Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 461-464 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 461-464 (2553)

การเป่าอากาศเพื่อรักษาคุณภาพข้าวระหว่างการเก็บรักษา

Cold Aeration to Preserve Quality of Rice during Storage

ธีรานันท์ ขันงาม[1], ละมุล วิเศษ[1], บพิธ บุฝโชติ[1] และ ณัฐพล ภูมิสะอาด[1]

Teeranun Khan-ngarm[1], Lamul Wiset[1], Bopit Bubphachot[1] and Nattapol Poomsa-ad[1]

Abstract

Storage condition of rice affects on its quality, especially percentage in head rice and moisture content which are the criteria for price assessment in the market. The research was focused to study the changes in quality of Khao Dok Mali 105 under storage at the 15 °C which had cool aeration. Paddy was stored in 3 bins. The first and second bin were automatically aerated when the average temperature inside the bin raise to 18 °C and 20 °C and the third bin was daily aerated by ambient air from 05:00-07:00. The amount of 250 kg paddy was contained in each bin which was detected the temperature at 3 positions. These positions were at the bottom (30 cm) middle (60 cm) and the top (90 cm) of storage bin. Samples were taken from the same position with temperature detection before and every month for 3 months. Moisture content, percentages of head rice yield and whiteness index were determined which compared to paddy stored in bag. The results found that the initial moisture content of 14.24 % wet basis (wb) was decreased during storage in all conditions in the range of 9.07 – 11.06 % wb. For the percentage of head rice yield, it was increased from 30.42 % to 35.07, 35.23 and 32.31 % in the first bin, second bin and bag, respectively. However, it was decreased to 27.69 % in the third bin. For the whiteness index, it was in the range of 73.56 – 76.24.

Key word: head rice, storage, quality

บทคัดย่อ

สภาวะในการเก็บรักษาข้าวมีผลต่อคุณภาพของข้าว โดยเฉพาะร้อยละข้าวต้นและความชื้น ซึ่งเป็นตัวชี้วัดในการประเมินราคาข้าวในตลาด ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวในสภาวะที่เหมาะสมจึงสามารถรักษาคุณภาพข้าวไว้ได้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส แบบมีการเป่าลมเย็น โดยเก็บข้าวในถัง 3 ถัง โดยถังที่ 1 และ 2 เริ่มเก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีเงื่อนไข คือเครื่องจะทำการเป่าลมเย็นเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในกองข้าวเท่ากับ 18 และ 20 องศาเซลเซียส ในถังที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนถังที่ 3 เก็บที่อุณหภูมิแวดล้อมโดยเครื่องจะทำการเป่าเวลา 05:00 – 07:00 น.ทุกวัน ในแต่ละถังบรรจุข้าว 250 กิโลกรัม วัดอุณหภูมิของข้าวในถัง 3 จุด ได้แก่ ด้านล่าง (สูง 30 เซนติเมตร) กลาง (สูง 60 เซนติเมตร) และด้านบน (สูง 90 เซนติเมตร) ของถัง สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกก่อนการเก็บรักษาและทุกเดือนเป็นระยะเวลา 3 เดือน ที่ตำแหน่งเดียวกับจุดวัดอุณหภูมิ นำมาวิเคราะห์ความชื้น ร้อยละข้าวต้น และดัชนีความขาว เปรียบเทียบกับข้าวเปลือกในกระสอบ ผลการทดลองพบว่า จากข้าวเปลือกเริ่มต้นความชื้นร้อยละ 14.24 มาตรฐานเปียก มีค่าลดลงในระหว่างการเก็บรักษาในทุกสภาวะ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 9.07- 11.60 มาตรฐานเปียก ส่วนปริมาณร้อยละข้าวต้นของถังที่ 1 ถังที่ 2 และในกระสอบ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวก่อนการเก็บรักษาปริมาณข้าวต้นเริ่มต้นจากร้อยละ 30.42 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 35.07 35.23 และ 32.31 ตามลำดับ ส่วนถังที่ 3 ลดลงเหลือร้อยละ 27.69 สำหรับดัชนีความขาวในทุกสภาวะอยู่ในช่วง 73.56 – 76.24

