

การพัฒนาระบบอุ่นน้ำมันโดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานเสริมในกระบวนการผลิต ไบโอดีเซลสำหรับการใช้งานในชนบท

Development of a Solar - Assisted Preheat Unit for Biodiesel Production for Rural Applications

ครวญ มีฉาย¹ และรุ่งโรจน์ สงค์ประกอบ¹

Kruan Meechai¹ and Roongrojana Songprakorp¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบอุ่นน้ำมันโดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานเสริมสำหรับการใช้งานในชนบท ดำเนินการทดลองโดยการใช้พลังงานรังสีอาทิตย์มาเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนแก่น้ำและใช้น้ำเป็นสารตัวกลางรับความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบแล้วถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำมันปาล์มผ่านทางอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มจากอุณหภูมิแวดล้อมที่ 30 °C เป็น 60 °C ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันสามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิ 50 °C ถึง 60 °C ในการทดลองได้ใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบขนาด 2.15 m² ถังเก็บน้ำร้อนขนาด 60 L หุ้มฉนวนหนา 25.4 mm และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับน้ำมันใช้ท่อทองแดงหนา 1.0 mm ยาว 13.5 m ขดขึ้นรูปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขด 0.2 m ตัวเก็บรังสีอาทิตย์วางหันหน้าไปทางทิศใต้และวางทำมุม 14° กับแนวระดับในการวิจัยนี้ได้ศึกษาหาความเข้มรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบที่เป็นสารตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน และอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งผลทดลอง พบว่าที่ปริมาณความเข้มรังสีอาทิตย์ประมาณ 940 W/m² สามารถเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบและอุณหภูมิน้ำมันที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้ มีค่าประมาณ 63 °C และ 56 °C ตามลำดับ พบว่าการใช้พลังงานรังสีอาทิตย์มาเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนผ่านตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบที่ใช้น้ำเป็นสารตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออุ่นน้ำมันปาล์มในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลได้

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ ถังเก็บน้ำร้อน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

ABSTRACT

The objective of this research is to study and develop a solar assisted preheat unit for biodiesel production for rural applications. In this study, a flat plate solar collector in which water is a medium is used to heat up water, Heat is then transferred to palm oil via a heat exchanger 30 °C - 60 °C. From literature survey, transesterification process occurs at temperature in the range of 50 °C - 60 °C. In this experiment, flat plate solar collector has a 2.15 m² radiation receiving area. A water storage of 60 liters

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

Division of Energy Technology, School of Energy Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

was covered with 25.4 mm thickness insulator and connected to the solar collector. The heat exchanger consisted of a 1.0 mm thick copper and 13.5 m long with a diameter of 0.2 m. The collector is installed at the angle of 14° to the horizontal plane and facing south direction. Therefore, this research studies how the solar radiation has an effect on increasing temperature of solar hot water and the temperature of palm oil at the outlet of the heat exchanger. From the experimental results, it has been found that solar radiation at 940 W/m^2 is able to increase the temperature of solar hot water and temperature of palm oil at outlet of heat exchanger to 63°C and 56°C . respectively, which shows that solar energy is feasible to preheat palm oil prior to biodiesel production.

