Agricultural Sci. J. 34 : 4-6 (Suppl.) : 149-152 (2003) ว. วิทย. กษ. 34 : 4-6 (พิเศษ) : 149-152 (2546)

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105

Effect of Temperature and Storage time on Texture of Cooked Rice cv. Khao Dawk Mali

พัสกร เจียตระกูล[1] เมธินี เห่วซึ่งเจริญ[2] และ ศุภศักดิ์ ลิมปิติ[1]
Passakorn Jiatrakul[1], Methinee Haewsungcharern[2] and Supasark Limpiti[1]

Abstract

Paddy cv. Khao Dawk Mali 105 was stored at 10, 15 °C and ambient temperature (28 °C) for 6 months, without controlling the relative humidity of the inlet air. The cooking quality of the brown and milled rice depended on the storage time and temperature. The water absorption of both rice increased with storage time and the milled rice absorbed more water more than the brown rice. The absorption ratio of the milled rice was 2.60 and of the brown rice was 1.56, therefore the cooking time depended on the amylose content and the storage time. However the amylose content of the paddy stored at 10 and 15 °C was relatively constant at 13.1–13.5% and 13.1-14.6% while stored at ambient temperature. The hardness of the cooked rice increased with the storage time and temperature, but the stickiness decreased. A quantity of 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) in brown rice was more than in milled rice and decreased with the storage time. The aroma of the brown and milled rices can be preserved for 4 months when the paddy was stored at 15 °C.

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 10 15 °ซ. และอุณหภูมิห้อง (28 °ซ.) เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยไม่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความสามารถในการดูดน้ำของข้าวกล้องและข้าวสาร โดยข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิสูงจะสามารถดูดน้ำได้มากกว่า เมื่อเก็บรักษาข้าวนานขึ้นความสามารถในการดูดน้ำจะเพิ่มขึ้น และข้าวสารสามารถที่จะดูดน้ำได้มากกว่าข้าวกล้อง อัตราส่วนการดูดน้ำของข้าวสารเฉลี่ย เท่ากับ 2.60 และอัตราส่วนการดูดน้ำของข้าวกล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 ดังนั้นการหุงข้าวสารจึงใช้ระยะเวลาสั้นกว่าการหุงข้าวกล้อง ซึ่งระยะเวลาในการหุงข้าวกล้องและข้าวสารจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา และปริมาณอะไมโลสของข้าว ข้าวที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 10 และ 15 °ซ. จะมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วง 13.1–13.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องอยู่ในช่วง 13.1–14.6 เปอร์เซ็นต์ ความแข็ง (Hardness) ของข้าวสุก จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำจะมีความแข็งน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง แต่มีความเหนียวของข้าวสุก (Stickiness) มากกว่า ความหอมหรือปริมาณสาร 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) โดยเฉลี่ยที่พบในข้าวกล้องจะมากกว่าข้าวสารและมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา การเก็บที่ 15 °ซ. สามารถชะลอการลดลงของสาร 2AP ได้ดีกว่าการเก็บทีอุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 4 เดือนแรก

คำนำ

ข้าวเป็นพืชที่สำคัญของประเทศไทย เป็นทั้งอาหารหลักของคนทั้งประเทศและยังเป็นสินค้าเกษตรส่งออกที่สำคัญ นำเงินตราเข้ามาสู่ประเทศมากมาย การที่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นที่ยอมรับในหมู่ผู้บริโภคนั้นเนื่องมาจาก ข้าวสุกมีลักษณะเหนียวนุ่มและมีกลิ่นหอม โดยมีลักษณะของกลิ่นคล้ายกับกลิ่นใบเตย ซึ่งมีสาร 2–acetyl–1–pyrroline (2AP) เป็นหลัก ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก และการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม ในระหว่างการเก็บรักษาจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บรักษาข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 10 15 °ซ. และอุณหภูมิห้อง (28 °ซ.) เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยไม่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า (พัสกร, 2546) ทำการวัด ความสามารถการดูดน้ำ (Daniels *et al.*,1998) ระยะเวลาใน

[1] สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2] ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