คำสำคัญ ข้าวต้น, การเก็บรักษา, คุณภาพ

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกอันดับที่ 1 ของโลก ดังนั้นข้าวเปลือกก่อนการส่งออกจะต้องมีคุณภาพได้มาตรฐานตามที่กำหนดเพื่อเป็นที่ต้องการของตลาด มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีเหมาะสม เพื่อให้สามารถรักษาคุณภาพของข้าวเปลือกในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีปัจจัยที่สำคัญในการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ สถานที่เก็บรักษา วิธีการเก็บรักษาและระยะเวลา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพของข้าวด้านต่างๆ โดยเฉพาะคุณภาพที่มีผลต่อการประเมินราคาในการซื้อขายข้าวเปลือก เช่น ร้อยละข้าวต้น สี รวมถึงความชื้น ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและเคมีกายภาพที่ไม่สามารถมองเห็นได้แต่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการซื้อครั้งต่อไป คือ คุณภาพด้านการหุงต้ม โดยข้าวเก็บเกี่ยวใหม่เมื่อนำมาหุงต้มข้าวสุกจะเละ แฉะ ไม่ขึ้นหม้อ แต่เมื่อข้าวเปลือกผ่านการเก็บรักษาอย่างน้อย 4 เดือน คุณภาพในด้านการหุงต้มจะดีขึ้น รวมถึงร้อยละข้าวต้นสูงขึ้น อย่างไรก็ตามในระหว่างการเก็บรักษาเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงประสงค์คือ ข้าวจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นโดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง (Gras et al, 1989) และการสูญเสียกลิ่นหอมในระหว่างการเก็บรักษา มีรายงานว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 14 และ 15 °C (เมธินี และ คณะ, 2543 ; พัสกร, 2546; ละมุล และคณะ, 2550) สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของข้าวและชะลอการสูญเสียกลิ่นหอมได้ อย่างไรก็ตามการเก็บที่อุณหภูมิต่ำทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ดังนั้นการระบายความร้อนภายในกองข้าวจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถป้องกันการเสื่อมเสียนั้นได้ มีรายงานการใช้ท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน สามารถนำมาประยุกต์ในการระบายความร้อนระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือกได้ (Dussadee et al, 2007) ซึ่งใช้อากาศปกติ ด้วยการระบายอากาศและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นแนวทางในการรักษาคุณภาพของข้าวระหว่างการเก็บ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบายความร้อนออกจากกองข้าว โดยการใช้อากาศเย็นเป่าลมและเป่าด้วยอากาศแวดล้อมเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาแบบในกระสอบ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น ร้อยละข้าวต้นและดัชนีความขาวของข้าวเปลือกที่ผ่านการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 จากจังหวัดมหาสารคาม นำมาคัดแยกสิ่งเจือปน และนำข้าวเปลือกใส่ลงในถังขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 78 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร ใส่ข้าวลงในถังทั้งหมด 3 ถังจำนวน ถังละ 250 กิโลกรัม ต่อสายเทอร์โมคัปเปิ้ล เพื่อวัดอุณหภูมิของข้าวเปลือกภายในถัง (Figure 1)

