Agricultural Sci. J. 34 : 4-6 (Suppl.) : 130-133 (2003) ว. วิทย. กษ. 34 : 4-6 (พิเศษ) : 130-133 (2546)

การพัฒนาเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบไหลต่อเนื่อง

The Development of Continuous Flow Grain Dryer

ใจทิพย์ วานิชชัง[1] ผดุงศักดิ์ วานิชชัง[1] และ คมกฤช กิตติพร[1]

Jaitip Wanitchang[1], Padungsak Wanitchang[1] and Komkit Kittiporn[1]

Abstract

The objectives of this study were to develop and evaluate the continuous flow grain dryer for its drying efficiency and output rice quality. The study was conducted in Department of Agricultural Mechanization, Faculty of Agriculture at Bangpra, Rajamangala Institute of Technology Sriracha, Chonburi. The dryer consisted of cylindrical tank with conical ends. The outer ring of tank was used as drying section, whereas the inner cylinder was used as cooling section. The vertical auger conveyor provided in the middle of the cylinder was used for recirculating paddy in the drying or cooling section. Bucket elevation was used to feed and to recirculate the paddy during operation. Two 3-hp centrifugal fans with backward curve blades were used as air flow device. Two sets of 3,000 Watts electrical heater were used as heating source.

The dryer was found to be suitable to dry paddy in the drying section when the cooling section was full and the ambient air was forced through heater to drying section. The temperature of air was about 45 °C. The paddy was dried from 23% to 14% moisture content at 367.5 kg/hr drying capacity and 3.56% per hour or 1.96% per pass drying rate. The energy efficiency of the dryer was only 0.94 MJ/kg water evaporated. The electrical consumption was about 27.3 kW-hr per ton of paddy. The quality of dried rice was compared with the drying of rice by SATAKE testing dryer at 40 °C (control). The rice yield, head rice and degree of whiteness were different from the control and were about 2.19%, 3.83% and 0.2%, respectively.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งเมล็ดพืชแบบไหลต่อเนื่อง ประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องอบและประเมินคุณภาพของข้าวที่ได้จากการอบแห้ง โดยทำการวิจัยที่ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เครื่องอบแห้งเมล็ดพืชแบบไหลต่อเนื่อง ประกอบด้วย ถังทรงกระบอก ซึ่งมีส่วนบนและส่วนล่างเป็นรูปกรวย ภายในถังจะแบ่งเป็นห้องอบอยู่ชั้นนอก และห้องลดอุณหภูมิอยู่ชั้นใน นอกจากนี้ยังมีสว่านลำเลียงแนวตั้งอยู่กลางถังใช้หมุนเวียนเมล็ดพืชในห้องอบ หรือนำเมล็ดพืชจากห้องอบไปยังห้องลดอุณหภูมิ ด้านข้างของถังมีกระพ้อลำเลียงสำหรับป้อนเมล็ดเข้าห้องอบ และหมุนเวียนเมล็ดพืชขณะอบแห้ง นอกจากนี้ยังมีพัดลมแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดโค้งหลังขนาด 3 แรงม้า 2 ตัว และมีตัวให้ความร้อนไฟฟ้าขนาด 3,000 วัตต์ 2 ชุด

จากการทดลองอบแห้งข้าวเปลือก โดยเครื่องอบที่พัฒนา พบว่า วิธีการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด คือการอบแห้งข้าวเปลือกในห้องอบ โดยมีข้าวเปลือกในห้องลดอุณหภูมิ และพัดลมดูดอากาศจากภายนอกเป่าผ่านตัวให้ความร้อนเข้าไปในห้องอบซึ่งจะสามารถลดความชื้นข้าวเปลือก จากความชื้น 23 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ โดยลมร้อนมีอุณหภูมิประมาณ 45 °ซ. จะมีความสามารถในการลดความชื้น 367.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่อัตราการลดความชื้น 3.56 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง หรือ 1.96 เปอร์เซ็นต์ต่อรอบ และประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีค่า 0.94 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย หรือคิดเป็นความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าประมาณ 27.3 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตันข้าวเปลือก เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพข้าวที่ได้จากเครื่องอบแห้งกับตัวควบคุม ซึ่งใช้เครื่องทดสอบการอบแห้ง ยี่ห้อ ซาตาเก้ โดยตั้งอุณหภูมิที่ 40 °ซ. พบว่า คุณภาพข้าวที่ได้แตกต่างจากตัวควบคุมเล็กน้อย โดยเปอร์เซ็นต์ข้าวขาว เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว และเปอร์เซ็นต์ความขาวแตกต่างจากตัวควบคุม 2.19 3.83 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1] คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

