

การใช้พลังงานของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล
Energy Consumption of Rubber Sheet Drying House with Hybrid Energy
of Solar and Biomass

ธวัชชัย เทพนวล^{1*}, สุวิทย์ เพชรห้วยลึก², ชุลกิปลี ภาซอ³, พรศักดิ์ สมประสงค์⁴ และ ภรพนา บัวเพชร¹
Thawatchai Tepnual^{1*}, Suwit Phethuayluk², Sulkiplee Kasor³, Pornsak Somprasong⁴
and Pornpana Buaphet¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาอุณหภูมิและการสิ้นเปลืองพลังงานเนื่องจากการอบห้องเปล่า ใช้เวลาในการอบ 72 ชั่วโมง ตั้งแต่ เวลา 9:00 น วันที่ 22 มีนาคม 2552 ถึงเวลา 08:00 น วันที่ 25 มีนาคม 2552 โรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์ และชีวมวล ได้ออกแบบให้บริเวณด้านล่างของโรงอบมีการสะสมความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลและบริเวณใต้หลังคาถูกออกแบบให้มีการสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงอบยางพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล และอัตราการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลมีค่าเท่ากับ 53.55 ± 0.09 °C 680 กิโลกรัม และ 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ

คำสำคัญ : โรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์และชีวมวล อัตราการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

¹ อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม พัทลุง 93110

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม พัทลุง 93110

³ นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง สงขลา 90000

⁴ ผู้ช่วยวิจัย ศูนย์วิจัยและสาธิตระบบพลังงานทดแทน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

* Corresponding author: โทรศัพท์/โทรสาร: 0-7469-3975 Email: thawatchai@tsu.ac.th

Abstract

This research was a study on temperature and energy consumption of an empty drying room space under roof was designed for biomass consumption rate, within 72 hours of drying period, duration time from 9:00 a.m. of 22 March 2552 until 8:00 a.m. of 25 March 2552. The underground of rubber sheet drying house with hybrid energy of solar and biomass was designed to collect biomass combustive heat and under roof was designed for solar energy collecting. The study found that the average temperature within rubber sheet drying house, amount of biomass – fuel consumption and biomass – fuel consumption ratio were about $53.55 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$, 680 kg and 10 kg/hours, respectively.

Keywords : Rubber Sheet Drying House with Hybrid Energy of Solar and Biomass, Biomass – Fuel Consumption

คำนำ

ประเทศไทยผลิตยางพาราและส่งออกเป็นสินค้ามากที่สุดในโลก โดยผลผลิตยางพาราแผ่นที่เกษตรกรผลิตได้จะถูกนำไปแปรรูปด้วยการทำยางแผ่นดิบให้แห้ง จากงานวิจัยของเสาวนีย์ [1] ซึ่งมีกรรมวิธีหลักอยู่ 2 อย่าง คือ การรมควันยางแผ่นดิบ และการอบแห้งยางแผ่นดิบ สำหรับสหกรณ์กองทุนสวนยางในประเทศไทยใช้วิธีการรมควันยางแผ่นดิบ จากงานวิจัยของวชร [2] ได้นำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไม้ฟืนในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์ภาคใต้ ซึ่งเป็นพื้นฐานการผลิตยางแผ่นรมควันที่สำคัญของประเทศ กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันในปัจจุบันของสหกรณ์สวนยางได้ใช้ไม้ฟืนยางพาราเป็นเชื้อเพลิง แล้วนำแก๊สร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไปถ่ายเทความร้อนให้แผ่นยางเพื่อกำจัดความชื้นออกไป ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงค่อนข้างต่ำ อันเนื่องมาจากการปล่อยแก๊สร้อนทิ้งสู่บรรยากาศผ่านทางท่อระบายเพื่อให้เกิดการไหลของแก๊สร้อนในห้องรมให้ดีขึ้นทำให้มีการสูญเสียความร้อนสูง ข้อมูลจากสถาบันวิจัยยาง [3] แต่ในปัจจุบันไม้ฟืนยางพารามีราคาสูงขึ้นและเป็นที่ต้องการของท้องตลาด จึงมีแนวโน้มที่จะขาดแคลนในอนาคตดังนั้นการศึกษาเพื่อจะนำแก๊สร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไม้ฟืนยางพารามาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า จึงมีความสำคัญในการที่จะลดปริมาณการใช้ไม้ฟืนในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

