

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล

โดย นายณานชย ปิยะประสิทธิ์
นายปิยะวัชร ศรีมะเรือง
นายพงษ์พิทักษ์ ทองเลิศ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลสำหรับอบแห้งข้าวเปลือก เตาชีวมวลขนาด $0.4 \times 0.3 \times 0.25 \text{ m}^3$ ทำงานโดยตรงร่วมกับโดมอบแห้งขนาด 1 m^3 โดยความจุข้าวเปลือก 10 kg และทำการทดลองการอบแห้งด้วย 3 แบบ การทดลองแบบที่ 1 คือการทดลองแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวให้ความร้อนอย่างเดียวและการทดลองแบบที่ 2 เป็นการทดลองแบบใช้พลังงานจากชีวมวลส่วนการทดลองแบบที่ 3 คือการทดลองที่ใช้ทั้งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลร่วมกัน ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโดมอบแห้งของการทดลองแบบที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ $54.307 \text{ }^\circ\text{C}$, $48.453 \text{ }^\circ\text{C}$, $68.40 \text{ }^\circ\text{C}$ ตามลำดับ ส่งผลให้สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกลงจาก 18-20% เป็น 13-14% ได้ด้วยเวลาอบแห้งที่แตกต่างกัน ซึ่งการทดลองแบบที่ 1 ใช้เวลา 3 ชั่วโมง 30 นาที การทดลองแบบที่ 2 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง และการทดลองแบบที่ 3 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ได้ค่าอัตราการอบแห้งเท่ากับ 0.38 kg/h ในการทดลองที่ 1 ได้ 0.3325 kg/h ในการทดลองที่ 2 และได้ 0.532 kg/h ในการทดลองที่ 3 ซึ่งได้ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการทดลองทั้ง 3 แบบ เท่ากับ 12.99 MJ/kg , 4.50 MJ/kg , 9.85 MJ/kg ตามลำดับและจากค่าความสิ้นเปลืองและอัตราการอบทำให้เห็นว่า การทดลองที่ 3 การทดลองแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลให้ค่าประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าอยู่ที่ 29.34%

ศัพท์สำคัญ : อบแห้ง, พลังงานแสงอาทิตย์, ชีวมวล, อัตราการอบแห้ง, ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

Solar-biomass dryer

By Mr.Chanchaya Piyaprasith
Mr.Piyawat Srimarueang
Mr.Pongpitak Thonglert

Abstract

The objective of this study was to constructed, performance, efficiency of the combined solar biomass drying system for drying paddy. The bio-mass stove which has volume $0.4 \times 0.3 \times 0.25 \text{ m}^3$ work directly with solar bubble dryer and capacity of 10 kg of paddy and experiment with 3 types of drying. First experiment is a solar energy-only Second experiment is a biomass-based energy. Third experiment uses solar biomass dryer. The study indicated that the average temperature drying of experiment type 1, 2 and 3 is equal to 54.307°C , 48.453°C , 68.40°C respectively. Resulting in the reduction of paddy moisture from 18-20% to 13-14% with different drying times. First, experiment take time of 3 hours 30 minutes. Second experiment take time of 4 hours. Third experiment take time of 2 hours 30 minutes. Resulting in the drying rate is 0.38 kg/h in experiment 1, 0.3325 kg/h in experiment 2 and 0.532 kg/h in experiment 3. Which has the specific energy consumption of all three experiments, are 12.99 MJ/kg, 4.50 MJ / kg, 9.85 MJ / kg respectively. The specific energy consumption, drying rate can be seen that the experiment 3, the solar energy combination with biomass, gives the highest efficiency value at 29.34%

Key words : drying, solar, biomass, drying rate, specific energy consumption, Thermal efficiency

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวลสำเร็จไปด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อำไพศักดิ์ ที่บุญมา ที่ปรึกษาปริญญาโทที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาแนะนำ แนวคิดอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการเป็นอย่างดีมาตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำโครงการ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านด้วยความเมตตากรุณา

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอจนงานสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี โดยเฉพาะนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการจัดทำโครงการในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ บิดา มารดา อาจารย์และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจในการทำโครงการจนสำเร็จไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญ (ต่อ)	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน/ศึกษา/ทดสอบ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 ชีวมวล	3
2.1.2 พลังงานแสงอาทิตย์	4
2.1.3 กาบแห้ง	5
2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง	6
2.1.5 คุณภาพของข้าวเปลือก	7
2.1.6 ความชื้นมาตรฐาน	8
2.1.7 ค่าอัตราการอบแห้ง	9
2.1.8 ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้ง	9
2.1.9 ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้ง	10
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	14
3.1 การออกแบบเตาซีวมวลด้วยซอฟต์แวร์ Solid work และนำเดินการสร้าง	14
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	15
3.3 ตัวอย่างวัสดุอบแห้ง	17
3.4 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับซีวมวล	17
3.5 วิธีการทดสอบการอบแห้ง	21
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง	23
4.1 การทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับซีวมวล	23
4.1.1 การทดลองเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน	23
4.1.2 การทดลองเครื่องอบแห้งโดยใช้ซีวมวลเป็นพลังงานความร้อน	26
4.1.3 การทดลองเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับซีวมวล	30
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	33
4.2.1 วิเคราะห์หาค่าความชื้นที่ลดลงของข้าวเปลือกในการทดลองที่ใช้พลังงาน จากแสงอาทิตย์	33
4.2.2 วิเคราะห์หาค่าความชื้นที่ลดลงของข้าวเปลือกในการทดลองที่ใช้พลังงาน จากซีวมวล	37
4.2.3 วิเคราะห์หาค่าความชื้นที่ลดลงของข้าวเปลือกในการทดลองที่ใช้พลังงาน จากแสงอาทิตย์และซีวมวล	41
4.3 เปรียบเทียบผลการทดลอง	46
บทที่ 5 สรุปผลกาทดลอง	47
5.1 สรุปผลการทดลอง	47
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ	50
ภาคผนวก ข ตารางการทดลอง	57
ภาคผนวก ค รูปการณ์ทดลอง	63

