

การเร่งความเก่าของข้าวเปลือกหอมมะลิโดยการอบ
Accelerated Aging of Hommali Paddy by Drying

วินิต ชินสุวรรณ¹ และ ภูมิสิทธิ์ วรรณชารี²
Winit Chinsuwan¹ and Poomisit Wannacharee²

Abstract

The objective of this study is to accelerate aging of Hommali paddy by drying. The results indicate that drying of the paddy in a sealed container with a temperature of at least 55 °C can accelerate aging. The use of higher temperature for drying or higher initial moisture contents of paddy result in less drying time. This aging process also results in higher percentages of head rice and milled rice. Even though the whiteness is reduced but still in the acceptable limit by commercial standard. However, the aroma is lost.

Keywords: Hommali Rice, Accelerated Aging

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเร่งความเก่าของข้าวเปลือกหอมมะลิโดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการอบเป็นปัจจัยเร่ง ผลการศึกษาพบว่า การอบในภาชนะปิดแน่นด้วยอุณหภูมิ 55 °C ขึ้นไปสามารถเร่งการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวจากข้าวใหม่ให้เป็นข้าวเก่า โดยการใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือใช้ข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นสูงขึ้น จะใช้เวลาในการอบน้อยลง การอบเพื่อเร่งความเก่านี้ยังมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออบข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง ในขณะที่ความขาวของเมล็ดข้าวสารยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในทางการค้า แต่จะสูญเสียความหอม

คำสำคัญ: ข้าวหอมมะลิ, การเร่งความเก่า

คำนำ

ปัจจุบันข้าวหอมไทยเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ แม้ว่าการบริโภคในประเทศมีปริมาณไม่แน่นอน แต่ปริมาณการส่งออกก็เพิ่มขึ้นจาก 7 แสนตัน ในปี พ.ศ. 2533 เป็น 1.4 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2539 ข้าวหอมที่ได้รับความนิยมสูงในทางการค้าคือข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นข้าวหอมที่มีลักษณะต่างจากข้าวชนิดอื่นอย่างเด่นชัด เช่น เมล็ดข้าวสุกอ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอม (กรมการค้าภายใน, 2540) ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวคุณภาพดีและคาดว่าจะมีความต้องการประมาณปีละ 5 ล้านตันข้าวเปลือก หรือประมาณ 2 ล้านตันข้าวสาร (กลุ่มข้าว, 2538) แต่ข้าวหอมมะลิที่ผลิตได้มีเพียงประมาณปีละ 3 ถึง 4 ล้านตันข้าวเปลือก หรือประมาณ 2.0 ถึง 2.6 ล้านตันข้าวสาร ดังนั้นข้าวสารที่ใช้ในการบริโภคโดยตรงจึงมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด (งามชื่น และคณะ, 2542)

ข้าวมีความหลากหลายในคุณภาพของเมล็ด ข้าวสารที่ได้จากการสีข้าวเปลือกหลังจากการเก็บเกี่ยวไม่นานนัก หรือที่เรียกกันว่า "ข้าวใหม่" คุณภาพในการหุงต้มจะไม่ขึ้นหมี มีกลิ่นหอม เมล็ดข้าวสุกเหนียวเกาะติดกันเป็นก้อนและค่อนข้างแข็งและส่วนข้าวสารที่ได้จากการสีข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวไม่น้อยกว่า 4 ถึง 6 เดือน หรือที่เรียกกันว่า "ข้าวเก่า" คุณภาพในการหุงต้มจะขึ้นหมี ไม่มีกลิ่นหอม เมล็ดข้าวสุกร่วนไม่ติดกันเป็นก้อน (กรมการค้าภายใน, 2532) งามชื่น (2539ก) ระบุว่าคุณภาพข้าวสุกเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการเลือกซื้อข้าว ซึ่งในแต่ละกลุ่มก็มีความนิยมในการบริโภคข้าวสุกที่แตกต่างกัน เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี จีนตอนเหนือ ซึ่งอยู่ในเขตอบอุ่นหรือมีอากาศหนาวนิยมข้าวสุกประเภทนุ่มเหนียว ในขณะที่ประเทศซึ่งอยู่ในเขตร้อน เช่น ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ เวียดนาม พม่า รวมทั้งประเทศไทยชอบข้าวสุกประเภท่วน Moritaka และคณะ (1972) รายงานว่าในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวต้องใช้ข้าวเก่าจึงจะได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีคุณภาพดี เนื่องจากการคืนสภาพของน้ำแป้งจากแป้งข้าวเก่าเกิดได้ดีกว่า และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แปรรูปดีกว่า เช่น การทำก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน เป็นต้น

