Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 195-198 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 195-198 (2555)

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเครื่องอบข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้าขนาด 30 ตันต่อชั่วโมง

Specific Energy Consumption of LSU Paddy Dryer with a Capacity of 30 Tons per Hour

อำไพศักดิ์ ทีบุญมา[1] วันชัย สุตะพันธ์[1] และ ทรงสุภา พุ่มชุมพล[1]

Umphisak Teeboonma[1], Wanchai sutaphan[1] and Songsupa Phumchumphol[1]

Abstract

The objective of this research was to evaluate the specific energy consumption of Louisiana State University (LSU) paddy dryer with a capacity of 30 tons per hour. Paddy was dried from 19.0% to 14.0 %wet basis by using the drying temperatures of drying chamber 1, 2, 3 and 4 at 80°C, 72°C, 94°C and 89°C, respectively. The study results showed that the energy consumption of LSU paddy dryer was 7,616.64 MJ/h. Furthermore, it was found that the specific energy consumption was 6.29 MJ/kg water evaporated including 0.39 MJ/kg of electrical energy and 5.90 MJ/kg of heat energy.

Keywords: specific energy consumption, paddy drying, rice mill

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้าขนาดกำลังการผลิต 30 ตันต่อชั่วโมง ในการทดลองข้าวเปลือกความชื้นเริ่มต้น 19.0 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ถูกอบลดความชื้นให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14.0 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก โดยใช้อุณหภูมิในห้องอบที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 80°C, 72°C, 94°C และ 89°C ตามลำดับ ผลจากการศึกษาพบว่า เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้าใช้พลังงานรวมเท่ากับ 7,616.64 เมกะจูลต่อชั่วโมง และมีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 6.29 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำระเหย ซึ่งแบ่งเป็นความสิ้นเปลืองจำเพาะด้านพลังงานไฟฟ้าและความร้อนเท่ากับ 0.39 และ 5.90 เมกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำระเหย ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ การอบแห้งข้าวเปลือก โรงสี

คำนำ

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ซึ่งปริมาณการส่งออกข้าวที่ผ่านมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด ในฤดูกาลเก็บเกี่ยว 2553-2554 มีปริมาณผลผลิตข้าวนาปีเท่ากับ 24,343,504 ตัน จากเนื้อที่เพาะปลูกทั้งหมด 61,784,125 ไร่ และผลผลิตข้าวนาปรังเท่ากับ 10,141,451 ตัน จากเนื้อที่เพาะปลูก 16,102,293 ไร่ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยทั่วไปหลังจากการเก็บเกี่ยว ข้าวเปลือกจะมีความชื้นประมาณ 22-26 %w.b. (สำนักงานสินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547) ส่วนใหญ่จะถูกนำส่งโรงสีข้าวเพื่อทำการแปรสภาพเป็นข้าวขาวหรือข้าวสาร คุณภาพของข้าวสารที่ได้จากการสีข้าว ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ คือ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นข้าวเปลือก กระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือก ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการเตรียมวัตถุดิบก่อนการสีข้าว (เกรียงไกร และคณะ, 2551) การลดความชื้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่นการตากแดดในลานโล่ง ซึ่งเหมาะสำหรับโรงสีขนาดเล็กที่มีกำลังการผลิตไม่มาก หรือการใช้เครื่องอบลดความชื้น ซึ่งสามารถลดความชื้นข้าวได้ในทุกสภาวะอากาศ ใช้พื้นที่น้อย และสามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2555) สำหรับเครื่องอบลดความชื้นที่นิยมใช้ในประเทศ ได้แก่ เครื่องอบแบบฟลูอิไดซ์เบด และ แบบไหลคลุกเคล้า (LSU) และจากการสำรวจโรงสีขนาดใหญ่ที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 100 ตัน/วัน พบว่า เครื่องอบแบบ LSU เป็นแบบที่มีจำนวนการใช้มากที่สุด (ขุนพล, 2544) อย่างไรก็ตาม การใช้เครื่องอบลดความชื้นข้าวเป็นกระบวนการที่ต้องใช้พลังงานสูง ซึ่งการใช้พลังงานเป็นตัวบ่งชี้ถึงราคา ต้นทุนการผลิตข้าวสาร (คะนึงนิจ, 2533) ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้าขนาดกำลังการผลิต 30 ตันต่อชั่วโมง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเครื่องอบแห้งต่อไป

