



เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำสำหรับชุมชน  
The Low-cost Solar cooker for community

ไพฑูริย์ เหล่าดี<sup>1\*</sup>, สุขฤดี สุขใจ<sup>1</sup>, อนันต์ พงศ์ธรรกุลพานิช<sup>1</sup>, ฉัตรชัย ศิริสัมพันธ์<sup>1</sup> และยอดธง เม่นสิน<sup>1</sup>

<sup>1</sup>วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 E-mail: Paitoon\_@hotmail.com, Paitoon@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ จานสะท้อนแสงรูปโค้งทำหน้าที่รับพลังงานแสงอาทิตย์และสะท้อนรังสีไปรวมที่จุดรวมแสง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 m และ 0.67 m เส้นรอบวงยาว 1.994 m พื้นที่เท่ากับ 0.316 m<sup>2</sup> มีพื้นที่สะท้อนแสง 0.266 m<sup>2</sup> และระยะโฟกัส 0.40 m ส่วนที่สองคือ ภาชนะ ทำการทดสอบด้วยการต้มน้ำที่มีปริมาตร 600 ml ผลการทดสอบพบว่า ช่วงเวลา 09:30 – 12:00 น. ประสิทธิภาพของจานรูปพาราโบลาเฉลี่ยเท่ากับ 71.79 % ประสิทธิภาพของระบบเท่ากับ 45.49 % ที่ค่ารังสีตรงเฉลี่ย 782.30 W/m<sup>2</sup> อุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย 38.81 °C อุณหภูมิพื้นที่ผิวสะท้อนเฉลี่ย 27.86 °C อุณหภูมิพื้นที่ตุ๊กกิ้งรังสีเฉลี่ย 113.43 °C และอุณหภูมิของน้ำในภาชนะเฉลี่ย 92.84 °C ช่วงเวลา 13:20 – 15:00 น. ประสิทธิภาพของจานรูปพาราโบลาเฉลี่ยเท่ากับ 66.98 % ประสิทธิภาพของระบบเท่ากับ 51.61 % ที่ค่ารังสีตรงเฉลี่ย 796.28 W/m<sup>2</sup> อุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย 37.63 °C อุณหภูมิพื้นที่ผิวสะท้อนเฉลี่ย 27.18 °C อุณหภูมิพื้นที่ตุ๊กกิ้งรังสีเฉลี่ย 114.27 °C และอุณหภูมิของน้ำในภาชนะเฉลี่ย 87.94 °C เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อดีคือ ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า ไม่ต้องใช้แก๊สหุงต้ม ใช้พลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญสามารถช่วยประหยัดค่า แก๊ส LPG ได้ประมาณ 540 บาทต่อเดือน และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 315 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ: เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์; จานรวมแสงรูปโค้งพาราโบลา; ต้นทุนต่ำ

1. ที่มาและความสำคัญ

การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ตามหลักการเปลี่ยนรูปพลังงาน ประเภทแรกคือ พลังงานไฟฟ้า ด้วยการใช้นิโกลียเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ประเภทที่สอง พลังงานความร้อน เทคโนโลยีที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนคือ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และสามารถแยกตามอุณหภูมิของการใช้งานได้อีกคือ ความร้อนอุณหภูมิต่ำ เช่น ตัวรับเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ แบบหลอดแก้วสุญญากาศ เป็นต้น และความร้อนอุณหภูมิสูง เช่น ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบพาราโบลา แบบจานรวมแสง เป็นต้น จากการศึกษาแผนที่ยุทธศาสตร์พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย โดยกรมพัฒนาพลังงานและอนุรักษ์พลังงานร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่า การคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก มีค่าเท่ากับ 18.47 MJ/m<sup>2</sup>-day [1] จากข้อมูลแสดงถึงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย

การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปพลังงานความร้อนในประเทศไทยส่วนใหญ่แล้วใช้เพื่อการอบแห้ง เช่น อบพริก อบกล้วย เป็นต้น และการผลิตน้ำร้อน นอกจากนั้นยังสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ด้วยโดยใช้เทคโนโลยีรางพาราโบลา (Parabolic trough concentrator) จานรวมแสง (Parabolic dish concentrator) เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ใช้หลักการรวมแสงแล้วสะท้อนแสงไปยังจุดโฟกัส บริเวณจุดโฟกัสจะมีอุณหภูมิสูงซึ่งสามารถนำภาชนะไปวางที่ตำแหน่งโฟกัสส่งผลให้ภาชนะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อใส่น้ำหรืออาหารลงไปภาชนะดังกล่าว จะผลิตทำให้น้ำเดือดและอาหารสุกได้ เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเทคโนโลยีที่ทำได้ง่าย วัสดุสามารถหาได้ตามท้องถิ่น ราคาถูก ที่สำคัญไม่ต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลต่อสภาวะเรือนกระจก ช่วยประหยัดค่าเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ช่วยลดรายจ่ายในครัวเรือน และถ้ามีการใช้งานแพร่หลายในประเทศก็จะช่วยลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศลงได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รังสีอาทิตย์บนพื้นโลก ดวงอาทิตย์ เป็นดาวฤกษ์ที่ให้พลังงานแก่โลก มีอุณหภูมิที่ผิวประมาณ 5,780 °C ซึ่งปริมาณของพลังงานนี้ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ค่าคงตัวสุริยะ (Solar constant) บนโลก มีค่าคงตัวสุริยะโดยเฉลี่ยที่ 1,370 W/m<sup>2</sup> ทว่าพลังงานที่โลกได้รับมีค่าน้อยลง ด้วยเพราะบรรยากาศโลกได้สกัดกั้นออกไป จนเหลือเพียง 1,000 W/m<sup>2</sup> [7] ผลรวมของค่ารังสีรวม (The total irradiance,  $I_{tot}$ ) เท่ากับผลบวกของค่ารังสีตรง (The direct or beam radiation,  $I_b$ ) กับค่ารังสีกระจาย (The diffuse radiation,  $I_{diff}$ ) ดังสมการที่ (2) [6]

$$I_{tot} = I_b + I_{diff} \tag{1}$$

2.2 อัตราส่วนความเข้มข้นของการรวมแสง (Concentration ratio) การคำนวณหาอัตราส่วนความเข้มข้นการรวมแสงทางเรขาคณิต  $C_R$  หาได้จากสมการ (2), [5]

$$C_R = \frac{A_{ap}}{A_{ab}} \tag{2}$$

เมื่อ  $A_{ap}$  คือ พื้นที่ของจานพาราโบลา (Area of aperture, m<sup>2</sup>)  
 $A_{ab}$  คือ พื้นที่ของภาชนะ (Area of pot, m<sup>2</sup>)

2.3 ประสิทธิภาพเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ การหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยการต้มน้ำ (Water boiling test) หมายถึง อัตราส่วนของค่าความร้อนที่สิ่งหุงต้มได้รับต่อความร้อนที่เกิดจากเชื้อเพลิง แต่ในกรณีของเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ เชื้อเพลิงที่ใช้คือ พลังงานแสงอาทิตย์ การทดลองโดยใช้วิธีต้มน้ำเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่นิยมนำมาใช้สำหรับการทดลองเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ใช้ทดสอบได้กับเตาหุงต้มทุกชนิด สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพได้ตามสมการเชิงความร้อน (3) ดังนี้ [2]

$$\eta = \frac{M_{W,i} C_p (T_b - T_i) + M_{W, \text{evap}} H_I}{DIN \times A_a} \quad (3)$$

- เมื่อ  $M_{W,i}$  คือ น้ำหนักน้ำก่อนต้ม (kg)  
 $C_p$  คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ (4.22 kJ/kg)  
 $M_{W, \text{evap}}$  คือ น้ำหนักน้ำที่ระเหย (kg)  
 $DIN$  คือ ค่ารังสีตรง (kJ)  
 $T_b$  คือ อุณหภูมิขณะน้ำเดือด ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $T_i$  คือ อุณหภูมิน้ำก่อนต้ม ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $H_I$  คือ ค่าความร้อนแฝงของน้ำ (มีค่าเท่ากับ 2,265 kJ/kg)  
 $A_a$  คือ พื้นที่สะท้อนแสงอาทิตย์

