Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 345-348 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 345-348 (2550)

คุณภาพและปริมาณสารหอม 2-แอซีติล-1-ไพรโรลีนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้การเก็บแบบเป่าอากาศ

Quality and 2-acetyl-1-pyrroline content of Khao Dawk Mali 105 rice storage under aeration

ละมุล วิเศษ[1] ณัฐพล ภูมิสะอาด[1] และอนงค์ ไกรสูนย์[2]
Lamul Wiset[1], Nattapol Poomsa-ad[1] and Anong Kraisoon[2]

Abstract

Rice quality is changed during storage depend on the preservative conditions. The objective of this research was to investigate the changing in physical properties, viscosity properties and 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) content of Khao Dawk Mali 105 rice during storage under aeration. The aeration temperatures were 14, 16, and 18 °C as well as the control using ambient air with a constant air velocity of 0.5 m/s. The 250 kg paddy was stored for each bin. It was daily aerated during 11.00-13.00. Samples were taken before, during and after 4 months storage to determine in moisture content, percentage of head rice yield, whiteness index, viscosities properties and 2-Acetyl-1-Pyrroline. The results found that the trend of moisture content of paddy and whiteness index decreased during storage. The percentage of head rice yield was the most increased in a bin of aeration at 18 °C. The 2AP content was positively decreased with the storage time. However, the aeration at 14 °C showed the lower decreasing in 2AP.

Keywords: aeration, Khao Dawk Mali 105, rice quality, storage

บทคัดย่อ

คุณภาพข้าวมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับสภาวะในการเก็บรักษา งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางความหนืดและปริมาณสารหอม 2-แอซีติล-1-ไพรโรลีน ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้การเก็บแบบเป่าด้วยอากาศเย็น ที่อุณหภูมิ 14 16 และ 18 °C และเป่าด้วยอากาศแวดล้อมเป็นชุดควบคุม ความเร็วลมในการเป่า 0.5 เมตร/วินาที โดยบรรจุข้าว 250 กิโลกรัม ในถังเก็บ เป่าอากาศทุกวันในช่วงเวลาประมาณ 11.00 -13.00 น. สุ่มตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา ระหว่างและหลังเก็บ 4 เดือน เพื่อตรวจสอบความชื้น ร้อยละข้าวต้น ดัชนีความขาว สมบัติทางความหนืดและปริมาณ 2-แอซีติล-1-ไพรโรลีน ผลการทดลองพบว่าความชื้นข้าวเปลือกและดัชนีความขาวมีแนวโน้มลดลง ร้อยละข้าวต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุดในถังที่เป่าลม 18 °C สมบัติทางความหนืดมีค่าแตกต่างกันที่การเป่าลมอุณหภูมิต่างๆ สำหรับปริมาณสารหอม 2-แอซีติล-1-ไพรโรลีน ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามการเป่าลมที่ 14 องศาเซลเซียส มีการลดลงของ 2-แอซีติล-1-ไพรโรลีน น้อยที่สุด

คำสำคัญ: การเป่าอากาศ การเก็บรักษา ข้าวขาวดอกมะลิ 105 คุณภาพข้าว

คำนำ

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวของไทยที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งต่างและในประเทศ เนื่องจากข้าวหุงสุกมีลักษณะเหนียวนุ่มและมีกลิ่นหอม ความหอมในข้าวเกิดจากสารหอมระเหย โดยพบว่าในข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีสารระเหยมากกว่า 140 ชนิด ตัวสำคัญที่บ่งชี้ถึงความหอม ได้แก่ 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) (Mahatheeranont *et al*., 2001) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารหอมจะลดน้อยลงในระหว่างการเก็บรักษา และอาจมีกลิ่นเหม็นอับหรือกลิ่นหืนเกิดขึ้น (Widjaja *et al*., 1996 และ Wongpornchai *et al*., 2004) อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้การลดลงของ 2AP เกิดขึ้นอย่างช้าๆ (เมธินี และคณะ, 2546) นอกจากนี้วิธีการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษาและระยะเวลาในการเก็บส่งผลต่อคุณภาพของข้าวด้านต่างๆ โดยเฉพาะในด้านเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกและสมบัติด้านความหนืด การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงทำให้การเกาะติดกันของข้าวลดน้อยลง (Meullenet *et al*., 2000 และ Pearce *et al*., 2001) อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาทำให้