[1] Faculty of Agriculture at Bangpra, Rajamangala Institute of Technology

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอาชีพเกษตรกรรม ผลิตสินค้าที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ยางพารา ข้าว น้ำตาลทราย มันสำปะหลัง ผัก และผลไม้ โดยเฉพาะข้าวประเทศไทยสามารถส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลก ในปี 2540 สามารถส่งออกข้าวได้ 5.5 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 65,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542) จากปริมาณข้าวทั้งหมดที่ผลิตได้ 22 ล้านตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2541) ปัจจุบันเกษตรกรไทยสามารถปลูกข้าวได้ 2 ช่วงต่อปี คือ ข้าวนาปี และ ข้าวนาปรัง ซึ่งข้าวนาปรังจะเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝน ทำให้ข้าวเกิดความเสียหายประกอบกับการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวข้าว เกษตรกรจึงหันไปใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็ว และต้นทุนต่ำกว่าการใช้แรงงานคนเก็บเกี่ยว อีกทั้งข้าวที่เก็บเกี่ยวได้จะผ่านการนวดได้เป็นข้าวเปลือกทันที แต่การใช้เครื่องเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวนั้นจำเป็นจะต้องเก็บเกี่ยวขณะที่ข้าวมีความชื้นสูง มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ จำเป็นจะต้องลดความชื้นในทันทีเพื่อลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นกับข้าวได้

การลดความชื้นข้าวเปลือกทำได้โดยการตากข้าวเปลือกบนลานตาก ซึ่งได้ผลดีประหยัดพลังงาน แต่ต้องการพื้นที่และแรงงานในการดูแลกลับเกลี่ยกองข้าว และต้องใช้เวลาหลายวันกว่าข้าวจะแห้ง การใช้เครื่องอบเพื่อลดความชื้นข้าวเปลือกเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่จะช่วยให้การลดความชื้นข้าวเปลือกทำได้เร็ว ไม่ต้องการพื้นที่ และแรงงานมากเหมือนการตากลาน จึงได้มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกซึ่งมีห้องอบ และห้องพักเมล็ดอยู่ในตัวเดียวกัน โดยห้องอบจะอยู่ส่วนนอก และห้องพักจะอยู่ส่วนใน พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกและเป่าอากาศร้อนผ่านเมล็ดพืชในห้องอบ และเมล็ดพืชเคลื่อนที่ตลอดเวลา โดยมีสว่านลำเลียงเป็นตัวพาเมล็ด ซึ่งเครื่องอบนี้น่าจะทำให้การลดความชื้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งมีขนาดเล็กประหยัดพื้นที่ และสะดวกในการใช้งาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนาเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบไหลต่อเนื่องต้นแบบ โดยมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

1. ถังใส่เมล็ดพืชทรงกระบอก ด้านบนและด้านล่างทำเป็นกรวย มุมเอียงประมาณ 50 องศา เพื่อให้เมล็ดพืชไหลได้สะดวก ภายในถังทรงกระบอกแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยชั้นนอกทำเป็นห้องอบ (Drying section) ส่วนชั้นในทำเป็นห้องลดอุณหภูมิ (Cooling section) ระหว่างห้องอบ และห้องลดอุณหภูมิ มีช่องว่างเพื่อทำเป็นช่องลม (Plenum) ถังทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 1.35 เมตร สูง 2.00 เมตร ห้องลดอุณหภูมิมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.90 เมตร ชั้นเมล็ดพืชในห้องอบหนา 0.15 เมตร ช่องลมกว้าง 0.075 เมตร ถังใส่เมล็ดพืชทำด้วยเหล็กแผ่นเจาะรูขนาด 1.8 มิลลิเมตร