อัมมาร และวิโรจน์ (2533) รายงานว่าข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่จะต้องเก็บรักษาไว้อย่างน้อย 4 ถึง 6 เดือน เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพในการหุงต้มของข้าวให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นจึงควรศึกษาหาวิธีการที่ทำให้คุณภาพการหุงต้มข้าวหอมมะลิจากข้าวใหม่ให้เป็นข้าวเก่า โดยใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนคุณภาพให้สั้นลง เพื่อให้ผู้ประกอบการ โรงสีข้าวหรือผู้ส่งออกข้าวสามารถผลิตข้าวให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ความแก่ของข้าวสามารถเร่งได้โดยการเก็บรักษาข้าวไว้ในที่มีอุณหภูมิสูง และจะเกิดกับข้าวสารได้เร็วกว่าข้าวเปลือก พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอมิโลสสูงจะเกิดความแก่ได้เร็วกว่าพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ ได้มีความพยายามในการเร่งความแก่ข้าวในหลายๆ วิธี ทั้งการอบแห้งและอบเปียก การอบเปียกหรือการอัดไอน้ำให้กับข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวใหม่ๆ มีส่วนทำให้เกิดการเจลาติไนเซชันของแป้ง แต่วิธีนี้ไม่เหมาะที่จะใช้กับข้าวเปลือกความชื้นต่ำ หรือข้าวสาร การอบแห้งจะดีกว่าเนื่องจากทำได้ง่ายกว่าและถูกกว่า แต่อย่างไรก็ตามการใช้ความร้อนกับข้าวเปลือกแห้งก็มีข้อจำกัดเพราะจะเกิดการแตกร้าวของข้าวจากการที่ข้าวแห้งเกินไป (Indudhara *et al.*, 1978) การให้ความร้อนทั้งข้าวสารและข้าวเปลือกที่มีความชื้นต่ำซึ่งบรรจุในกระป๋องที่ปิดสนิทโดยใช้อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานหรืออุณหภูมิสูงในระยะเวลาสั้นสามารถทำให้ข้าวเปลี่ยนเป็นข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บรักษา 14 เดือน จากการทดสอบด้วยประสาทสัมผัส (Normand *et al.*, 1964) และการศึกษาโดยงานชิ้น (2539ข) พบว่าสามารถเร่งข้าวสารให้กลายเป็นข้าวเก่าได้โดยการอบที่อุณหภูมิ 110 °C ในสถานะปิดสนิทเพื่อไม่ให้ความชื้นสูญหาย การเป่าลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 150-250 °C ชั่วขณะ หรือแช่เมล็ดข้าวสารในน้ำมันดอกทานตะวันที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 2 วัน ช่วยให้ความเหนียวของข้าวลดลง การนึ่งข้าวเปลือกในระยะเวลาสั้นๆ ช่วยลดความเหนียวของข้าวสุก การทำข้าวหนึ่งจึงถือว่าเป็นวิธีการทำให้ข้าวเปลี่ยนสภาพคล้ายข้าวเก่าได้เช่นกัน

จากรายงานการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการอบเป็นวิธีการที่สามารถเร่งความแก่ของข้าวได้ แต่การเร่งความแก่สำหรับข้าวหอมมะลิยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเร่งความแก่ของข้าวเปลือกหอมมะลิโดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการอบเป็นปัจจัยเร่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาคุณสมบัติของข้าวหอมมะลิเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน และการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบที่ทำให้คุณสมบัติความหนืดน้ำแป้งของข้าวหอมมะลิเปลี่ยนจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่า โดยใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในเขตทุ่งกุลาร้องไห้สำหรับศึกษา

การศึกษาคูสมบัติของข้าวหอมมะลิเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ดำเนินการ โดยนำข้าวเปลือกที่ได้จากการเก็บเกี่ยวโดยเครื่องเกี่ยวขนาดมาทำความสะอาดและตากแผ่ในที่ร่มเพื่อให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14%wb แล้วดำเนินการหาคุณภาพการสี และคุณสมบัติความหนืดน้ำแป้ง ซึ่งคุณภาพการสีใช้ เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวม และความขาวข้าวสาร เป็นค่าชี้ ส่วนคุณสมบัติความหนืดน้ำแป้งใช้ อุณหภูมิแป้งสุก ความคงตัวแป้งสุก และความหนืดสุดท้ายแป้งสุก เป็นค่าชี้ จากนั้นเก็บรักษาข้าวเปลือกไว้ในกระสอบป่านเป็นระยะเวลา 6 เดือน ณ อุณหภูมิห้องพร้อมทั้งดำเนินการหาคุณภาพการสี และคุณสมบัติความหนืดน้ำแป้งทุกๆ เดือนในระหว่างที่เก็บรักษา โดยที่การศึกษาต่างๆ ดังกล่าวดำเนินการตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คุณสมบัติความหนืดน้ำแป้งที่ศึกษานี้ใช้สำหรับเป็นค่าเปรียบเทียบความแก่ของข้าวที่จะอบเพื่อเร่งความแก่

