Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 425-428 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 425-428 (2557)

ผลของระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยอินฟราเรดและชั้นความหนาต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105
Effects of Infrared Heating Time and Bed Thickness on Quality of KhaoDok Mali 105 Rice

ปัทมาภรณ์ รักสนุก[1] วสันต์ ด้วงคำจันทร์[1] ละมุล วิเศษ[2] และจักรมาส เลาหวณิช[2]
Pattamaporn Ruksanook[1], Wasan Duangkhamchan[1], Lamul Wiset[2] and Juckamas Laohavanich[2]

Abstract

The aims of this study were to study the effects of infrared drying and hot air at various conditions on quality of Khao Dok Mali 105 rice. The factors of this study were 3 levels of initial moisture content (21.01, 25.52 and 30.12% wet basis), 3 levels of drying period of infrared (1, 3 and 5 min) and 3 levels of thickness of paddy (2, 4, and 6 mm).The temperature of infrared was 850 ˚C. The distance between tray and infrared lamp was 40 cm. After paddy drying at various conditions, temperature of paddy was measured. The sample was taken to determine the moisture content. Then, paddy was dried with hot air at the drying temperature of 40 ˚C until the final moisture content down to 14% wet basis. Subsequently, rice was determined in head rice yield and whiteness. The results found that the longer of drying time and the lower of rice thickness led to the higher of rice temperature. The moisture reduction depended on three factors. The rice with high initial moisture content, short drying time and high thickness had less effect on the decrease of moisture content in rice with low initial moisture content, long drying time and thin layer drying. For the rice quality, the rice with initial moisture content of 30.12% wet basis at the drying time with infrared for 3 min and the bed thickness of 4 mm had the highest head rice yield. Moreover, the whiteness of milled rice was decreased when the initial moisture content of paddy used in the study increased.

Keywords: paddy, infrared radiation, hot air

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดและลมร้อนที่สภาวะแตกต่างกันต่อคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ความชื้นเริ่มต้น 3 ระดับ (ร้อยละ 21.01 25.52 และ 30.12 มาตรฐานเปียก) ระยะเวลาในการอบแห้งด้วยอินฟราเรด 3 ระดับ (1 3 และ 5 นาที) และชั้นความหนาของข้าวเปลือก 3 ระดับ (2 4 และ 6 มิลลิเมตร) ในการทดลองใช้อุณหภูมิอินฟราเรด 850 องศาเซลเซียส ระยะห่างระหว่างถาดรองข้าวกับหลอดอินฟราเรด คือ 40 เซนติเมตร หลังจากการอบแห้งข้าวด้วยรังสีอินฟราเรดที่สภาวะต่างๆทำการวัดอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกและสุ่มตัวอย่างข้าวมาหาความชื้น จากนั้นนำข้าวเปลือกไปเป่าลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนกระทั่งข้าวเปลือกมีความชื้นประมาณร้อยละ 14 มาตรฐานเปียกแล้วนำมาตรวจสอบปริมาณร้อยละข้าวต้นและความขาวผลการทดลองพบว่าที่ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรดนานขึ้นและชั้นความหนาที่น้อยลงส่งผลให้อุณหภูมิข้าวเพิ่มมากขึ้น สำหรับการลดลงของความชื้นของข้าวขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งสาม โดยข้าวที่มีความชื้นเริ่มต้นสูง ระยะเวลาสั้น และชั้นความหนามีค่ามาก มีผลทำให้ความชื้นของข้าวลดลงน้อยกว่าข้าวที่มีความชื้นเริ่มต้นต่ำ ระยะเวลาในการอบแห้งนาน และการอบแห้งชั้นบาง สำหรับคุณภาพข้าวพบว่า ที่ระดับความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 30.12 มาตรฐานเปียก ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรด 3 นาที และ ชั้นความหนา 4 มิลลิเมตร มีผลทำให้ได้ปริมาณต้นข้าวสูงสุด ส่วนค่าความขาวของข้าวสารมีค่าลดลงเมื่อความชื้นเริ่มต้นของเปลือกที่ใช้ทดลองมีค่าสูง