Keywords : biodiesel, flat plate solar collector, storage tank, heat exchanger

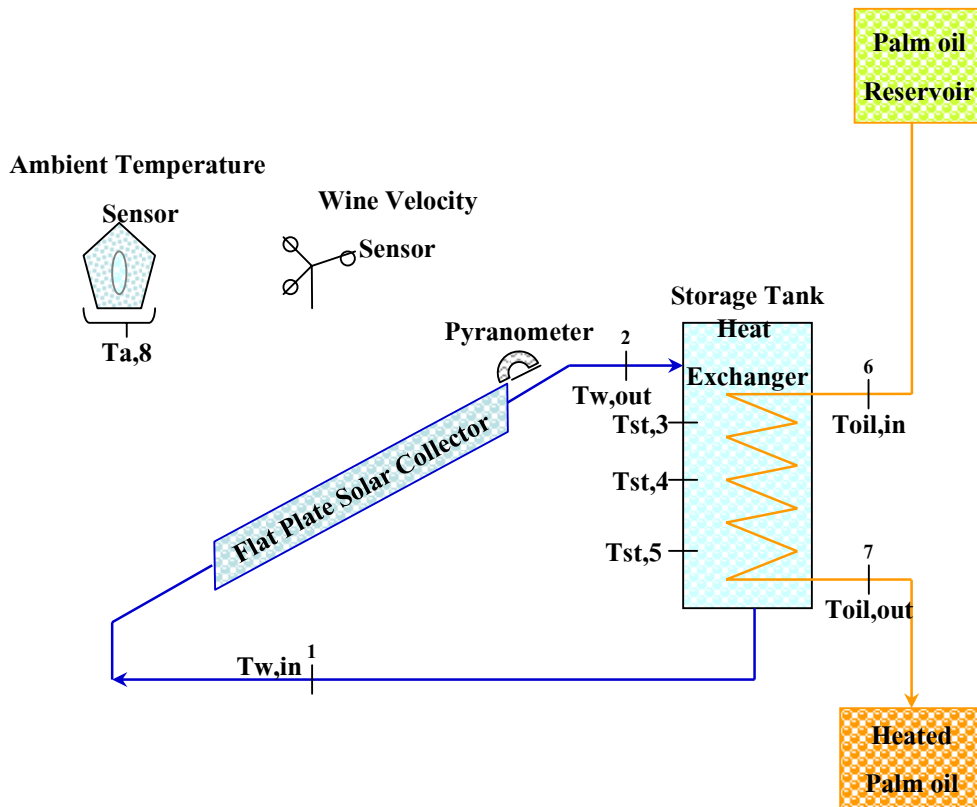
E-mail : Roongrojana.son@kmutt.ac.th, kruan3879@hotmail.com

คำนำ

เนื่องมาจากในปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกอย่างรวดเร็วรวมทั้งความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติทางด้านเชื้อเพลิงปิโตรเลียมเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดปัญหาของน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้นโดยตลอดส่งผลให้ปริมาณปิโตรเลียมสำรองของโลกที่เหลืออยู่มีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด แล้วยังมีปัญหาใหม่เกิดตามมา คือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันสืบเนื่องมาจากการใช้พลังงานอย่างขาดความระมัดระวังประเทศไทยหลีกเลี่ยงไม่พ้นในผลกระทบนี้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลที่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในทุกภาคการผลิตที่ขับเคลื่อนความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของประเทศและความเป็นอยู่ของสังคมชาวเมืองและชาวชนบทในชีวิตประจำวัน การปรับตัวโดยการหาพลังงานทางเลือกอื่นมาทดแทนน้ำมันดีเซล ที่เรียกว่า ไบโอดีเซล (Biodiesel) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของพลังงานทดแทน ไบโอดีเซล เป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากน้ำมันพืช หรือน้ำมันสัตว์ที่ผ่านทางปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน (Transesterification) โดยในกระบวนการผลิตจะผสมน้ำมันพืช หรือน้ำมันสัตว์ ให้ทำปฏิกิริยากับเมทานอลหรือเอทานอล จนเกิดเป็นสารเอสเทอร์ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล (Fukuda et al. 2001) ซึ่งในกระบวนการต้องมีการอุ่นน้ำมันเพื่อไม่ให้น้ำมันเป็นไข โดยปกติจะให้น้ำมันมีอุณหภูมิประมาณ $50 - 70^\circ\text{C}$ (ใกล้เคียงกับจุดเดือดของแอลกอฮอล์) (Ma et al.1999) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้เริ่มต้นการพัฒนากระบวนการอุ่นน้ำมันโดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานเสริมในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลสำหรับการใช้งานในชนบท เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลนั้นจำเป็นต้องมีพลังงานความร้อนในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันที่อุณหภูมิ $50 - 60^\circ\text{C}$ เพื่อที่จะให้ได้ไบโอดีเซลซึ่งโดยมากในปัจจุบันจะใช้พลังงานความร้อนจากไฟฟ้าหรือ LPG เพื่อผลิตความร้อนเป็นหลัก ดังนั้นน่าจะนำพลังงานรังสีอาทิตย์เข้ามาเป็นพลังงานเสริมเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งพลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษและได้ตามธรรมชาติ จึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องอุ่นน้ำมันโดยการนำน้ำมันปาล์มมาอุ่นเพื่อผลิตไบโอดีเซลและใช้พลังงานรังสีอาทิตย์มาเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนโดยใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบมาให้ความร้อนแก่น้ำ และใช้น้ำเป็นสารตัวกลางรับความร้อนจากตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบแล้วถ่ายเทความร้อนให้น้ำมันปาล์มผ่านทางอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันปาล์ม