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการในภาคเรียนที่ 1/2561	2
ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินโครงการในภาคเรียนที่ 2/2561	2
ตารางที่ 4.1 ค่าอนุมัติและค่าความเข้มแสงของพลังงานแสงอาทิตย์ทุกๆ 15 นาที ครั้งที่ 1	23
ตารางที่ 4.2 ค่าอนุมัติและค่าความเข้มแสงของพลังงานแสงอาทิตย์ทุกๆ 15 นาที ครั้งที่ 2	24
ตารางที่ 4.3 ค่าอนุมัติของการทดลองที่ใช้ชีวมวลทุกๆ 15 นาที ครั้งที่ 1	27
ตารางที่ 4.4 ค่าอนุมัติของการทดลองที่ใช้ชีวมวลอย่างเดียวทุกๆ 15 นาที ครั้งที่ 2	28
ตารางที่ 4.5 ค่าอนุมัติและค่าความเข้มแสงของการทดลองที่ใช้ชีวมวลร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ทุกๆ 15 นาที ครั้งที่ 1	30
ตารางที่ 4.6 ค่าอนุมัติและค่าความเข้มแสงของการทดลองที่ใช้ชีวมวลร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ทุกๆ 15 นาที ครั้งที่ 2	31

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 3.1 การออกแบบเตาซีวมวลด้วยซอฟต์แวร์ Solid work	14
รูปที่ 3.2 ดำเนินการสร้างเตาซีวมวล	14
รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความเร็วลมพร้อมใบพัดแยก	15
รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ แสดงการวัดแต่ละจุด	15
รูปที่ 3.5 เครื่องวัดความเข้มแสง แสดงการวัดความเข้มแสงของการทดลอง	16
รูปที่ 3.6 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล	16
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกที่ใช้ในการอบแห้ง	17
รูปที่ 3.8 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับซีวมวล	18
รูปที่ 3.9 เตาซีวมวล	18
รูปที่ 3.10 ทางเข้าของอากาศจากเตาซีวมวล	19
รูปที่ 3.11 ทางออกของอากาศจากเตาซีวมวล	19
รูปที่ 3.12 ลินชักเตาสำหรับใส่ซีวมวล	20
รูปที่ 3.13 ทางออกของอากาศโดมอบแห้ง	20
รูปที่ 3.14 ตู้อบความชื้น ด้วยวิธีมาตรฐาน (AOAC)	21
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทั้ง 3 จุดในช่วงเวลา 11.00-14.30 น. ทุก 15 นาที ค่าจากตาราง 4.1	25
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงในแต่ละเวลา 11.00-14.30 น. ทุก 15 นาที ค่าจากตาราง 4.1	26
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทั้ง 4 จุดในช่วงเวลา 16.00-20.00 น. ทุก 15 นาที ค่าจากตาราง 4.3	29
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทั้ง 4 จุดในช่วงเวลา 11.00-13.30 น. ทุก 15 นาที ค่าจากตาราง 4.4	32
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงในแต่ละเวลา 11.00-13.30 น. ทุก 15 นาที	33
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นที่ลดลงกับเวลาที่ใช้ออบแห้งโดยแสงอาทิตย์	34
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นที่ลดลงกับเวลาที่ใช้ออบแห้งโดยใช้ซีวมวล	38
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นที่ลดลงกับเวลาที่ใช้ออบแห้งโดยใช้แสง อาทิตย์ร่วมกับซีวมวล	42
รูป 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นทั้ง 3 การทดลองเปรียบเทียบกับเวลา	46

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

M_w	คือ	ความชื้นมาตรฐานเปียก, %
W	คือ	น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์, kg
d	คือ	น้ำหนักผลิตภัณฑ์แห้ง, kg
W_w	คือ	ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากเนื้อวัสดุ, kg
DR	คือ	อัตราการอบแห้ง, kg/h
DT	คือ	เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง, h
SEC	คือ	ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ, MJ/kg
Q_s	คือ	ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากพลังงานแสงอาทิตย์, W
Q_a	คือ	ปริมาณความร้อนของรังสีอาทิตย์, W
Q_b	คือ	ปริมาณความร้อนจากชีวมวล, W
M_w	คือ	ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากเนื้อวัสดุ, kg
\dot{m}	คือ	อัตราการไหลของอากาศ, kg/m ³
ρ_T	คือ	ความหนาแน่นจำเพาะของอากาศที่อุณหภูมิเฉลี่ย kg/m ³
A_d	คือ	พื้นที่หน้าตัดของโดมอบแห้ง, m ²
V	คือ	ความเร็วของอากาศ, m/s
C_p	คือ	ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ, kJ/kg ^o K
I_t	คือ	ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นที่โดมอบแห้งเฉลี่ยของช่วงเวลา, W/m ²
ΔT	คือ	อุณหภูมิสูงส่งของช่วงเวลา, °C
η	คือ	ประสิทธิภาพเชิงความร้อนในการอบแห้ง, %
m_{bio}	คือ	อัตราป้อนเชื้อเพลิงชีวมวล, kg/s
LHV_{bio}	คือ	ค่าความร้อนต่ำเชื้อเพลิงชีวมวลเท่ากับ 7033.61, kJ/kg
h_{fg}	คือ	ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำที่ความดันบรรยากาศเท่ากับ 2257, kJ/kg