คำสำคัญ: ข้าวเปลือก รังสีอินฟราเรด ลมร้อน

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิ เป็นสายพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในไทยกลิ่นหอมคล้ายใบเตย ลักษณะเมล็ดที่เรียวใส ยาว คุณภาพในการขัดสีที่ดีและมีลักษณะพิเศษคือข้าวสุกเหนียวนุ่มและมีกลิ่นหอม ปัจจุบันเกษตรกรนิยมเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกด้วยเครื่องจักรซึ่งพบปัญหาข้าวเปลือกความชื้นสูงประกอบกับข้าวเปลือกมีปริมาณมากทำให้การลดความชื้นโดยการตากลานทำได้ล่าช้าเกิดปัญหาเรื่องแรงงานและพื้นที่ตากไม่เพียงพอทำให้ส่งผลต่อคุณภาพ

[1] คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสาราม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
[1] Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, MahaSarakham 44150
[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
[2] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai, MahaSarakham 44150

การสีข้าวสารที่ได้หลังจากขัดสีมีคุณภาพต่ำแตกหักและมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น (กิติยา และคณะ, 2542) การค้าข้าวขึ้นอยู่กับคุณภาพด้านการสีและความขาวดังนั้นการใช้เทคโนโลยีการอบแห้งเพื่อลดความชื้นข้าวเปลือกจึงมีความสำคัญในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เทคนิคการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดสามารถลดความชื้นข้าวได้อย่างรวดเร็ว และส่งผลให้คุณภาพข้าวด้านการสีดีขึ้น (Pan *et al*., 2011) เนื่องจากรังสีอินฟราเรดมีคุณสมบัติเป็นรังสีความร้อนหรือ Thermal Radiation (Ozisik, 1985; Mujumdar, 1995) สามารถทะลุผ่านผิวหน้าของวัตถุดิบทำให้ลดความชื้นอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ (Ginzburg, 1969) อีกทั้งเครื่องมือมีขนาดเล็ก ติดตั้งง่าย ประหยัดพลังงาน และลดระยะเวลาการอบแห้ง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพของข้าวเปลือกหลังอบแห้งด้วยอินฟราเรด

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเปลือกสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (*Oryza sativa* L.) จากจังหวัดมหาสารคาม ปรับความชื้นเริ่มต้นให้ได้ประมาณร้อยละ 20 25 และ 30 มาตรฐานเปียก โดยการเติมน้ำและผสมให้เข้ากันแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการคลุกเคล้าทุกวันเป็นเวลา 7 วัน นำข้าวเปลือกที่ได้มาทำการอบแห้งแบบสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรดถาดใส่ข้าวเปลือกขนาด 0.4x0.5 ตารางเมตร โดยในระหว่างอบแห้งถาดจะถูกทำให้สั่น ซึ่งถาดติดตั้งอยู่ด้านล่างห่างจากหลอดอินฟราเรด0.40 เมตรอุณหภูมิอินฟราเรด 850 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบแห้งด้วยอินฟราเรด 3 ระดับ (1 3 และ 5 นาที) และชั้นความหนาของข้าวเปลือก 3 ระดับ (2 4 และ 6 มิลลิเมตร) จากนั้นนำตัวอย่างมาลดความชื้นในขั้นที่สองโดยใช้ลมร้อนที่ 40 องศาเซลเซียสจนกระทั่งความชื้นลดเหลือประมาณร้อยละ 12-14 มาตรฐานเปียก นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่ได้บรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) การหาความชื้นโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างหลังการเก็บ 1 สัปดาห์นำไปวิเคราะห์ปริมาณต้นข้าวโดยการนำข้าวเปลือกมากะเทาะขัดสีและคัดต้นข้าว (ข้าวที่มีความยาวมากกว่าร้อยละ 80 ของข้าวเต็มเมล็ด) คำนวณร้อยละต้นข้าวเทียบกับน้ำหนักข้าวเปลือกเริ่มต้น และวัดความขาวด้วยเครื่อง KETT WHITENESS METER C300-3

ผล

ผลการทดลองในTable1ความชื้นเริ่มต้น ความหนาของข้าวเปลือก และระยะเวลาการอบแห้งมีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นข้าวเปลือก โดยระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรดนานขึ้นและชั้นความหนาที่น้อยลงส่งผลให้อุณหภูมิข้าวเพิ่มมากขึ้นข้าวที่มีความชื้นเริ่มต้นสูง ระยะเวลาสั้น และชั้นความหนามีค่ามาก มีผลทำให้ความชื้นของข้าวลดลงน้อยกว่าข้าวที่มีความชื้นเริ่มต้นต่ำ ระยะเวลาในการอบแห้งนาน และการอบแห้งชั้นบาง

