ME-NETT23
The 23rd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

ETM-019329

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี สำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

A Study on Performance of a V-groove Flat Plate Solar Collector for a Solar Dryer

ธีระศักดิ์ หุดากร

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
ผู้ติดต่อ: E-mail: Hudakorn_t@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์: (663) 4259025, เบอร์โทรสาร: (663) 4219367

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววีสำหรับ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย ห้องอบแห้งขนาด 1x1x0.7 ลูกบาศก์เมตร ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบขนาด 3x1 ตารางเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นร่องรูปตัววี โดยใช้อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 0.04 กิโลกรัมต่อวินาที ผลิตผลที่ใช้ในการอบแห้ง คือ มะเขือเทศราชินีแช่อิ่ม โดยมีความชื้นเริ่มต้น 91 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ทำการอบแห้งครั้งละ 5 กิโลกรัม จำนวน 4 ถาดๆละ 1.25 กิโลกรัม จนกระทั่งเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 40.30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก จากการทดลองพบว่าในช่วงเวลา 9.00 - 17.00 น. ของวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใสอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 47.0 °C และมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 54.10 °C โดยมีประสิทธิภาพของ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ สูงสุดที่ 56.23 % และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 16.90 % เครื่องอบแห้งนี้สามารถอบมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มในเวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ตากแดดตามธรรมชาติใช้เวลาถึง 48 ชั่วโมง

คำหลัก: ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี, เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, มะเขือเทศราชินี

Abstract

This research is to study performance of a V-groove flat plate solar collector used in a solar dryer. The solar dryer consisted of a drying chamber with a volume of 1x1x0.7 m^3, and the V-groove flat plate solar collector with an area 3x1 m^2. Mass flow rate of air was 0.04 kg/s. Fermented cherry tomatoes were a product for drying. The experiment was started from an initial moisture content of cherry tomatoes of 91% wet basis. The tomatoes, of which total weight was 5 kg and was divided into 4 trays with 1.25 kg/tray, were dried until a final moisture content equaled 33.58% wet basis. It was found from the experiment that, in the duration of 9.00 am – 5.00 pm on a clear sky day, an all-day average temperature inside the chamber was 47.0 ^{o}C and the maximum temperature was 54.10 ^{o}C. The maximum efficiency of

the solar collector and thermal efficiency of solar dryer were 56.23% and 16.90 % respectively. The fermented cherry tomatoes could be dried in 24 hours by using this dryer, while a natural drying took a time of 48 hours.

Keywords: V-groove flat plate solar collector, solar dryer, Cherry Tomato.

1. บทนำ

ประเทศไทยนับเป็นประเทศที่มีการส่งออกผลผลิตทางการเกษตร รายสำคัญของโลก ทั้งในรูปแบบผลผลิตบริโภคสด และ ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรแปรรูป สำหรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรแปรรูปนั้น ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออก เท่ากับ 1,505.43 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี พ.ศ.25 50 และมีมูลค่าเพิ่มขึ้น เป็น 1,656.43 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี พ.ศ.25 51 (ข้อมูลจากกรมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์) ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี แต่ต้นทุนการผลิตกลับสูงขึ้นทุกด้าน ทั้งในส่วนต้นทุนน้ำมัน และสาธารณูปโภค ดังนั้นการพัฒนากระบวนการผลิตทางด้าน ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรแปรรูป จึงมีความจำเป็น และสำคัญอย่างมาก

