ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

Solar hybrid energy oven

กุลยศ สุวันทโรจน์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

โทร 0-2913-2424 ต่อ 138 โทรสาร 0-2913-2424 อีเมล์ ellipse_b@yahoo.co.th

Kullayot Suwantaroj

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon,

Bangksue, Bangkok 10800, Thailand, Tel: 0-2913-2424 ext 138, Fax: 0-2913-2424, E-mail: ellipse_b@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบและสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน เพื่อให้ตู้อบสามารถใช้งานร่วมกับชุดทำความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของชุดตู้อบโครงสร้างของตู้อบทำจากอลูมิเนียมขนาด กว้าง 60 cm ยาว 60 cm สูง 80 cm กล่องตู้อบภายในเคลือบสีดำ ผนังด้านข้างมีแผงป้องกันการสูญเสียความร้อนทำจากไม้หุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม ด้านบนปิดครอบด้วยกระจกใส ลิ้นชักตะแกรงวางผลิตภัณฑ์และลิ้นชักกระบะใส่วัตถุดูดเก็บความร้อนสามารถเลื่อนเข้าออกทางด้านหน้าได้ แผ่นสะท้อนแสงด้านบนทำจาก กระจกเงาพลาสติกอัดกรอบอลูมิเนียมจำนวน 2 แผ่น เลนส์รวมแสงดัดแปลงจากแผ่นกรองแสงโทรทัศน์จะรวมแสงส่องไปยังแผ่นสะท้อนด้านล่าง เพื่อให้ความร้อนแก่กล่องเก็บความร้อนมากขึ้นและสามารถนำความร้อนนั้นไปใช้อบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จากการทดสอบเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 10:00 น. – 15:00 น. พบว่าในเวลาที่เท่ากันตู้อบสีดำที่ไม่บรรจุทรายสามารถสะสมความร้อนได้เร็วกว่าตู้อบที่มีทราย โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายใน แตกต่างกัน 14.4%อุณหภูมิสูงสุดที่เกิดขึ้นในตู้อบโดยใช้แสงแดดอย่างเดียวขณะไม่มีผลิตภัณฑ์ 91 ^{o}C (ที่สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิ dry bulb 31 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 66 %) และตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานขณะที่ใช้แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว มีค่าความร้อนใกล้เคียงกับการใช้ เครื่องทำความร้อน 280 W ในที่ไม่มีแสงแดด ส่วนในการทดลองขณะมีผลิตภัณฑ์ ในที่นี้ใช้พริกแดง 1 kg เป็นตัวอย่างในการทดสอบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานระหว่างแสงอาทิตย์และเครื่องทำความร้อนสามารถทำให้ความชื้นของพริกลดลงได้สูงสุดคือ 73.18 % (wet basis)

Abstract

The objective of this paper is to design and construct solar hybrid oven for common usage heat energy between sunshine and heater. Main constructs were making by Aluminum alloy that outside dimension are Width 60 cm Length 60 cm and Height 80 cm. The Heating box have coating with black color for contains heat storage material. Around heating box have heat resistance with insulator made from wood in aluminum framing. Top of oven closed with transparent glass for protecting heat loss and dust from outside. The product support made by grill and can be taking off from oven. Top reflectors made from plastic mirror built in aluminum frame. They will be reflects sunshine to oven in the top surface of heating box. In the lower side there are solar reflect set with focus lens and mirror reflect sunshine to lower surface of heating box. Therefore the Solar Hybrid Energy Oven can produce heating for oven product as necessary. Data is collected by 6 days in sunshine time between 10:00 to 15:00. At the same period experimental result show that black box without sand can store heat energy better than black box with sand which internal temperature difference 14.4%. The maximum temperature in solar oven without product is 91 ^{0}C (at dry bulb temperature of ambient 31 ^{o}C , humidity of ambient 66 %). Solar oven without heater has heat energy equivalent heater 280 w. The testing process use chili of 1 kg . The Hybrid of heat between solar energy and Heater can be supplied heat to oven perform better and can reduce moisture of chili to be about 73.18 %(wet basis).

