

การประเมินสมรรถนะเครื่องอบข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า : กรณีศึกษาโรงสีข้าวพรเจริญ Performance Evaluation of LSU Paddy Dryer: Case study in Porncharoen Rice Mill

วันชัย สุตะพันธ์¹, ทรงสุภา พุ่มชุมพล², อัมไพศกดิ์ ทีบุญมา³

Wanchai Sutaphan¹, Songsupa Phumchumphol², Umphisak Teeboonma³

Received: 15 October 2012 ;Accepted: 10 December 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า เพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้ง โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน คือ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและต้นทุนการอบแห้ง ผลจากการศึกษาพบว่า เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกใช้พลังงานรวมเท่ากับ 7,678.08 MJ/h และมีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 6.13 MJ/kg water evaporated โดยมีต้นทุนการอบแห้งเท่ากับ 0.64 บาท/กิโลกรัมน้ำระเหย ซึ่งแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและความร้อนเท่ากับ 0.36 และ 0.28 บาทต่อกิโลกรัมน้ำระเหย ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ เครื่องอบข้าว ต้นทุนการอบแห้ง โรงสี

Abstract

The objective of this work was to evaluate the performance of a LSU paddy dryer for improving energy efficiency of the dryer. The criteria used to examine the dryer performance were specific energy consumption and drying cost. The study results show that the energy consumption and specific energy consumption of LSU paddy dryer were 7,678.08 MJ/h and 6.13 MJ/kg water evaporated, respectively. Furthermore, it was found that drying cost was 0.64 Baht per kg water evaporated including 0.36 Baht/kg of thermal energy cost and 0.28 Baht/kg of electrical energy cost.

Keywords: Specific energy consumption, Rice dryer, Drying cost, Rice mill

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยในฤดูการเก็บเกี่ยว 2553-2554 มีปริมาณผลผลิตข้าวนาปีเท่ากับ 24,343,504 ตัน จากเนื้อที่เพาะปลูกทั้งหมด 61,784,125 ไร่ และผลผลิตข้าวนาปรังเท่ากับ 10,141,451 ตัน จากเนื้อที่เพาะปลูก 16,102,293 ไร่¹ โดยทั่วไปหลังจากการเก็บเกี่ยว ข้าวเปลือกจะมีความชื้นประมาณ 22-26 %w.b.² ซึ่งข้าวเปลือกส่วนใหญ่จะถูกนำส่งโรงสีข้าวเพื่อทำการแปรสภาพเป็นข้าวขาวหรือข้าวสาร ซึ่งคุณภาพของข้าวสารที่ได้จากการสีข้าวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ คือ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นข้าวเปลือก^{3,4} กระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการเตรียมวัตถุดิบก่อนการสีข้าว การลดความชื้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่นการตากแดดในลานโล่ง ซึ่งเหมาะสำหรับโรงสีขนาดเล็กที่

มีกำลังการผลิตไม่มาก หรือการใช้เครื่องอบลดความชื้น ซึ่งสามารถลดความชื้นข้าวได้ในทุกสภาวะอากาศ ใช้พื้นที่น้อย และสามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ สำหรับเครื่องอบลดความชื้นที่นิยมใช้ในประเทศ ได้แก่ เครื่องอบแบบฟลูอิดไคซ์เบด และแบบไหลคลุกเคล้า (LSU) และจากการสำรวจโรงสีขนาดใหญ่ที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 100 ตัน/วัน พบว่า เครื่องอบแบบ LSU เป็นแบบที่มีจำนวนการใช้มากที่สุด⁵ อย่างไรก็ตาม การใช้เครื่องอบลดความชื้นข้าวเป็นกระบวนการที่ต้องใช้พลังงานสูง ซึ่งการใช้พลังงานดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ถึงราคาต้นทุนการผลิตข้าวสาร⁶ ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะด้านการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเครื่องอบแห้งต่อไป

¹ นิสิตปริญญาโท, ²อาจารย์, ³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

¹ Master's degree student, ²Lecturer, ³ Assist. Prof., Faculty Of Engineering Ubonratchathani University, Warin Chamrap District, Ubonratchathani 34190, Thailand.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง
อุปกรณ์การทดลอง