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น อุตสาหกรรมการอบแห้ง พบว่ามีการใช้แหล่งพลังงานในการอบแห้ง เช่น ฟืน ไฟฟ้า ก๊าซ และน้ำมันเตา โดยพลังงานหลักที่ใช้จะอยู่ในรูปความร้อน ซึ่งเป็นต้นทุนของผลิตภัณฑ์อบแห้ง 20-60% นอกจากนี้การใช้พลังงานจากไฟฟ้า น้ำมันและฟืนในการอบแห้ง ยังมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานรวมและสิ่งแวดล้อมของประเทศอีกด้วย ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเหล่านั้น จึงมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานในการให้ความร้อนในกระบวนการอบแห้ง ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกอย่างหนึ่งที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์นี้มีปริมาณมหาศาล และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมกอรปกับประเทศไทยเป็นประเทศที่ได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดทั้งปี หลายปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หลักการพื้นฐานในการออกแบบเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเริ่มต้นจากการดูดอากาศเย็นจากภายนอกด้วยพัดลมดูดอากาศไหลผ่านตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบ (Flat Plate Solar Collector) โดยตรงทำให้ความร้อนที่อยู่ในผิวตัวเก็บรังสีอาทิตย์ส่งผ่านให้กับอากาศเย็น วิธีดังกล่าวสามารถทำให้ได้อากาศร้อนเพื่อใช้ในการอบแห้ง วิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ต้องการพื้นที่ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบขนาดใหญ่เพื่อให้ได้ความร้อนตามที่ต้องการในการอบแห้งผลผลิต ดังนั้น Karim et al. [1] ได้ทำศึกษาประสิทธิภาพของ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบ โดยทดลองเปรียบเทียบ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบ 3 แบบ คือ แบบธรรมดา แบบร่องรูปตัววี และแบบมีครีบ จากการศึกษาพบว่า แบบร่องรูปตัววี มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าแบบมีครีบ 2-5 % และมากกว่าแบบธรรมดา 5-11% โดยการศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์เท่านั้น โดยมิได้ทำการทดลองโดยการอบแห้งผลผลิตจริง ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การสร้าง และทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี สำหรับอบแห้งมะเขือเทศราชินีแช่อิ่ม เนื่องจากจังหวัดนครปฐม มีการปลูกมะเขือเทศราชินีจำนวนมาก ซึ่งในฤดูการเก็บเกี่ยวจะมีผลผลิตล้นตลาดทำให้ราคาตกต่ำ ดังนั้นกลุ่มเกษตรกรจึงทำการนำมะเขือเทศราชินีมาแปรรูปโดยการแช่อิ่มแล้วทำการอบแห้ง เพื่อจำหน่าย แต่ปัญหาที่พบคือต้นทุนในการอบแห้งนั้นมีราคาสูงขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มเป็นผลิตผลในการอบแห้ง โดยทำการศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี โดยใช้ในการอบแห้งผลิตผลจริง

2. ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีการอบแห้ง [2]

การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้น โดยส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้น เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยใช้อาศัยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย โดยปกติจะใช้ความชื้นเป็นตัวบงบอกปริมาณของน้ำที่อยู่ในวัสดุ ซึ่งสามารถแสดงได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ชื้น โดยมีสมการดังนี้

$$M_w = [(w-d)/w] \times 100 \quad (1)$$

2. ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์แห้ง โดยมีสมการดังนี้

$$M_d = [(w-d)/d] \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก

M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง

w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

d คือ น้ำหนักผลิตภัณฑ์แห้ง

โดยทั่วไปการอบแห้งวัสดุสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ซึ่งปริมาณความชื้นภายในวัสดุมีค่าสูงกว่าความชื้นวิกฤติที่ผิวของวัสดุมีน้ำอยู่จำนวนมาก เมื่อความร้อนจากอากาศถ่ายเทไปยังวัสดุ การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของวัสดุ ช่วงนี้อุณหภูมิผิวของวัสดุอบแห้งและอัตราการอบแห้งจะมีค่าคงที่ และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ซึ่งปริมาณความชื้นภายในวัสดุมีค่าต่ำกว่าความชื้นวิกฤติ เมื่อความร้อนจากอากาศถ่ายเทไปยังวัสดุ น้ำจะเคลื่อนที่จากภายในเนื้อวัสดุมาที่ผิวของวัสดุในลักษณะของเหลวหรือไอน้ำและน้ำที่ผิวจึงจะระเหยไปกับอากาศ

2.2 การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ [3]

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการอบแห้งผลผลิตโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อระเหยน้ำออกจากผลิตผลซึ่งอาศัยการพาความร้อน สามารถแบ่งการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาความร้อนได้เป็น 2 แบบ คือ แบบการพาความร้อนตามธรรมชาติ ซึ่งอาศัยแรงลอยตัวเนื่องจากการพาความร้อน และแบบการพาความร้อนแบบบังคับอากาศ ซึ่งอาศัยแรงดันจากพัดลมในการพาความร้อนไปยังผลผลิต