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองการพัฒนาระบบอุ่นน้ำร้อนโดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานเสริมในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลสำหรับการใช้งานในชนบทที่มีระบบการไหลเวียนน้ำโดยอาศัยการไหลเวียนน้ำแบบธรรมชาติ (Thermosyphon) จากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูปที่ 1 ประกอบด้วยการนำตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบมีขนาดพื้นที่ 2.15 m^2 ซึ่งแผ่นรับรังสีผลิตจากอะลูมิเนียมโนโดไซด์ขึ้นรูป ส่วนรับรังสีด้านข้างปิดด้วยฉนวนหนา 35 mm ด้านล่างปิดด้วยฉนวนหนา 45 mm ป้องกันการสูญเสียความร้อน ส่วนบริเวณด้านบนของส่วนรับรังสีปิดด้วยกระจกใสหนา 5 mm มีระยะห่างระหว่างกระจกกับผิวดูดกลืนรังสี 50 mm โดยวางตัวเก็บรังสีอาทิตย์วางหันหน้าไปทางทิศใต้เอียงทำมุม 14° กับแนวระดับ ระบบท่อน้ำไหลเวียนทำจากท่อทองแดงเพื่อให้การถ่ายเทความร้อนสู่น้ำดีขึ้นติดตั้งเข้ากับถังเก็บน้ำร้อนซึ่งถังเก็บน้ำร้อนที่ทำจากถังสแตนเลสมีวอร์ขึ้นรูปโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.46 m สูง 0.635 m มีความจุ 60 L แล้วหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนหนา 25.4 mm เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนและถังเก็บน้ำร้อนนี้จะมีหน้าที่เก็บสะสมน้ำร้อนที่ผลิตได้จากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบเพื่อนำไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำมันปาล์มที่มีการไหลจากจุดที่สูงกว่าลงสู่จุดที่ต่ำกว่าโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกเพื่อเป็นการเพิ่มแรงดัน ทำให้น้ำมันปาล์มไหลเข้าสู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่อยู่ในถังเก็บน้ำร้อน ซึ่งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับน้ำมันปาล์มได้ใช้ท่อทองแดงชนิดอ่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 mm ยาว 13.5 m ขดขึ้นรูปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขด 0.2 m เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนแล้วนำไปวางในถังเก็บน้ำร้อนซึ่งน้ำมันปาล์มที่แลกเปลี่ยนความร้อนจะไหลอยู่ภายในท่อทองแดง โดยได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ น้ำ และอุณหภูมิ น้ำมันปาล์มที่จุดต่างๆของระบบที่แดดฟ้า คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระหว่างเวลา 8.30 - 17.00 น. ในช่วง วันที่ 22 - 31 สิงหาคม 2552 ทำการบันทึกค่ารังสีอาทิตย์ โดยใช้เครื่องวัดรังสีอาทิตย์ ไพรานอมิเตอร์ (Pyranometer) ค่าอุณหภูมิ น้ำที่ทางเข้าและทางออกตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ 2 จุด ตามจุด 1 และ 2 ในรูปที่ 1 ค่าอุณหภูมิ น้ำมันปาล์มที่ทางเข้าและทางออกเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 2 จุด ตามจุดที่ 6 และ 7 ในรูปที่ 1 ค่าอุณหภูมิ น้ำในถังเก็บน้ำร้อน 3 จุด คือ ตามจุดที่ 3, 4 และ 5 ในรูปที่ 1 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 1 จุดตามจุดที่ 8 ในรูปที่ 1 โดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิล (Type K) ซึ่งมีความแม่นยำการวัด $\pm 1^\circ \text{C}$ โดยต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) ยี่ห้อ Supcon รุ่น R3000 Series โดยเก็บค่าอุณหภูมิทุก 5 นาที แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง



รูปที่ 1 ระบบอุ่นน้ำมันโดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานเสริมในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล สำหรับการใช้งานในชนบท

ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

การคำนวณหาประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\eta = \frac{Q_u}{G_t A_c} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ η คือ ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์

Q_u คือ ความร้อนใช้ประโยชน์, W

G_t คือ ความเข้มรังสีอาทิตย์, W/m^2

A_c คือ พื้นที่ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์, m^2

การคำนวณหาความร้อนใช้ประโยชน์

ความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Q_u = A_c F_R [G_t (\tau\alpha) - U_L (T_{wi} - T_a)] \quad (2)$$

เมื่อ τ คือ ค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์

α คือ ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์

G_t คือ ความเข้มรังสีอาทิตย์, W/m^2

T_a คือ อุณหภูมิของอากาศแวดล้อม, $^{\circ}C$

U_L คือ สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนรวม คือ การสูญเสียความร้อนด้านบน ด้านข้าง และด้านล่าง

F_R คือ แฟคเตอร์การดึงความร้อนมาใช้ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์คำนวณได้จาก

$$F_R = \frac{\dot{m}C_p}{A_c U_L} \left[1 - \exp\left(-\frac{A_c U_L F'}{\dot{m}C_p}\right) \right] \quad (3)$$

โดยที่ F' คือ แฟกเตอร์ประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์

การคำนวณหาอุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของตัวเก็บรังสีอาทิตย์

$$T_{wo} = \frac{Q_u}{\dot{m}c_p} + T_{wi} \quad (4)$$

เมื่อ T_{wo} คือ อุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของตัวเก็บรังสีอาทิตย์, °C \dot{m} คือ อัตราการไหลของน้ำ, kg/s
 c_p คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ, J/kg °C T_{wi} คือ อุณหภูมิของน้ำที่ทางเข้าของตัวเก็บรังสีอาทิตย์, °C

การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำมันปาล์มได้รับ

นำค่าอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มขาเข้า และอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มขาออก มาคำนวณหาปริมาณความร้อนจากสมการ

$$q_H = \dot{m}C_p (T_{out} - T_{in}) \quad (5)$$

โดยที่ q_H คือ ปริมาณความร้อนที่น้ำมันปาล์มได้รับ, W

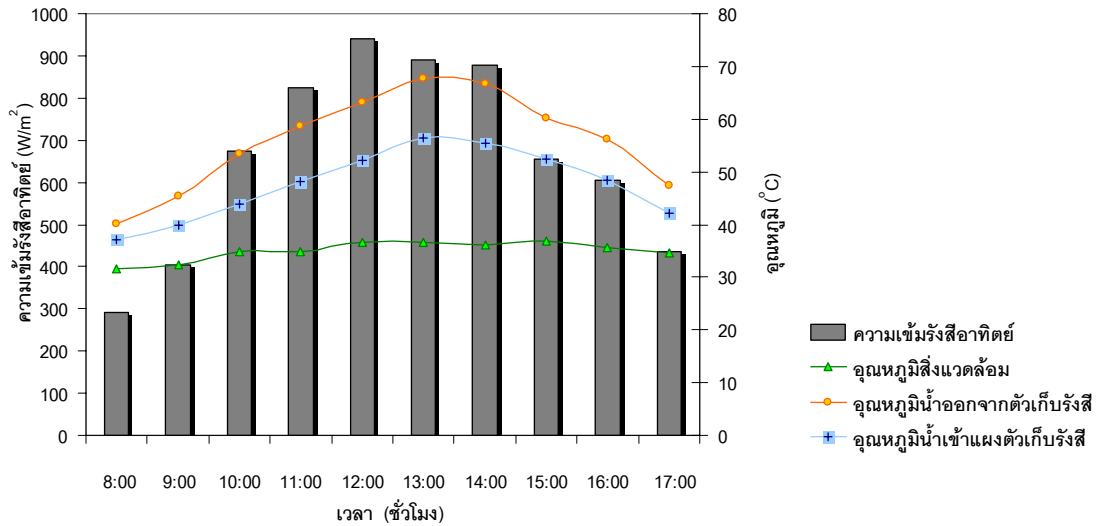
\dot{m} คือ อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำมันปาล์ม, kg/s