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Mahasarakham,44150
[2]คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
[2]Faculty of Technology, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Mahasarakham,44150

ได้ข้าวต้นหรือข้าวเต็มเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากข้าวที่ผ่านการเก็บรักษามีความแกร่งทนต่อการขัดสีได้มากขึ้น ทำให้ข้าวแตกหักน้อยลง (Pearce *et al*., 2001 และ Ranalli *et al*., 2003)

การเก็บรักษาข้าวในถังแบบมีการเป่าเพื่อระบายอากาศมีข้อดี คือ ได้ระบายความร้อนที่สะสมภายในกองข้าว สามารถป้องกันการหายใจของเมล็ดข้าวที่สูงขึ้นซึ่งมีผลต่อความชื้นสูงขึ้นทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี และมีผลทำให้ข้าวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Phillips *et al*., 1988 และ Ranalli *et al*., 2003) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งเพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงของสารหอม และเนื่องจากเมล็ดข้าวมีคุณสมบัติในการนำความร้อนได้ไม่ดี การเป่าอากาศเย็นจึงไม่จำเป็นต้องกระทำตลอดเวลา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการเป่าอากาศเย็นเพื่อรักษาความหอมของข้าวและศึกษาถึงผลของการเป่าอากาศต่อคุณภาพของข้าวด้านกายภาพและเคมีกายภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 จาก อำเภอจังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด ความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 13 มาตรฐานเปียก มาเก็บในถังเหล็กซึ่งต่อด้วยระบบทำความเย็น หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 78 ซม. สูง 120 ซม. บรรจุข้าวเปลือก 250 กก./ถัง เป่าอากาศอุณหภูมิ 14 16 และ 18 องศาเซลเซียส และเป่าด้วยอากาศแวดล้อมเป็นชุดควบคุม ด้วยความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที ทุกวันในช่วงเวลา 11.00 -13.00 น. ทำการทดลองในช่วง มกราคม 2549-พฤษภาคม 2549 ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสาคาม ทำการสุ่มตัวอย่างก่อนการเก็บรักษาและทุกเดือน เป็นระยะเวลา 4 เดือน นำมาวิเคราะห์ ปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชม. ร้อยละข้าวต้น (ข้าวที่มีความยาวมากกว่าร้อยละ 75 ของข้าวเต็มเมล็ด) ดัชนีความขาว (วัดค่า L*, a*, b* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Labรุ่น MiniScan XE Plus คำนวณดัชนีความขาวจากสูตร = 100 - $\sqrt{(100-L)^2+a^2+b^2}$) สุ่มตัวอย่างก่อนการเก็บ เดือนที่ 1 และเดือนที่ 4 สำหรับวิเคราะห์ปริมาณ 2AP ตามวิธีของ Wongpornchai *et al*. (2004) และวิเคราะห์สมบัติด้านความหนืดของแป้งข้าวด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyser (RVA)

ผล

การเป่าลมข้าวเปลือกในระหว่างการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวเปลือก จากความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 13 มาตรฐานเปียก มีค่าลดลงในระหว่างการเก็บรักษาในทุกสภาวะ ดังแสดงในภาพที่ 1 และมีแนวโน้มคงที่ในเดือนที่ 2 ประมาณร้อยละ 10 มาตรฐานเปียก ยกเว้นการเป่าด้วยอากาศแวดล้อม ความชื้นมีการเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 และลดลงในเดือนที่ 3 สำหรับร้อยละข้าวต้นก่อนการเก็บรักษามีค่าประมาณร้อยละ 37 จากการเป่าลมที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าร้อยละข้าวต้นมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาในทุกสภาวะ โดยการเป่าด้วยลมเย็นอุณหภูมิ 18 °C มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของร้อยละข้าวต้นมีค่าสูงสุด ประมาณร้อยละ 45 โดยที่เริ่มมีค่าคงที่ในเดือนที่ 2 ในขณะที่การเป่าด้วยลมเย็น 14 °C ทำให้ร้อยละข้าวต้นเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆในระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งการเก็บรักษาเดือนที่ 4 ปริมาณข้าวต้นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 41