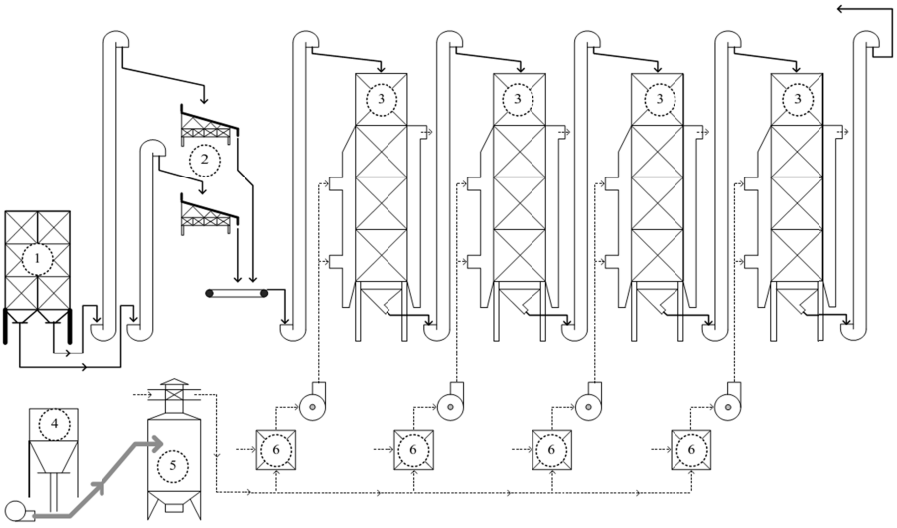
[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34190

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Ubonratchathani 34190

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์การทดลอง

เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า ขนาดกำลังการผลิต 30 ตันต่อชั่วโมง ใช้พลังงานไฟฟ้าและใช้พลังงานความร้อนจากเตาเผาแบบไซโคลน ซึ่งใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง ในการให้ความร้อนแก่ห้องอบ โดยข้าวเปลือกจะถูกลำเลียงด้วยสายพานและกระพ้อไปยังเครื่องทำความสะอาดและเข้าสู่ห้องอบ ซึ่งมีลักษณะเป็นถังทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง จำนวน 4 ชุด ดังแสดงใน Figure 1



1) Fresh paddy
2) Cleaning part
3) Drying chamber
4) Rice husk hopper
5) Husk cyclone furnace
6) Air mixing chamber

Figure 1 Diagram of the Louisiana State University (LSU) paddy dryer

2. วิธีการทดลอง

ข้าวเปลือกที่ใช้ทดสอบคือ ข้าวหอมมะลิ กข. 23 มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 19.0 %w.b. ทำการอบลดความชื้นจนได้ความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยประมาณ 14.0 %w.b. อุณหภูมิอบแห้งห้องที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 80, 72, 94, และ 89°C ตามลำดับ อัตราการไหลข้าวเปลือกเท่ากับ 30 ตันต่อชั่วโมง ขณะทำการทดลอง จะทำการเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกก่อน และหลังอบแห้งแต่ละห้องอบ ทุกๆ 10 นาที เพื่อนำไปทดสอบความชื้น วัดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ด้วยเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าและวัดอัตราการป้อนเชื้อเพลิงแกลบสู่เตาเผา โดยวัดอัตราการไหลเชิงมวลของแกลบที่ออกจากสกรูป้อนแกลบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนของการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบอบแห้ง ได้กำหนดพารามิเตอร์เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษา คือ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$SEC = \frac{E_{electric} + E_{thermal}}{M_w} \quad (1)$$

เมื่อ $E_{electric}$ คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้า, MJ
$E_{thermal}$ คือ ปริมาณพลังงานความร้อน, MJ
M_w คือ ปริมาณน้ำระเหย, kg

ผลและวิจารณ์

ผลการประเมินความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า มีรายละเอียดดังนี้

1. ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้ง

Table 1 แสดงค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้ง จากข้อมูลพบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 469.27 MJ/h ค่าโดยเฉลี่ยต่อห้องอบเท่ากับ 117.32 MJ/h ซึ่งความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ระเหยต่อชั่วโมงของห้องอบแห้งแต่ละห้อง มีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และความสามารถการอบแห้งในแต่ละห้องอบแห้ง มีค่าใกล้เคียงกัน ในส่วนของความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อน จากข้อมูลพบว่า มีการใช้พลังงานความร้อนรวมเท่ากับ 7,147.37 MJ/h หรือเฉลี่ยต่อห้องอบแห้งเท่ากับ 1,786.84 MJ/h เมื่อพิจารณาห้องอบห้องแรกพบว่ามีการใช้พลังงานมากที่สุด เนื่องจากในห้องอบแรกพลังงานส่วนใหญ่ถูกใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิข้าวเปลือก (Heat up) ปริมาณน้ำที่สามารถระเหยออกจากข้าวเปลือกในห้องแรกมีค่าน้อย