Table 1 Grain temperature and moisture content of paddy after infrared drying

Initial moisture content (%)	Drying time (min)	Thickness (mm)	Grain temperature (°C)	Moisture content after drying (%)
21.01	1	2	46.00	17.98
		4	43.50	18.02
		6	39.50	20.58
	3	2	57.50	16.62
		4	53.50	19.75
		6	49.00	20.15
	5	2	63.00	15.25
		4	61.00	18.15
		6	56.50	19.23
25.52	1	2	44.50	24.42
		4	43.00	24.95
		6	38.00	25.30
	3	2	55.50	22.52
		4	53.00	23.47
		6	50.00	24.28
	5	2	63.00	19.79
		4	59.50	22.38
		6	53.00	23.43
30.12	1	2	44.50	28.71
		4	41.50	29.41
		6	40.50	29.39
	3	2	55.50	26.20
		4	52.00	27.56
		6	48.50	28.79
	5	2	61.00	23.23
		4	55.50	26.48
		6	53.50	27.55

จาก Table 2 และ Table 3 แสดงค่าผลการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยรังสีอินฟราเรดที่เงื่อนไขต่างๆที่ความชื้นเริ่มต้น 3 ระดับพบว่าเงื่อนไขที่แตกต่างกันส่งผลต่อต้นข้าวและความขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาพบว่าระดับความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 30.12 มาตรฐานเปียก ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรด 3 นาทีและ ชั้นความหนา 4 มิลลิเมตร มีผลทำให้ได้ปริมาณต้นข้าวสูงสุด ส่วนค่าความขาวของข้าวสารมีค่าลดลงเมื่อความชื้นเริ่มต้นของเปลือกที่ใช้ทดลองมีค่าสูงขึ้น

Table 2 Head rice yield (%) obtained from paddy drying under different conditions

Drying time	Thickness	Initial moisture content (%)		
(min)	(mm)	21.01(%w.b)	25.52(%w.b)	30.12(%w.b)
1	2	23.68±0.65^{ab}	20.91 ± 0.16^{d}	27.50 ± 0.69^{d}
	4	30.75±0.42^{a}	24.66 ± 0.27^{bc}	29.48 ± 0.75^{bc}
	6	22.56±2.50^{b}	24.66 ± 0.57^{bc}	31.33 ± 1.58^{a}
3	2	22.17±1.48^{b}	25.62 ± 0.85^{b}	28.69 ± 0.81^{cd}
	4	30.35±0.99^{a}	27.26 ± 0.98^{a}	31.69 ± 0.16^{a}
	6	25.56±2.37^{ab}	27.13 ± 0.95^{a}	30.65 ± 0.54^{ab}
5	2	15.28±7.04^{c}	12.14 ± 0.51^{e}	20.24 ± 0.27^{e}
	4	28.09±3.51^{ab}	23.29 ± 0.44^{c}	28.67 ± 0.18^{cd}
	6	27.77±2.07^{ab}	27.67 ± 0.16^{a}	31.57 ± 0.45^{a}

Means with the different letters within the same column indicate significant difference ($p \leq 0.05$).

Table 3 Whiteness of rice obtained from paddy drying under different conditions

Drying time	Thickness	Initial moisture content (%)		
(min)	(mm)	21.01(%w.b)	25.52(%w.b)^{ns}	30.12(%w.b)
1	2	40.30 ± 0.00^{a}	40.50 ± 0.28	39.50 ± 0.71^{bc}
	4	38.30 ± 0.00^{d}	40.70 ± 0.14	40.30 ± 0.28^{ab}
	6	39.00 ± 0.71^{c}	40.00 ± 1.41	39.20 ± 0.57^{c}
3	2	36.20 ± 0.14^{e}	40.00 ± 0.71	39.60 ± 0.28^{bc}
	4	40.30 ± 0.14^{a}	40.20 ± 0.14	39.80 ± 0.28^{bc}
	6	39.80 ± 0.14^{ab}	40.35 ± 0.07	38.10 ± 0.14^{d}
5	2	38.20 ± 0.14^{d}	38.30 ± 0.14	31.20 ± 0.28^{e}
	4	39.20 ± 0.00^{bc}	39.70 ± 0.42	39.20 ± 0.14^{c}
	6	40.20 ± 0.28^{a}	40.30 ± 0.14	40.70 ± 0.28^{a}

