T-ENV-P-074-11

เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบ
Solar Cooker with Flat Plate Collector

วรรณี เอกศิลป์*, สุภาพร พลลี, ธรรมนูญ บุษปะเวศ , อัซมา อาหมัด

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต เมืองเอก ปทุมธานี 12000
e-mail: wanne.e@rsu.ac.th เบอร์โทรศัพท์ 089 171 8433

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษา เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการประกอบอาหาร โดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว ซึ่งระบบมีส่วนประกอบหลัก แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ถังสะสมความร้อน และภาชนะประกอบอาหาร พื้นที่ของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์มีขนาด 1.2 m^2 เชื่อมต่อกับถังสะสมความร้อนโดยหันหน้าไปทางทิศใต้ทำมุม 15 ° กับแนวราบ ถังสะสมความร้อนมีความจุ 0.04 m^3 ใส่น้ำมันพืชเป็นสารทำงานให้เต็มแผงรับรังสีแสงอาทิตย์และถังสะสมความร้อน ภาชนะประกอบอาหารขนาด 2 L จำนวน 2 ใบ อยู่ด้านบนฝั่งลงในถังสะสมความร้อนเชื่อมติดเป็นเนื้อเดียวกัน โดยน้ำมันพืชในระบบจะไหลเวียนแบบธรรมชาติระหว่างแผงรับรังสีแสงอาทิตย์และถังสะสมความร้อน และถ่ายเทความร้อนไปยังภาชนะประกอบอาหาร ได้ทำการทดลองประกอบอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ หุงข้าว ทอดไก่ ทอดปลา และ ทอดไข่ไก่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 80 °C ที่ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย 644.36 W/m^2 ที่เวลา 11.00 – 15.30 น. โดยมีปริมาณความร้อนสูงสุด 7 MJ การประกอบอาหารใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นกับความเข้มแสงอาทิตย์ เมื่อเปรียบเทียบเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์กับเครื่องใช้ไฟฟ้าพบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการประกอบอาหาร เป็นเงิน 367 บาท/ปี/120 ครั้ง

คำสำคัญ: เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์, แผงรับรังสีแสงอาทิตย์, ถังสะสมความร้อน, ไหลเวียนแบบธรรมชาติ

Abstract

This research aims to study Solar cookers with flat plate collector. The main components of system are solar flat plate collector, heat storage tank and cooking pot. The area of flat plate collector was 1.2 m^2 connected with heat storage tank.The flat plate collector was set with 15° from horizontal axis to the south. The volume of heat storage tank was 0.04 m^3, contained with vegetable oil (working fluid). 2L of 2 cooking pots were on the other side of heat storage tank. Heat was transfer to cooking pots for cooking food such as cook rice, fried chicken fried fish and fried egg. It was shown that the maximum temperature was 80 °C, 644.36 W/m^2 of average solar

intensity at 11.00 – 15.30 PM and maximum heat was 7 MJ. Comparison between the solar cooking by solar energy and electricity, it was found that could saved 367 baht/year/120 times.