เป้าหมายของการวิจัยนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์ ชีวมวล และไฟฟ้า ในสัดส่วนร้อยละ 50 : 35 : 15 ตามลำดับ โดยศึกษาเฉพาะการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และ ชีวมวลเป็นเบื้องต้นก่อน

วิธีการทดลอง

1. รายละเอียดรูปแบบโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์ และชีวมวล

ที่ตั้งของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล ซึ่งตั้งอยู่ที่บ้านห้วยศรีเกษร ต.ลานข่อย อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนหน้า (working space) เป็นพื้นที่หน้าห้องรม ใช้สำหรับพักยางก่อนเข้าหรือออกจากโรงรม เพื่อความสะดวกในการตรวจความพร้อมและความสมบูรณ์ของยางก่อนหรือหลังการเข้ารมควันดังแสดงในรูปที่ 1

2. ส่วนของห้องอบ (drying space) ห้องอบที่ทำการทดสอบ มีขนาดกว้าง 4.8 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3.30 เมตร ดังแสดงใน รูปที่ 2

3. ส่วนหลัง (burning space) ส่วนที่เป็นหัวเตาและลำเลียงฟืนเข้าเตา มีขนาดกว้าง 0.9 เมตร ยาว 1.20 เมตร สูง 1.20 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 1 บริเวณด้านหน้าห้องโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล



รูปที่ 2 ส่วนของห้องโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล



รูปที่ 3 บริเวณด้านหลังของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล

4. ส่วนด้านล่างของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล เป็นส่วนที่ใกล้กับแหล่งแก๊สร้อนทำหน้าที่สะสมความร้อนและส่งความร้อนไปยังแผ่นเหล็ก โดยที่แผ่นเหล็กจะทำหน้าที่แผ่รังสีความร้อนไปยังห้องของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 บริเวณด้านล่างของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล

5. เพดานและใต้หลังคา เป็นส่วนที่อากาศร้อนจากแสงอาทิตย์จะไหลเข้าโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์ ชีวมวลและเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ดังแสดงในรูปที่ 5



(ก) แสดงลักษณะของห้องใต้หลังคา



(ข) แสดงจุดวัดอุณหภูมิใต้หลังคา

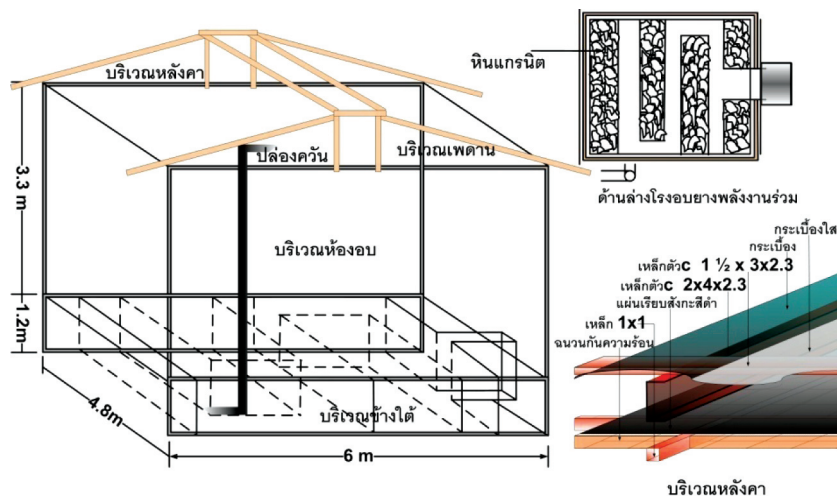
รูปที่ 5 บริเวณเพดานและห้องใต้หลังคาของการเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ของโรงอบยาง

6. แสดงแบบแปลนและโครงสร้างส่วนต่างๆ ของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล ได้แก่ตัวอาคารของโรงอบยาง ส่วนเก็บอุณหภูมิด้านล่างและส่วนของหลังคา ซึ่งแสดงรายละเอียดของวัสดุและแสดงรายละเอียดของมาตราส่วนต่างๆ ของการออกแบบโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวลทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 6