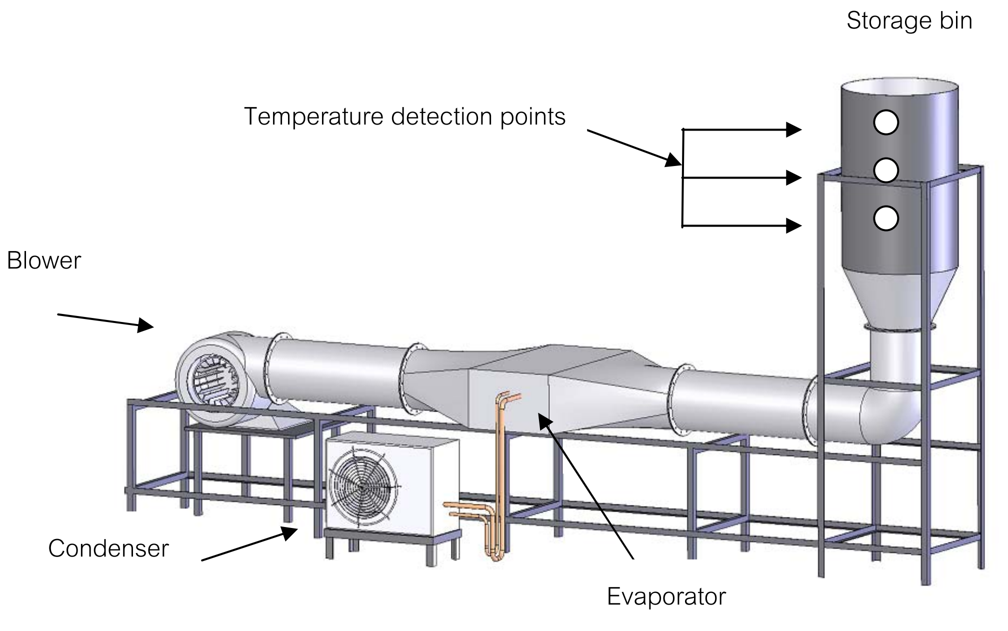

Figure 1 Diagram of storage bin wit aeration system

จากนั้นเป่าลมเย็นเข้าสู่ถังที่ 1 และ 2 โดยถังที่ 1 เป่าจนกระทั่งอุณหภูมิเฉลี่ยในกองข้าวเท่ากับ 15 °C แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °C โดยเครื่องจะทำการเป่าลมเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในกองข้าวเท่ากับ 18 °C ถังที่ 2 เป่าจนกระทั่งอุณหภูมิเฉลี่ยในกองข้าวเท่ากับ 15 °C แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °C โดยเครื่องจะทำการเป่าลมอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในกองข้าวเท่ากับ 20 °C ส่วนถังที่ 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อมซึ่งจะทำการเป่าลมแวดล้อมในช่วงเวลาประมาณ 05.00-07.00 น. ทุกวัน เก็บตัวอย่างข้าวเพื่อวิเคราะห์ ทำการเก็บตัวอย่างข้าวก่อนการเก็บรักษาและทุกๆ 30 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกจากถังเก็บถังละ 3 จุด คือ ส่วนบนสูงจากฐาน 90 เซนติเมตร ส่วนกลางสูงจากฐาน 60 เซนติเมตร ส่วนล่างสูงจากฐาน 30 เซนติเมตร จุดละ 1 กิโลกรัม นำมาวิเคราะห์ ความชื้น โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชม. (Anon, 1960) ร้อยละข้าวต้น (ข้าวที่มีความยาวมากกว่าร้อยละ 75 ของข้าวเต็มเมล็ด) ได้จากการนำข้าวเปลือกไปกะเทาะและขัดสี แล้วคัดแยกข้าวต้นออกจากข้าวหัก นำข้าวต้นไปชั่งน้ำหนักเทียบกับข้าวเปลือกแล้วคำนวณหาร้อยละข้าวต้น จากนั้นนำข้าวต้นที่ได้ไปวัดค่าสี (วัดค่า L*, a*, b* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Labรุ่น MiniScan XE Plus) เพื่อคำนวณหาดัชนีความขาวจากสูตร $100-((100-L)^2+a^2+b^2)^{1/2}$ สำหรับข้าวควบคุมเก็บในกระสอบบรรจุ 30 กิโลกรัมและสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้าวที่เป่าลม ซึ่งการทดลองดำเนินการในระหว่างเดือน มกราคม 2552-มีนาคม 2552

