อนพัดลมดูดอากาศ จากการ  
ทดสอบสมรรถนะพบว่าเครื่องอบแห้งดังกล่าว สามารถใช้อบขนุนได้ครั้ง  
ละ 50-80 กิโลกรัม โดยใช้เวลา 3-5 วัน ขึ้นกับสภาพอากาศ



รูปที่ 3 แสดงเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนต  
ปิดด้านบน

เนื่องจากแผ่นโพลีคาร์บอเนตมีช่องอากาศอยู่ภายใน เพื่อใช้เป็น  
ฉนวนความร้อน จำเป็นต้องอุดปลายท่อเหล่านี้ด้วยกาวซิลิโคน เพื่อ

ป้องกันน้ำฝนที่รั่วเข้าไปภายในท่อ ในบางครั้งการอุปถลางท่อไม่เรียบร้อยน้ำฝนจะนำสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปภายในท่อ ในช่วงกลางวันน้ำจะระเหยทำให้สิ่งสกปรกติดค้างอยู่ภายในท่อ แผ่นโพลีคาร์บอเนตจะขุ่นมัว ทำให้รังสีดวงอาทิตย์ส่องผ่านเข้าไปภายในได้ลดลง ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน



รูปที่ 4 เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน

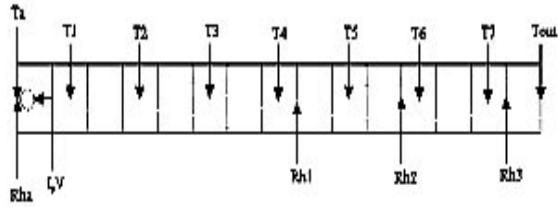
### 3. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน

เครื่องอบแห้งดังกล่าวเหมาะสำหรับการอบแห้งผลไม้ ผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งจะวางบนตะแกรงอลูมิเนียมซึ่งสามารถเลื่อนเข้าออกจากเครื่องอบแห้งทางด้านข้างทำให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในการอบแห้งผลิตภัณฑ์จะมีไอน้ำระเหยออกจากตัวผลิตภัณฑ์จึงจำเป็นต้องมีพัดลมเป่าความชื้นออกสู่ภายนอกเครื่องอบแห้ง พัดลมดังกล่าวจะติดตั้งที่ส่วนหัวของเครื่องอบแห้งและใช้กำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ขนาด 15 W และความเร็วของพัดลมจะขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ กล่าวคือยิ่งความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์มากเท่าใดก็จะทำให้โซลาร์เซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มาก ซึ่งจะส่งผลทำให้อัตราการระเหยของอากาศสูงขึ้น อุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบแห้งจึงไม่สูงเกินไป ในทางกลับกันเมื่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าต่ำ อัตราการระเหยของอากาศจะต่ำด้วย ทำให้อุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบแห้งไม่ลดลงมากนัก ดังนั้นการใช้พัดลมระบายอากาศที่ทำงานด้วยโซลาร์เซลล์ นอกจากจะไม่ต้องพึ่งกำลังไฟฟ้าจากภายนอกแล้วยังช่วยควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบแห้งทางอ้อมอีกด้วย

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เครื่องอบแห้งดังกล่าวอบแห้งกล้วย ตัวเครื่องอบแห้งขนาด 1.22 x 12.2 เมตร ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องอบแห้ง
2. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง
3. ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

### 4. ความชื้นของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งที่ทำการวัด

โดยที่

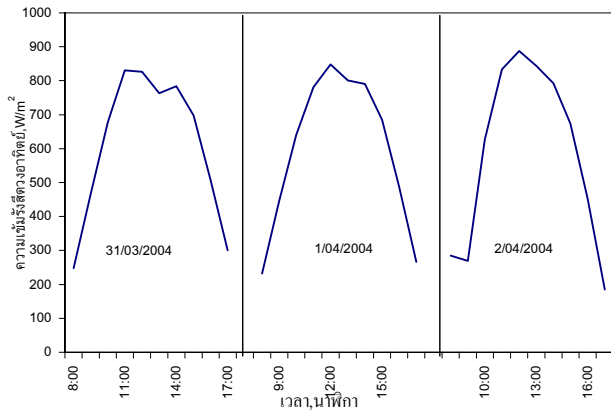
- $T_a$  = จุดวัดอุณหภูมิอากาศ
- $T_1 - T_7$  = จุดวัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง
- $T_{out}$  = จุดวัดอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากเครื่องอบแห้ง
- $Rh_a$  = จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม
- $Rh_1 - Rh_3$  = จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในเครื่องอบแห้ง
- $I, V$  = จุดวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