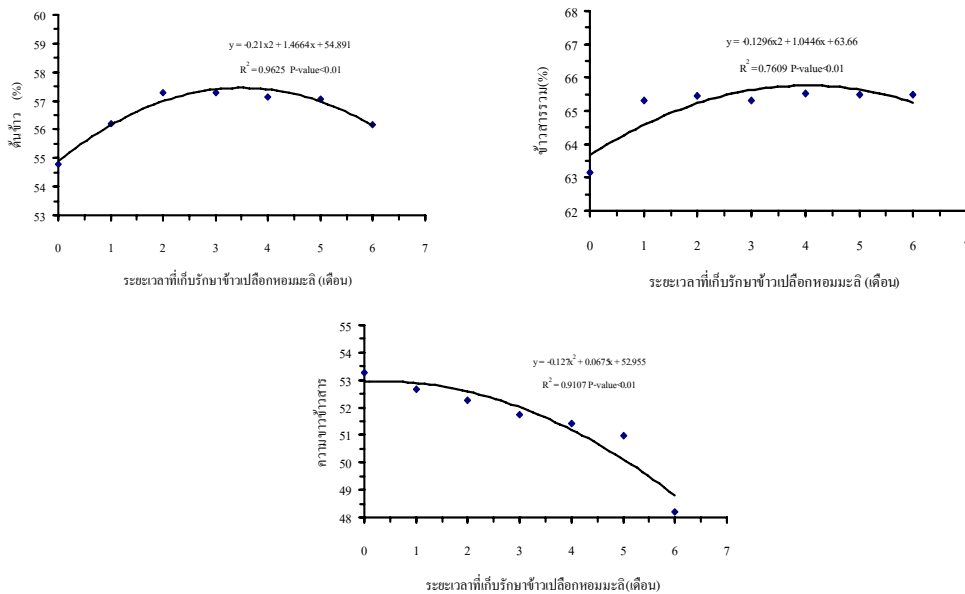
การศึกษาคูสมบัติและระยะเวลาในการอบที่ทำให้คุณสมบัติความหนืดน้ำแป้งของข้าวหอมมะลิเปลี่ยนจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่า ดำเนินการ โดยนำข้าวเปลือกที่ได้จากการเก็บเกี่ยวโดยเครื่องเกี่ยวขนาดมาทำความสะอาด แล้วบรรจุในภาชนะที่ปิดแน่นเพื่อดำเนินการอบโดยใช้อุณหภูมิและเวลาการอบในระดับต่างๆ โดยที่แต่ละการทดลองกระทำซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นนำข้าวเปลือกที่อบแล้วมาตากแผ่ในที่ร่มเพื่อให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14%wb แล้วดำเนินการหาคุณภาพการสี และคุณสมบัติความหนืดน้ำแป้ง เพื่อเปรียบเทียบกับค่าคุณสมบัติความหนืดน้ำแป้งของข้าวที่มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน (ข้าวเก่า) พร้อมทั้งตรวจสอบความหอมของข้าวสุกโดยการดมกลิ่น ข้าวเปลือกที่ศึกษานำมาจากแหล่งต่างๆ ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ รวม 3 แหล่ง และมีความชื้นเริ่มต้น 3 ระดับ คือ 24.64, 20.44 และ 13.00%wb อุณหภูมิที่ใช้ในการอบสำหรับทุกระดับความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือก มี 7 ระดับ คือ 40, 45, 50, 55, 60, 65 และ 70 °C ส่วนเวลาที่ใช้ออบสำหรับแต่ละระดับอุณหภูมิ มี 5 ระดับ ซึ่งมีค่าต่างกันขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือก โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุณหภูมิและระยะเวลาในระดับต่างๆ ที่ใช้ออบเพื่อการศึกษา