1. บทนำ

สถานการณ์ของราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ

ต่อเนื่องกันมาเป็นระยะเวลาหลายสิบปี ความต้องการพลังงานจึงเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ โดยเฉพาะความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยแยกตามความต้องการพลังงานทางน้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และไฟฟ้า จากความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์ ทำให้รัฐบาลต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศปีละหลายล้านบาท ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของรัฐบาลในการจัดหาพลังงานมาให้พอเพียงกับความต้องการทั้งทางด้านอุตสาหกรรมตลอดจนความต้องการพลังงานภายในครัวเรือนที่เน้นหนักทางด้านการประกอบอาหารโดยเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้จากไม้ฟืน โดยไม้ฟืนจะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักทำให้เกิดการแพร่กระจายของคาร์บอนในชั้นบรรยากาศ เกิดมลภาวะที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมวลมนุษย์ชาติ ดังนั้นในพื้นที่โลกส่วนต่างๆมีการแผ่รังสีอาทิตย์อย่างเพียงพอดังนั้นพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็น พลังงานที่น่าสนใจในการใช้เป็นพลังงาน ในการนำไปใช้ประกอบอาหาร อีกทั้งยังช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงรูปแบบอื่นและลดการแพร่กระจายของคาร์บอน พลังงานทดแทนจึงมีบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นทางเลือกหนึ่งที่นำมาใช้ในรูปของพลังงานทดแทน พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ในรูปของความร้อน เช่น การทำน้ำร้อนหรือนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า ปัจจุบันตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ถูกพัฒนาค้นคว้า และทำการวิจัยกันอย่างกว้างขวางจนสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย เช่น การพัฒนาระบบเตาปิ้งอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ [1] ซึ่งใช้งบในการสร้างเพียง 800 บาท เป็นต้น ขณะเดียวกันการคิดค้นที่นำพลังงานอื่นเข้ามาผสมผสานกับพลังงานแสงอาทิตย์ในยามที่แสงอาทิตย์ขาดหายไปนั้นก็มีอีกซึ่งเป็นที่มาของการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานที่ใช้งานร่วมกับชุดความร้อน(Solar Energy Hybrid Oven)

2. การอบแห้ง [2]

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 3 ลักษณะ คือ

2.1 การอบแห้งระบบ Passive

เป็นระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน

2.2 การอบแห้งระบบ Active

เป็นระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น มีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ

2.3 การอบแห้งระบบ Hybrid

เป็นระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และยังต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ช่วยในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น

3. ความชื้นในวัสดุ [3]

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้นหรือแห้ง ความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้ 2 แบบ คือ

3.1 ความชื้นมาตรฐานเปียก M_w

$$M_w = \frac{w-d}{w} \tag{1}$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก ,เศษส่วน

w คือ มวลของวัสดุ ,kg

d คือ มวลของวัสดุแห้ง ,kg

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้กันในวงการค้า โดยทั่วไปจะอ้างอิงถึงในรูปของเปอร์เซ็นต์ 100 M_w

3.2 ความชื้นมาตรฐานแห้ง M_d

$$M_d = \frac{w-d}{d} \tag{2}$$

ความชื้นมาตรฐานแห้งนี้เป็นที่นิยมใช้กันการวิเคราะห์ของกระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี เพราะช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น ซึ่งเป็นเพราะมวลของวัสดุแห้งจะมีค่าคงที่หรือเกือบคงที่ระหว่างการอบแห้ง ซึ่งผลผลิตทางเกษตรเป็นสิ่งมีชีวิตมีการหายใจ ดังนั้นจึงมีการเผาผลาญสารอาหาร ทำให้มวลแห้งลดลง ส่วนใหญ่แล้วมวลแห้งจะลดลง

4. อุปกรณ์ในการทดลอง

(1) ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน โดยมีลักษณะของชุดตู้อบโครงสร้างของตู้อบทำจากอลูมิเนียมขนาดกว้าง 60 cm ยาว 60 cm สูง 80 cm กล่องตู้อบภายในเคลือบสีดำ ผนังด้านข้างมีแผงป้องกันการสูญเสียความร้อนทำจากไม้หุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม ด้านบนปิดครอบด้วยกระจกใส ลิ้นชักตะแกรงวางผลิตภัณฑ์และลิ้นชักกระบะใส่วัตถุดูดเก็บความร้อนสามารถเลื่อนเข้าออกทางด้านหน้าได้ แผ่นสะท้อนแสงด้านบนทำจาก กระจกเงาพลาสติกอัดกรอบอลูมิเนียม จำนวน 2 แผ่น เลนส์รวมแสงดัดแปลงจากแผ่นกรองแสงโทรทัศน์จะรวมแสงส่องไปยังแผ่นสะท้อนด้านล่าง ดังรูปที่ 1 และ 2สามารถใช้แสงอาทิตย์ เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับเครื่องทำความร้อน 2 ตัว ซึ่งสามารถใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V หรือไฟฟ้ากระแสตรง 12 V