keywords: Solar cookers, flat plate collector, heat storage tank, vegetable oil

บทนำ

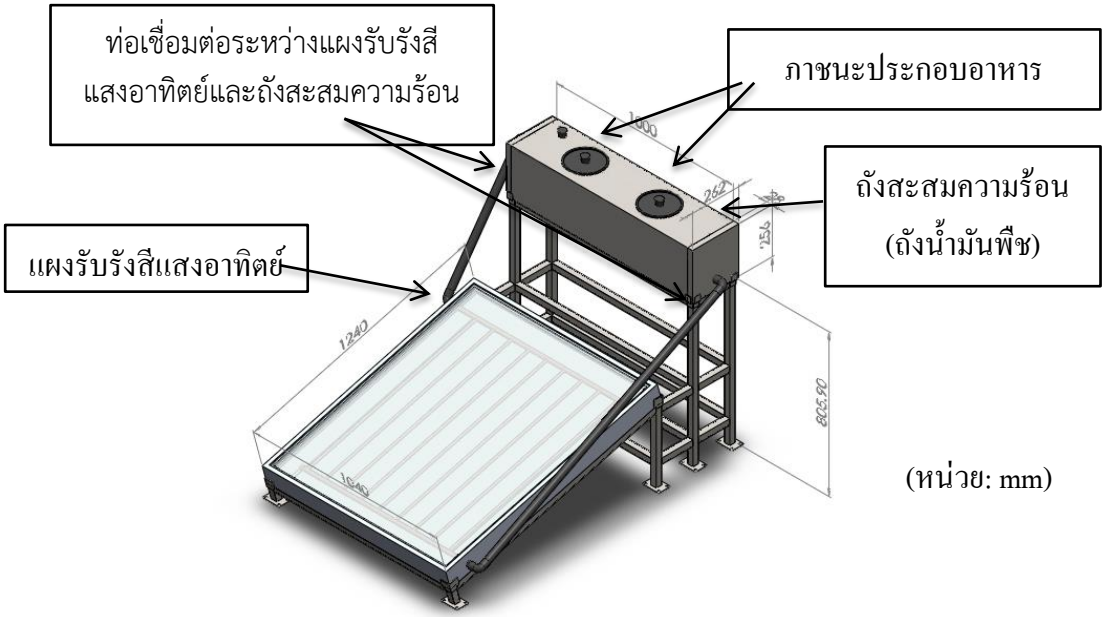
การประกอบอาหารต้องใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ โดยเป็นการใช้พลังงานจากก๊าซหุงต้มและพลังงานจากไฟฟ้าเป็นหลัก โดยพลังงานจากก๊าซหุงต้มเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป และราคามีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆในอนาคต ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนในการประกอบอาหารนั้น เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนมากจึงสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก ปัญหานี้เหมาะที่จะคิดค้นเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อลดการใช้พลังงานจากก๊าซหุงต้มและพลังงานจากไฟฟ้าในการประกอบอาหาร เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์จะประกอบไปด้วย แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ภาชนะประกอบอาหาร ถังสะสมความร้อน ซึ่งแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นราบเป็นตัวดูดซับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์แล้วส่งผ่านความร้อนจากแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ไปยังสารทำงานในรูปการนำและการพา เมื่ออุณหภูมิของสารทำงานสูงขึ้นจะเกิดการไหลเวียนในระบบแบบธรรมชาติ (Thermosyphon) จากนั้นความร้อนจากสารทำงานจะถ่ายเทให้กับภาชนะประกอบอาหาร เพื่อนำความร้อนที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาหารต่อไป สารทำงานที่เลือกใช้ในระบบเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์คือน้ำมันพืช ซึ่งจุดเดือดสูงกว่าน้ำ และไม่เป็นพิษจึงทำให้น้ำมันพืชเหมาะที่จะเป็นสารทำงานในระบบเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้การใช้เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ในการประกอบอาหารจึงเป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด เป็นการลดปริมาณการใช้พลังงานในรูปแบบอื่นๆ อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากนำเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ในถิ่นที่ทุรกันดารในพื้นที่ต่างจังหวัดที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ หรือมีไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการใช้งานก็จะเป็นการช่วยลดการตัดไม้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร ศักดิ์สมยศ มีกังวาล, 2521 ได้ออกแบบสร้างหม้อฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอาทิตย์ เลิศศักดิ์ เหมยากร, 2523 ศึกษาเครื่องหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์แบบตัวรับรังสีแผ่นราบ ใช้สารทำงานดีเซลเป็นสารทำงานที่ให้ประสิทธิภาพในการหุงต้มสูงสุด ให้อุณหภูมิสูงสุดในห้องหุงต้มประมาณ 95 ^{O}C ซึ่งสามารถหุงต้มได้ดีในเวลากลางวันที่มีแสงแดดจัดแต่ไม่สามารถเก็บสะสมความร้อนไว้ใช้งานในเวลากลางคืนได้ สมภพ ปัญญาสมพรรค์, 2542 เปรียบเทียบหม้อหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้เวลาหุงข้าวประมาณ 2 - 3 hr