อุณหภูมิที่อบ (°C)	ระยะเวลาในการอบ (ชม.)		
	ความชื้นเริ่มต้น 24.64%wb	ความชื้นเริ่มต้น 20.44%wb	ความชื้นเริ่มต้น 13.00%wb
40	65,67,69,71,73	83,85,87,89,91	116,118,120,122,124
45	49,51,53,55,57	63,65,67,69,71	90,92,94,96,98
50	38,40,42,44,46	50,52,54,56,58	70,72,74,76,78
55	20,22,24,26,28	28,30,32,34,36	42,44,46,48,50
60	11,12,13,14,15	13,14,15,16,17	19,20,21,22,23
65	5,6,7,8,9	7,8,9,10,11	12,13,14,15,16
70	2,3,4,5,6	3,4,5,6,7	5,6,7,8,9

ผล

ผลการศึกษาคณภาพการสีของข้าวหอมมะลิเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่การเก็บรักษา โดยมีค่าสูงสุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3.5 เดือน จากนั้นมีแนวโน้มลดลง แต่หลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ก็ยังมีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเริ่มต้นประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาที่เก็บรักษาทำให้เมล็ดแข็งที่อยู่ภายในเมล็ดข้าวมีการจับตัวกันแข็งแรงมากขึ้น ทำให้เมล็ดข้าวทนต่อแรงที่กระทำจากภายนอกได้มากขึ้น (Juliano, 1985) เมื่อนำข้าวเปลือกไปสีจึงทำให้ได้ปริมาณข้าวสารเต็มเมล็ดสูงกว่าข้าวก่อนทำการเก็บรักษา ส่วนสาเหตุที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวลดต่ำลงเมื่อเก็บรักษาต่อไปนั้น อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ความชื้นของเมล็ดข้าวลดต่ำลงมาก เมล็ดข้าวจึงมีความแข็งและเปราะมากขึ้น เมื่อนำมาสีจึงทำให้เมล็ดข้าวแตกหักเพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมก็มีการเปลี่ยนแปลงในทำนองเดียวกัน แต่ความขาวของข้าวสารลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน มีความขาวลดลงประมาณ 4 หน่วย เมื่อเทียบกับความขาวของข้าวสารก่อนการเก็บรักษา ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างเชื้อจุลินทรีย์หรือเคมีในเมล็ดข้าวเปลือกเมื่อได้รับความชื้นและความร้อนในระหว่างการเก็บรักษา (งามชื่น, 2539ข)



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวม และความขาวข้าวสารกับระยะเวลาที่เก็บรักษา

สำหรับผลการศึกษาคณสมบัติความหนืดน้ำแป้ง ซึ่งแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งให้เห็นว่าอุณหภูมิแป้งสุกมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 3 เดือนแรก และอัตราการเพิ่มลดลงเมื่อเก็บรักษาต่อไป โดยที่อุณหภูมิแป้งสุกในเดือนที่ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้น 4.76°C ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้โมเลกุลในแป้งเกิดการจับกันแข็งแรงขึ้น และผนังเซลล์ของเอนโดสเปิร์มมีความแข็งแรงมากขึ้น มีผลทำให้อุณหภูมิหุงต้มสุกเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความคงตัวแป้งสุกมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรง โดยเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้น 24.93 RVU เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งอาจเนื่องจากสาเหตุเดียวกันกับข้างต้น จึงเป็นผลทำให้ความแข็งของข้าวสุกเมื่อเย็นตัวลงมีค่าเพิ่มมากขึ้น ส่วนความหนืด สุกท้ายแป้งสุกมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับอุณหภูมิแป้งสุก โดยความหนืดสุกท้ายแป้งสุกในเดือนที่ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้น 61.20 RVU

ตารางที่ 2 ถึง 4 แสดงคุณภาพการสี คุณสมบัติความหนืดน้ำแป้ง และความหอมของข้าวหอมมะลิหลังจากอบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ เมื่อเทียบกับคุณภาพและคุณสมบัติเบื้องต้น โดยไม่มีการอบ สำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 24.64, 20.44 และ 13.00%wb ตามลำดับ การเปรียบเทียบคุณสมบัติความหนืดน้ำแป้งที่ทำให้ข้าวเปลือกหลังการอบเปลี่ยนเป็นข้าวเก่าใช้ค่าอุณหภูมิแป้งสุก ความคงตัวแป้งสุก และความหนืดสุกท้ายแป้งสุก ของข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งได้จากการศึกษาที่ผ่านมาเป็นค่าเปรียบเทียบ โดยที่ค่าคุณสมบัติทั้งสามต้องไม่น้อยกว่าค่าของข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ผลการศึกษาดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้อุณหภูมิในการอบ 55°C ขึ้นไปสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติของข้าวเปลือกหอมมะลิจากข้าวใหม่ให้เป็นข้าวเก่า โดยการใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือข้าวเปลือกมีความชื้นเริ่มต้นสูงขึ้นไปจะใช้เวลาในการอบน้อยลง ทั้งนี้โดยมีระยะเวลาขั้นต่ำในการอบสำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นและอุณหภูมิที่ใช้อบระดับต่างๆ แสดงในตารางที่ 5 การอบเพื่อเร่งความแก่นี้ยังมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว และเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออบข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง ส่วนในด้านความขาวของเมล็ดข้าวสารแม้ว่ามีค่าลดลงจากความขาวเริ่มต้น แต่ก็ยังมีค่าดัชนีความขาวสูงกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมรับ