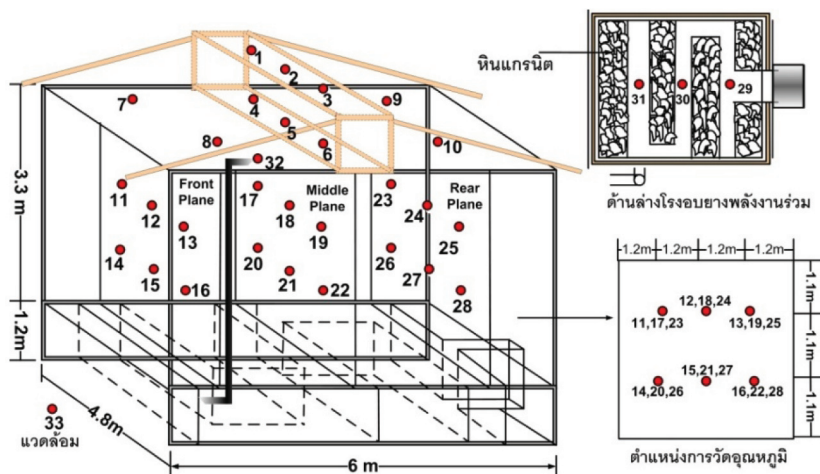
2. เครื่องมือวัดและวิธีการเก็บข้อมูล

ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple wire) ชนิด K (Range 0 to 1,250 °C, ± 0.2 °C) วัดอุณหภูมิภายในห้องของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์ และชีวมวล 18 จุด วัดอุณหภูมิภายใต้หลังคา

10 จุด วัดอุณหภูมิด้านล่างโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์ และชีวมวล 3 จุด วัดอุณหภูมิอากาศภายในปล่องควัน 1 จุด ตำแหน่งที่ 32 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 1 จุด ตำแหน่งที่ 33 ดังรูปที่ 7 โดยเครื่องรับรู้อุณหภูมิจะถูกครอบด้วยแผ่นอลูมิเนียมบาง และทำการวัดความเข้มรังสีอาทิตย์ด้วยไพรานอมิเตอร์ (Accuracy ± 10 W/m²) โดยสายเทอร์โมคัปเปิลและสายไพรานอมิเตอร์ส่งสัญญาณข้อมูลเข้าเครื่องบันทึกข้อมูล 16 ช่อง (Thermocouple inputs accuracy $\pm 0.005\%$, Voltage inputs accuracy ± 0.1) เครื่องบันทึกข้อมูลทำการบันทึกทุกๆ 10 วินาที ทำการชั่งไม้พินด้วยตาชั่งอานาล็อก (Accuracy ± 10 g)



รูปที่ 6 แสดงแบบแปลนโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล



รูปที่ 7 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ

3. วิธีดำเนินการทดลอง

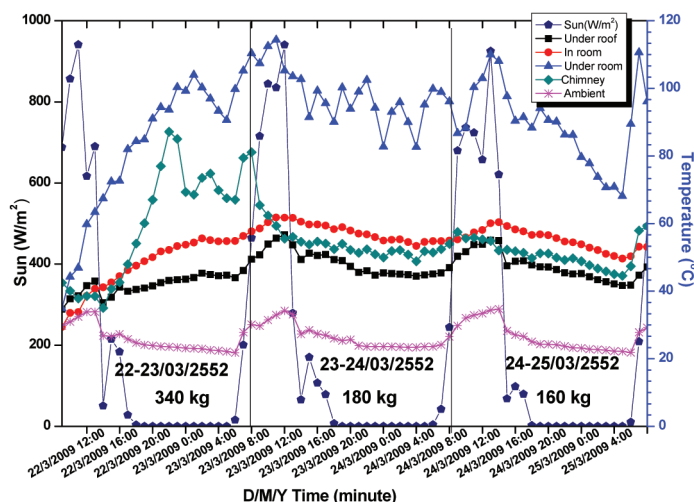
ทำการทดลองอบห้องเปล่าเพื่อศึกษาการใช้พลังงานของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์ และชีวมวล บ้านห้วยศรีเกษร ต.ลานข่อย อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110 โดยทำการเก็บข้อมูลอากาศ แวดล้อม ความเข้มข้นสีอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศตำแหน่งต่างๆ บนเพดาน อุณหภูมิอากาศตำแหน่งต่างๆ ด้านล่างโรงอบ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และอุณหภูมิอากาศตำแหน่งต่างๆภายในโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล ซึ่งมีช่วงการอบ 72 ชั่วโมงต่อการผลิต ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม 2552 ถึง 8:00 น. วันที่ 25 มีนาคม 2552