อุปกรณ์

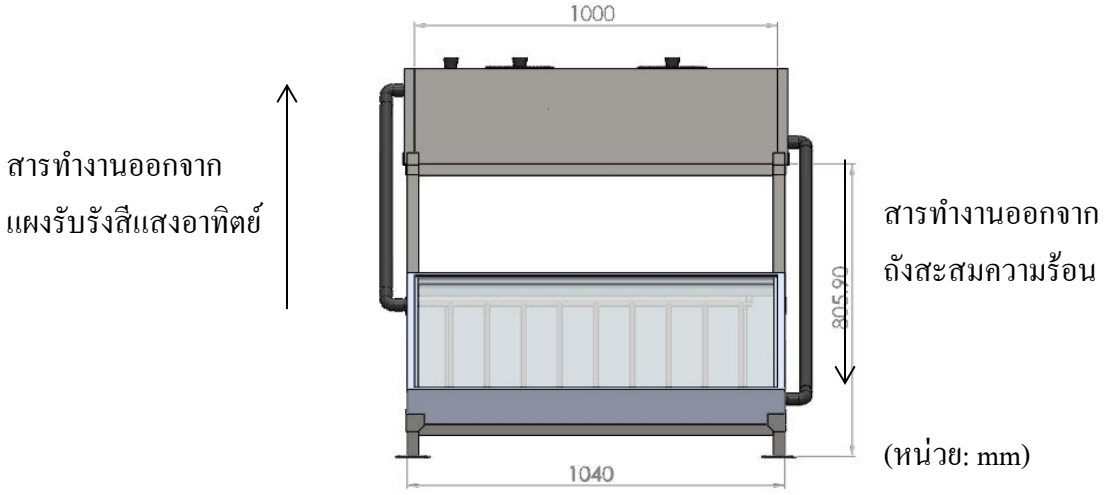
ชุดเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นราบ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก 4 อุปกรณ์ ได้แก่

1) แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ มีขนาดพื้นที่ กว้าง 1,000 mm ยาว 1,200 mm
2) ถังสะสมความร้อน (ถังน้ำมันพืช) ขนาด กว้าง 200 mm ยาว 1,000 mm สูง 200 mm
3) ภาชนะประกอบอาหาร 2 ใบ ความจุขนาดใบละ 2 L

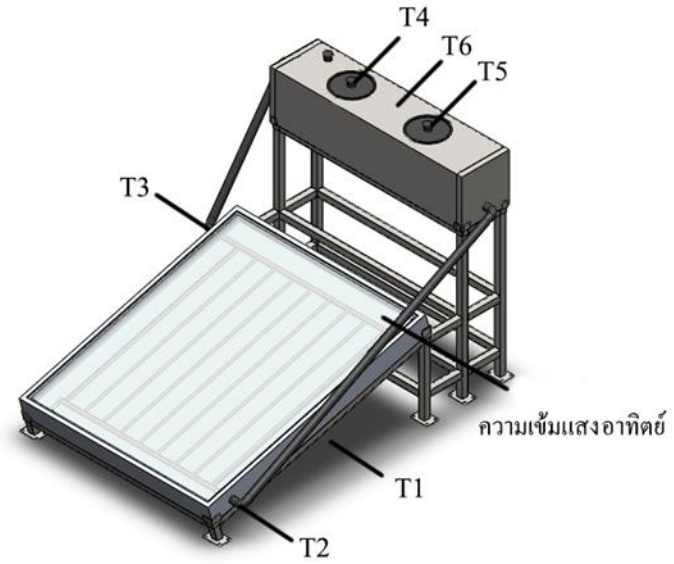
4) ท่อบรรจุน้ำมันพืชเป็นสารทำงานไหลเวียนถ่ายเทความร้อนเชื่อมต่อไปยังถังสะสมความร้อน



รูปที่ 1 ส่วนประกอบเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 2 ลักษณะการไหลเวียนของสารทำงานในระบบ