ในทางการค้าซึ่งมีค่า 37 หน่วย โดยเครื่องวัดความขาวยี่ห้อ Kett (สมชาติ และคณะ, 2541) อย่างไรก็ตามการอบดังกล่าวทำให้ความหอมหมดไป ทั้งนี้เพราะกลิ่นระเหยได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของข้าวเริ่มต้นและหลังการอบโดยใช้อุณหภูมิและเวลาระดับต่างๆ สำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 24.64%wb

อุณหภูมิอบ (°C)	เวลาอบ (ชม.)	คุณภาพการสี			คุณสมบัติความหนืดน้ำแป้ง			ความหอม
		ต้นข้าว (%)	ข้าวสารรวม (%)	ความขาว	อุณหภูมิแป้งสุก (°C)	ความคงตัวแป้งสุก (RVU)	ความหนืดสุดท้ายแป้งสุก (RVU)	
เริ่มต้น	0	53.83	63.76	52.90	70.45	72.97	195.00	ปานกลาง
40	65	58.60	64.49	47.93	72.17	93.81	252.70	ไม่มี
	67	57.68	64.24	47.90	72.33	94.23	253.83	ไม่มี
	69	56.80	64.04	47.50	72.48	94.87	254.50	ไม่มี
	71	57.27	64.24	46.37	72.62	95.61	255.15	ไม่มี
	73	58.57	64.44	46.83	73.02	96.20	256.04	ไม่มี
45	49	56.52	64.07	47.77	73.05	98.06	254.75	ไม่มี
	51	57.09	64.45	47.87	73.22	98.58	255.11	ไม่มี
	53	57.20	64.52	47.73	73.35	99.41	256.22	ไม่มี
	55	56.68	64.32	47.63	73.63	99.83	257.43	ไม่มี
	57	57.60	64.53	47.13	73.88	100.13	258.87	ไม่มี
50	38	59.28	64.63	47.77	73.28	99.08	256.64	ไม่มี
	40	59.44	64.72	47.67	73.42	99.06	257.17	ไม่มี
	42	59.19	64.65	47.33	73.65	100.04	258.86	ไม่มี
	44	59.80	64.91	47.13	73.92	100.94	259.77	ไม่มี
	46	59.35	65.20	47.00	74.42	101.91	260.97	ไม่มี
55	20	61.57	66.16	45.03	75.08	102.15	264.19	ไม่มี
	22	61.15	66.09	44.30	75.33	102.80*	264.78	ไม่มี
	24	61.27	66.40	44.07	75.50*	103.80*	265.94	ไม่มี
	26	60.63	65.85	43.97	75.62*	104.66*	266.80*	ไม่มี
	28	60.93	66.11	43.30	75.88*	106.66*	268.30*	ไม่มี
60	11	61.79	66.72	44.00	74.57	104.03*	265.50	ไม่มี
	12	61.76	66.63	43.67	75.02	104.29*	266.48	ไม่มี
	13	61.95	66.71	43.40	75.70*	104.90*	267.22*	ไม่มี
	14	61.71	66.79	42.33	75.95*	105.71*	267.89*	ไม่มี
	15	61.83	66.93	42.07	76.67*	106.07*	269.76*	ไม่มี
65	5	51.71	64.37	45.70	74.42	103.17*	262.86	น้อย
	6	56.57	65.11	44.90	74.77	104.33*	264.44	ไม่มี
	7	58.12	65.23	44.17	75.40	104.76*	266.19*	ไม่มี
	8	60.19	66.32	42.93	75.78*	105.40*	268.74*	ไม่มี
	9	61.07	66.44	41.27	75.87*	106.86*	271.14*	ไม่มี
70	2	53.17	66.13	47.37	74.62	104.16*	265.05	น้อย
	3	59.05	66.81	45.60	75.30	104.74*	266.42	ไม่มี
	4	60.59	67.09	44.90	75.63*	104.98*	267.14*	ไม่มี
	5	62.73	67.56	42.13	76.27*	105.73*	268.36*	ไม่มี
	6	63.12	67.49	41.43	76.78*	106.61*	270.32*	ไม่มี