C_p คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมันปาล์ม, kJ/kg °K

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการทดลองอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์

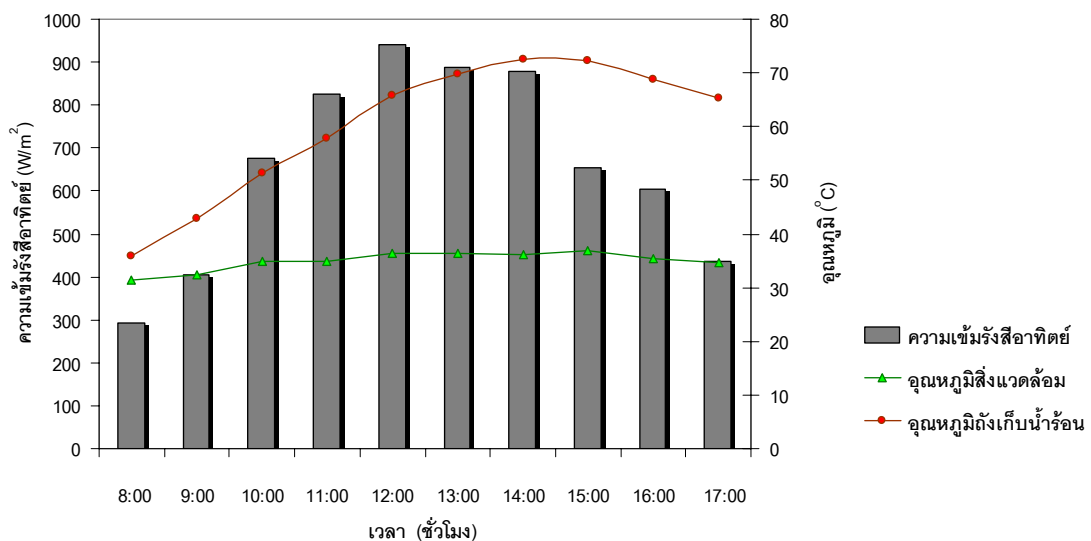
จากรูปที่ 2 พบว่าที่อัตราการไหลของน้ำ 0.033 kg/s อุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ มีค่าสูงสุดเป็น 67.60 °C ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 888.89 W/m² ในช่วงเวลา 13.00 น. และอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ มีค่าต่ำสุดเป็น 40.20 °C ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 291.67 W/m² ในช่วงเวลา 8.00 น. ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับความเข้มรังสีอาทิตย์ และค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าสูงสุดเป็น 941.67 W/m² ในช่วงเวลา 12.00 น. ส่วนอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ มีค่าสูงสุดที่เวลาประมาณ 13.00 น. ซึ่งช้ากว่าเวลาที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าสูงสุด ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่ามีการสะสมความร้อนที่ตัวเก็บรังสีอาทิตย์