(2) เครื่องบันทึกอุณหภูมิ 6 ช่อง ยี่ห้อ ANRITSU , Data collecter Model AM-7052

(3) ตราชั่งdigital ขนาด 2.4 kg สามารถวัดละเอียด 0.2 g ยี่ห้อ UWE0AC-2.4

(4) เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ wet bulb และ dry bulb

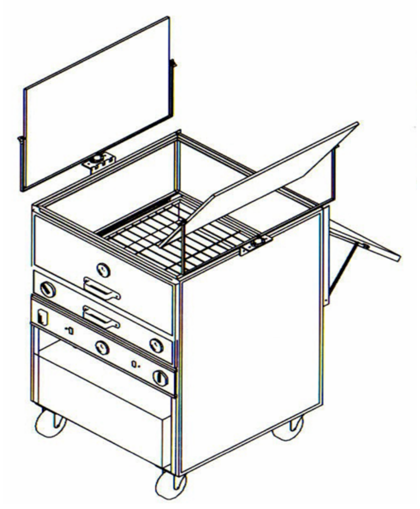
5. ขั้นตอนการทดลอง

5.1 การกระจายตัวอุณหภูมิตู้อบขณะไม่มีผลิตภัณฑ์

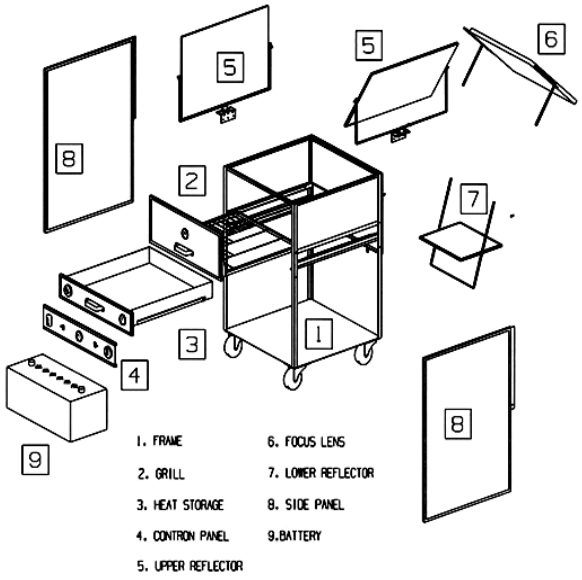
1. นำตู้อบมาวางในที่โล่ง

2. เริ่มทำการทดลอง และวัดค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ โดยจะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 นาทีตั้งแต่เวลา 10.00-15.00 น. คือ

1) อุณหภูมิอากาศภายนอก (T1)
2) อุณหภูมิอากาศภายในกล่องสะสมความร้อน (T2)
3) อุณหภูมิผิวกระบะภายใน (T3)
4) อุณหภูมิใต้ตะแกรง (T4)
5) อุณหภูมิผิวกล่องด้านนอก (T5)
6) อุณหภูมิผิวกระจก (T6)