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ

1. ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (Solar collector) มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นความร้อน เพื่อใช้แลกเปลี่ยนความร้อนให้อากาศที่ดูดเข้ามาให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนที่จะไหลเข้าสู่ห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทั่วไป การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์สามารถหาได้จากสมการ [4]

$$\eta = \frac{\dot{m}c_p\Delta T}{I_T A} \times 100 \quad (3)$$

โดยที่

η คือ ค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีดวงอาทิตย์, %

$\dot{m}$ คือ อัตราการไหลของมวลอากาศ, kg/s

c_p คือ ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ, J/kg.K

ΔT คือ ผลต่างของอุณหภูมิ อากาศขา ออก และอุณหภูมิขาเข้าตัวเก็บรังสีอาทิตย์

I_T คือ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์, W/m^2

A คือ พื้นที่รับแสงของตัวเก็บรังสีอาทิตย์, m^2

2. ห้องอบแห้ง (Drying chamber) มีหน้าที่บรรจุผลผลิตในการอบแห้ง และช่วยป้องกันผลผลิตจากการรบกวนของแมลงและสัตว์ ตลอดจนป้องกันการปนเปื้อนของฝุ่นและน้ำฝน

ปกติการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถหาได้จากสัดส่วนของพลังงานความร้อนที่ใช้ในการระเหยกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เข้าสู่ระบบ ดังสมการ

$$\eta_{th} = \frac{mh_{fg}}{I_T A} \times 100 \quad (4)$$

โดยที่

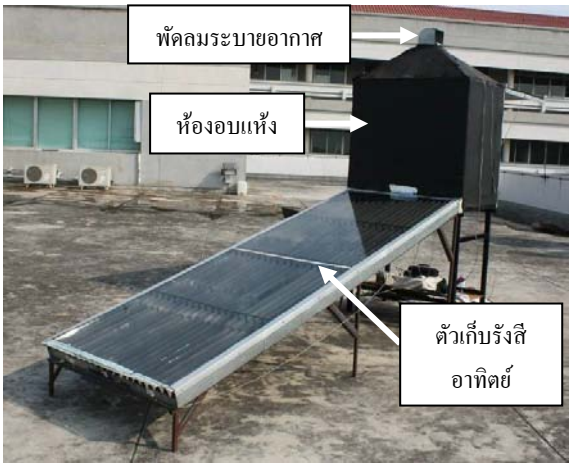
η_{th} คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง

m คือ ปริมาณน้ำที่ระเหย, kg/day

I_T คือ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์, MJ/m^2-day

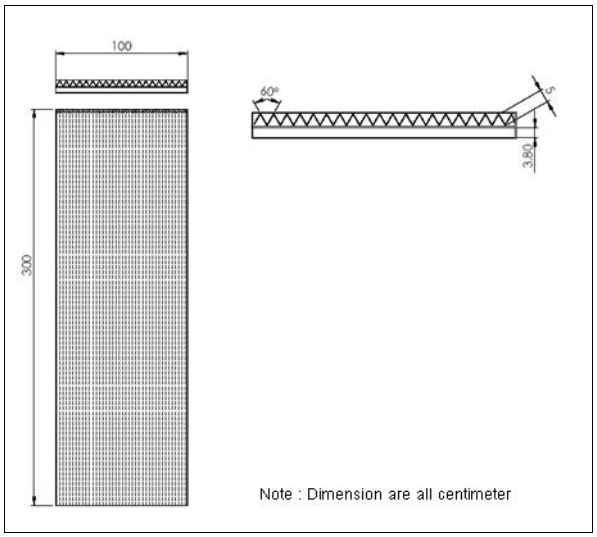
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 1. ประกอบด้วยตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี ขนาด 3x1 ตารางเมตร โดยตัวเก็บรังสีอาทิตย์ทำจากแผ่นสังกะสี และกรอบของตัวรับรังสีทำจากอลูมิเนียม ส่วนแผ่นปิดหน้าเป็นกระจกใส หนา 5 มิลลิเมตร เอียงทำมุม 14 องศากับแนวระดับ ห้องอบแห้งทำจากสังกะสี ขนาด 0.7 x1x1 ลูกบาศก์เมตร ภายในมีถาดสำหรับบรรจุมะเขือเทศราชินีแช่อิ่ม จำนวน 4 ถาด ด้านบนของห้องอบจะติดพัดลมสำหรับระบายอากาศชื้นออกจากห้องอบแห้ง