รูปที่ 2 ความเข้มรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์

2. ผลการทดลองระบบถังเก็บน้ำร้อน

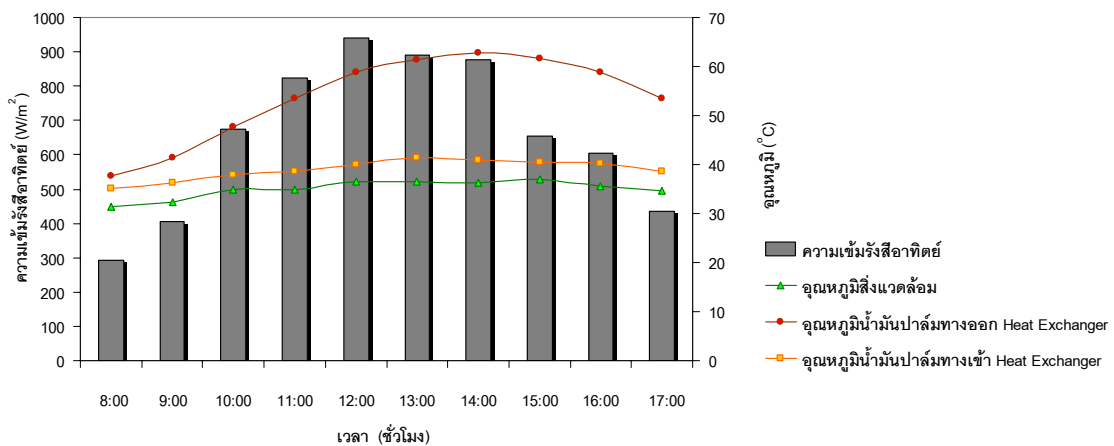
จากรูปที่ 3 พบว่าอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำร้อนมีค่าสูงสุดเป็น 72.50°C ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 877.78 W/m² ในช่วงเวลา 14.00 น. และอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำร้อนมีค่าต่ำสุดเป็น 35.89°C ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 291.67 W/m² ในช่วงเวลา 8.00 น. ซึ่งเห็นได้ว่าความสามารถในการเก็บสะสมความร้อนของน้ำในถังในช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 14.00 น. ของรูปที่ 3 เพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 35.89°C ไปเป็น 72.50°C โดยเฉลี่ยเท่ากับ 56.60°C (8.08 °C/hr) พบว่าถังเก็บน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำที่ทางออกตัวเก็บรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเข้มรังสีอาทิตย์ที่สูงและอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อนเริ่มลดลงเนื่องจากการสูญเสียความร้อนจากถังเก็บน้ำร้อนและอุณหภูมิตั้งแวดล้อมภายนอก



รูปที่ 3 ความเข้มรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิของถังเก็บน้ำร้อน

3. ผลการทดลองระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน

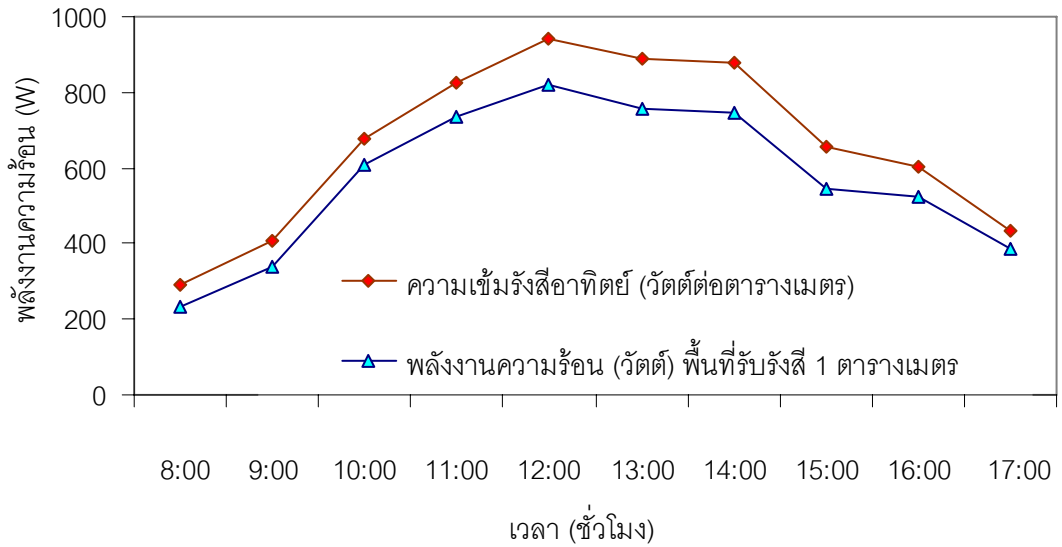
จากรูปที่ 4 พบว่าอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าสูงสุดเป็น 62.87 °C ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 877.78 W/m² ในช่วงเวลา 14.00 น. และอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าต่ำสุดเป็น 37.64 °C ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 291.67 W/m² ในช่วงเวลา 8.00 น. เห็นได้ว่าความสามารถในการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มในช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 14.00 น. ของรูปที่ 4 เพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 37.64 °C ไปเป็น 62.87 °C โดยเฉลี่ยเท่ากับ 51.90°C (7.42°C/hr) พบว่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำมันปาล์มมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำร้อนมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นอุณหภูมิการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำมันปาล์มค่อยๆลดลงจนกระทั่งรังสีอาทิตย์เริ่มลับขอบฟ้า เช่นเดียวกับกับอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำร้อน สังเกตได้ว่าอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนจะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าของน้ำในถังเก็บความร้อน เนื่องจากได้มีการสูญเสียความร้อนในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย ซึ่งจากรูป พบว่าน้ำมันปาล์มที่สามารถนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลอยู่ในช่วงเวลา 12.00 - 16.00 น. เพราะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 55 - 60°C ที่เกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลได้