### 4. ผลการทดลอง

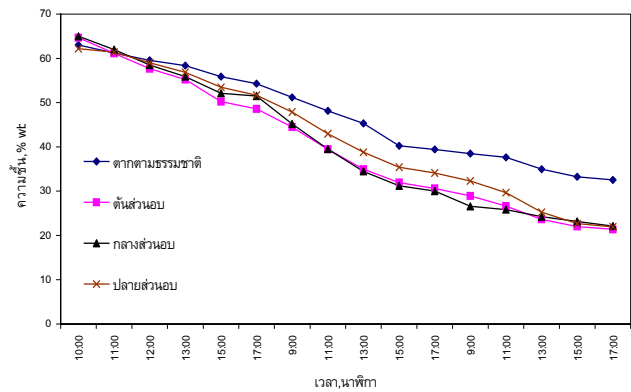
ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน โดยให้ครั้งแรกของเครื่องอบเป็นส่วนรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและครึ่งหลังให้เป็นส่วนอบผลิตภัณฑ์ กล้วยน้ำว้าสุกที่ซอบบมีมวลรวม 35-55 กิโลกรัม โดยทำการทดลองจำนวน 3 ครั้ง ในช่วงระหว่างวันที่ 31 มีนาคม 2547 ถึง วันที่ 3 พฤษภาคม 2547 ตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง 17.00 น. ตัวอย่างผลการทดลองครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 31 มีนาคม ถึง 2 เมษายน 2547 แสดงดังรูปที่ 6-9 ในช่วงเวลาดังกล่าวท้องฟ้าค่อนข้างแจ่มใสและมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดประมาณ  $850 \text{ W/m}^2$  เนื่องจากพัดลมที่ใช้เป่าอากาศจากเครื่องอบแห้งใช้กำลังไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จึงแปรตามความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งจะช่วยควบคุมอุณหภูมิของอากาศในเครื่องอบ กล่าวคือเมื่อรังสีดวงอาทิตย์มีความเข้มสูงพัดลมจะหมุนเร็วอากาศถูกดูดออกไปมากทำให้อุณหภูมิเครื่องอบไม่สูงเกินไป ในทางกลับกันเมื่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าต่ำพัดลมจะหมุนช้าทำให้อากาศถูกดูดออกไปน้อยอุณหภูมิของอากาศจึงไม่ลดลงมาก โดยการแปรค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์จะแปรตามค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

ผู้วิจัยได้นำกล้วยตัวอย่างตากแดดตามธรรมชาติอยู่ใกล้ ๆ กับเครื่องอบแห้งเพื่อเปรียบเทียบผล

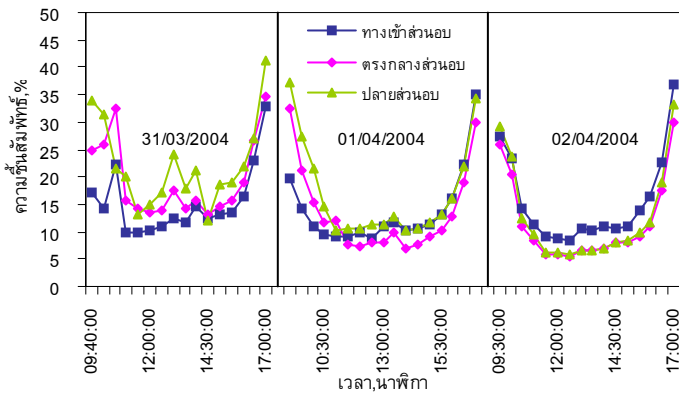
จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิของอากาศในเครื่องอบแห้งในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีค่าระหว่าง  $40-70 \text{ }^\circ\text{C}$  ในช่วง 10.00 - 16.00 น. และความชื้นของกล้วยลดลงจาก 65 % ถึง 25 % ภายในเวลา 3 วัน โดยแห้งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติ 1-2 วัน และได้กล้วยคุณภาพดี ในด้านของสี กลิ่น และรสชาติ



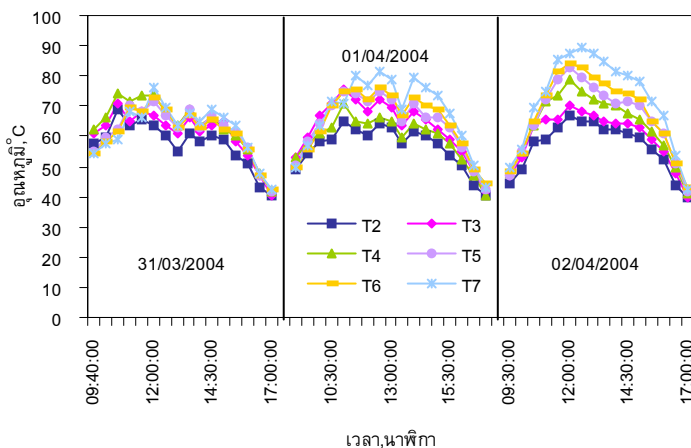
รูปที่ 6 แสดงการแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์



รูปที่ 9 แสดงการลดลงของความชื้นของกล้วย



รูปที่ 7 แสดงการแปรค่าของความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดต่าง ๆ ในเครื่องอบ



รูปที่ 8 แสดงการแปรค่าของอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในเครื่องอบ

## 5. สรุป

ในรายงานนี้ ได้กล่าวถึงการพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 จนถึงปัจจุบัน โดยได้กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องอบแห้งแบบต่าง ๆ และการแก้ไข พร้อมทั้งได้แสดงสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบล่าสุดที่ใช้ ซึ่งเป็นแบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน เครื่องอบแห้งดังกล่าว สามารถอบแห้งกล้วย 35-55 กิโลกรัม ให้แห้งได้ภายในเวลา 3 วัน โดยกล้วยที่ได้มีคุณภาพดี เครื่องอบแห้งดังกล่าวมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ผลิตกล้วยหรือผลไม้อบแห้งอย่างอื่นในเชิงพาณิชย์ได้

## เอกสารอ้างอิง

1. Janjai, S., Hirunlabh, J. "Experimental study of solar fruit dryer," Proceedings of the ISES Solar World Congress, Budapest, 123-128, 1993.
2. Janjai, S., Esper, A., Muhlbauer, W. "A study of the performance of Silpakorn-Hohenheim type solar dryer," ASEAN Seminar and workshop on drying technology, Phitsanulok, 3-5, 1998.