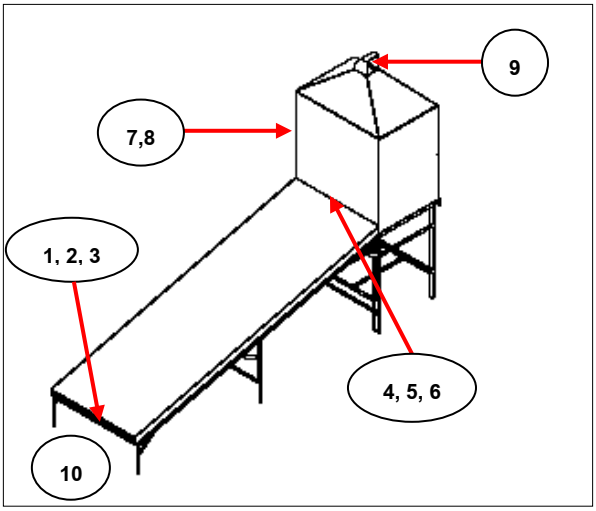


รูปที่ 1 แสดงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การทดลองจะติดตั้งเครื่องอบแห้งไว้กลางแจ้งในแนว ตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อทำให้ได้รับ รังสีดวงแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน ทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลชนิด K มีความละเอียด ± 1.5 °C ที่ทางเข้าแผงรับรังสี 3 จุด ทางออกแผงรับรังสี 3 จุด ภายในตู้อบแห้ง 2 จุด ทางออกตู้อบแห้ง 1 จุด และอุณหภูมิบรรยากาศ 1 จุด เข้ากับเครื่องอ่านอุณหภูมิ (Data Logger) ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น MW-100 โดยตำแหน่งติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลแสดงดังรูปที่ 3.