หมายเหตุ: ค่าคุณสมบัติแป้งที่ตามด้วยเครื่องหมาย * มีค่าอย่างน้อยเทียบเท่ากับค่าของข้าวที่มีอายุเก็บรักษา 6 เดือน ที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของข้าวเริ่มต้นและหลังการอบโดยใช้อุณหภูมิและเวลาระดับต่างๆ สำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 20.44%wb

อุณหภูมิอบ (C)	เวลาอบ (ชม.)	คุณภาพการสี			คุณสมบัติความหนืดน้ำแป้ง			ความหอม
		ต้นข้าว (%)	ข้าวสารรวม (%)	ความขาว	อุณหภูมิแป้งสุก (C)	ความคงตัวแป้งสุก (RVU)	ความหนืดสุดท้ายแป้งสุก (RVU)	
เริ่มต้น	0	53.17	63.50	52.63	69.85	76.28	200.50	ปานกลาง
40	83	56.77	65.07	46.73	72.23	89.78	239.81	ไม่มี
	85	56.91	65.05	46.77	72.43	90.38	241.53	ไม่มี
	87	56.69	64.93	46.40	72.73	91.36	243.58	ไม่มี
	89	56.95	65.00	46.47	72.95	92.30	245.53	ไม่มี
	91	57.01	65.01	46.17	73.07	93.75	246.57	ไม่มี
45	63	57.88	65.32	47.00	72.93	89.77	243.22	ไม่มี
	65	58.08	65.20	47.17	73.07	90.37	245.61	ไม่มี
	67	57.73	65.21	46.93	73.22	91.34	247.78	ไม่มี
	69	57.84	65.20	46.37	73.42	92.70	248.77	ไม่มี
	71	57.51	65.10	46.13	73.68	93.64	250.07	ไม่มี
50	50	56.48	64.87	47.07	73.08	98.81	243.95	ไม่มี
	52	57.20	65.05	47.07	73.33	99.56	245.36	ไม่มี
	54	57.50	65.04	46.87	73.52	99.88	248.56	ไม่มี
	56	57.61	65.11	46.63	73.75	100.51	250.25	ไม่มี
	58	57.73	65.11	46.57	74.07	101.10	251.78	ไม่มี
55	28	57.60	65.07	46.53	73.85	103.75	265.28	ไม่มี
	30	58.24	65.28	46.30	74.27	104.22	265.78	ไม่มี
	32	58.28	65.25	46.60	74.67	104.44*	266.36	ไม่มี
	34	57.90	65.16	46.53	75.12	104.77*	266.77	ไม่มี
	36	58.23	65.21	45.97	75.98*	105.30*	268.06*	ไม่มี
60	13	56.53	65.03	46.67	74.80	103.66	264.53	ไม่มี
	14	56.60	65.08	46.17	75.07	104.06*	265.08	ไม่มี
	15	57.24	65.25	45.67	75.30	104.67*	266.17	ไม่มี
	16	57.03	65.20	45.33	75.78*	105.27*	267.81*	ไม่มี
	17	57.40	65.20	45.07	75.95*	105.87*	268.74*	ไม่มี
65	7	55.64	65.51	47.43	75.05	104.00*	264.43	ไม่มี
	8	57.01	65.68	46.07	75.30	104.48*	265.31	ไม่มี
	9	57.24	65.60	45.57	75.52*	104.87*	266.55	ไม่มี
	10	58.16	65.83	44.20	75.80*	105.26*	267.66*	ไม่มี
	11	57.76	65.73	44.10	75.97*	105.81*	268.06*	ไม่มี
70	3	57.97	65.93	47.17	74.05	103.76*	264.34	น้อย
	4	58.20	65.84	46.57	74.95	104.20*	265.44	ไม่มี
	5	58.68	65.81	46.00	75.37	104.50*	266.60	ไม่มี
	6	58.37	65.77	45.67	75.78*	105.20*	267.64*	ไม่มี
	7	58.43	65.90	44.73	76.03*	105.82*	268.08*	ไม่มี

หมายเหตุ: ค่าคุณสมบัติแป้งที่ตามด้วยเครื่องหมาย * มีค่าอย่างน้อยเทียบเท่ากับค่าของข้าวที่มีอายุเก็บรักษา 6 เดือน ที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์