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ปริมาณเชื้อเพลิงต่ออุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ

เมื่อนำผลของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ ของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวลต่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมาพล็อต

กราฟ แสดงดังรูปที่ 8 พบว่า วันแรกของการอบความต้องการการใช้เชื้อเพลิงเพื่อให้ห้องอบร้อนต้องใช้เชื้อเพลิงชีวมวลปริมาณมาก (340 kg) เนื่องจากต้องการให้โรงอบยางพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวลมีอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งยาง (อุณหภูมิที่เหมาะสม 50 – 60 °C) วันที่สองและวันที่สามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเริ่มลดน้อยลงจำนวน 180 kg และ 160 kg ตามลำดับ เนื่องจากโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวลมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงเหมาะสมสำหรับการอบแห้งยาง และอุณหภูมิด้านล่างโรงอบ อุณหภูมิปล่องควัน อุณหภูมิภายในโรงอบยางจะแปรผันตามปริมาณเชื้อเพลิง เมื่อป้อนเชื้อเพลิงมากอุณหภูมิภายในโรงอบก็จะสูง เมื่อป้อนเชื้อเพลิงน้อยอุณหภูมิภายในโรงอบก็จะน้อย เมื่อรวมการอบ 72 ชั่วโมง พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลทั้งหมดเท่ากับ 680 กิโลกรัม หรือคิดเป็นอัตราการใช้เชื้อเพลิงเท่ากับ 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ ของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมฯ
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มรังสีอาทิตย์ของวันที่ 22 ถึง 25 มีนาคม 2552

2. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนเพดานหรือส่วนใต้หลังคา

เมื่อนำผลของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนเพดานหรือส่วนที่เก็บความร้อนจากแสงอาทิตย์ของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล มาพล็อตกราฟ แสดงดังรูปที่ 9 พบว่า อุณหภูมิบนเพดานหรือส่วนใต้หลังคา และอุณหภูมิแวดล้อมจะแปรผันตามความเข้มรังสีอาทิตย์ โดยพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนเพดานเท่ากับ $45.95 \pm 3.99^{\circ}\text{C}$

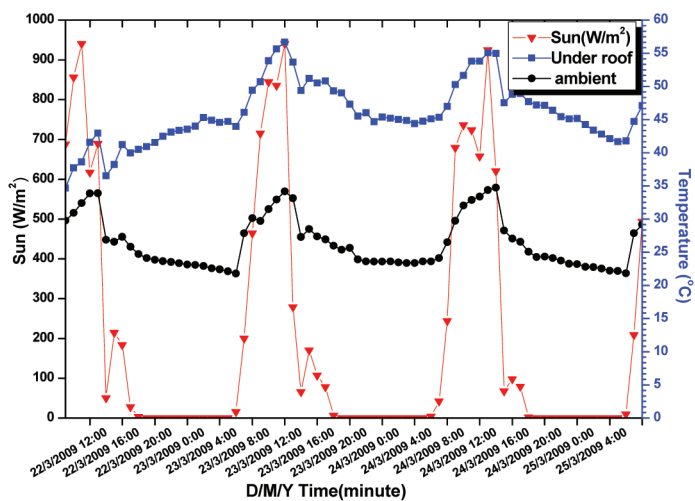
3. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในโรงอบ

เมื่อนำผลของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล มาพล็อตกราฟ แสดงดังรูปที่ 10 พบว่า อุณหภูมิภายในห้องมีการแผ่รังสีความร้อนจากแผ่นเหล็ก และอุณหภูมิในเวลากลางวันจะสูงกว่าอุณหภูมิในเวลากลางคืนเนื่องจากได้รับความร้อนจาก 2 แหล่ง คือ ความร้อนจากแผ่นความร้อนบนเพดานและความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากแผ่นเหล็กที่อยู่ใกล้กับ

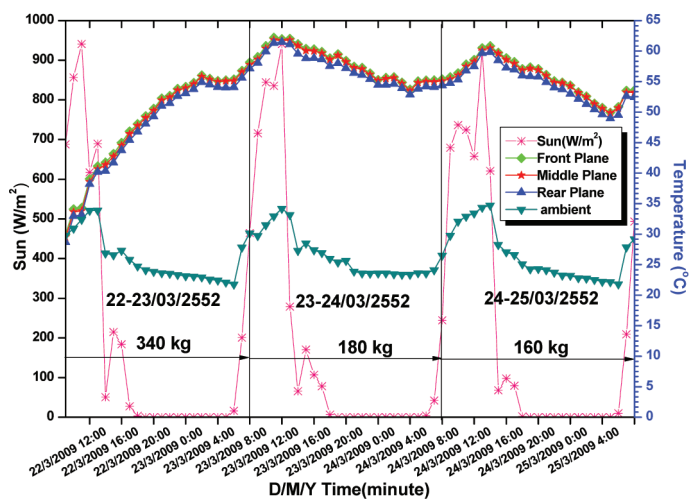
แหล่งกำเนิดความร้อน อุณหภูมิภายในโรงอบยางพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล จะแปรผันตามปริมาณเชื้อเพลิง อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล $53.55 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$

4. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิด้านล่างโรงอบ

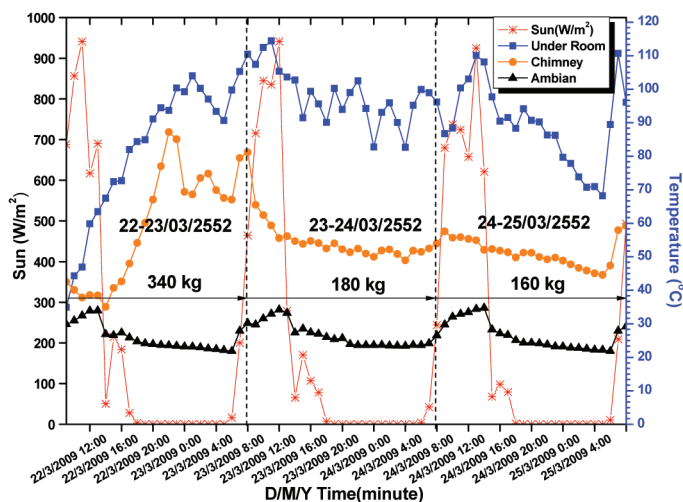
เมื่อนำผลของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ปล่องควันและอุณหภูมิด้านล่างของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล นำมาพล็อตกราฟ แสดงดังรูปที่ 11 พบว่า อุณหภูมิด้านล่างโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล อุณหภูมิที่ปล่องควัน ระบายอากาศไม่ได้แปรผันตามอุณหภูมิแวดล้อมและความเข้มรังสีอาทิตย์ แต่จะแปรผันตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิง วันแรก วันที่สองและวันที่สาม มีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลจำนวน 340 kg 180 kg และ 160 kg ตามลำดับ พบว่าจำนวนของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้เพื่อรักษาให้อุณหภูมิภายในห้องอบยางที่เหมาะสม (ประมาณ $50 - 60^{\circ}\text{C}$) ของวันที่สองนั้นลดลงประมาณ 2 เท่าของวันแรก เนื่องจากด้านล่างของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงาน



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิเฉลี่ยบนเพดาน อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มรังสีอาทิตย์ของวันที่ 22 ถึง 25 มีนาคม 2552



รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมฯ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มรังสีอาทิตย์ของวันที่ 22 ถึง 25 มีนาคม 2552



รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิเฉลี่ยด้านล่างโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมฯ และชีวมวล อุณหภูมิปล่องควันเฉลี่ยอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มรังสีอาทิตย์ของวันที่ 22 ถึง 25 มีนาคม 2552