รูปที่ 3 ตำแหน่งจุดวัดอุณหภูมิและความเข้มรังสีแสงอาทิตย์

T1 : อุณหภูมิอากาศแวดล้อม,(^{O}C)
T2 : อุณหภูมิน้ำมันพืชเข้าแผงรับรังสี,(^{O}C)
T3 : อุณหภูมิน้ำมันพืชออกจากแผงรับรังสี,(^{O}C)
T4 : อุณหภูมิภายในภาชนะประกอบอาหาร1,(^{O}C)
T5 : อุณหภูมิภายในภาชนะประกอบอาหาร2,(^{O}C)
T6 : อุณหภูมิน้ำมันพืชภายในถังสะสมความร้อน,(^{O}C)
ความเข้มแสงอาทิตย์,(W/m^{2})

รูปที่ 4 เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์

ขั้นตอนการทดลอง

เพื่อให้ได้ขอบเขตและความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนการดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งเตาพลังงานแสงอาทิตย์บริเวณที่โล่งโดยหันหน้าแผงรับรังสีอาทิตย์ไปทางทิศใต้
2. บรรจุน้ำมันพืชลงไปในถังสะสมความร้อนและทำการตรวจเช็คน้ำมันพืชในระบบ
3. ทำความสะอาดบริเวณแผงรับรังสีแสงอาทิตย์
4. ทำการวัดบันทึกค่าอุณหภูมิตามตำแหน่งต่างๆ ตั้งแต่เวลา 08.00 - 18.00 น.
5. ทำการทดลองโดยหุงข้าวและประกอบอาหารโดยแยกประเภทของวัตถุดิบ

ตารางที่ 1 แสดงการทดลองโดยแยกวัตถุดิบแต่ละประเภท

วัตถุดิบ	ปริมาณ (g)
ข้าว	100 , 200 , 300
เนื้อไก่	100 , 200 , 300
เนื้อปลา	100 , 200 , 300
ไข่ไก่	65