รูปที่ 1. ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

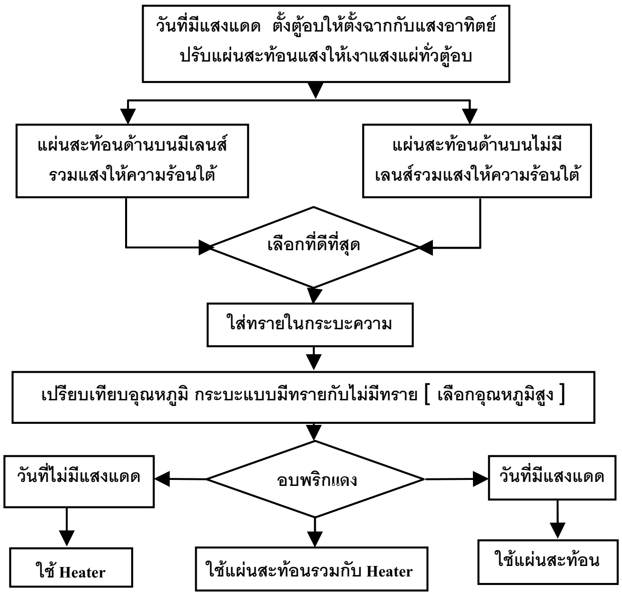


รูปที่ 2. ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานแสดงชิ้นส่วน

5.2 การกระจายตัวอุณหภูมิตู้อบโดยมีพริกเป็นผลิตภัณฑ์

ในการทดลองจะเหมือนหัวข้อ 5.1 เพียงเพิ่มพริก จำนวน 1 kg ไปวางในตะแกรง

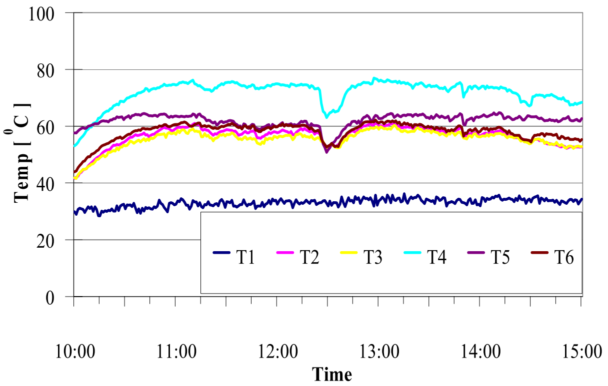
โดยมีแผนผังการทดลองตู้อบ ดังรูป 3



รูปที่ 3. แผนผังการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

6. ผลการทดลอง

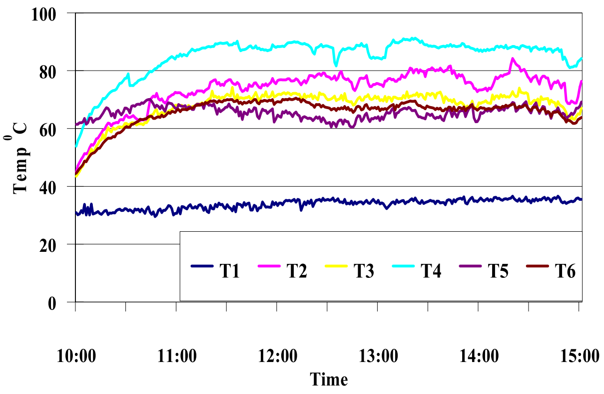
6.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบตู้อบกรณีแบบแผ่นสะท้อนด้าน บน มีเลนส์รวมแสงให้ความร้อนใต้กระบะกับไม่มีเลนส์รวมแสง ให้ความร้อนใต้กระบะ



รูปที่ 4. แสดงอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆในตู้อบ
กรณีแบบแผ่นสะท้อนด้านบนไม่มีเลนส์รวมแสงให้ความร้อนใต้กระบะ

จากรูปที่ 4 เป็นผลการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานแบบไม่มีผลิตภัณฑ์ในตู้อบโดยใช้แผ่นสะท้อนด้านบน 2 แผ่น ซึ่งไม่มีเลนส์รวมแสงสะท้อนจากด้านล่างจะเห็นว่าช่วงอุณหภูมิสูงที่สุดของอากาศเหนือตะแกรงในตู้อบเท่ากับ 70 ^{0}C อยู่ระหว่างเวลา 11:00น.-12:00 น. อุณหภูมิใต้ตะแกรงและอุณหภูมิเหนือตะแกรงจะห่างกันเนื่องจากอุณหภูมิที่ผิวภายในกระบะต่ำเพราะไม่มีแหล่งความร้อนส่งผ่านที่ผิวกระบะด้านล่างซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ด้านที่อยู่ด้านล่างจะได้รับความร้อนน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่อยู่เหนือตะแกรง (โดยที่

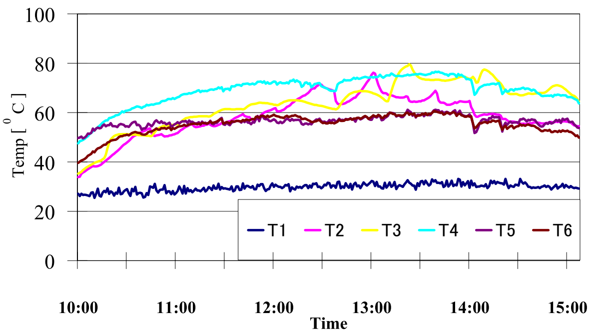
สภาพแวดล้อมมี ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % อุณหภูมิ dry bulb 29 ^{0}C 23/ม.ค./49)



รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆในตู้อบ
กรณีแบบแผ่นสะท้อนด้านบนมีเลนส์รวมแสงให้ความร้อนใต้กระบะ

จากรูปที่ 5 เป็นผลการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานแบบไม่มีผลิตภัณฑ์ ในตู้อบโดยใช้แผ่นสะท้อนด้านบน 2 แผ่นและมีเลนส์รวมแสงสะท้อนจากด้านล่างจะเห็นว่าช่วงอุณหภูมิสูงที่สุดของอากาศเหนือตะแกรงในตู้อบเท่ากับ 91 ^{0}C อยู่ระหว่างเวลา 12:00น. - 13:00 น. อุณหภูมิที่ผิวกระบะภายในจะสูงเนื่องจากได้นับความร้อนจากเลนส์รวมแสงด้านล่างทำให้อุณหภูมิใต้ตะแกรงสูงขึ้นด้วย (โดยที่สภาพแวดล้อมมีความชื้นสัมพัทธ์ 66 % อุณหภูมิ dry bulb 31 ^{0}C 20/ม.ค./49) ดังนั้น ตู้อบกรณีแบบแผ่นสะท้อนด้านบนมีเลนส์รวมแสงให้ความร้อนใต้กระบะ จะมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหนือตะแกรงมากกว่าตู้อบกรณีแบบแผ่นสะท้อนด้านบนไม่มีเลนส์รวมแสงให้ความร้อนใต้กระบะประมาณ 15 %

6.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบตู้อบที่มีทรายในกระบะกับไม่มีทรายในกระบะ



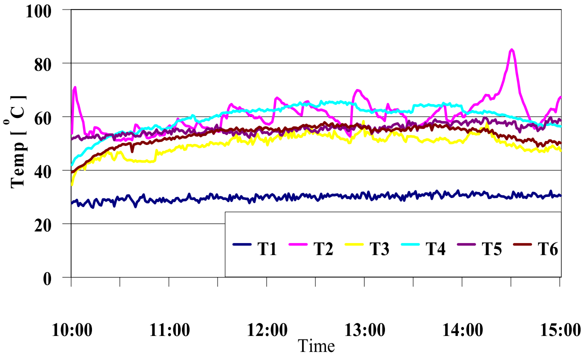
รูปที่ 6 แสดงอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆในตู้อบ
กรณีแบบแผ่นสะท้อนด้านบนมีเลนส์รวมแสงโดยมีทรายในกระบะ

จากรูปที่ 6 เป็นผลการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ แบบผสมผสานแบบไม่มีผลิตภัณฑ์ในตู้อบ โดยเปรียบเทียบสภาวะของอุณหภูมิในตู้อบที่ใช้แผ่นสะท้อนด้านบน 2 แผ่นและมีเลนส์รวมแสงสะท้อน จากด้านล่างกับแบบมีแผ่นสะท้อนด้านบนมีเลนส์รวมแสงให้ความร้อน ใต้กระบะและมีทรายที่กล่องเก็บความร้อนด้านล่าง (โดยที่สภาพแวดล้อมมีความชื้นสัมพัทธ์ 60% อุณหภูมิ dry bulb 31 ^{0}C 25/ม.ค./49) จะเห็นว่าทุกตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิในตู้อบที่มีเลนส์รวมแสงให้ความร้อนจากด้านล่างให้ความร้อนในตู้อบสูงกว่าแบบมีแผ่นสะท้อนด้านบนมีเลนส์รวมแสงให้ความร้อนใต้กระบะและมีทรายที่กล่องเก็บความร้อนด้านล่าง