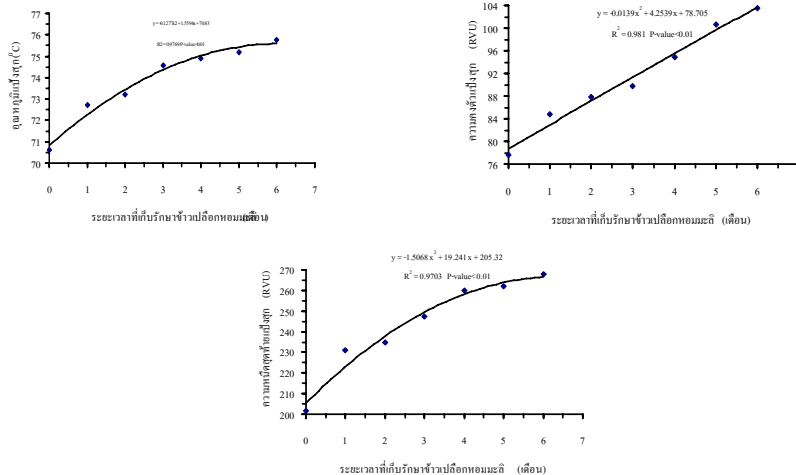
ตารางที่ 4 คุณสมบัติของข้าวเริ่มต้นและหลังการอบโดยใช้อุณหภูมิและเวลาระดับต่างๆ สำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 13.00%wb

อุณหภูมิอบ (°C)	เวลาอบ (ชม.)	คุณภาพการสี			คุณสมบัติความหนืดน้ำแป้ง			ความหอม
		ต้นข้าว (%)	ข้าวสารรวม (%)	ความขาว	อุณหภูมิแป้งสุก (°C)	ความคงตัวแป้งสุก (RVU)	ความหนืดสุดท้ายแป้งสุก (RVU)	
เริ่มต้น	0	49.43	63.11	52.93	71.50	80.50	206.20	น้อย
40	116	49.57	63.64	48.77	72.43	88.83	242.07	ไม่มี
	118	47.79	63.51	48.93	72.47	89.95	243.42	ไม่มี
	120	47.03	63.30	48.70	72.70	91.05	245.34	ไม่มี
	122	46.63	63.40	48.87	73.03	92.25	246.30	ไม่มี
	124	45.77	63.23	48.70	73.23	92.80	249.12	ไม่มี
45	90	49.64	63.55	49.17	72.33	91.97	243.36	ไม่มี
	92	47.77	63.23	49.27	72.67	93.26	245.38	ไม่มี
	94	47.80	63.32	48.97	72.86	93.76	247.28	ไม่มี
	96	48.07	63.36	48.80	72.87	94.26	248.01	ไม่มี
	98	45.83	63.163	48.17	73.20	95.17	249.05	ไม่มี
50	70	47.37	63.28	48.70	73.25	95.17	249.08	ไม่มี
	72	41.48	62.81	48.77	73.55	95.92	251.51	ไม่มี
	74	42.03	62.81	48.07	73.73	97.44	253.24	ไม่มี
	76	38.20	62.60	48.23	73.85	98.30	255.44	ไม่มี
	78	41.50	62.80	47.60	74.37	99.07	257.08	ไม่มี
55	42	49.04	63.17	49.63	73.92	102.94*	261.40	ไม่มี
	44	45.20	62.80	49.03	74.27	103.96*	263.58	ไม่มี
	46	44.13	62.88	48.40	74.62	104.17*	265.61	ไม่มี
	48	41.45	62.90	48.50	75.73*	105.21*	267.80*	ไม่มี
	50	43.05	62.92	48.50	76.58*	106.68*	268.71*	ไม่มี
60	19	45.93	63.04	49.47	74.72	103.11*	265.36	ไม่มี
	20	42.20	62.85	49.40	75.45	104.11*	266.31	ไม่มี
	21	45.16	63.03	49.20	75.78*	105.17*	267.65*	ไม่มี
	22	49.57	63.32	49.20	76.02*	105.92*	268.25*	ไม่มี
	23	47.90	63.11	48.47	76.70*	106.76*	269.17*	ไม่มี
65	12	36.29	62.51	50.10	75.60*	104.77*	265.11	ไม่มี
	13	41.52	62.81	49.43	75.78*	105.28*	267.78*	ไม่มี
	14	41.43	62.30	49.50	76.12*	106.17*	269.78*	ไม่มี
	15	41.62	62.40	49.45	76.27*	107.11*	271.28*	ไม่มี
	16	45.15	62.60	49.07	76.74*	108.78*	273.30*	ไม่มี
70	5	48.04	63.55	49.23	75.18	104.04*	259.76	ไม่มี
	6	47.43	63.27	49.27	75.77*	105.21*	267.78*	ไม่มี
	7	48.81	63.35	48.90	76.48*	106.31*	268.92*	ไม่มี
	8	48.61	63.40	48.87	76.87*	107.25*	276.80*	ไม่มี
	9	41.92	62.71	48.70	77.23*	108.28*	279.47*	ไม่มี