ผลและวิจารณ์การทดลอง

จากการเก็บรักษาข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีต่างๆและสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ ร้อยละข้าวต้นและดัชนีความขาวค่าที่ได้แสดงในตารางที่ 1 พบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นในข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงทุกสภาวะการเก็บรักษา เนื่องจากข้าวเปลือกมีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศแวดล้อม โดยถังที่ 1 มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด เนื่องมาจากว่าการเป่าลมเย็น และการเก็บที่อุณหภูมิช่วง 15-18 °C จากการตั้งค่าการทำงานเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยภายในกองข้าวสูงกว่า 18 °C เครื่องจึงมีการเป่าลมมากกว่าสภาวะอื่นๆ ซึ่งการเป่าลมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำนี้ ทำให้ข้าวเปลือกมีการแพร่ของน้ำออกมาสู่ภายนอกได้ง่ายความชื้นจึงลดต่ำลงกว่าสภาวะอื่นๆ โดยพบว่าความชื้นของข้าวเปลือกต่ำสุดในเดือนที่ 3

ส่วนปริมาณร้อยละข้าวต้นก่อนการเก็บรักษาร้อยละ 30.42 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 35.07 35.32 และ 33.35 ของถังที่ 1 ถังที่ 2 และในกระสอบ ตามลำดับ ในเดือนที่ 3 ซึ่งทั้งสามสภาวะนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนถังที่ 3 มีค่าร้อยละข้าวต้น 32.21 ซึ่งน้อยกว่าในสภาวะในถังที่ 1 และ 2 แต่ไม่แตกต่างกับการเก็บในกระสอบ การเพิ่มขึ้นของร้อยละข้าวต้นเนื่องมาจากว่าข้าวสามารถทนต่อแรงกระแทกในระหว่างการขัดสีได้เพิ่มขึ้น การยึดเกาะกันระหว่างพันธะเคมีภายในเมล็ดข้าวมีค่ามากขึ้น ทำให้ข้าวมีการแตกหักน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Adhikarinayake et al. (2006) และ ละมุล และคณะ (2550) ที่พบการเพิ่มว่าปริมาณข้าวต้นของข้าวมีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

Table 1 Moisture content, head rice and whiteness index of rice from various conditions

Storage Conditions	Month	Moisture Content (% wet basis)	Head Yield (%)	Whiteness Index
Before storage	-	14.24 ± 0.08^{a}	30.42 ± 2.67^{d}	73.56 ± 0.41^{g}
Cold aeration keep at	1	12.91 ± 0.43^{bcd}	32.44 ± 0.36^{abcd}	74.78 ± 0.93^{e}
15 -18 °C	2	9.65 ± 0.56^{de}	35.13 ± 1.42^{ab}	75.86 ± 0.42^{ab}
(250 kg/bin)	3	9.07 ± 0.80^{e}	35.07 ± 1.18^{ab}	75.97 ± 0.72^{ab}
Cold aeration keep at	1	12.11 ± 0.43^{bcde}	33.95 ± 1.83^{abc}	75.63 ± 0.69^{bc}
15 -20 °C	2	10.20 ± 1.31^{cde}	35.5 ± 1.54^{a}	74.55 ± 0.30^{e}
(250 kg/bin)	3	10.16 ± 0.74^{bcde}	35.23 ± 0.84^{ab}	76.24 ± 0.68^{a}
Ambient aeration	1	12.65 ± 0.26^{ab}	31.52 ± 0.96^{cd}	75.31 ± 0.31^{cd}
(250 kg/bin)	2	11.84 ± 0.27^{bc}	32.34 ± 1.18^{bcd}	75.85 ± 0.08^{ab}
	3	11.89 ± 0.63^{bcd}	32.21 ± 1.95^{bcd}	75.63 ± 0.45^{bc}
Bag	1	13.50 ± 0.18^{bc}	33.70 ± 2.87^{abc}	74.92 ± 0.03^{de}
(300 kg/bag)	2	$11.45 \pm 0.10b^{cd}$	31.44 ± 1.21^{cd}	75.33 ± 0.05^{cd}
	3	$10.89 \pm 0.14b^{cde}$	33.35 ± 0.44^{abcd}	74.06 ± 0.49^{f}

Means within a column with the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$) by DMRT