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

A.M.A. Khalifa, M. Akyurt, M.M.A. Taha [3] ออกแบบเครื่องทำอาหารสำหรับครัวเรือ เครื่องแรกมีชื่อว่า Mecca-1 ออกแบบด้วยหลักการท่อความร้อน (heat-pipe) มีจุดรวมแสงด้วยการหมุนติดตามดวงอาทิตย์ในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก เครื่องที่สองมีชื่อว่า Mecca-2 เป็นแบบท่อความร้อนแผ่นเรียบ (flat-plate heat pipe) ท่อความร้อนทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แล้วถ่ายโอนความร้อนไปยังห้องครัวและส่งไปยังหม้อที่หุ้มฉนวนบริเวณปลายท่อคอนเดนเซอร์ ผลจากการทดสอบต้มน้ำของทั้งสองเครื่องพบว่า Mecca-2 ที่ติดตั้งกระจก 3 ชั้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพถึง 19 % และสามารถต้มน้ำ 1 ลิตร เดือดในเวลา 27 นาที ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์  $900 \text{ W/m}^2$

C.A. Taiwo, W.J. Batty, S.D. Probert [4] ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องทำอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ Barbecuing reassessed พบว่า เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของกระบวนการนี้ มีผลดีต่อคุณภาพของอาหารที่ปรุงสุก โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้รับการพิสูจน์ในประเทศไนจีเรีย

Mohammed S. Al-Soud, Essam Abdallah, Ali Akayleh, Salah Abdallah, Eyad S. Hrayshat [8] ศึกษาเครื่องทำอาหารพลังงานแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลิกด้วยระบบติดตามดวงอาทิตย์ 2 แกนแบบอัตโนมัติ ทดสอบสามวันในปี 2008 ตั้งแต่เวลา 8:30 - 16:30 น. พบว่า อุณหภูมิน้ำข้างในท่อเครื่องทำอาหารมีอุณหภูมิถึง  $90^{\circ}\text{C}$  ที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อมสูงสุด  $36^{\circ}\text{C}$  พบว่า น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับพลังงานร้อนจากความเข้มรังสีอาทิตย์ที่เพิ่มสูงขึ้น และเครื่องทำอาหารพลังงานแสงอาทิตย์กำลังเป็นที่นิยมของประเทศที่กำลังพัฒนาเป็นอย่างมาก สามารถที่นำมาใช้อุ่นอาหาร เครื่องต้ม ฆ่าเชื้อโรคในน้ำหรือนมได้

N.M. Nahar, J.P. Gupta, P. Sharma [9] พัฒนาออกแบบการทดสอบเครื่องทำอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่สำหรับอาหารสัตว์ ที่ใช้วัสดุที่หาได้ตามท้องถิ่นและมีราคาถูก เช่น แกลบมุกข้าวฟ่าง และอุจจาระม้า ในเชิงพาณิชย์วัสดุที่นำมาประดิษฐ์ใช้แผ่นกระจก มุมเหล็กอ่อน แผ่นไม้และแผ่นอลูมิเนียมเครื่องครัว เครื่องทำอาหารพลังงานแสงอาทิตย์มีดังกล่าวกว่ามีความสามารถที่ต้มอาหารสัตว์ได้ 10 kg ซึ่งเพียงพอสำหรับวัว 5 ตัว ต่อวัน ประสิทธิภาพเครื่องทำอาหารพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ที่ 12.8 % ราคาเครื่อง 1,200 รูปี หรือประมาณ 569 – 600 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.45 – 1.36 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงที่ใช้หุงต้ม ระยะเวลาคืนทุนสั้นแสดงให้เห็นว่าเครื่องทำอาหารพลังงานแสงอาทิตย์มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งยังสามารถช่วยประหยัดเชื้อเพลิงฟอสซิล เศษมูลวัว และวัสดุทางการเกษตรอื่นๆ อีก