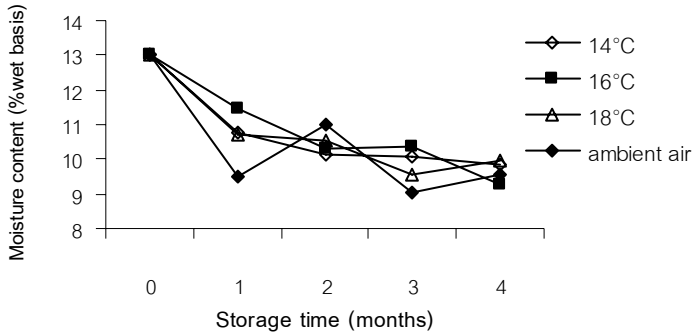

Figure 1 Change of moisture content of Khao Dawk Mali 105 during storage under different temperatures aeration.

ดัชนีความขาวของข้าวที่ได้จากการคำนวณจากค่า L* a* และ b* พบว่าดัชนีความขาวมีค่าลดลงในเดือนที่ 3 ในทุกสภาวะการเป่าลม และเริ่มมีค่าคงที่หลังจากเดือนที่ 3 จากค่าเริ่มต้นประมาณ 75 ลดลงเหลือประมาณ 70 ในทุกสภาวะหลังการเก็บ 4 เดือน ดังแสดงในภาพที่ 3

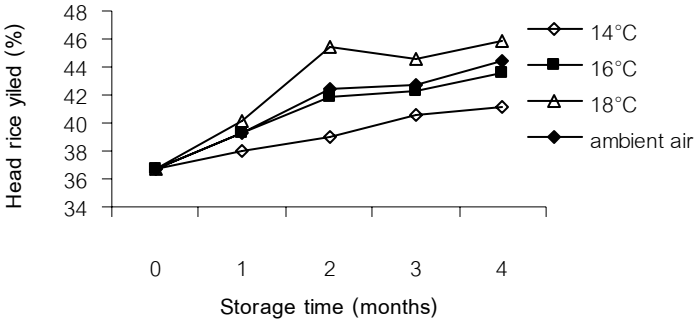

Figure 2 Change of head rice yield of Khao Dawk Mali 105 during storage under different temperatures aeration.

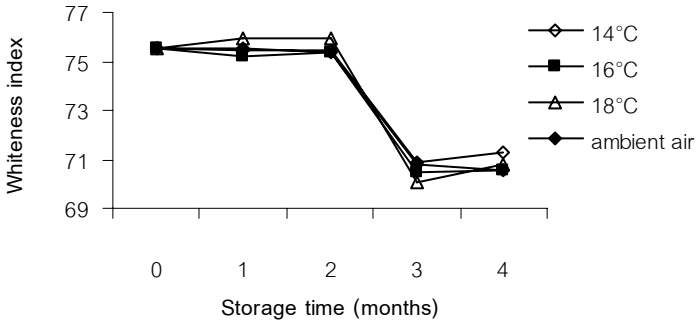

Figure 3 Change of whiteness index of Khao Dawk Mali 105 during storage under different temperatures aeration.