ส่วนค่าดัชนีความขาวของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือนที่สภาวะต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ค่าดัชนีความขาวของข้าวยังเป็นค่าค่อนข้างสูง ใกล้เคียงกับงานวิจัยของละมุล และคณะ (2550) เนื่องจากการเก็บรักษาเพียง 3 เดือน และเป็นช่วงฤดูหนาวทำให้ค่าดัชนีความขาวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโดยส่วนใหญ่เนื่องมาจากการเก็บรักษาข้าวเปลือกที่อุณหภูมิเร่งให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลสูงขึ้น (Gras et al., 1989)

จากการเก็บรักษาข้าวเปลือกภายใต้สภาวะที่แตกต่างกันเพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในด้านความชื้น ร้อยละข้าวต้นและดัชนีความขาว ผลการทดลองที่ได้แม้จะมีความแตกต่างทางสถิติ แต่การเปลี่ยนแปลงภายในเวลา 3 เดือน ยังถือว่าเป็นระยะเวลาที่สั้นสำหรับการเก็บรักษาข้าว อย่างไรก็ตามการเป่าลมเย็นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำให้ผลการทดลองในแนวโน้มที่ดีของปริมาณข้าวต้น ในงานวิจัยนี้ไม่ได้วิเคราะห์ความหอมซึ่งเป็นดัชนีที่สำคัญของข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นได้ว่าการเป่าลมเย็นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถรักษากลิ่นหอมไว้ได้มากกว่าสภาวะอื่น(ละมุล และคณะ, 2550)

สรุป

การเก็บรักษาข้าวเปลือกภายใต้การเป่าอากาศเย็นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำในช่วง 15-18 $^{\circ}$C (ถังที่ 1) และอุณหภูมิต่ำในช่วง 15-20 $^{\circ}$C (ถังที่ 2) มีแนวโน้มที่ดีในด้านร้อยละข้าวต้นซึ่งมีค่าสูงสุดเมื่อผ่านไป 3 เดือน สำหรับความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาในทุกสภาวะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 9.07- 11.60 มาตรฐานเปียก ส่วนดัชนีความขาวอยู่ในช่วง 73.56 – 76.24

คำขอบคุณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ พร้อมทั้งทีมงานวิจัย คุณวีระศักดิ์ พรมโคกกลาง และ คุณดวงพร ศรีวะรมย์ ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลและการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

พัสกร เจียตระกูล.2546 ผลของอุณหภูมิ และความชื้นต่อคุณภาพการสีข้าวขาวดอกมะลิ 105. เครือข่ายข้อมูลวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว.

เมธินี เห่วซึ่งเจริญ. สุภศักดิ์ ลิมปิติ. ทวีชัย นิมาแสง และพัสกร เจียตระกูล. 2545. การรักษาข้าวดอกมะลิให้คงความหอม ด้วยวิธี Grain Chilling. ผลงานวิจัยโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว.

ละมุล วิเศษ. ณัฐพล ภูมิสะอาด และอนงค์ ไกรสูนย์. 2550. คุณภาพและปริมาณสารหอม 2-แอซีติ-1-ไพรโลลีนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้การเก็บแบบเป่าอากาศ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38-5 : 345-348

Adhikarinayake,T.B., K.B. Palipane and J. Muller. 2006. Quality change and mass loss of paddy during airtight storage in a ferro-cement bin in sri lanka. Journal of stored Products Research. 42: 377-390.

Anon, 1960. Official and Tentative Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists,[9th] ed. Published by the Association of Official Agricultural Chemists,P.O. Box 540, Benjamin Franklin Station, Washington, D.C.

Dussadee,N., T.Punsaensri. and T.Kiatsiriroat. 2007. Temperature control of paddy bulk storage with aeration-thermosyphon heat pipe. Energy Convertion and Management, 48: 138-145.

Gras.P.W.,H.J.Banks.,M.L.Bason and L.P.Arriola.1989. A quantitative study of the influence of temperature, water activity and storage atmosphere on the yellowing of milled rice. Journal of Cereal Science. 9(1):77-89