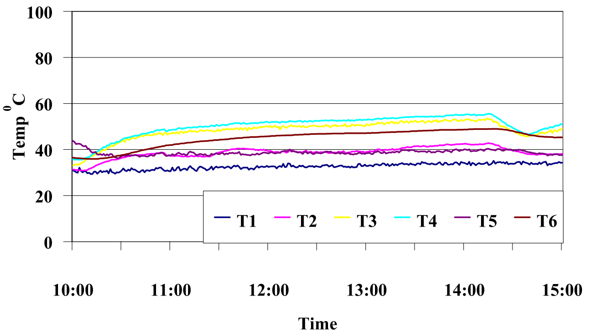
6.3 ผลการทดลองอบพริก

จากรูปที่ 7เป็นผลการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานแบบมีผลิตภัณฑ์ในตู้อบโดยทำการอบในเวลาที่มีแสงแดดซึ่งมีอุณหภูมิในตู้อบสูงสุดเท่ากับ 65.8 ^{0}C อบพริกแดงสดน้ำหนัก 1000 g ลดลงเหลือ 700 g หรือคิดเป็น 30 %(wet basis) (โดยที่สภาพแวดล้อมมี ความชื้นสัมพัทธ์ 60% อุณหภูมิ dry bulb 31 ^{0}C 27/ม.ค./49 และมีหมอกบางๆตลอดวัน)

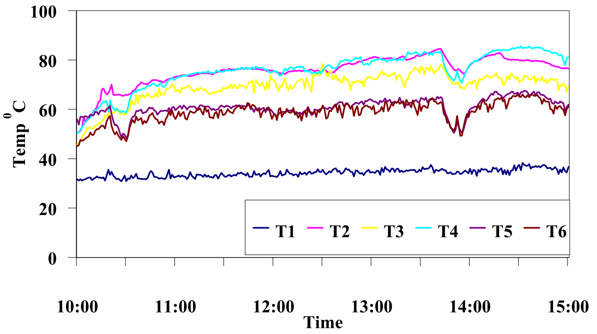
จากรูปที่ 8 เป็นผลการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานแบบมีผลิตภัณฑ์ในตู้อบโดยทำการอบในเวลาที่ไม่มีแสงแดดซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 55.5 ^{0}C พริกแดงสดมวล 1000 g ลดลงเหลือ 656 g หรือคิดเป็น 34.4 % (wet basis)



รูปที่ 7 แสดงอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆในตู้อบ
กรณีอบพริกในวันที่มีแสงแดด



รูปที่ 8 แสดงอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆในตู้อบ
กรณีอบพริกในวันที่ไม่มีแสงแดดด้วยเครื่องทำความร้อน



รูปที่ 9 แสดงอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆในตู้อบ
กรณีอบพริกในวันที่มีแสงแดดและเครื่องทำความร้อนร่วมกัน

จากรูปที่ 9 เป็นผลการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานแบบมีผลิตภัณฑ์ในตู้อบโดยโดยใช้เครื่องทำความร้อนและแสงอาทิตย์ร่วมกันทำการอบในเวลาที่มีแสงแดดซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 85.6 ^{0}C พริกแดงสดมวล 1000 g ลดลงเหลือ 268.2 g หรือคิดเป็น 73.18 %(wet basis)

7. สรุปผลการทดลอง

(1) จากการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานพบว่าตู้อบสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องทำความร้อนได้ โดยสามารถให้ตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวมีค่าใกล้เคียงกับตู้อบที่ใช้พลังงานความร้อนจากเครื่องทำความร้อนในวันที่ไม่มีแสงแดดโดยเครื่องทำความร้อนมีค่ากำลังไฟฟ้า 280 W

(2) จากผลการทดลองพบว่าตู้อบสีดำที่บรรจุทรายเพื่อดูดเก็บความร้อนนั้นทำให้เกิดการสะสมความร้อนในทราย ทำให้อุณหภูมิโดยรวมเมื่อเทียบกับตู้อบสีดำที่ไม่มีทรายโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในน้อยกว่า 14.4%

(3) จากผลการทดลองตู้อบที่ใช้แสงแดดร่วมกับเครื่องทำความร้อนสามารถให้ความร้อนแก่ตู้อบได้ดีที่สุด และสามารถอบพริกแดงสด ในเวลา 5 ชั่วโมง ความชื้นลดลง 73.18 % (wet basis)

เอกสารอ้างอิง

[1] สิทธิศักดิ์ พันธ์บุญนาค , " การพัฒนาระบบเตาปิ้งอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ " วิทยานิพนธ์ปริญญาโท .สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอบเกล้าธนบุรี

[2] http://www.dede.go.th/dede

[3] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ . " การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท " มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 7 , ปี พ.ศ. 2540 .