รูปที่ 2 แสดงรายละเอียดของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี

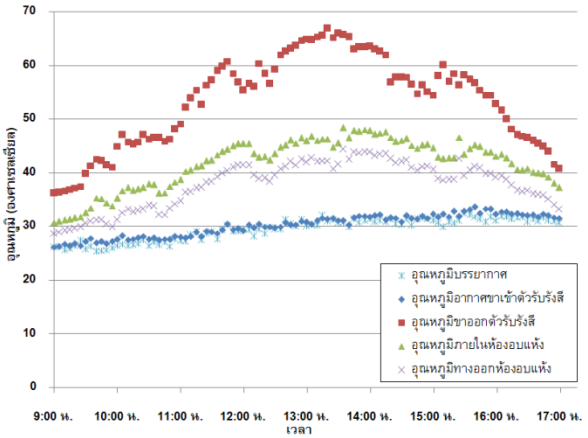


รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล

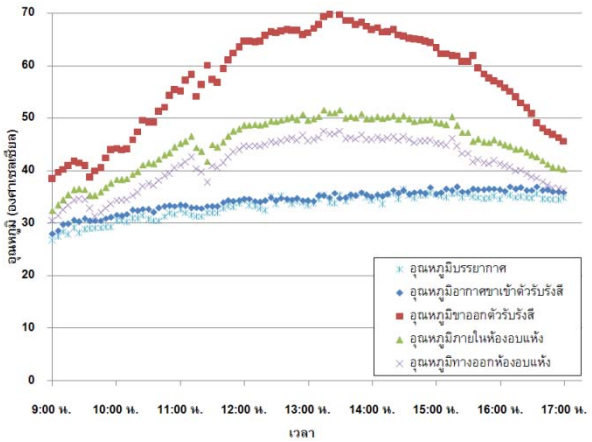
ขั้นตอนการทดลอง มีดังนี้ นำมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มที่เตรียมเสร็จแล้ววางใส่ถาดทั้ง 4 ถาด โดยแต่ละถาดจะมีการวางตัวอย่างที่จะนำออกมาวัดหาค่าความชื้นทั้งหมด 5 ตัวอย่างๆละ 50 กรัม โดยในแต่ละถาดนั้นจะบรรจุมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มถาดละ 1.25 กิโลกรัม นำถาดที่มีการจัดวางมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มเสร็จเรียบร้อยแล้วนำเข้าตู้อบแห้ง โดย ทำการอบแห้งตั้งแต่เวลา 9.00 – 17.00 น. ในช่วงเวลาของการอบแห้งจะ นำตัวอย่าง ออกมา ชั่งน้ำหนักเพื่อหา ค่าความชื้นทุกๆ 2 ชั่วโมง ทำการสลับถาดทุก ๆ 2 ชั่วโมง โดยจะนำถาดที่อยู่ตำแหน่งบนสุดย้ายลงมาอยู่ตำแหน่งล่างสุด ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ

4. ผลการวิจัย

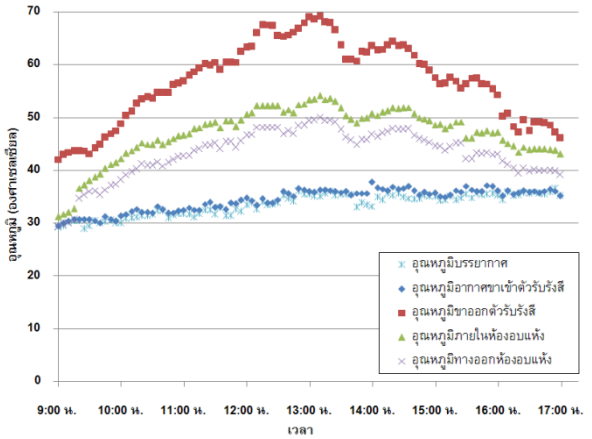
จากการทดลองโดยการอบมะเขือเทศราชินีแช่อิ่ม ซึ่งความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆกับเวลาของการอบแห้ง ระหว่างวันที่ 15 มีนาคม 2552 ถึง 17 มีนาคม 2552 โดยเริ่มอบแห้งตั้งแต่เวลา 9.00 น. - 17.00 น. แสดงดังรูปที่ 4-6



รูปที่ 4 แสดงอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ณ วันที่15 มีนาคม 2552



รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ณ วันที่16 มีนาคม 2552

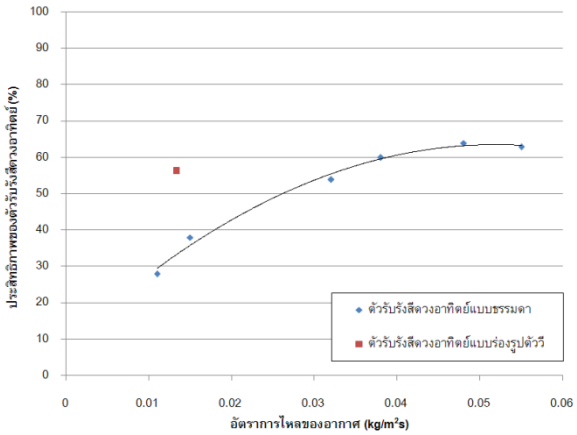


รูปที่ 6 แสดงอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ณ วันที่17 มีนาคม 2552

จากรูปที่ 4-6 จะเห็นว่าลักษณะของกราฟอุณหภูมิจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่เวลา 09.00 น. – 13.00 น. และเริ่มลดลงที่เวลา 13.00 น. จนกระทั่งถึงเวลา 17.00 น. โดยเป็นไปตามความเข้มรังสีอาทิตย์ โดยจะเห็นได้ว่า ณ วันที่15 มีนาคม 2552 ซึ่งมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 659.79 W/m^2 และมีอุณหภูมิบรรยากาศเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 29.42 °C อุณหภูมิทางเข้า ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ เฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 30.14 °C ส่วนอุณหภูมิทางออก ตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งวันของอยู่ที่ 53.41 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 66.87 °C อุณหภูมิของภายในตู้อบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 41.7 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 48.35 °C และ อุณหภูมิ ทางออก ตู้อบ แห้ง เฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่