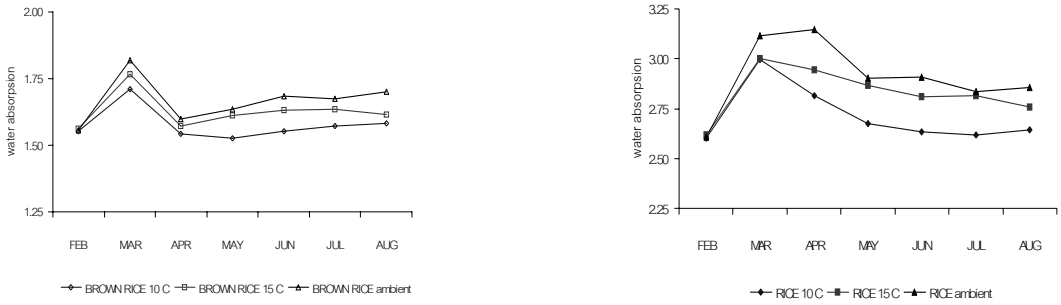
การหุง ปริมาณอะไมโลส (งามชื่น, 2540) ปริมาณสารหอม ในข้าวกล้อง (Mahatheetanont *et al*., 2001) และลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (Texture Profile Analysis) (พัสกร, 2546)

การหุงข้าวกล้องใช้อัตราส่วน ข้าวกล้อง : น้ำ ในอัตราส่วน 1 : 2 โดยปริมาตร ส่วนการหุงข้าวสวยใช้อัตราส่วน ข้าวสาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1 : 1.2 โดยปริมาตร (Juliano and Perez, 1983) การหาเวลาในการหุงข้าว จะใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้า (National : SR – D10HN) ขนาด 1 ลิตรที่มีระบบอุ่นอัตโนมัติ บันทึกเวลาเมื่อปุ่มหุงหยุดทำงาน

ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณการดูดน้ำของข้าวกล้องและข้าวสาร

ข้าวเปลือกที่เก็บรักษาไว้ในแต่ละอุณหภูมิ จากนั้นนำมาสีเป็นข้าวกล้องและข้าวสารแล้วนำมาหาปริมาณการดูดน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในภาพที่ 1

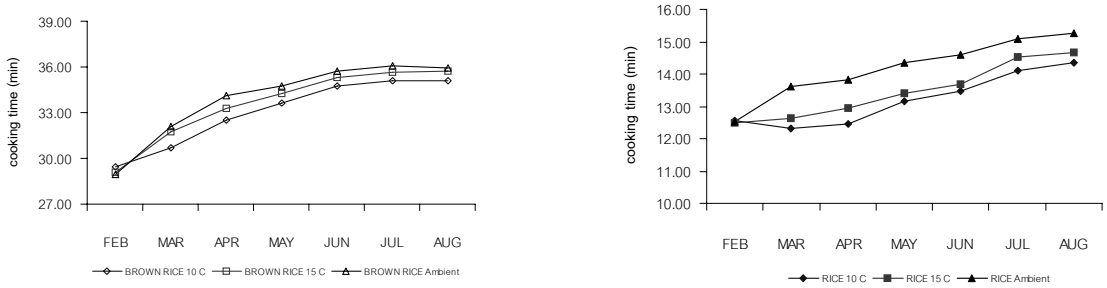


ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า การดูดน้ำของข้าวกล้องและข้าวสาร โดยเก็บข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่างๆ ในแต่ละเดือน

เมื่อพิจารณาดูจากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า ข้าวสารจะมีปริมาณการดูดน้ำได้มากกว่าข้าวกล้อง ณ เวลาเดียวกัน ซึ่งในการทดลองใช้ระยะเวลาเพื่อที่จะให้ข้าวดูดน้ำเป็นระยะเวลา 20 นาที การที่น้ำสามารถเข้าสู่เมล็ดข้าวสารได้ง่ายกว่า เพราะข้าวกล้องมีส่วนของเยื่อหุ้มผล (pericarp) ห่อหุ้ม endosperm ก็คือข้าวสารนั่นเอง ซึ่งส่วนเยื่อหุ้มนี้มีโปรตีนจะเป็นตัวขัดขวางไม่ให้น้ำได้เข้าสู่เมล็ดได้ง่าย (Hamaker, 1993; งามชื่น, 2540) ส่งผลให้ระยะเวลาในการหุงข้าวกล้องนานขึ้น

การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการหุงข้าวกล้องและข้าวสาร

จากผลการทดลองพบว่าทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการหุงข้าว ไม่ว่าจะเป็นข้าวกล้องหรือข้าวสาร ($P<0.01$) แสดงผลการทดลอง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงเวลาในการหุงข้าวกล้องและข้าวสาร โดยเก็บข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่างๆ ในแต่ละเดือน

จากภาพที่ 2 ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงข้าวจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยข้าวเปลือกที่เก็บรักษาโดยการระบายด้วยอากาศแวดล้อมจะใช้ระยะเวลาในการหุงนานกว่า ข้าวที่เก็บรักษาไว้ในชุดควบคุมอุณหภูมิ สำหรับข้าวกล้องจะใช้ระยะเวลาในการหุงนานกว่าข้าวสาร เนื่องจากโปรตีนตรงส่วนเยื่อหุ้มผล (pericarp) จะขัดขวางการซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว

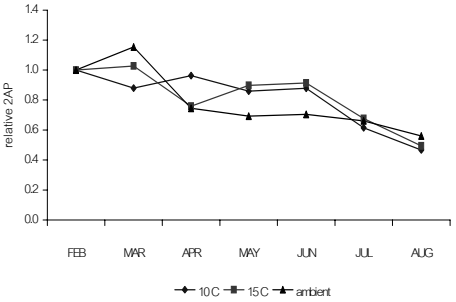
การเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลสในข้าวสาร

ก่อนเริ่มต้นการทดลองข้าวสารมีปริมาณอะไมโลสประมาณร้อยละ 13.14 หลังจากนั้นนำข้าวเปลือกไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่า ข้าวที่เก็บรักษาไว้ในในอุณหภูมิต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงของอะไมโลสน้อยมาก ไม่มีความแตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญ (P>0.05) คือ ข้าวที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 10 และ 15 °ซ. จะมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วง 13.1–13.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องอยู่ในช่วง 13.1–14.6 เปอร์เซ็นต์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ในข้าวกล้อง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ในข้าวกล้องเก็บรักษาเก็บไว้ในอุณหภูมิต่างๆ ในแต่ละเดือนแสดงดังภาพที่ 3 แสดงเป็นปริมาณของแต่ละเดือนเทียบกับปริมาณเริ่มต้น (relative 2AP)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร 2AP ในข้าวกล้อง เมื่อเทียบกับปริมาณเริ่มต้นโดยเก็บข้าวเปลือกในอุณหภูมิต่างๆ

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิต่ำแต่เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถยับยั้งการลดลงของปริมาณสาร 2AP ได้ และในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 °ซ. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บรักษา จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการลดลงของสาร (P<0.05) และอาจรวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นด้วยเช่นกัน

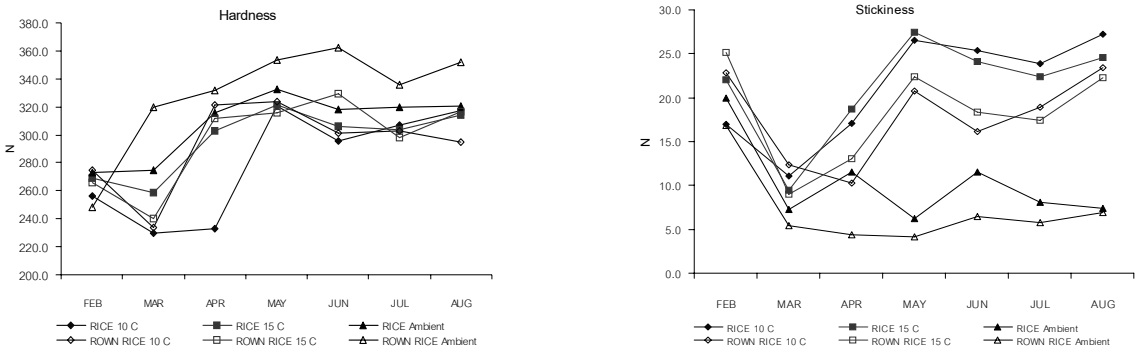
ปริมาณสาร 2AP โดยเฉลี่ยที่พบในข้าวกล้องจะมากกว่าข้าวสาร อาจเนื่องมาจากขั้นตอนการสีจากข้าวกล้องให้เป็นข้าวสารนั้นมีความร้อนเกิดขึ้น สาร 2AP ซึ่งเป็นสารระเหยอาจจะระเหยออกมาบางส่วนทำให้พบปริมาณในข้าวสารน้อยกว่า และปริมาณสารที่พบมีแนวโน้มที่ลดลง (พัสกร, 2546)

ลักษณะเนื้อสัมผัสข้าวสุก (Texture Profile Analysis of Cooked Rice)

ลักษณะของเนื้อสัมผัสของข้าวสุกวัดโดยเครื่องมือ Texture analyzer : TA-XT2I ทำการวัดแบบ Texture Profile Analysis (TPA) เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงความแข็ง (Hardness) และความเหนียว (Stickiness) ของข้าวสุก ดังภาพที่ 4