การเป่าลมที่อุณหภูมิแตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือกมีผลต่อการลดลงของปริมาณสารหอม 2AP และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางความหนืดของแป้งข้าว โดยพบว่าหลังการเก็บรักษา 4 เดือน การเป่าลมที่ 14 °C สามารถรักษาปริมาณ 2AP ได้สูงสุดถึงประมาณร้อยละ 83 ในขณะที่การเป่าลมด้วยอากาศแวดล้อมทำให้ปริมาณ 2AP เหลืออยู่เพียงร้อยละ 48 สำหรับการเป่าลมที่ 16 และ 18 °C หลังการเก็บ 4 เดือน ปริมาณ 2AP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณ 2AP เหลืออยู่ร้อยละ 67 และ60 ตามลำดับ ส่วนสมบัติทางความหนืด ได้แก่ Peak viscosity Breakdown Setback และ Pasting Temp มีค่าแตกต่างกันเนื่องจากอุณหภูมิการเป่าและเมื่อผ่านการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 1

วิจารณ์ผล

การเป่าลมที่อุณหภูมิแตกต่างกันทำให้ข้าวมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน โดยเฉพาะในด้านของปริมาณ 2AP ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความหอม มีปริมาณลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Wongpornchai *et al.* (2004) ในการทดลองการเป่าด้วยลมอุณหภูมิ 14 °C สามารถชะลอการลดลงของ 2AP ได้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานของ เมธินี และคณะ (2546) ที่ว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำมีปริมาณ 2AP สูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เนื่องมาจากที่อุณหภูมิสูงเร่งการระเหยของ 2AP ให้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามกลับพบว่าปริมาณข้าวต้นในระหว่างการเก็บรักษามีปริมาณสูงเมื่อเป่าลมที่ 18 °C อาจเนื่องมาจากที่อุณหภูมินี้เหมาะสมต่อการเกาะตัวกันของพันธะภายในเม็ดแป้งทำให้ข้าวทนต่อแรงขัดสีได้มากขึ้น ปริมาณข้าวต้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ((Pearce *et al.*, 2001 และ Ranalli *et al.*, 2003) สำหรับความชื้นมีค่าลดลงเนื่องจากข้าวมีสมบัติในการแลกแปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศเพื่อปรับตัวเข้าสู่สมดุล และอาจมีค่าเพิ่มสูงขึ้นได้เช่นเดียวกันหากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าสูง ส่วนการเปลี่ยนแปลงภายในของเม็ดแป้งระหว่างการเก็บรักษาทำให้สมบัติด้านความหนืดมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อสมบัติด้านความหนืดมากกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเป่า ส่วนข้าวที่ผ่านการเก็บรักษาจะมีความเป็นสีเหลืองมากขึ้นจากรายงานของ Phillips *et al.* (1988) เช่นเดียวกับผลการทดลองที่ดัชนีความขาวมีค่าลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นจากผลการทดลองหากพิจารณาสภาวะที่เหมาะสมในการเป่าลมจะเห็นได้ว่าหากเลือกปริมาณข้าวต้นที่สูงในระหว่างการเก็บรักษา การเป่าที่ 18 °C จะให้ค่าสูงสุดโดยที่ปริมาณสารหอม 2AP ยังคงสูงกว่าการเป่าด้วยอากาศแวดล้อม

ตารางที่ 1 ปริมาณ 2-แอซีติล-1-ไพรโรลีนและสมบัติด้านความหนืดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการเก็บภายใต้การเป่าลม