## 3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์มีส่วนประกอบและคุณลักษณะเฉพาะดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์

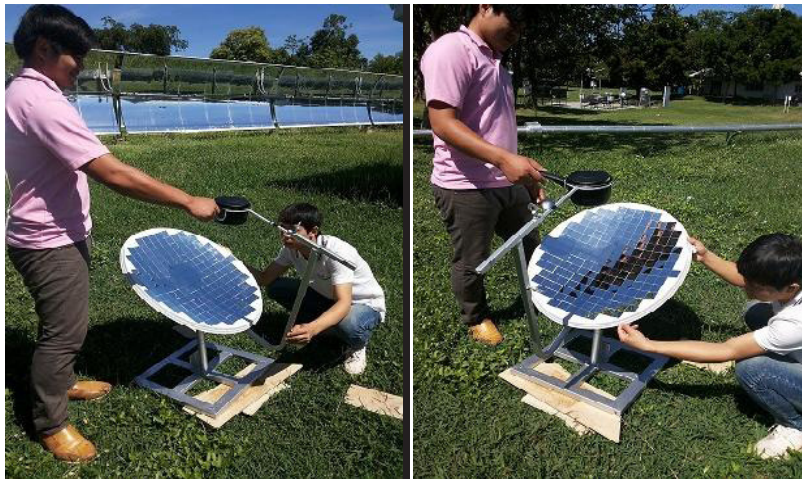
Description	Specification
<b>Parabolic Solar Cooker</b>	
Aperture Dimeter, $D_{a1}$ (m)	0.60
Aperture Dimeter, $D_{a2}$ (m)	0.67
Aperture area, $A_{ap}$ ( $\text{m}^2$ )	0.316
Aperture Reflector area, $A_{ar}$ ( $\text{m}^2$ )	0.266
Area of pot ( $\text{m}^2$ )	0.089

Description	Specification
Reflector material	Glass
Number of reflector sheets	166
Focal length (m)	0.40
Concentration ratio	41.79
Receiver diameter (m)	0.089
Receiver area (m <sup>2</sup> )	0.0064

### 3.1 วิธีการทดลอง

- 3.1.1 ติดตั้งจานรูปโค้งพาราโบลา ดังรูปที่ 1
- 3.1.2 เตรียมภาชนะพร้อมใส่น้ำปริมาณ 0.6 ลิตร
- 3.1.3 วางภาชนะที่ใส่น้ำ ณ ตำแหน่งจุดรวมแสง ดังรูปที่ 1
- 3.1.4 ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ลพร้อมตั้งเครื่องบันทึกข้อมูล
- 3.1.5 วัดอุณหภูมิของน้ำในภาชนะ อุณหภูมิผิวภาชนะ และอุณหภูมิผิวสะท้อน
- 3.1.6 บันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที
- 3.1.7 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผล

วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ทำการทดสอบโดยการต้มน้ำปริมาตร 0.6 ลิตร บันทึกอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น และอุณหภูมิน้ำสุดท้าย น้ำหนักของน้ำที่ระเหย อุณหภูมิของน้ำขณะเดือด อุณหภูมิอากาศแวดล้อม และค่ารังสีตรง จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนข้างต้นและบันทึกผลพร้อมทั้งวิเคราะห์สรุปผล

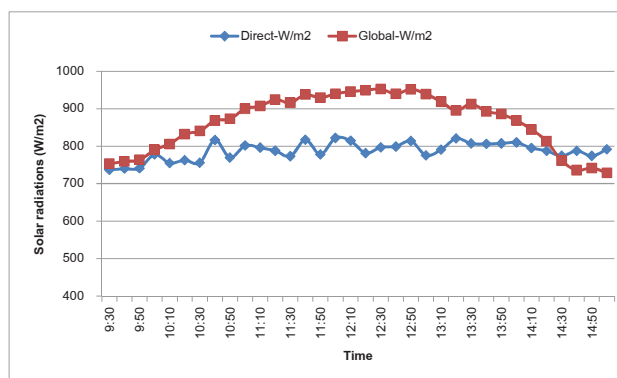


รูปที่ 1 แสดงลักษณะเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์

### 4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ค่ารังสีตรงและรังสีรวมรายวันเฉลี่ย ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