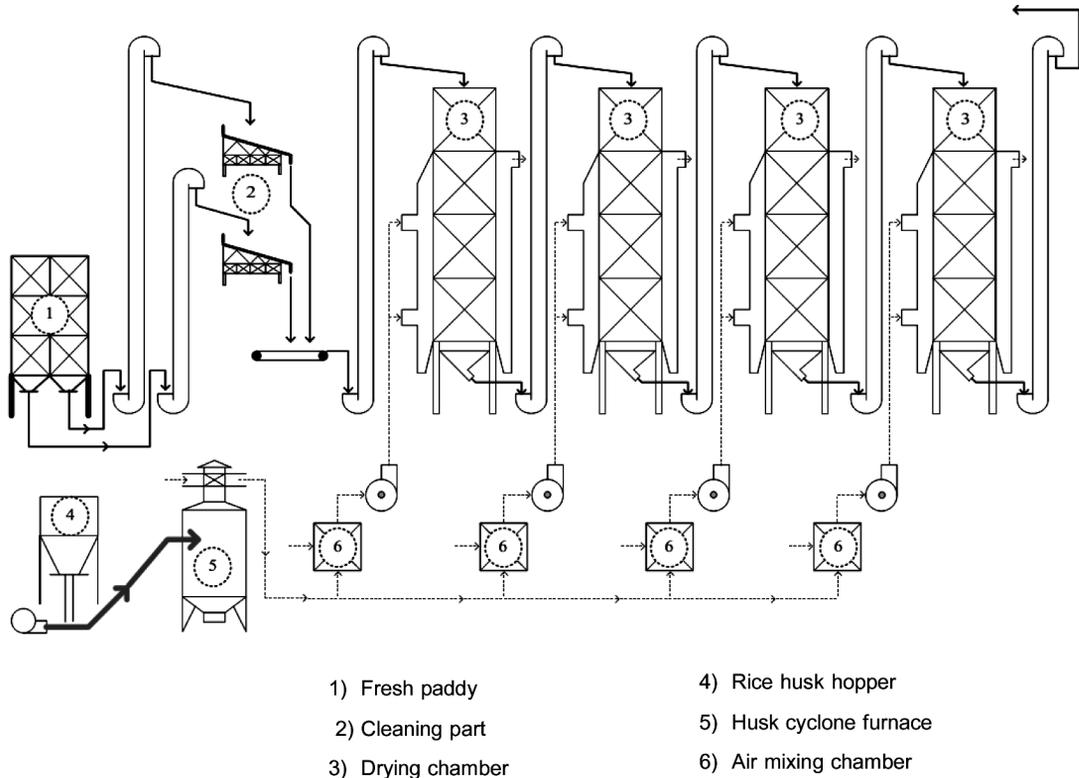


Figure 1 แสดงไดอะแกรมการทำงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า ขนาดกำลังการผลิต 360 ตันต่อวัน

เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงแกลบ ในการให้ความร้อนแก่ห้องอบ โดยข้าวเปลือกจะถูกลำเลียงด้วยสายพานและกระพ้อไปยังเครื่องทำความสะอาดและเข้าสู่ห้องอบ ซึ่งมีลักษณะเป็นถังทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้งจำนวน 4 ชุด จะใช้ลมร้อนจากเตาเผาแบบไซโคลน

วิธีการทดลอง

ในการทดลองได้ใช้ข้าวเปลือกหอมมะลิ กข.23 ความชื้นเริ่มต้น 18 %w.b. ทำการอบลดความชื้นจนได้ความชื้นสุดท้าย 14 %w.b. อุณหภูมิอบแห้งอยู่ในช่วง 65-90°C (อุณหภูมิอบแห้ง ห้องที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 90, 80 70, และ 65°C ตามลำดับ) อัตราการไหลข้าวเปลือกเท่ากับ 30 ตันต่อชั่วโมง จะเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกก่อน และหลังอบแห้งแต่ละห้องอบ ทุกๆ 10 นาที เพื่อนำไปทดสอบความชื้น วัดความสัมพันธ์พลังงานไฟฟ้า ด้วยเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า และวัดอัตราการป้อนเชื้อเพลิงแกลบสู่เตาเผา โดยวัดอัตราการไหลเชิงมวลของแกลบที่ออกจากสกรูป้อนแกลบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนของการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบอบแห้ง ได้กำหนดพารามิเตอร์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษา คือ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) และ ต้นทุนการอบแห้ง (Drying Cost, DC) ซึ่งสามารถคำนวณได้ จากสมการ ที่ (1) และ (2)