อุณหภูมิการเป่าในระหว่างการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณ 2AP (ppm)	สมบัติด้านความหนืด			
			Peak viscosity (RVU)	Breakdown (RVU)	Setback (RVU)	Pasting Temp (°C)
-	ก่อนการเก็บรักษา	1.58 ± 0.12^{a}	267.3 ± 9.7^{a}	144.4 ± 5.1^{ab}	75.0 ± 5.1^{bc}	73.6 ± 0.1^{bc}
14 °C	1	1.14 ± 0.15^{ab}	260.7 ± 14.9^{a}	144.5 ± 7.7^{ab}	74.8 ± 1.5^{bc}	73.3 ± 0.6^{c}
	4	1.32 ± 0.08^{abc}	188.5 ± 5.8^{c}	86.1 ± 1.2^{d}	71.3 ± 1.4^{d}	73.6 ± 0.8^{bc}
16 °C	1	1.41 ± 0.15^{ab}	266.4 ± 5.6^{a}	146.8 ± 10.2^{ab}	74.2 ± 0.5^{c}	73.2 ± 0.6^{c}
	4	1.06 ± 0.13^{cde}	186.1 ± 1.4^{c}	96.8 ± 4.6^{d}	70.0 ± 0.7^{d}	74.4 ± 0.1^{b}
18 °C	1	1.21 ± 0.42^{bcd}	257.8 ± 7.4^{a}	142.0 ± 8.9^{ab}	77.3 ± 1.4^{b}	73.3 ± 0.4^{c}
	4	0.95 ± 0.07^{cde}	209.0 ± 6.4^{b}	107.8 ± 0.9^{c}	75.9 ± 1.0^{bc}	74.4 ± 0.8^{b}
อากาศ	1	0.91 ± 0.07^{de}	268.5 ± 6.4^{a}	154.6 ± 4.6^{a}	80.8 ± 2.0^{a}	73.3 ± 0.4^{c}
แวดล้อม	4	0.76 ± 0.08^{e}	191.9 ± 3.9^{c}	87.4 ± 3.3^{d}	80.1 ± 1.4^{a}	75.5 ± 0.6^{a}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (DMRT)

สรุป

การเป่าลมที่อุณหภูมิ 14 °C ในระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือกสามารถชะลอการลดลงของ 2AP ได้ดีที่สุด แต่การเพิ่มขึ้นของร้อยละข้าวต้นสูงสุดเมื่อเป่าลมที่ 18 °C ความชื้นและดัชนีความขาวมีแนวโน้มลดลง สมบัติด้านความหนืดแตกต่างกันที่การเป่าลมอุณหภูมิต่างกันและเมื่อผ่านการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัย จากงบรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปี 2549 และขอขอบคุณ นายวงศ์วิวัฒน์ วังสุริย์ นายสุรเดช หนอสีหา นายภูมินทร์ ดรกันหา และนายเสมียน อานไธสง สำหรับการสร้างถังแบบมีการเป่าอากาศและเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

เมธินี เห่วซึ่งเจริญ, ศุภศักดิ์ ลิมปิติ, ทวีชัย นิมาแสง และพัสกร เจียตระกูล. 2546. การรักษาข้าวขาวดอกมะลิให้คงความหอมด้วยวิธี Grain Chilling. *เครือข่ายข้อมูลวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว* (9 มกราคม): 12 หน้า.

Mahatheeranont, S., Keawsa-ard, S., and Dumri, K. 2001. Quantification of the rice aroma compound, 2-acetyl-1-pyrroline, in uncooked Khao Dawk Mali 105 brown rice. *J. Agric. Food Chem*. 49: 773-779.

Meullenet, J., Marks, B.P., Hankins, J., Griffin, V.K. and Daniels, M.J. 2000. Sensory Quality of Cooked Long Grain Rice as Affected by Rough Rice Moisture Content, Storage Temperature and Storage Duration. *Cereal Chemistry*. 77(2): 259-263.

Pearce, M.D., Marks, B.P. and Meullenet, J.-F. 2001. Effects of Postharvest Parameters on Functional Changes During Rough Rice Storage. *Cereal Chemistry*. 78(3): 354-357.

Phillips, S. Widjaja, S., Wallibridge, A. and Cooke, R. 1988. Rice Yellowing during Post-harvest Drying by Aeration and during Storage. *J. Stored Prod. Res*. 24(3): 173-181.

Ranalli, R.P., Howell, T.A. and Siebenmorgen, T.J. 2003. Effects of Controlled Ambient Aeration on Rice Quality during On-Farm Storage. *Cereal Chemistry*. 80(1):9-12.

Widjaja, R., Craske, J.D., and Wootton, M. 1996. Changes in volatile components of paddy, brown and white fragrant rice during storage. *J. Sci. Food Agric*. 71: 218-224.

Wongpornchai, S., Dumri, K., and Jongkaewwattana, S. 2004. Effect of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa L.*) cv. Khao Dawk Mali 105. *Food Chemistry*. 87: 407-414.