2. สว่านลำเลียงแนวตั้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 2.00 เมตร ใช้ลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือกจากห้องอบเข้าในห้องลดอุณหภูมิ หรือหมุนเวียนเมล็ดออกมาสู่ห้องอบ สว่านลำเลียงนี้มีความสามารถในการลำเลียงประมาณ 0.88 ตันต่อชั่วโมง

3. พัดลมแบบใบพัดหมุนเหวี่ยง (Centrifugal fan) แบบใบพัดโค้งหลัง (Backward curve) ขนาด 3 แรงม้า 2 ตัว ใช้ดูดและเป่าอากาศขณะอบแห้ง

4. ตัวให้ความร้อนเป็นฮีทเตอร์ไฟฟ้าแบบแท่งขนาด 3,000 วัตต์ จำนวน 2 ชุด

5. กระพ้อลำเลียงทำหน้าที่ป้อนเมล็ดข้าวเปลือกเข้าห้องอบ ความสามารถในการทำงานของกระพ้อลำเลียงประมาณ 1.8 ตันต่อชั่วโมง

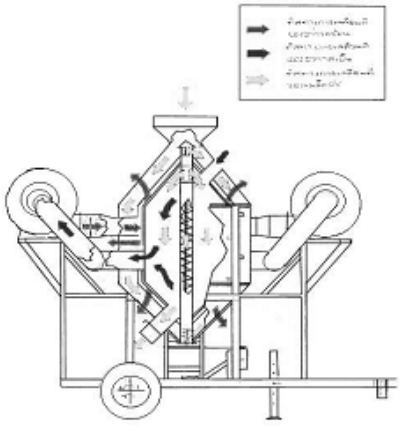

Figure 1 Continuous flow grain dryer.

การทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องอบแห้งต้นแบบที่พัฒนา ทำการทดลองอบแห้งข้าวเปลือก 7 การทดลอง ดังนี้ การทดลองที่ 1 อบข้าวในห้องอบ ห้องพักว่าง การทดลองที่ 2 อบข้าวในห้องอบ ห้องพักเต็ม การทดลองที่ 3 หมุนเวียนข้าวในห้องอบและห้องพัก การทดลองที่ 4 เหมือนการทดลองที่ 3 แต่ดูดอากาศจากภายนอกโดยตรง การทดลองที่ 5 เหมือนการทดลองที่ 1 แต่ดูดอากาศจากภายนอกโดยตรง การทดลองที่ 6 เหมือนการทดลองที่ 5 แต่อุณหภูมิลมร้อนต่างกัน การทดลองที่ 7 เหมือนการทดลองที่ 2 แต่ดูดอากาศจากภายนอกโดยตรง

ผล

Table 1 Comparision the performance of the continuous flow grain dryer in which the different conditions.

Data	Experiment						
	1	2	3	4	5	6	7
Ambient temperature (°C)	33	33	33	30	29	33	33
Relative humidity (%)	81	65	68	64	86	64	64
Drying air temperature (°C)	51	52	50	40	52	47	45
Initial moisture content (%wb)	23.20	22.01	23.34	20.64	21.82	22.05	22.01
Final moisture content (%wb)	15.75	14.12	14.97	14.83	14.26	15.73	14.89
Drying time (hour)	3.67	5.00	6.00	2.67	2.00	1.33	2.00
Air flow rate (m^3/min)	14.04	2.58	2.56	13.78	3.64	3.60	3.60
Grain flow rate (m/s)	0.09	0.09	0.18	0.18	0.09	0.09	0.09
Paddy weight (kg)	481	720	701	701	447	456	735
Paddy temperature (°C)	35	38	35	32	35	35	35
Drying rate (%/hr)	2.03	1.58	1.40	2.18	3.78	4.74	3.56
Drying passes	7	9	7	3	4	2	4
Drying rate (% /pass)	1.12	0.87	1.14	1.79	2.08	2.61	1.96
Drying capacity(kg/hr)	131.18	144.00	116.83	262.88	223.50	342.00	367.50
Water evaporation (kg/hr)	11.60	13.23	11.50	17.93	19.71	25.65	30.74
Electrical consumption (kWh)	29.27	39.85	50.81	22.73	16.02	10.70	16.02
-blowers and heaters	26.74	36.42	43.71	19.45	14.57	9.69	14.57
-conveyors	2.53	3.34	7.10	3.28	1.45	1.01	1.45
Energy consumption (MJ)	105.37	143.46	182.92	81.83	57.67	38.52	57.67
Specific energy (MJ/kg water evaporation)	2.48	2.17	2.65	1.71	1.46	1.13	0.94