รูปที่ 4 ความเข้มรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิของน้ำมันที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

4. ลักษณะการดึงความร้อนของหน่วยเก็บรังสีความร้อน

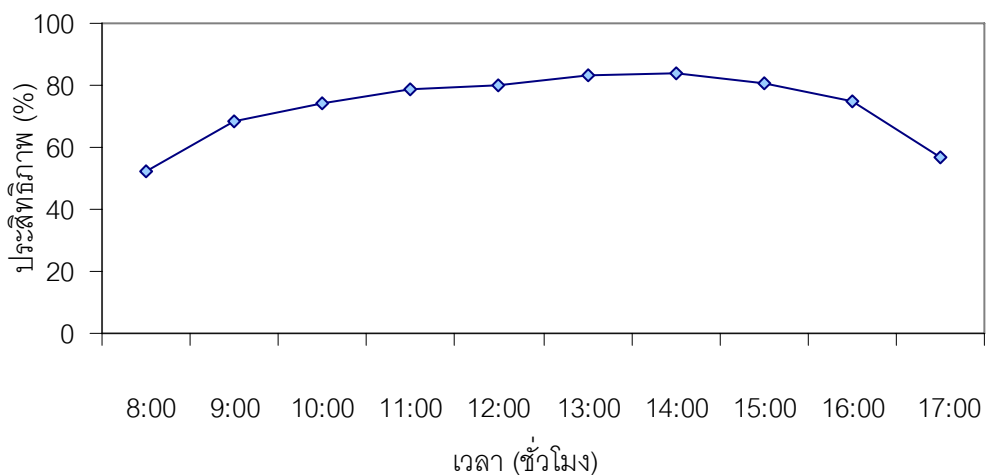
จากรูปที่ 5 พบว่าค่าพลังงานความร้อนที่ดึงได้สูงสุดคิดเป็น 821.3 W/m² ที่เวลา 12.00 น. ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 941.67 W/m² และพลังงานความร้อนที่ดึงได้ต่ำสุดมีค่า 230.42 W/m² ที่เวลา 8.00 น. ซึ่งในขณะนั้นมีความเข้มรังสีอาทิตย์ 291.67 W/m² ลักษณะการดึงความร้อนที่ได้ในรอบวันดึงความร้อนได้เพิ่มขึ้นตามค่าดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ขึ้นจากขอบฟ้าจากนั้นดึงความร้อนได้น้อยลงตามเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ลงสู่ขอบฟ้า การทดลอง พบว่าพลังงานความร้อนที่ดึงออกมาได้ในช่วงเวลา 10.00 - 15.00 น. มีค่าอยู่ในช่วง 500 - 1000 W/m² สามารถทำให้น้ำมันมีอุณหภูมิ 58.87 - 61.65 °C ซึ่งเป็นค่าที่เพียงพอในการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันสามารถนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลได้