หมายเหตุ: ค่าคุณสมบัติแป้งที่ตามด้วยเครื่องหมาย * มีค่าอย่างน้อยเทียบเท่ากับค่าของข้าวที่มีอายุเก็บรักษา 6 เดือน ที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ระยะเวลาขั้นต่ำในการอบสำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นและอุณหภูมิที่ใช้อบระดับต่างๆ เพื่อให้ข้าวเปลือกหอมมะลิเปลี่ยนจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่า

ความชื้นข้าวเปลือก (%wb)	ระยะเวลาที่ใช้อบ (ชม.) ที่อุณหภูมิต่างๆ			
	55 °C	60 °C	65 °C	70 °C
24.64	26	13	8	4
20.44	36	16	10	6
13.00	48	21	13	6



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแป้งสุก ความคงตัวแป้งสุก และความหนืดสุดท้ายแป้งสุกกับระยะเวลาที่เก็บรักษา

สรุป

การอบข้าวเปลือกหอมมะลิในภาชนะปิดแน่นด้วยอุณหภูมิ 55 °C ขึ้นไปสามารถเร่งการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวจากข้าวใหม่ให้เป็นข้าวเก่าโดยการใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือใช้ข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นสูงขึ้นจะใช้เวลาในการอบน้อยลง การอบเพื่อเร่งความแก่ยังมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและเปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออบข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงในขณะที่ความขาวของเมล็ดข้าวสารยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในทางการค้า แต่จะสูญเสียความหอม

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณ โครงการพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรีและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่ให้การสนับสนุนการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายใน. 2532. สถิติราคาข้าว ผลิตภัณฑ์ข้าว และกระสอบป่าน ปี2520-2532. กองควบคุมข้าว (กองข้าวและพืชไร่). กรมการค้าภายใน. กระทรวงพาณิชย์.

กรมการค้าภายใน. 2540. การรับรองมาตรฐานข้าวหอมมะลิบรรจุจำหน่ายภายในประเทศ. กรมการค้าภายใน. กระทรวงพาณิชย์.

กลุ่มข้าว. 2538. คู่มือการค้าเนื้องานโครงการเร่งรัดการผลิตข้าวหอมมะลิ ปี 2538. กองส่งเสริมพืชไร่. กรมส่งเสริมการเกษตร.

งามชื่น คงเสรี. 2539 ก. คุณภาพข้าว: ด้านการบริโภคและหุงต้ม. เอกสารการสัมมนาเชิงปฏิบัติการคุณภาพข้าว. กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

งามชื่น คงเสรี. 2539 ข. คุณภาพข้าวสารและข้าวสุก. เอกสารการฝึกอบรมการรักษาคูณภาพข้าวสารและการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. อ.ชัยบุรี. จ.ปทุมธานี.

งามชื่น คงเสรี, สุนันทา วงศ์ปิยชน และพลศรี สว่างจิต. 2542. คุณภาพข้าวสุกจากการผสมข้าว กข.23 และชัชนาท 1 ในข้าวดอกมะลิ 105. วารสารวิชาการเกษตร. 17(3): 231-238.

สมชาติ ไสภณรณฤทธิ์, อติเทพ ทวีรัตนพาณิชย์, สมบูรณ์ เวชกามา, งามชื่น คงเสรี และสุนันทา วงศ์ปิยชน. 2541. ผลพลอยได้จากการอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้เทคนิคฟลูอิดไอเซชัน. เอกสารประกอบคำบรรยายในการประชุมราชบัณฑิต. สำนักวิทยาศาสตร์. ราชบัณฑิตยสถาน.

อัมมาร สยามวาลา และวิโรจน์ ณะรอง. 2533. ประมวลความรู้เรื่องข้าว. มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

Indudhara Swamy, Y.M., C.M. Sowbhagya and K.R. Bhattacharya. 1978. Changes in the physicochemical properties of rice with aging. J. Sci. Food Agric. 29: 627-639.

Juliano B. 1985. Rice: Chemistry and technology. Second edition. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. Minnesota.

Moritaka, S. and K. Yasumatsu. 1972. Studies on cereals X. The effect of sulfhydryl groups on storage deterioration of milled rice. Eiyo To Shokuryo. Vol. 25.

Normand, F.L., J.T. Hogan and H.J. Deobald. 1995. Improvement of culinary quality of freshly harvested rice by heat treatment. Rice. J. 67: 7-10.