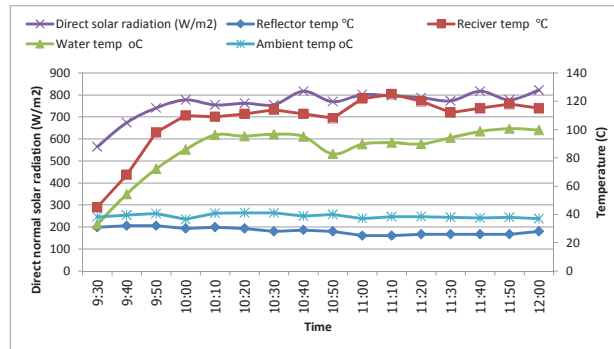
ผลของการวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์รายวันพบว่า ค่ารังสีตรงคิดเป็นพลังงานเท่ากับ 4.33 kWh/m<sup>2</sup>-day หรือประมาณ 15.59 MJ/m<sup>2</sup>-day และค่ารังสีรวมคิดเป็นพลังงานเท่ากับ 4.78 kWh/m<sup>2</sup>-day หรือประมาณ 17.20 MJ/m<sup>2</sup>-day แสดงได้ดังรูปที่ 2



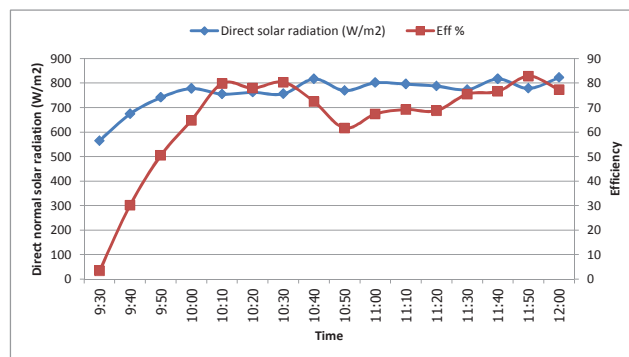
รูปที่ 2 แสดงผลของค่ารังสีตรงและรังสีรวมรายวันเฉลี่ย วันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2557

#### 4.2 ผลของค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิในภาชนะของช่วงเวลา 09:30 – 12:00 น.

ผลจากการทดสอบต้มน้ำ 0.6 kg อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 31 °C เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า รังสีอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อการเดือดของน้ำ ความเข้มรังสีอาทิตย์มากส่งผลให้ใช้เวลาน้อยในการเดือดของน้ำปริมาณน้ำหายไป 0.292 kg ที่ค่ารังสีตรง ณ ช่วงเวลาเฉลี่ย 782.30 W/m<sup>2</sup> อุณหภูมิพื้นที่ผิวสะท้อนเฉลี่ย 27.86 °C อุณหภูมิพื้นที่ดูดกลืนรังสีเฉลี่ย 113.43 °C อุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย 38.81 °C และอุณหภูมิในภาชนะเฉลี่ย 92.84 °C (ดังรูปที่ 3) ประสิทธิภาพของตัวสะท้อนแสงเฉลี่ยเท่ากับ 71.79 % (ดังรูปที่ 4)



รูปที่ 3 แสดงผลของค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิในภาชนะ ช่วงเวลา 09:30 – 12:00 น. วันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2557