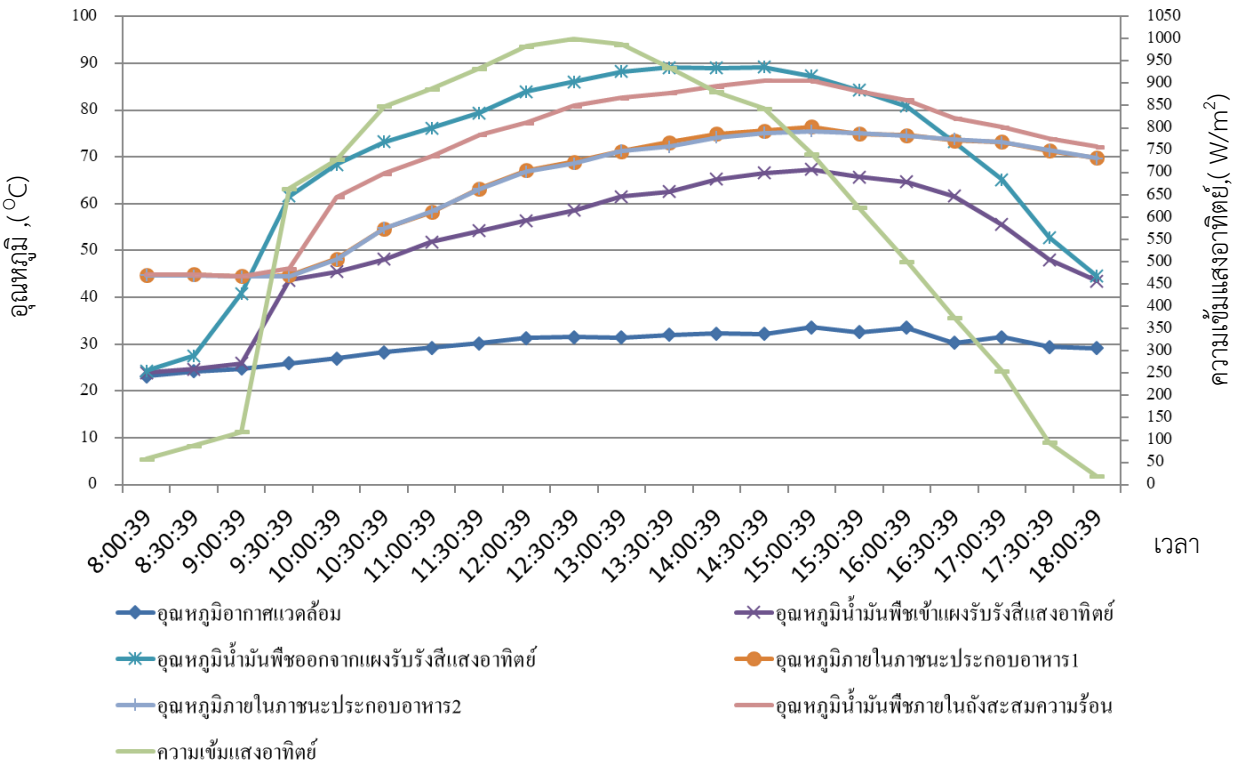
ผลทดลอง

1. การทดลองวัดอุณหภูมิของเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ยังไม่ประกอบอาหาร

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิของภาชนะประกอบอาหารทั้ง 2 ใบ มีอุณหภูมิสูงกว่า 70 ^{O}C จะอยู่ในช่วงเวลา 11.00 - 15.00 น. รวมเป็นระยะเวลา 4 hr ซึ่งเวลาที่เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ ทำอุณหภูมิได้สูงสุดอยู่ที่เวลา 15.00 น. ความเข้มแสงอาทิตย์ ณ เวลาดังกล่าวอยู่ที่ 714.4 W/m^2 ซึ่งจะได้อุณหภูมิดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิที่สูงสุดของเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ยังไม่ประกอบอาหาร

อุณหภูมิ	^{O}C
อากาศแวดล้อม (T1)	33.6
น้ำมันพืชเข้าแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ (T2)	67.3
น้ำมันพืชออกจากแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ (T3)	86.3
ภายในภาชนะประกอบอาหาร1 (T4)	76.4
ภายในภาชนะประกอบอาหาร2 (T5)	75.5
น้ำมันพืชภายในถังสะสมความร้อน (T6)	84.4



รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ประกอบอาหาร

2. การทดลองประกอบอาหารที่เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 6 ข้าวสุกที่ได้จากการทดลอง

รูปที่ 7 เนื้อไก่ที่ได้จากการทดลอง

ตารางที่ 3 แสดงเวลาประกอบอาหารของเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์และใช้พลังงานไฟฟ้า

วัตถุดิบ	ปริมาณ (g)	เวลาในการประกอบอาหาร (น.)	ความเข้มแสงแสงอาทิตย์สูงสุด (W/m^2)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ครั้ง)
ข้าว	300	14:20 - 15:30	903.6	0.130
เนื้อไก่	300	15:35 - 16:00	427.2	0.072
เนื้อปลา	300	16:20 - 17:00	244.9	0.077
ไข่ไก่	65	14:00 - 14:50	810.5	0.040

หมายเหตุ *จากการตรวจสอบกับกรมอุตุนิยมวิทยาทำให้ทราบว่าจำนวนวันที่มีความเหมาะสมกับการประกอบอาหารด้วยเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ของปี 2560 ที่จะมีอยู่ประมาณ 120 วัน*

ตารางที่ 4 แสดงค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าในการหุงข้าวและการประกอบอาหารอื่นๆ

วัตถุดิบ	ปริมาณ (g)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ครั้ง)	จำนวนเงิน(บาท/ครั้ง)
ข้าว	300	0.130	0.48
เนื้อไก่	300	0.072	0.27
เนื้อปลา	300	0.077	0.28
ไข่ไก่	65	0.040	0.15

ตารางที่ 5 แสดงค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าในการหุงข้าวและการประกอบอาหารอื่นๆ

วัตถุดิบ	ปริมาณ (g)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/ปี)	จำนวนเงิน(บาท/ปี)
ข้าว	100	12.960	47.99
	200	13.800	51.10
	300	15.600	57.77
เนื้อไก่	100	5.040	18.66
	200	7.080	26.22
	300	8.640	31.99
เนื้อปลา	100	5.280	19.55
	200	7.200	26.66
	300	9.240	34.22
ไข่ไก่	14.4	53.31	53.31
รวม		99.24	367.47