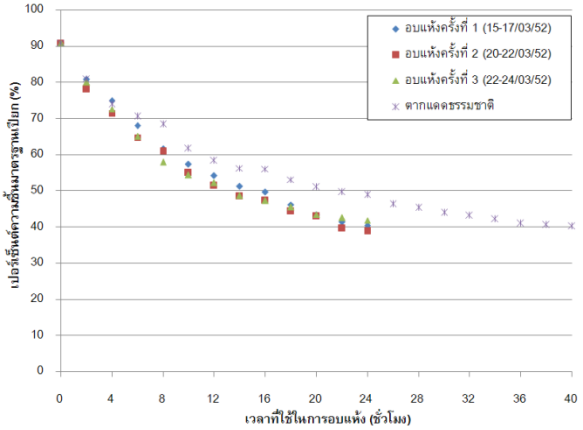
37.86 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 44.35 °C ส่วนในวันที่16 มีนาคม 2552 ซึ่งมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 656.84 W/m^2 และมีอุณหภูมิบรรยากาศเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 33.14 °C อุณหภูมิทางเข้าตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 34.24 °C ส่วนอุณหภูมิทางออก ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ เฉลี่ยทั้งวันของอยู่ที่ 57.33 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 70.17 °C อุณหภูมิของ ภายใน ตู้อบ แห้ง เฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 45.17 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 51.55 °C และอุณหภูมิทางออกตู้อบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 42.33 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 47.75 °C และ ณ วันที่17 มีนาคม 2552 ซึ่งมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 674.34 W/m^2 และมีอุณหภูมิบรรยากาศเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 33.47 °C อุณหภูมิทางเข้า ตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 34.35 °C ส่วนอุณหภูมิทางออก ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ เฉลี่ยทั้งวันของอยู่ที่ 56.95 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 69.07 °C อุณหภูมิของภายในตู้อบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 47 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ที่ 54.10 °C และอุณหภูมิทางออกตู้อบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 43.16 °C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 50.10 °C และจากกราฟจะเห็นได้ว่าช่วงเวลา 13.00 -14.00 น. อุณหภูมิทุกๆ ตำแหน่งของ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ มีค่าสูง สุดเนื่องมาจากความเข้ม รังสีอาทิตย์ในช่วง เวลานี้มีค่ามากที่สุด จึงส่งผลให้อุณหภูมิทุกๆตำแหน่งสูงขึ้นตามความเข้มรังสีอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นอุณหภูมิของ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ จะลดลงตามความเข้ม รังสีอาทิตย์ที่ลดลงเช่นกัน

รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบร่องรูปตัววีกับตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบธรรมดา ซึ่งจะเห็นว่าประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบร่องรูปตัววีนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบธรรมดาถึง 22 % ที่อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 0.013 kg/m^{2}s สาเหตุเนื่องจากพื้นที่ในการรับพลังงานความร้อนจากความเข้มรังสีอาทิตย์ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบร่องรูปตัววีมีพื้นที่มากกว่าแบบธรรมดา ทำให้สามารถดูดซับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และถ่ายเทความร้อนไปยังอากาศได้มากกว่า จึงทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่า ทั้งๆ ที่มีขนาดพื้นที่ในการติดตั้งเท่ากัน

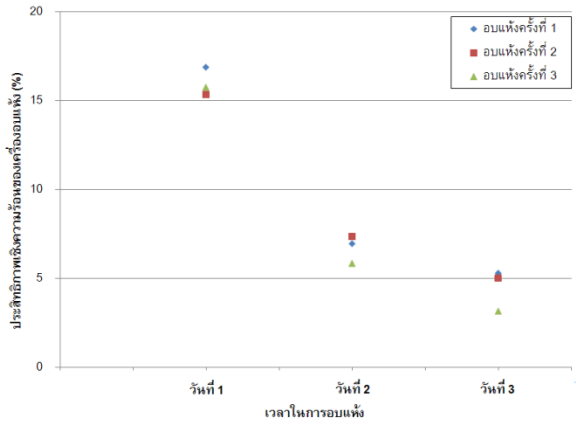


รูปที่ 7 แสดงการเปรียบประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววีกับแบบธรรมดา

รูปที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของ ผลิตภัณฑ์และเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยสังเกต เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมีค่าลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น และพบอีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตากแดดตามธรรมชาติ ที่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของผลผลิตจาก 91 เป็น 40.30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก เนื่องจากเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการพาความร้อนแบบบังคับ โดยมีพัดลมทำให้เกิดการไหลหมุนเวียนของอากาศ โดยดึง เอาความร้อนที่แผงรับรังสี ดวงอาทิตย์ มาใช้ในการอบและดูดเอาความชื้นระเหยปล่อยทิ้งออกไปสู่บรรยากาศ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจะอยู่ที่ 24 ชั่วโมง หรือเป็นเวลา 3 วัน ส่วนการตากแดดตามธรรมชาตินั้นเป็นการพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยจะใช้กระแสลมที่พัดผ่านในการพาความชื้นของผลิตภัณฑ์ออกไป ซึ่งความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งก็คืออุณหภูมิของบรรยากาศ โดยการตากแดดตามธรรมชาตินั้นจะใช้เวลาในการอบแห้งอยู่ที่ 40 ชั่วโมง หรือเป็นเวลา 5 วัน ซึ่งใช้เวลานานกว่าการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เกือบสองเท่า



รูปที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของผลผลิตกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง



รูปที่ 9 แสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งกับเวลาในการอบแห้ง

จากรูปที่ 9 จะเห็นว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่อง อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่ละวันมีแนวโน้มลดลงจากวันแรก จนถึงวันสุดท้ายของการอบแห้ง เช่นในการอบแห้งครั้งที่ 1 ในวันที่ 15 ถึง 17 มีนาคม 2552 ประสิทธิภาพ เชิงความร้อน ของเครื่องอบแห้งมีค่าลดลงจาก 16.90 % เป็น 5.33 % เนื่องจากอัตราการอบแห้งในแต่ละวันมีค่าลดลงโดยในวันแรกมีค่า อัตราการอบแห้งเท่ากับ 1.61 kg/day ส่วน ในวันที่สองมี อัตราการอบแห้งเท่ากับ 0.66 kg/day และในวันสุดท้ายของ การอบแห้ง มีอัตราการอบแห้งต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.52 kg/day จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพ เชิงความร้อน ของเครื่องอบแห้งมีค่าลดลง

4. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววี สำหรับ เครื่องอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้มะเขือเทศราชินีแช่อิ่มในการอบแห้ง พบว่า ในช่วงเวลา 9.00 - 17.00 น. ของวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใสอุณหภูมิภายในห้องอบแห้ง เฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 47 °C และมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 54.10 °C โดยมี ประสิทธิภาพของ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ สูงสุดที่ 56.23 % และมี ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 16.90 % เครื่องอบแห้งนี้สามารถอบมะเขือเทศราชินีแช่อิ่มในเวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ตากแดดตามธรรมชาติใช้เวลาถึง 48 ชั่วโมง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ .ดร.เสริม จันทร์ฉาย ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลความเข้มแสงดวงอาทิตย์ และขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่สนับสนุนทุนวิจัยซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Azharul karim, Md. and Hawlader, M.N.A. (2006). Performance investigation of flat plate, v-corrugated and finned air collectors, *Energy*, vol. 31, 2006, pp. 452 – 470.

[2] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2540). การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท, กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมการสร้างตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[3] เสริม จันทร์ฉาย (2547). *เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์* , รายงานวิจัยการพัฒนา สาธิตและเผยแพร่เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตผลทางการเกษตร กรมพัฒนาพลังงานทดแทน

และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน , หน้า 11 – 14.

[4] Ari Rabl (1985). *Active Solar Collectors and Their Applications*, Oxford University Press, New York.