$$SEC = \frac{E_{electric} + E_{thermal}}{M_w} \tag{1}$$

$$DC = \frac{CE}{M_w} \tag{2}$$

- เมื่อ $E_{electric}$ คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้า, MJ
- $E_{thermal}$ คือ ปริมาณพลังงานความร้อน, MJ
- CE คือ มูลค่าพลังงาน, บาท
- M_w คือ ปริมาณน้ำระเหย, kg

ผลและวิจารณ์

ผลการประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า มีรายละเอียด ดังนี้

1. การใช้พลังงานไฟฟ้า

Table 1 แสดงค่าความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจำเพาะในการอบแห้ง พบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 469.27 MJ/h โดยเฉลี่ยต่อห้องอบเท่ากับ 117.32 MJ/h และความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเมื่อเทียบกับ ปริมาณน้ำที่ระเหยต่อชั่วโมงของห้องอบแห้งแต่ละชุด พลังงานไฟฟ้าที่ใช้และความสามารถในการอบแห้งในแต่ละห้องอบแห้งมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 MJ/kg และเมื่อพิจารณาต้นทุนการอบแห้งพบว่าแต่ละห้องอบแห้งมีต้นทุนการอบแห้งใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.36 บาทต่อกิโลกรัมน้ำระเหย

Table 1 Specific energy consumption

Drying chamber	Electrical energy (MJ/h)	Evaporated water (kg/h)	SEC (MJ/kg)	DC (Baht/kg)
LSU 1	118.13	327.00	0.36	0.35
LSU 2	118.41	317.50	0.37	0.36
LSU 3	116.11	302.33	0.38	0.37
LSU 4	116.62	305.02	0.38	0.37
Average	117.32	312.96	0.37	0.36
Total	469.27	1,251.85	-	-

* Average electrical energy cost of 3.45 Baht

Table 2 Specific heat consumption

Drying chamber	Heat Energy (MJ/h)	Evaporated water (kg/h)	SEC (MJ/kg)	DC (Baht/kg)
LSU 1	2,307.15	327.00	7.06	0.34
LSU 2	1,949.09	317.50	6.14	0.30
LSU 3	1,566.10	302.33	5.18	0.25
LSU 4	1,386.47	305.02	4.55	0.22
Average	1,802.20	312.96	5.76	0.28
Total	7,208.81	1,251.85	-	-

* Average rice husk cost of 0.70 Baht

2. การใช้พลังงานความร้อน

Table 2 แสดงค่าความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อน จากข้อมูลพบว่า มีการใช้พลังงานความร้อนรวมเท่ากับ 7,208.81 MJ/h เฉลี่ยต่อห้องอบแห้งเท่ากับ 1,802.20 MJ/h โดยห้องอบแห้งแรก มีการใช้พลังงานมากที่สุด เนื่องจากใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูงที่สุด และความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ระเหยต่อชั่วโมงของห้องอบแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 5.76 MJ/kg เมื่อพิจารณาต้นทุนการอบแห้งพบว่า ห้องอบแห้งแรกมีต้นทุนการอบแห้งมากที่สุด ถึงแม้จะสามารถระเหยน้ำได้มากที่สุดก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูง และในห้องอบแห้งพลังงานบางส่วนถูกใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิข้าวเปลือก (Heat up) ในส่วนของต้นทุนด้านพลังงานความร้อนเฉลี่ยพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.28 บาทต่อกิโลกรัมน้ำระเหย

3. การใช้พลังงานรวม

Table 3 แสดงค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะรวมของการอบแห้ง จากข้อมูลพบว่า มีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 7,678.08 MJ/h เฉลี่ยต่อห้องอบแห้งเท่ากับ 1,919.52 MJ/h โดยมีการใช้พลังงานความร้อนมากกว่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานความร้อนที่ใช้คิดเป็น 93.89 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมด ดังข้อมูลที่แสดงใน Figure 2