หมายเหตุ อัตราค่าไฟฟ้าของประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย อัตราค่าไฟฟ้า 3.703 บาท/หน่วย

บทสรุป

จากผลการทดลองได้นำเตาพลังงานแสงอาทิตย์มาวางไว้ ณ บริเวณกลางแจ้งตั้งแต่เวลา 8.00 - 18.00 น. และทำการประกอบอาหารในเวลา 11.00 - 17.00 น. โดยการหุงข้าวและการประกอบอาหาร สรุปได้ดังนี้

1. อุณหภูมิน้ำมันพืชสูงสุดที่ออกจากแผงรับรังสีมีค่า 90 °C ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์คือ 644.36 W/m^2
2. ปริมาณความร้อนสูงสุดของระบบที่นำไปใช้ประโยชน์ได้มีค่า 7 MJ ที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์คือ 644.36 W/m^2
3. เมื่อเปรียบเทียบเตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์กับเครื่องใช้ไฟฟ้าพบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการประกอบอาหาร เป็นเงิน 367.47 บาท/ปี/120 ครั้ง
4. ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงรับรังสีจะมีค่ามากอยู่ในช่วงเวลา 11.00 - 15.30 น. มีผลทำให้การหุงข้าวและการประกอบอาหารใช้เวลาน้อย ถ้าเลยเวลาดังกล่าวค่าความเข้มแสงอาทิตย์ จะมีค่าน้อยลงและจะมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำมันพืชในถังสะสมความร้อนลดลง

เอกสารอ้างอิง

[1] จงจิตร์ หิรัญลาภ, 2541, กระบวนการพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 5-12.

[2] ไกรเพชร ผิวทอง, พ.ศ.2541, ทฤษฎีเกี่ยวกับรังสีอาทิตย์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

[3] Duffie, J. A and Beckman, W. A. 1991. Solar Engineering of Thermal Process. 2 nd. JohWiley & Sons. Inc. 919 p

[4] นฤมล สมพลเดช, 2535, การประยุกต์เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับใช้ในครัวเรือน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 15-20.

[5] Nicholas de Saussure, 1741-1799. Flat plate reflector, Flat storage is a shallow large box, which is usually mounted on the roof, which allows warm water to be used by the sun's power.

[6] Mouchot, 1875, Truncated cone reflector, Designing a Solar Radiator. Solar Energy, 85(9), 1864-1877

[7] Cristofari, C., Notton, G., Poggi, P. และ Louche, 2001, Modelling and Performance of a Copolymer Solar Water Heating Collector, University of Glasgow, Scotland.

[8] ศักดิ์สมยศ มีกังวาล, 2521, หม้อฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอาทิตย์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

[9] กอบสิน ทวีสิน, 2522, ศึกษาชุดรังสีแบบแผ่นเรียบเพื่อผลิตทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์, วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[10] เลิศศักดิ์ เหมยากร, 2523, สร้างเครื่องหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์แบบตัวรับรังสีแผ่นราบ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

[11] สมภพ ปัญญาสมพรรค์, 2542, การพัฒนาหม้อหุงข้าวพลังงานแสงอาทิตย์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี.

[12] เกษม โพธิ์งาม, 2545, การพัฒนาเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์น้ำหนักเบาที่ใช้ในบ้านพักอาศัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

[13] ชาญวิทย์ วุฒิวงศานนท์, 2554, การพัฒนาระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบประหยัด, ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย, กรุงเทพมหานคร.

[14] Bowman., T.E., 1997, Solar Thermal Engineering System, New Delhi, Narosa publishing house, pp. 269-275.

[15] บัญชา กิตติศักดิ์ดำรง และภาคภูมิ จันทรภูติพรากร, 2523, เครื่องหุงต้มด้วยแสงอาทิตย์แบบแผง รับรังสีแผ่นราบ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-25.