รูปที่ 5 พลังงานความร้อนที่ดึงออกจากตัวเก็บรังสีความร้อนและค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ในรอบวัน

5. ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆ ของวัน

จากรูปที่ 6 พบว่าประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ขึ้นจากขอบฟ้าจากนั้นมีค่าน้อยลงตามเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ลงสู่ขอบฟ้า เห็นว่าประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีค่าสูงสุดเป็น 83.8% ที่เวลา 14.00 น. ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิของน้ำที่ 72.50°C และอุณหภูมิของน้ำมันที่ 62.89 °C และมีค่าต่ำสุดเป็น 52.3% ที่เวลา 08.00 น. ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิของน้ำที่ 35.89°C และอุณหภูมิของน้ำมันที่ 37.64°C จากการศึกษาประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ทำให้ทราบได้ว่า การอุ่นน้ำมันปาล์มเพื่อให้ได้ อุณหภูมิ 50 - 60 °C เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลควรอยู่ใน ช่วงเวลา 12.00 - 15.00 น. ซึ่งสอดคล้องกับค่าประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ 80.31 % ถึง 80.76 %



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆ ของวัน

สรุปผลและเสนอแนะ

รายงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาระบบอุ่นน้ำมันโดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานเสริมในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลสำหรับการในชนบท ได้ศึกษาความเป็นไปได้ที่นำเอาพลังงานรังสีอาทิตย์มาใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึง ปริมาณรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิของน้ำที่ทางออกของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน กล่าวคืออุณหภูมิของน้ำและน้ำมันปาล์มมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าปริมาณรังสีอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น การทดลองพบว่าที่ปริมาณรังสีอาทิตย์ระหว่าง 500 - 1000 W/m² ในช่วงเวลา 12.00 - 15.00 น. ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีค่า 80.31 - 80.76 % สามารถทำให้อุณหภูมิของน้ำมันปาล์มที่ทางออกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีค่า 58.87 - 61.65 °C โดยใช้ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบขนาด 2.15 m² และถังเก็บน้ำร้อนขนาด 60 L ซึ่งเป็นค่าที่เพียงพอในการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน สามารถนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลทดแทนดีเซลปิโตรเลียมได้

เอกสารอ้างอิง

- ชาญวิทย์ วุฒิมวงศานนท์. 2545. การพัฒนาระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบประหยัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. :1-140.
- พงศกร ศานติชาติศักดิ์. 2543. การศึกษาความเป็นไปได้ของการอุ่นน้ำมันเตาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. :1-140.
- วรรณิ เอกศิลป์. 2529. การพัฒนาทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานรังสีอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.:1-175
- วัฒนา บัวภูมิ. 2550. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยในการผลิตไบโอดีเซล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.:1-128
- วีระชัย เลิศสถาพรสุข. 2547. การศึกษาความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการผลิตไบโอดีเซล. รายงานปัญหาพิเศษ หลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Frank P Incropera and David P Dewitt. 1990. **Introduction to heat transfer**. John Wiley USA.
- Fukuda H Kondo K. and Noda H. 2001. Biodiesel fuel production by transesterification of oils : review. **Journal of Bioscience and Bioengineering**. 5 (92) : 405-416.
- J A Duffie and William A. Beckman. 1974. **Solar energy thermal processes**. John Wiley USA.
- Kalogirou S. 1997. Current status of technology and problems. **Renewable Energy**. 1 (35):107-120.
- Ma F Hanna A M. 1999. Biodiesel production: review. **Journal of Bioresource Technology**.4 (70):1-15.
- Soteris A Kalogirou. 2004. Solar thermall collectors and applications. **Progress in Energy and Combustion Science**. 5 (30) : 231-295.