Table 2 Milling quality of paddy.

Data	Experiment						
	1	2	3	4	5	6	7
White rice (%)							
Control	66.83	66.83	64.91	64.91	64.90	66.52	66.52
Experiment	65.23	63.67	63.43	62.95	62.43	63.90	64.33
Different	1.59	3.16	1.35	1.99	2.47	2.62	2.19
Head rice (%)							
Control	51.24	51.24	41.63	41.63	41.63	45.56	45.56
Experiment	46.15	41.21	39.36	40.15	38.18	39.38	41.73
Different	5.05	9.99	2.27	1.88	3.45	6.18	3.83
Whiteness degree							
control	45.52	45.52	46.68	46.68	46.68	46.10	46.10
Experiment	46.72	45.96	45.50	49.74	45.01	44.41	45.90
Different	-1.36	-0.60	-0.12	1.49	1.49	0.35	0.17

วิจารณ์

เครื่องอบแห้งเมล็ดพืชแบบไหลต่อเนื่องที่พัฒนา เป็นเครื่องอบขนาดเล็กที่มีส่วนของถังอบและถังพักอยู่ในตัวเดียวกัน ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งและใช้งาน ตลอดจนช่วยลดการแตกหักของข้าวได้จากการทดลองที่ 3 และ 4 คุณภาพข้าวที่ได้ค่อนข้างสูงแตกต่างจากตัวควบคุมเล็กน้อย และตัวเครื่องมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานค่อนข้างสูง

สรุป

1. เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบไหลต่อเนื่องที่พัฒนา สามารถใช้ลดความชื้นข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ โดยอุณหภูมิลมร้อนมีค่าประมาณ 40-52 °ซ. มีความสามารถในการลดความชื้น 116.83-367.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่อัตราการลดความชื้น 1.40-3.78 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีค่า 0.94–2.65 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำ หรือคิดเป็นความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าประมาณ 27.3–77.0 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตันข้าวเปลือก หรือถ้าคิดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในการลดความชื้นข้าวเปลือกจากความชื้น 23 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ จะประมาณ 68-190 บาทต่อตัน

2. การอบแห้งข้าวเปลือกโดยหมุนเวียนข้าวเปลือกในห้องอบ และมีข้าวเปลือกในห้องลดอุณหภูมิ โดยดูดอากาศจากภายนอกเป่าผ่านตัวให้ความร้อนเข้าไปในห้องอบ มีความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุด คือ มีความสามารถในการลดความชื้น 367.5 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง หรือ 1.96 เปอร์เซ็นต์ต่อรอบ และมีการใช้พลังงานเพียง 0.94 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำ

3. การอบแห้งข้าวเปลือกโดยหมุนเวียนข้าวเปลือกในห้องอบ และห้องลดอุณหภูมิมีผลกระทบต่อคุณภาพข้าวน้อยที่สุด

คำขอบคุณ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจาก เงินงบประมาณแผ่นดิน ของคณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2541. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2539/40. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2542. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศ ปี 2540. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

Bala, B.K. 1997. Drying and Storage of Cereal Grains. Science Publishers. New York.

Brooker, D.B., F. W. Bakker – Arkema and C. W. Hall. 1992. Drying and Storage of Grains and Oil Seed. Van Nostrand Reinhold. New York.

Teter, N. 1987. Paddy Drying Manual. FAO Agricultural Service Bulletine. Rome. No. 70.