Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 354-358 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 354-358 (2551)

การดัดแปลงคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

Modifying Cooking Quality of Khao Dawk Mali 105 Rice by Radio Frequency

พลากร สำรีราษฎร์[1] **สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์**[2] **และสุชาดา เวียรศิลป์**[2]

Palakon Sumrerath[1] Sa-nguansak Thanapornpoonpong[2] and Suchada Vearasilp[2]

Abstract

The objective of this experiment was to study effect of radio frequency (RF) heat treatment on cooking quality of Khao Dawk Mali 105 by using RF at 27.12 MHz. The paddy samples were treated with radio frequency at 4 temperature of 60, 70, 80, and 90 °C for the duration of 5, 10, and 15 minute. After that, the milling quality, cooking quality, texture properties and viscosity of the treated rice were then examined in comparison with those of freshly harvested rice. The milling quality of rice changed in higher percentages of white rice and head rice when increased temperature and extend heat durations. The color of milled rice was changed to more yellow (higher L* and b*). And the texture profile analysis of cooked rice revealed increased in hardness, cohesiveness, springiness, chewiness and decreased in adhesiveness. In addition, the changes in RVA viscogram parameters showed that setback value and pasting temperature increased. Therefore, radio frequency heat treatment could modify the milling and cooking qualities of freshly harvested rice Khao Dawk Mali 105.

Kay words: rice, radio frequency heat treatment, coking quality

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของคลื่นความถี่วิทยุที่มีต่อคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับความถี่ 27.12 MHz โดยให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่ 4 ระดับอุณหภูมิคือ 60, 70, 80 และ 90 °C เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพการขัดสี คุณภาพการหุงต้ม ลักษณะเนื้อสัมผัส และความหนืดข้นเปรียบเทียบกับข้าวใหม่ปกติ พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิและและระยะเวลาการให้ความร้อนทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวขาวและต้นข้าวเพิ่มขึ้น สีของข้าวสารมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น (L* และ b* เพิ่มขึ้น) และการวิเคราะห์ลักษณะแบบจำเพาะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกพบว่า ค่าความแข็ง การคงสภาพของเมล็ด การยืดหยุ่นสู่สภาพเดิม และค่าแรงที่ใช้บดเคี้ยวเพิ่มขึ้น ขณะที่ลักษณะความเหนียวของข้าวสุกลดลง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากกราฟความหนืดข้นของเครื่องอาร์วีเอมีค่าความแข็งของข้าวและอุณหภูมิที่ข้าวเริ่มสุกสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเทคนิคการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุสามารถเปลี่ยนแปลงคุณภาพการขัดสีและคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เก็บเกี่ยวใหม่ได้

คำสำคัญ: ข้าว การให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุ คุณภาพการหุงต้ม

คำนำ

คุณภาพข้าวสุกเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการเลือกซื้อข้าว โดยผู้บริโภคมีความนิยมในการบริโภคข้าวสุกที่มีลักษณะร่วนไม่ติดกันเป็นก้อนและเมื่อหุงข้าวสุกไม่แฉะ ดังนั้นการควบคุมคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุกให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคจึงมีความจำเป็น แต่การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวต้องมีการเก็บรักษาข้าวเปลือกไว้เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 4-6 เดือน (งามชื่น, 2547) เป็นภาระในการเก็บรักษาและเพิ่มต้นทุนการผลิต (วินิตและภูมิสิทธิ์, 2545) และอรอนงค์ (2547) พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวเกิดขึ้นตลอดเวลาตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนไปจนถึงผู้บริโภค โดยอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและเคมีฟิสิกส์ มากกว่าสภาวะอื่น โดยการให้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการขัดสี คุณภาพการหุงต้มและคุณสมบัติทางเคมี (วินิตและภูมิสิทธิ์, 2545, ใจทิพย์และคณะ, 2545) ข้าวเปลือกที่ได้รับอุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานพอจะส่งผลให้เกิดเจลาติไนเซชั่นขึ้นบางส่วน เป็นปัจจัยในการ

[1] สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1] Postharvest Technology Institute/Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

[2] ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture /Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai, 5020

เปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าว (อดิเทพและคณะ, 2542) จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ศึกษาการดัดแปลงคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค โดยการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุดัดแปลงคุณภาพของข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยนำข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ความชื้นประมาณ 13-14 เปอร์เซ็นต์ มาทำการให้ความร้อนเพื่อดัดแปลงคุณภาพข้าวด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับความถี่ 27.12 MHz (Radio Frequency Generator, Sairem, France) โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized design จำนวน 4 ซ้ำ มีปัจจัยในการศึกษา 13 ปัจจัย โดยให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่ 4 ระดับอุณหภูมิคือ 60, 70, 80 และ 90 °C เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที และชุดควบคุม ทำการตรวจสอบและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวภายหลังการดัดแปลงคุณภาพข้าว โดยทำการวัดความชื้น ตรวจคุณภาพการขัดสี (เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว) สีของเมล็ดข้าวสาร (ค่าความสว่าง L* และค่าสีเหลือง b*) โดยใช้เครื่องวัดสี (Colorquset XE Hunter Lab, USA) ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (Texture of Cooked Rice) ตามวิธีของ Champagne *et al*. (1998) ด้วยเครื่อง TA.XT.plus Texture analyzer (Stable Micro Systems, UK) และคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าว ตามวิธีของ RACI (1995) โดยเครื่องวัดความหนืดของผลิตภัณฑ์แป้ง Rapid Visco Analyser (RVA) (Newport Scientific, Australia)

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการดัดแปลงคุณภาพด้วยคลื่นความถี่วิทยุ พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการดัดแปลงมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ในขณะที่คุณภาพการขัดสีของข้าวเปลี่ยนแปลงไปเมื่อใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์ข้าวขาวและเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เนื่องจากอุณหภูมิการอบที่สูงขึ้นทำให้เกิด partial เจลาติไนเซชั่นเกิดโครงสร้างที่เปรียบเสมือนร่างแหที่แข็งแรง พันธะภายในเม็ดแป้งจึงจับกันแน่นขึ้น ข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงขึ้นจึงสามารถทนต่อแรงกระแทกระหว่างขัดสีได้มากกว่า (Tirawanichakul *et al*., 2004) การใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ข้าวสารมีสีเหลืองสูงขึ้น (Table 1) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา maillard reaction ที่ทำให้เมล็ดข้าวมีสีเหลืองสูงขึ้น (Tirawanichakul *et al*., 2004) การให้คลื่นความถี่วิยุเป็นระยะเวลา 15 นาที ในทุกระดับอุณหภูมิ ส่งผลทำให้ข้าวสารมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อค่าสีเหลืองของข้าว ยกเว้นการใช้อุณหภูมิ 90°C ทุกช่วงเวลาซึ่งมีค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Wiset *et al*. (2005); ใจทิพย์และผดุงศักดิ์ (2547); อินดาและคณะ (2550) พบว่า การให้อุณหภูมิสูงกับข้าวเปลือกทำให้เมล็ดข้าวมีสีเหลืองสูงขึ้น

Table 1 Moisture content (%), color (L* b*), percentage of white rice and head rice of fresh milled rice and rice heating with different temperature (C°) and exposure durations (min)

treatment	MC (%)	L*	b*	White rice (%)	Head rice (%)
control	12.92	48.01 f	8.01 e	63.69 d	47.24 f
60°C5min	12.88	48.34 ef	8.07 e	66.60 abc	52.77 e
60°C10min	13.43	49.40 def	8.21 de	67.70 a	53.65 cde
60°C15min	13.19	50.49 bcde	8.28 de	68.12 a	53.76 cde
70°C5min	12.95	48.35 ef	8.11 e	64.40 cd	53.17 de
70°C10min	13.46	50.10 cdef	8.30 de	64.08 d	53.96 bcde
70°C15min	13.55	52.00 bc	8.52 cde	68.36 a	54.85 abc
80°C5min	12.84	49.96 cdef	8.31 de	67.07 ab	53.79 cde
80°C10min	13.67	50.20 bcdef	8.44 cde	63.72 d	54.54 bcd
80°C15min	13.26	52.57 ab	8.74 bcd	65.16 bcd	55.41 ab
90°C5min	12.91	50.20 bcdef	8.92 abc	65.43 bcd	54.16 bcde
90°C10min	12.64	50.80 bcd	9.20 ab	64.81 cd	54.93 abc
90°C15min	13.08	54.82 a	9.46 a	66.44 abc	55.79 ab

Means followed by the same letters in a column are not significantly different (LSD)

Table 2 RVA viscosity parameters of rice flour of fresh milled rice and rice heating with different temperature (°C) and exposure durations (minu)

treatment	Viscosity (centipoises, cP)				
	peak	final	breakdown	setback	pasting temp
control	3171 a	3038 cd	1243 a	-133 e	81.18 e
60°C 5 min	2357 h	2702 g	738 g	344 a	83.42 d
60°C 10 min	2473 gh	2711 g	872 f	238 b	84.08 cd
60°C 15 min	2572 fg	2778 fg	917 ef	205 bcd	85.07 abc
70°C 5 min	2688 ef	2824 ef	983 de	135 cd	84.66 bcd
70°C 10 min	2729 e	2883 e	1007 cde	154 bcd	84.52 bcd
70°C 15 min	2826 de	2979 d	1016 cde	153 bcd	85.27 abc
80°C 5 min	2798 cd	2911 d	1022 cd	113 d	84.94 abc
80°C 10 min	3019 bc	3135 b	1081 bcd	116 d	84.98 abc
80°C 15 min	3064 ab	3189 b	1116 bc	125 d	85.34 abc
90°C 5 min	2883 cd	3109 bc	1009 cde	226 bc	85.61 ab
90°C 10 min	3017 bc	3197 b	1105 bc	180 bcd	85.65 ab
90°C 15 min	3169 a	3328 a	1190 ab	158 bcd	86.25 a

Means followed by the same letters in a column are not significantly different (LSD)

Table 3 Texture profile analysis attributes of cooked rice from fresh milled rice and rice heating with different temperature (C°) and exposure durations (min)

treatment	Texture profile analysis attributes				
	Hardness(g)	Adhesiveness(g)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
control	12970 e	-593.4 f	0.2600 c	0.5139 a	1735.2 e
60°C5min	13342 de	-557.0 ef	0.2645 bc	0.5292 a	1871.6 de
60°C10min	13495 de	-550.4 def	0.2690 abc	0.5290 a	1918.0 cde
60°C15min	13552 d	-544.7 de	0.2694 abc	0.5308 a	1937.9 cde
70°C5min	13431 de	-563.6 ef	0.2680 abc	0.5294 a	1906.5 cde
70°C10min	13612 d	-547.0 def	0.2701 abc	0.5299 a	1948.4 cde
70°C15min	13712 d	-531.7 cde	0.2736 abc	0.5343 a	2002.4 bcd
80°C5min	13845 cd	-553.9 def	0.2714 abc	0.5312 a	1996.3 bcd
80°C10min	14275 bc	-517.6 bcde	0.2750 abc	0.5360 a	2107.8 abc
80°C15min	14429 ab	-494.1 bc	0.2799 ab	0.5378 a	2170.5 ab
90°C5min	14344 bc	-508.6 bcd	0.2738 abc	0.5350 a	2101.3 abc
90°C10min	14636 ab	-474.5 ab	0.2825 a	0.5384 a	2228.5 a
90°C15min	14903 a	-434.9 a	0.2852 a	0.5424 a	2304.7 a

Means followed by the same letters in a column are not significantly different (LSD)

การให้คลื่นความถี่วิทยุแก่ข้าวเปลือกมีผลต่อคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวที่ผ่านการดัดแปลงคุณภาพ พบว่าการให้คลื่นความถี่วิทยุมีผลทำให้ค่า breakdown ลดลง ซึ่งค่า breakdown จะอธิบายถึงความทนทานของเม็ดแป้งต่อการกวน โดยทำให้เม็ดแป้งมีความเหนียวลดลง (อรอนงค์, 2547) แต่พบว่าการให้อุณหภูมิสูงมีค่า pasting temperature และ setback เพิ่มขึ้น (Table 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ใจทิพย์และผดุงศักดิ์, (2547); Wiset *et al*. (2005) เมื่อใช้อุณหภูมิสูงแก่ข้าวเปลือก การเพิ่มขึ้นของค่า pasting temperature เป็นอุณหภูมิที่เริ่มเจลาทิไนซ์หรืออุณหภูมิที่ทำให้เม็ดแป้งเริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืดก่อนที่เมล็ดแป้งจะพองเต็มที่ ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลสในเมล็ดข้าว โดยทำให้ผนึกเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้แป้งสุกยากขึ้นจึงต้องใช้ความร้อนและเวลาสูงขึ้น ส่วนค่า setback นี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการรีโทรเกรเดชั่นซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากแป้งเกิดกระบวนการเจลาติไนเซชั่น ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้โมเลกุลของอะไมโลสหลุดออกจากเม็ดแป้งเมื่อนำไปหุงต้มข้าวสุกที่ได้จะแตกหักลดลง (Perez and Julino, 1981) ลักษณะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้นโดยมีค่า hardness (ความแข็ง) springiness (ความยืดหยุ่น) และ chewiness (การเคี้ยว) เพิ่มขึ้นและค่า adhesiveness (ความเหนียวติดกัน) ลดลงเมื่อเทียบกับข้าวชุดควบคุม (Table 3) ดังนั้น คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกเมื่อผ่านการดัดแปลงคุณภาพที่ใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานขึ้น ทำให้ข้าวมีความแข็งเพิ่มขึ้น ขณะที่ลักษณะความเหนียวติดของข้าวสุกลดลง เช่นเดียวกับ ไกรสีห์และคณะ (2549) กล่าวว่าการให้อุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นและความเหนียวติดของข้าวสุกลดลงได้