Table 3 Energy consumption

Drying chamber	energy consumption (MJ/h)	Evaporated water (kg/h)	SEC (MJ/kg)	DC (Baht/kg)
LSU 1	2,425.28	327.00	7.42	0.69
LSU 2	2,067.50	317.50	6.51	0.66
LSU 3	1,682.21	302.33	5.56	0.62
LSU 4	1,503.09	305.02	4.93	0.59
Average	1,919.52	312.96	6.13	0.64
Total	7,678.08	1,251.85	-	-

สำหรับค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะรวมพบว่า มีค่าเท่ากับ 6.13 MJ/kg เมื่อพิจารณาต้นทุนการอบแห้งพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 บาท/กิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 56.25 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ดังข้อมูลที่แสดงใน Figure 3

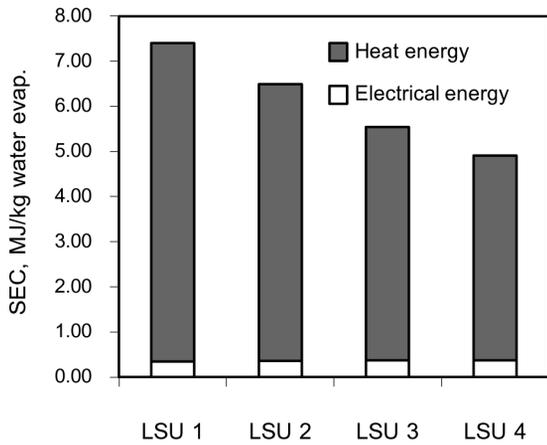


Figure 2 Specific energy consumption

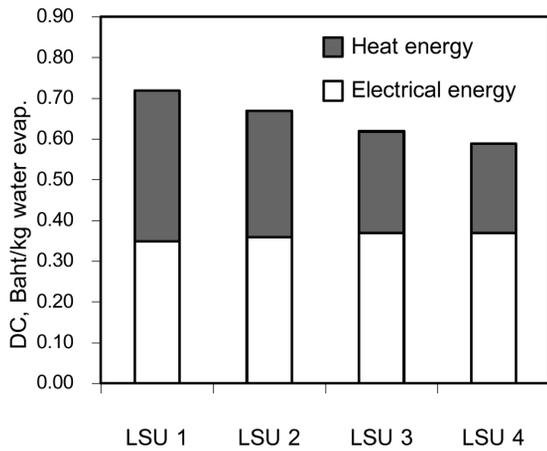


Figure 3 Drying cost

สรุป

งานวิจัยนี้ได้ประเมินสมรรถนะด้านการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า เพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้ง โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมิน คือ ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ และต้นทุนการอบแห้ง ผลการศึกษาพบว่ามีการใช้พลังงานความร้อนมากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งคิดเป็นการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 93.89 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมด โดยพลังงานรวมที่ใช้ในการอบแห้งเท่ากับ 7,678.08 MJ/h และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 6.13 MJ/kg ซึ่งมีต้นทุนการอบแห้ง เท่ากับ 0.64 บาท/กิโลกรัมน้ำระเหย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และขอขอบคุณโรงสีข้าวพรเจริญ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองและเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์. สถานการณ์สินค้าการเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2555; 2555:1-15.
2. สำนักงานสินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์. คุณภาพและการ ตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. ISBN 974-436-343-6; 2547: 1-15.
3. เกรียงไกร เพ็ชรน้ำเขียว, สุพิชญาย มีสุขเจ้าสำราญ, ทวีช จิตรสมบุญ. ผลของความเร็วอากาศต่ออัตรา การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยวิธีข้าวหล่นอิสระอย่างต่อเนื่อง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต; 2551: 166-170.
4. สุพิชญาย มีสุขเจ้าสำราญ. เครื่องอบแห้งแบบหล่น อิสระ: เจ็อนไซการอบแห้งที่ให้คุณภาพข้าวสารที่ดี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2552.
5. ชุนพล สังข์ตรียกูล. การประเมินสถานภาพเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2544.
6. คะเน็งนิจ เพ็ชรกลาง. การศึกษาโปรไฟล์การใช้พลังงานในโรงสีข้าว. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2533.