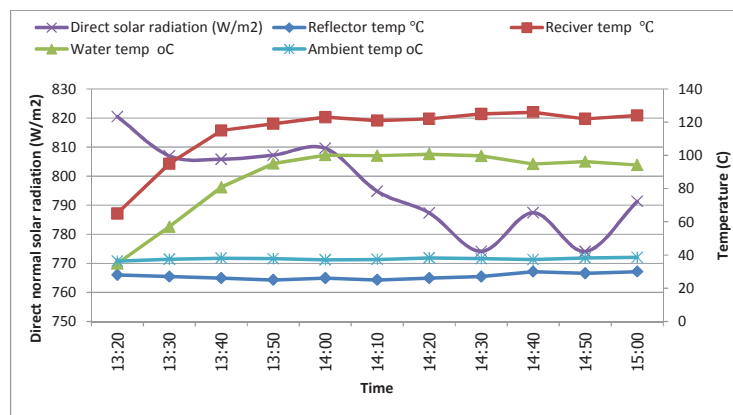


รูปที่ 4 แสดงประสิทธิภาพการต้มน้ำ วันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2557

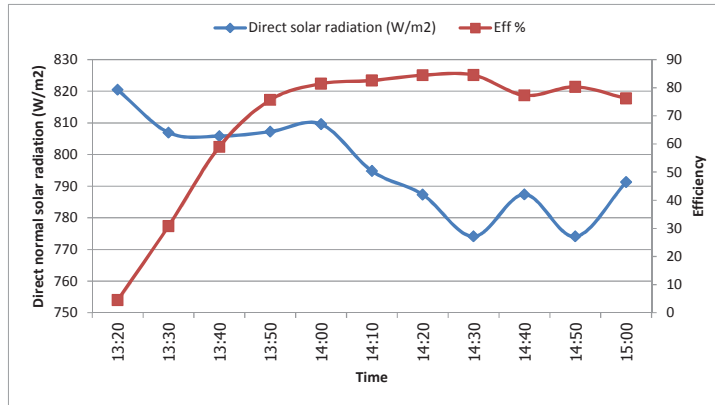
จากรูปที่ 4 แสดงประสิทธิภาพการต้มน้ำ ณ ช่วงเวลาต่างๆ สามารถอธิบายความสัมพันธ์อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 31 °C ณ เวลา 09:30 - 10:10 น. อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้น 97.65 °C และค่ารังสีตรง 754.80 W/m<sup>2</sup> สามารถต้มน้ำ 0.6 ลิตร เดือดใช้เวลา 40 นาที แสดงให้เห็นว่าค่ารังสีอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อเพิ่มอุณหภูมิ

#### 4.3 ผลของค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิในภาชนะของช่วงเวลา 13:20 – 15:00 น.

ผลจากการทดสอบต้มน้ำ 0.6 kg อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 31 °C เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า รังสีอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อการเดือดของน้ำ ความเข้มรังสีอาทิตย์มากส่งผลให้ใช้เวลาน้อยในการเดือดของน้ำปริมาณน้ำหายไป 0.235 kg ที่ค่ารังสีตรง ณ ช่วงเวลาเฉลี่ย 796.28 W/m<sup>2</sup> อุณหภูมิพื้นที่ผิวสะท้อนเฉลี่ย 27.18 °C อุณหภูมิพื้นที่ดูดกลืนรังสีเฉลี่ย 114.27 °C อุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ย 37.63 °C และอุณหภูมิในภาชนะเฉลี่ย 87.94 °C (ดังรูปที่ 5) ประสิทธิภาพของตัวสะท้อนแสงเฉลี่ยเท่ากับ 66.98 % (ดังรูปที่ 6)



รูปที่ 5 แสดงผลของค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิในภาชนะ ช่วงเวลา 13:20 – 15:00 น. วันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2557



รูปที่ 6 แสดงประสิทธิภาพการต้มน้ำ ช่วงเวลา 13:20 – 15:00 น. วันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2557

จากรูปที่ 6 แสดงประสิทธิภาพการต้มน้ำ ณ ช่วงเวลาต่างๆ สามารถอธิบายความสัมพันธ์อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 31 °C ณ เวลา 13:20 - 13:50 น. อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 97.50 °C และค่ารังสีตรง 807.22 W/m<sup>2</sup> สามารถต้มน้ำ 0.6 ลิตร เดือดใช้เวลา 30 นาที แสดงให้เห็นว่าค่ารังสีอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อเพิ่มอุณหภูมิ

หากพิจารณาเปรียบเทียบการใช้เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์กับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG และเตาไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงสำหรับการประกอบอาหาร

เชื้อเพลิง	กำลังไฟฟ้า/ ขนาด	ชั่วโมงการใช้งาน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
แก๊ส LPG	1 หัว	1	18.0
เตาไฟฟ้า	3,500 W	1	10.5
พลังงานแสงอาทิตย์	1 เครื่อง	1	0

หมายเหตุ \* การใช้แก๊ส LPG เป็นเวลา 10 นาที จะสูญเสียก๊าซหุงต้มคิดเป็นเงิน 3.00 บาท

\*\* ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.00 บาท

จากตารางที่ 2 ถ้าครัวประกอบอาหารโดยใช้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG เป็นเวลา 30 ชั่วโมง/เดือน จะจ่ายเงินค่าแก๊ส เป็นจำนวนเงิน 540 บาทต่อเดือน หากใช้เตาไฟฟ้าประกอบอาหาร เป็นเวลา 30 ชั่วโมง/เดือน จะจ่ายเงินค่าไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน 315 บาทต่อเดือน และถ้าใช้เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบอาหารก็ไม่จำเป็นต้องจ่ายค่าเชื้อเพลิงแม้แต่สลักเดียว สามารถช่วยลดรายจ่ายด้านพลังงานในครัวเรือน หากมีการใช้เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์แพร่หลายในประเทศไทย สามารถลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของประเทศลดลงได้อย่างมาก

## 5. อภิปรายผล

การทดสอบสมรรถนะทางด้านเทคนิคของเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการต้มน้ำปริมาตร 0.6 ลิตร พบว่า ประเด็นที่หนึ่ง เครื่องประกอบอาหารฯ สามารถทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 97.58 °C ภายในเวลา 35 นาที ที่ค่ารังสีตรง 781.22 W/m<sup>2</sup> ประเด็นที่สอง ประสิทธิภาพการต้มน้ำตามสมการที่ (3) มีค่าเท่ากับ 77.75 % ประเด็นที่สาม ค่ารังสีตรงแปรผันตรงกับอุณหภูมิของน้ำในภาชนะ และค่า CR ตามสมการที่ (2) มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพของระบบ ยิ่งค่า CR มีค่ามากแสดงถึงพลังงานความร้อนที่ได้รับจะมีค่ามากเนื่องจากสูญเสียความร้อนน้อย ในงานวิจัยนี้ค่า CR เท่ากับ 41.79 แสดงให้เห็นว่ามีระบบมีการสูญเสียความร้อนมาก ถ้าเพิ่มสัดส่วนพื้นที่ของจานพาราโบลา  $A_{ap}$  มากกว่าพื้นที่ของภาชนะ  $A_{ab}$  สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการต้มน้ำได้ดียิ่งขึ้น การออกแบบจานโค้งรูปพาราโบลาจะออกแบบพื้นที่ของจานพาราโบลา  $A_{ap}$  และพื้นที่ของภาชนะ  $A_{ab}$  ให้มีค่า CR สูงสุด แต่ในงานวิจัยนี้ใช้จานดาวเทียมที่มีขายตามท้องตลาดมาประยุกต์ใช้งานพื้นที่รับแสงมีจำกัดตามขนาดของจาน

## 6. สรุปผล

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยพิจารณาประสิทธิภาพออกเป็นสองส่วนคือ ประสิทธิภาพของจานสะท้อนแสงที่รับรังสีอาทิตย์และถ่ายเทความร้อนให้กับภาชนะ และประสิทธิภาพรวมของจานสะท้อนแสงรวมกับความสามารถในการต้มน้ำเดือด สามารถสรุปได้ดังนี้

ทดสอบครั้งที่ 1 ช่วงเวลา 09:30 – 12:00 น. อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 31 °C ณ เมื่อเวลาผ่านไป 40 นาที อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 97.65 °C และค่ารังสีตรง 754.80 W/m<sup>2</sup> ประสิทธิภาพของจานรูปพาราโบลาเฉลี่ยเท่ากับ 71.79% และประสิทธิภาพของระบบเท่ากับ 45.49 %