Means with the different letters within the same column indicate significant difference ($p \leq 0.05$).
ns= not significantly difference

วิจารณ์ผล

จากการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่สภาวะแตกต่างกันพบว่าข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นต่ำจะมีอุณหภูมิเมล็ดสูงกว่าข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นสูงเนื่องจากน้ำที่ระเหยออกมาทำให้อุณหภูมิเมล็ดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณต้นข้าว พบว่าระยะเวลาการสัมผัสอินฟราเรด ชั้นความหนาของตัวอย่าง และปริมาณความชื้นเริ่มต้นมีผลต่อปริมาณต้นข้าว ปริมาณต้นข้าวลดลงเนื่องจากระยะเวลาการอบแห้งนาน การอบแห้งชั้นบางส่งผลให้อุณหภูมิเมล็ดมีค่าสูงทำให้เมล็ดมีการแตกหักสูง ถ้าอุณหภูมิเมล็ดสูงกว่ากว่า 60 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดความเค้นที่ภายในเมล็ดข้าวเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ร้อยละต้นข้าวลดลงในเงื่อนไขที่ปริมาณต้นข้าวสูงเนื่องมาจากข้าวความชื้นและอุณหภูมิเหมาะสมสำหรับการเกิดเจลาติไนซ์บางส่วนทำให้โครงสร้างจับตัวกันแน่นขึ้นเมื่ออุณหภูมิเย็นลง (Inprasit*et al*., 2006) สำหรับค่าความขาวลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพที่เกิดขึ้นจากความร้อน (Mallardreaction) อุณหภูมิเมล็ด ระยะเวลาการอบแห้งที่นานขึ้น และค่าความชื้นที่สูงระหว่างการให้ความร้อน เร่งปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้ค่าค่าความขาวลดต่ำลง

สรุป

ผลของการศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยรังสีอินฟราเรดพบว่าระยะเวลาการให้ความร้อนชั้นความหนาและความชื้นเริ่มต้นส่งผลต่อปริมาณต้นข้าวและการลดลงของค่าความขาว ระดับความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 30.12 มาตรฐานเปียก ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรด 3 นาที และ ชั้นความหนา 4 มิลลิเมตร มีผลทำให้ได้ปริมาณต้นข้าวสูงสุด ส่วนค่าความขาวของข้าวสารมีค่าลดลงเมื่อความชื้นเริ่มต้นของเปลือกที่ใช้ทดลองมีค่าสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนเงินในการเข้าร่วมประชุมวิชาการและการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนางสาวมัตติกา มีศรี และนางสาวสายใจ นายนต์ สำหรับเก็บข้อมูลผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กิติยา กิจควรดี, ไพฑูรย์ อุไรรงค์, ณัฐหทัย เอพาณิช, นิพนธ์ มาฆทาน, ศิริวรรณ ตั้งวิสุทธิจิตและ ยุวดา เกิดโก. 2542. ผลของการลดความชื้นล่าช้าต่อคุณภาพเมล็ดและเมล็ดพันธุ์ข้าว. การประชุมสัมมนาทางวิชาการ “รวมใจภักดิ์รักษ์ข้าวไทย” ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี สถาบันวิจัยข้าวกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. วันที่ 8-9 กันยายน 2542, อ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี. 74-91.

Ginzburg, A.S. 1969. Application of Infrared Radiation in Food Processing. 174-254. London, U.K.: Leonard Hill.

Inprasit, C. and Athapol, N. 2001.Effect of drying air temperature and grain temperature of different types of dryer and operation on rice quality. Drying Technology 19(2): 389–404.

Mujumdar, A.S. 1995. Handbook of industrial drying. Volume 1. 2nd ed. New York: Marcel Dekker.

Ozisik, M.N. 1985. Heat transfer: a basic approach. New York: McGraw-Hill.

Pan, Z., R. Khir, K.L. Bett-Garber, E.T. Champagne, J.F. Thompson, A. Salim, B.R. Hartsough and S. Mohamed. 2011. Drying characteristics and quality of rough rice under infrared radiation heating. American Society of Agricultural and Biological Engineers 54(1): 203-210.