การเปลี่ยนแปลงค่า Hardness ของข้าวกล้องสุกและข้าวสวยพบว่า การเก็บรักษาข้าวเปลือกที่อุณหภูมิที่สูงกว่าส่งผลให้ลักษณะของเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของเมล็ดข้าวสุกมีค่าสูงกว่า การเก็บรักษาไว้ในชุดควบคุมอุณหภูมิทั้ง 10 และ 15 °ซ. ค่าความแข็งจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บรักษาและความชื้นของข้าวเปลือก (Meullenet *et al*., 2000)

การเปลี่ยนแปลงค่า Stickiness ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเหนียวและการยึดเกาะติดกันของเม็ดข้าวสุก ข้าวกล้องสุกและข้าวสวยพบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ข้าวที่เก็บรักษาโดยการระบายด้วยอากาศแวดล้อมจะมีค่า Stickiness น้อยกว่าข้าวที่เก็บรักษาในชุดควบคุมอุณหภูมิอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยข้าวสุกจะร่วนไม่ยึดเกาะติดกันหรือเรียกว่าข้าวไม่มียาง เห็นได้ชัดเจนในข้าวกล้องสุก แสดงว่า ถ้าอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่า Stickiness ลดลง (Tamaki *et al*., 1993) และใน 3 เดือนแรก การเพิ่มขึ้นของค่า Stickiness จะขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของข้าวเปลือก (Tamaki *et al*., 1993) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Meullenet *et al*. (2000) ที่รายงานว่าข้าวจะมี Stickiness สูงสุดเมื่อเก็บเป็นเวลา 5 เดือน หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงค่า Stickiness ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา ระยะเวลาการเก็บรักษา และความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกในการเก็บรักษา



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า Hardness และ Stickiness ในแต่ละเดือนของข้าวกล้องสุกและข้าวสวยโดยเก็บข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่างๆ

สรุป

อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความสามารถในการดูดน้ำของข้าวกล้องและข้าวสาร โดยข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิสูงจะสามารถดูดน้ำได้มากกว่า เมื่อเก็บรักษาข้าวนานขึ้นความสามารถในการดูดน้ำจะเพิ่มขึ้น และข้าวสารสามารถที่จะดูดน้ำได้มากกว่าข้าวกล้อง จึงส่งผลให้กาารหุงข้าวสารใช้ระยะเวลาสั้นกว่าการหุงข้าวกล้อง ซึ่งระยะเวลาในการหุงข้าวกล้องและข้าวสารจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา และปริมาณอะไมโลสของข้าว ข้าวที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 10 และ 15 °ซ. จะมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างคงที่ ส่วนข้าวที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก พบว่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวสุก จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำจะมีความแข็งน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง แต่มีความเหนียวของข้าวสุก (Stickiness) มากกว่า ส่วนความหอมหรือปริมาณสาร 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) โดยเฉลี่ยที่พบในข้าวกล้องมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา การเก็บที่ 15 °ซ. สามารถชะลอการลดลงของสาร 2AP ได้ดีกว่าการเก็บทีอุณหภูมิห้อง ในระยะเวลา 4 เดือนแรก

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่สนับสนุนเครื่องมือและงบประมาณในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี. 2540. การวิเคราะห์คุณภาพข้าวทางเคมี. สถาบันวิจัยข้าว. กรุงเทพฯ.

พัสกร เจียตระกูล. 2546. ถังเก็บอุณหภูมิต่ำ สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 140 น.

Daniels, M.J, B.P. Marks, T.J. Siebenmorgen, R. W. Mcnew and J.F. Meullenet. 1998. Effect of long-grain rough rice storage history on end-use quality. Journal of Food Science. 63(5): 832-835.

Hamaker, B.R., T.J. Siebenmorgan and R.H. Dilday. 1993. Aging of rice in the first six months after harvest. Arkansas Farm Research. 42(1): 8-9.

Juliano, B.O. and C.M. Prerez. 1983. Major factors affecting cooked milled rice hardness and cooking time. Journal of Texture Study. 14: 235-243.

Mahatheeranont, S., S. Keawsa-ard and K. Dumri. 2001. Quantification of the rice aroma compound, 2-Acetyl-1-pyrroline, in Uncooked Khao Dawk Mali 105 brown rice. Journal of Agriculture Food Chemistry. 49: 773-779.

Meullenet, J.F., B.P. Marks, J.A. Hankins, V.K. Griffin and M.J. Daniels. 2000. Sensory quality of cooked long-grain rice as effected by rough rice moisture content, storage temperature, and storage duration. Cereal chemistry. 77(2): 259-263.

Tamaki, M., T. Tahiro, M. Ishidawa and M. Ebata. 1993. Physico-ecological studies on quality formation of rice kernel: IV. Effect of storage on eating quality of rice. Jpn. Journal Crop Science. 62: 540-546.