ทดสอบครั้งที่ 2 ช่วงเวลา 13:20 – 15:00 น. อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 31 °C ณ เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 97.50 °C และค่ารังสีตรง 807.22 W/m<sup>2</sup> ประสิทธิภาพของจานรูปพาราโบลาเฉลี่ยเท่ากับ 66.98 % และประสิทธิภาพของระบบเท่ากับ 51.61 % ค่ารังสีตรงมีผล



ต่อประสิทธิภาพของโดยตรงต่อการทำงานของระบบ พื้นที่รับรังสีอาทิตย์ของจานโค้งรูปพาราโบลามีผลต่อพลังงานความร้อนที่ผลิตได้ถ้าพื้นที่รับแสงมากความร้อนที่ผลิตได้ก็จะมาก ซึ่งจะมีสัดส่วนโดยตรงกับค่า CR (Concentrator ratio) ค่า CR = 41.79

เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำจากจานโค้งรูปพาราโบลามีความเหมาะสมนำไปใช้เพื่อประกอบอาหาร ราคาลงทุนต่ำประมาณ 1,500 บาท ที่สำคัญไม่ต้องเสียค่าเชื้อเพลิง เช่น ไฟฟ้า แก๊ส LPG สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน

## 7. กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือวัดต่างๆ รวมทั้งสถานที่ใช้สำหรับทำการทดลอง ขอขอบคุณนายพงษ์ศักดิ์ ลองจ๋านงค์ และนายธนพงษ์ สายคำ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีวะจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ช่วยทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องประกอบอาหารพร้อมทั้งการบันทึกผลข้อมูล และขอขอบคุณนายเกดิษฐ์ กว้างตระกูล พร้อมด้วยที่ร้อยตรีธานี โกสุม ที่ช่วยทำโครงสร้างฐานสำหรับตั้งรับจานรูปโค้งพาราโบล่า และขอขอบคุณนายวิกานต์ วันสูงเนิน เจ้าหน้าที่วิจัยที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารและความเรียบร้อย

## 8. บรรณานุกรม

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนที่พลังงานแสงอาทิตย์, ออนไลน์ : <http://www.dede.go.th/>
- [2] มนตรี ใจเยี่ยม, วิกานต์ วันสูงเนิน, พิสิษฐ์ มณีโชติ. การพัฒนาห้องเผาไหม้เตาแก๊สชุมชนโดยใช้อิฐทนไฟกรุห้องเผา.การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5 18 - 20 ธันวาคม 2555 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- [3] A.M.A. Khalifa, M. Akyurt, M.M.A. Taha. Cookers for solar homes, *Applied Energy*, Volume 24, Issue 2, 1986, Pages 77-89.
- [4] C.A. Taiwo, W.J. Batty, S.D. Probert. Improving cooking efficiencies: Barbecuing reassessed, *Applied Energy*, Volume 29, Issue 4, 1988, Pages 263-297.
- [5] C.J. Winter, R.L. Sizmann, L.L. Vant – Hull, “Solar Power Plants fundamental, technology, Systems, Economics. Springer – Verlag Berlin, Heidelberg, 1991, pp.250-253.
- [6] Maria Brogron, Optical efficiency of Low-concentrating solar energy system with Parabolic Reflectors. ACTA Universitatis Upsaliensis Uppsala 2004.
- [7] Mohammed S. Al-Soud, Essam Abdallah, Ali Akayleh, Salah Abdallah, Eyad S. Hrayshat. A parabolic solar cooker with automatic two axes sun tracking system, *Applied Energy*, Volume 87, Issue 2, February 2010, Pages 463-470.
- [8] N.M. Nahar, J.P. Gupta, P. Sharma. Design, development and testing of a large-size solar cooker for animal feed, *Applied Energy*, Volume 48, Issue 4, 1994, Pages 295-304.