สรุป

การใช้คลื่นความถี่วิทยุสามรถดัดแปลงคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำให้คุณสมบัติของข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการขัดสี คุณสมบัติเนื้อสัมผัสของข้าวสุก และความหนืดของแป้งข้าวได้ ซึ่งปรากฏจากการใช้ระดับอุณหภูมิสูงและระยะเวลานานขึ้นทำให้ข้าวต้นสูงขึ้น แต่ค่าความขาวลดลง ส่วนคุณภาพการหุงต้มพบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกและค่าความหนืดของแป้งข้าวสามารถดัดแปลงทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้นและความเหนียวลดลง ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะร่วนไม่ติดกันเป็นก้อนและเมื่อหุงข้าวสุกไม่แฉะตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณ Institute of Agriculture Engineer, George-August University of Goettingen, Germany ที่สนับสนุนเครื่อง Radio Frequency Generator

เอกสารอ้างอิง

ไกรสีห์ พิสิษฐ์กุล, ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา, สุกัญญา วงศ์พรชัย, วรรณนา ตุลยธัญ และ สาวิตร มีจุ้ย. 2549. การดัดแปลงคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(5) : 187-190.

งามชื่น คงเสรี. 2547. คุณภาพข้าวสวย. หน้า 41-61. ใน: กรมวิชาการเกษตรและสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, (ผู้รวบรวม), คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. บริษัทจิรวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด, ปทุมธานี.

ใจทิพย์ วานิชชัง, พัชนี บุญธกานนท์, กรรณิกา กระแสโท และ ประทุมพร เสาวพันธ์. 2545. ศึกษากรรมวิธีในการเพิ่มคุณภาพข้าว. รายงานการวิจัยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี. 11 หน้า.

ใจทิพย์ วานิชชัง และ ผดุงศักดิ์ วานิชชัง. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเก่าเพื่อชุมชน. รายงานการวิจัยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี. 76 หน้า.

วินิต ชินสุวรรณ และ ภูมิสิทธิ์ วรรณชารี. 2545. การเร่งความเก่าของข้าวเปลือกหอมมะลิโดยการอบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 33(6) : 261-267.

อดิเทพ ทวีรัตนพาณิชย์, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, สมบูรณ์ เวชกามา, งามชื่น คงเสรี และ สุนันทา วงศ์ปิยชน. 2542. การอบแห้งข้าวเปลือกโดยเทคนิคฟลูอิไดเซชันเพื่อการเพิ่มปริมาณข้าวเต็มเมล็ด. วารสารเกษตรศาสตร์. 33 : 134-145.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

อินดา แวดาลอ, ละมุล วิเศษ และ ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล. 2550. ผลของการอบแห้งแบบสองขั้นตอนและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(6) : 326-330.

Champagne, E.T., B.G. Lyon, B.K. Min, B.T. Vinyard, K.L. Bett, F.E. Bartonll, B.D. Webb, A.M. McClung, K.A. Moldenhauer, S. Linscombe, K.S. McKenzie and D.E. Kohlwey. 1998. Effects of postharvest processing on texture profile analysis of cooked rice. *Cereal Chemistry* 75(2) : 181-186.

RACI. 1995. Determination of the Pasting Properties of Rice with the Rapid Visco Analyser. Official Method 06-05. Royal Australian Chemical Institute, Australian. 110 pp.

Tirawanichakul, S., Prachayawarakorn, S., Varanyanond, W., Tungtrakul, P. and Soponronnarit, S. 2004. Effect of fluidized bed drying temperature on various quality attributes of paddy. *Drying Technology* 22(7) : 1731-1754.

Wiset, L., G. Srzednicki, M. Wootton, R. H. Driscoll and A.B. Blakeney. 2005. Effects of high-temperature drying on physicochemical properties of various cultivars of rice. *Drying Technology* 23 : 2227-2237

Perez, C.M. and B.O. Juliano. 1981. Texture change and storage of rice. *Journal of Textrue Studies* 12 : 321-333.