Table 1 Energy Consumption

Drying chamber	Evaporated water (kg/h)	Energy (MJ/h)			Specific energy consumption (MJ/kg water evap.)		
		Electricity	Heat	Total	Electricity	Heat	Total
LSU 1	120.00	118.13	1,687.24	1,805.37	0.98	14.06	15.04
LSU 2	298.00	118.41	1,352.56	1,470.97	0.40	4.54	4.94
LSU 3	384.74	116.11	2,149.22	2,265.33	0.30	5.59	5.89
LSU 4	408.74	116.62	1,958.35	2,074.97	0.29	4.79	5.08
Total	1,212.08	469.27	7,147.37	7,616.64	0.39	5.90	6.29
Average	302.87	117.32	1,786.84	1,904.16	0.39	5.90	6.29

2. การใช้พลังงานร่วม

ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะรวมของการอบแห้ง จากข้อมูลพบว่า มีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 7,616.64 MJ/h เฉลี่ยต่อห้องอบเท่ากับ 1,904.16 MJ/h โดยมีความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 MJ/kg water evap. และความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 5.90 MJ/kg water evap. ซึ่งการใช้พลังงานความร้อนมีค่ามากกว่าพลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 94 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมด ดังข้อมูลที่แสดงใน Figure 2

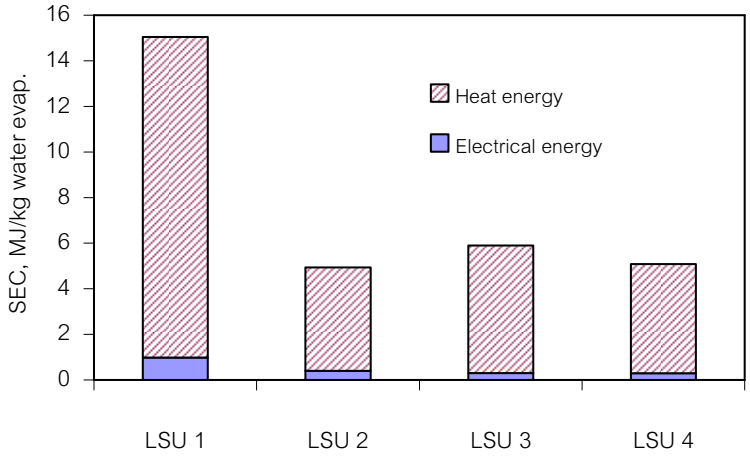


Figure 2 Specific energy consumption

สรุป

งานวิจัยนี้ ได้ประเมินความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลคลุกเคล้า ขนาดกำลังการผลิต 30 ตันต่อชั่วโมง เพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้ง โดยมีพารามิเตอร์ ที่ใช้ในการประเมิน คือ ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ผลการศึกษาพบว่า มีการใช้พลังงานความร้อนมากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งคิดเป็นการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 94 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมด โดยพลังงานรวม ใช้ในการอบแห้ง เท่ากับ 7,616.64 MJ/h และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 6.29 MJ/kg water evap.

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณโรงสีพรเจริญ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองและเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร เพ็ชรน้ำเขียว, สุพิชฌาย์ มีสุขเจ้าสำราญ และทวิช จิตรสมบูรณ์. 2551. ผลของความเร็วอากาศต่ออัตราการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยวิธีข้าวหล่นอิสระอย่างต่อเนื่อง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. หน้า 166-170.

ขุนพล สังข์ตรียกุล. 2544. การประเมินสถานภาพเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 103 หน้า.

คะนึงนิจ เพียรกลาง. 2533. การศึกษาโพรไพล์การใช้พลังงานในโรงสีข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ. 127 หน้า.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2555. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.Ricethailand.go.th (20 มกราคม 2555).

สำนักงานสินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์. 2547. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. ISBN 974-436-343-6. หน้า 1-15.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์. 2555. สถานการณ์สินค้าการเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2555. หน้า 1-15.