ร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล มีส่วนของหินที่สามารถเก็บสะสมความร้อนได้ และส่วนของผนังห้องอบก็ใช้แคลบเป็นฉนวนความร้อนป้องกันการสูญเสียความร้อนจากภายในสังเกตได้จากการสามารถสัมผัสผนังของห้องอบด้วยมือเปล่าได้ อุณหภูมิเฉลี่ยด้านล่างของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล และอุณหภูมิเฉลี่ยปล่องควันระบายอากาศมีค่าเท่ากับ 90.10 ± 15.64 °C และ 55.11 ± 11.02 °C ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองอบห้องเปล่าเพื่อศึกษาอุณหภูมิและการสิ้นเปลืองพลังงานของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์ และชีวมวล ขนาดของห้อง กว้าง 4.8 เมตร ยาว 6.0 เมตร สูง 3.3 เมตร การเก็บข้อมูลประกอบไปด้วย อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศภายในห้องอบ อุณหภูมิบนเพดานหรือใต้หลังคา อุณหภูมิอากาศปล่องควัน อุณหภูมิอากาศด้านล่าง และปริมาณเชื้อเพลิงจากไม้ยาง จากผลการ

ทดลองพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องอบ อุณหภูมิเฉลี่ยใต้หลังคา อุณหภูมิเฉลี่ยที่ปล่องควันและอุณหภูมิเฉลี่ยด้านล่างของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล เท่ากับ 53.55 ± 0.09 °C, 45.95 ± 3.99 °C, 55.11 ± 11.02 °C และ 90.10 ± 15.64 °C ตามลำดับ โดยปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ไปทั้งหมดเท่ากับ 680 กิโลกรัม หรือคิดเป็นอัตราการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเท่ากับ 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยประมาณ ซึ่งสามารถประหยัดเชื้อเพลิงชีวมวล (ไม้ยางพารา) เมื่อเปรียบเทียบกับผลของโรงอบยางรมควันที่ใช้หลักการพาความร้อนแบบอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงอบยางแบบทั่วไป เท่ากับ 49.64 ± 0.09 °C ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้เท่ากับ 1,435 กิโลกรัม หรือคิดเป็นอัตราการใช้เชื้อเพลิง 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง [4] ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ปรับปรุงโรงอบยางพลังงานร่วมแสงอาทิตย์ และชีวมวล และไฟฟ้า ในอัตราส่วน 50 : 35 : 15 ตามลำดับและการนำพลังงานไฟฟ้าร้อยละ 15 มาช่วยในการอบแห้งในช่วงที่ไม่มีแสงแดด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนายไสว สุขแก้ว เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ข้อมูลการอบแห้งตามแบบชาวบ้านในการทำการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากบทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์ ชีวมวล และไฟฟ้า ในสัดส่วนร้อยละ 50 : 35 : 15 ตามลำดับ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2550 – 2552 มหาวิทยาลัยทักษิณ คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- [1] เสาวนีย์ ก่อวุฒิภักดิ์. (2541). “ยางแผ่นรมควัน,” ยางและพอลิเมอร์ ปีที่ 2. หน้า 7 – 19.
- [2] วชร กาลาสี ยุทธภูมิ พงศ์ปริยวาที วชิรพันธ์ ตันหาประภา สุทธิรัตน์ สุวรรณจรัส ไพโรจน์ กิรีรัตน์ และพีระพงศ์ ทิมสกุล. (2546). การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงจากไม้พืนในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์สวนยางภาคใต้. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17. 15 – 17 ตุลาคม 2546. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
- [3] สถาบันวิจัยยาง. (2545). ผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยแยกตามประเภท. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- [4] ชุลกิพลี กาซอ พรศักดิ์ สมประสงค์ สุวิทย์ เพชรห้วยลึก ภรพนา บัวเพชร และ ชวพัฒน์ชัย เทพนวล. (2552). การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในโรงอบยางแบบทั่วไปและโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 19 ประจำปี 2552. 24 – 25 กันยายน 2552. โรงแรมเจบี หาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา