

ผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อคุณภาพการสีของข้าว

Effects of Radio Frequency on the Milling Quality of Rice

พลากร สำราษฏร์^{1/} สุชาดา เวียรศิลป์^{1/} ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ^{1/} Dieter von Hörsten^{2/} Wolfgang Lücke^{2/}
และ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์^{1/}
Palakon Sumrerath^{1/}, Suchada Vearasilp^{1/}, Nattasak Krittigamas^{1/}, Dieter von Hörsten^{2/}, Wolfgang Lücke^{2/}
and Sa-nguansak Thanapornpoonpong^{1/}

Abstract: Effects of radio frequency (RF) heat treatments at 27.12 MHz on milling quality of rice cv. Pathum Thani 1 were studied. Paddy rice was heated with RF at 70, 85 and 100 °C for the duration of 5, 10 and 15 minutes. Thereafter, the rice was evaluated for the following qualities; percentages of brown rice and head rice yield, the color of milled rice (L^* and b^*), moisture content and amylose content. It was found that the percentages of head rice were increased when paddy rice was treated with RF at 70 °C for both 10 and 15 minutes and at 85 °C for 5 minutes while the color of the milled rice was similar to that which was freshly harvested. However, the percentages of head rice yield and the color of milled rice were decreased when paddy rice was treated with RF at treatments higher than 85 °C for 5 minutes. Therefore, the use of RF treatment can increase milling quality when treating rice under the optimal conditions of 70 °C for 10 minutes.

Keywords: Rice, radio frequency heat treatment, milling quality, brown rice, head rice

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับความถี่ 27.12 MHz ต่อคุณภาพการสีของข้าวปทุมธานี 1 โดยให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 70, 85 และ 90 °C เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที หลังจากนั้นตรวจสอบคุณภาพการสี คือ เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว สีของข้าวสาร (L^* และ b^*) ความชื้นมาตรฐานเปียก และปริมาณอะไมโลส พบว่าการให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 70 °C เป็นระยะเวลา 10, 15 นาที และ 85 °C เป็นระยะเวลา 5 นาที ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพิ่มขึ้น ขณะที่สีของข้าวสารมีค่าใกล้เคียงกับที่ข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่ แต่การให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับมากกว่า 85 °C เป็นระยะเวลา 5 นาที ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและสีของข้าวสารมีสีชาลดลง ดังนั้นการใช้คลื่นความถี่วิทยุสามารถเพิ่มคุณภาพการสีได้ โดยระดับที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้อุณหภูมิ 70 °C เป็นระยะเวลา 10 นาที

คำสำคัญ: ข้าว การให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุ คุณภาพการสี ข้าวกล้อง ต้นข้าว

^{1/}สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/}Postharvest Technology Research Institute / Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{2/}Institute of Agricultural Engineering, Georg-August University, Göttingen, Germany

คำนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยและเป็นสินค้าส่งออกสำคัญที่ทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายแสนล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ราคาของข้าวจะแปรผันตามคุณภาพของข้าว โดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว (head rice) เป็นดัชนีหนึ่งที่สำคัญในการวัดคุณภาพของข้าวสาร เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวหมายถึงข้าวที่ผ่านกระบวนการขัดสี แล้วเหลือความยาวของเมล็ดข้าวร้อยละ 80 ขึ้นไป มีความสำคัญในการกำหนดราคาข้าว ซึ่งเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่าสูงสุดเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3-4 เดือน (วินิต และภูมิสิทธิ์, 2545) เนื่องจากระยะเวลาที่เก็บรักษาทำให้เม็ดแบ่งที่อยู่ภายในเมล็ดข้าวมีการจับตัวกันแข็งแรงมากขึ้น ทำให้เมล็ดข้าวทนทานต่อแรงกระทำจากภายนอกได้มากขึ้น (Juliano, 1985) ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานในการเก็บรักษา วิธีที่ใช้แก้ไขคือการให้ความร้อนด้วยใช้อากาศร้อนปรับปรุงคุณภาพการสีของข้าวทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้าวเปลือกเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงพอจะทำให้เกิด gelatinization ได้สมบูรณ์ โดยนำข้าวเปลือกอบแห้งที่อุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่อง และเมื่อผ่านการ tempering จะส่งผลให้เกิด gelatinization ขึ้นบางส่วน สามารถเพิ่มปริมาณเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวได้ แต่ค่าความขาวของข้าวสารเกิดการเปลี่ยนสีข้าวเป็นเหลืองมากขึ้น (อดิเทพ และคณะ, 2542; สมชาติและคณะ, 2550)

การใช้คลื่นความถี่วิทยุ (radio frequency, RF) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหมุนเวียนสลับระหว่างของทั้งสองขั้ว electrodes ซึ่งมีผลทำให้วัตถุเกิดความร้อนขึ้น มีหลักการในการสร้างความร้อนโดยการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระดับความถี่คลื่นวิทยุ ถูกปล่อยผ่านไปยังวัตถุที่มีคุณสมบัติ dielectric โดยเครื่องสามารถทำงานได้ที่ความถี่ 27.12 MHz หรือเกิดการเปลี่ยนแปลง 27.12 ล้านครั้งต่อวินาที ทำให้วัตถุที่มีพันธะโมเลกุล 2 ขั้ว เช่น โมเลกุลของน้ำ เมื่อโมเลกุลขวางทิศทางของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเกิดการสั่นสะเทือนโดยขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นวิทยุที่ใช้ การสั่นสะเทือนจะทำให้เกิดการสะสม

พลังงานเป็นความร้อนจากการเสียดทานภายในโมเลกุล (Ryynänen, 1995; Nijhuis *et al.*, 1998) โดยทำให้ความร้อนเกิดขึ้นภายในวัสดุ (inside out) และมีการกระจายความร้อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วถึงภายในเนื้อวัสดุพร้อม ๆ กัน โดยมีความสามารถในการถ่ายเทพลังงานมีประสิทธิภาพสูงและลดระยะเวลาการให้ความร้อน (Birla *et al.*, 2004) ส่งผลให้ช่วยลดการใช้พลังงาน (Wang *et al.*, 2003) ซึ่งแตกต่างจากการให้ความร้อนโดยใช้อากาศซึ่งจะเกิดความร้อนจากบริเวณผิววัสดุก่อนแล้วจึงนำความร้อนสู่ภายใน (outside in) ดังนั้นจึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ RF ปรับปรุงคุณภาพการสีของข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยนำข้าวเปลือกปทุมธานี 1 จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวชัยนาท พื้นที่ปลูกจังหวัดสิงห์บุรี เก็บเกี่ยวเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2551 ความชื้นประมาณ 13-14 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) มาให้ความร้อนเพื่อตัดแปลงคุณภาพข้าวด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับความถี่ 27.12 MHz (Radio Frequency Generator, Sairem, France) โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ขั้ว มีปัจจัยในการศึกษา 10 ปัจจัย โดยให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่ 3 ระดับอุณหภูมิคือ 70, 85 และ 100 °C เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที เปรียบเทียบกับข้าวปกติ ทำการตรวจสอบและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวภายหลังการตัดแปลงคุณภาพข้าว โดยตรวจคุณภาพการสี (เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องและเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว) สีของเมล็ดข้าวสารโดยวัดค่าความขาวและค่าสีเหลือง (L^* และ b^*) ด้วยใช้เครื่องวัดสี (Colorquest XE Hunter Lab, USA) ความชื้นมาตรฐานเปียก (AOAC, 2005) และปริมาณอะไมโลสโดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสง (Juliano, 1971) ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (comparison of means) ด้วย Duncan's New Multiple Range Test ($P \leq 0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS (SPSS Inc, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากตารางที่ 1 แสดงถึงระยะเวลาของกระบวนการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุและระดับอุณหภูมิของเมล็ดข้าวขณะทำการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ผลของคลื่นความถี่วิทยุที่มีต่อความชื้นของข้าวเปลือกปทุมธานี 1 (ภาพที่ 1a) พบว่า ข้าวเปลือกปทุมธานี 1 ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ปริมาณอะไมโลสไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบปริมาณอะไมโลสของข้าวหุ้ดควบคุม (ภาพที่ 1b)

สำหรับผลของคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกันต่อปริมาณข้าวกล้องดังแสดงในภาพที่ 1c พบว่า ข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 °C เป็นระยะเวลา 10 และ 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องใกล้เคียงกับหุ้ดควบคุม และเปอร์เซ็นต์ตันข้าวของข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นระยะเวลา 5, 10, และ 15 นาที และ 85 °C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์ตันข้าวมากกว่าหุ้ดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1d)

สอดคล้องกับรายงานของ Inprasit and Noomhorm, (2001); Wiset *et al.* (2005) พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงสามารถเพิ่มปริมาณตันข้าวได้ เนื่องจากอุณหภูมิการอบที่สูงขึ้นทำให้เกิด partial gelatinization เกิดโครงสร้างที่เปื่อยยุ่ยเหมือนร่างแหที่แข็งแรง พันธะภายในเม็ดแป้งจึงจับกันแน่นขึ้น ข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกสามารถทนต่อแรงกระแทกหว่านขัดสีได้มากกว่า (Juliano, 1985; Tirawanichakul *et al.*, 2004) โดยอุณหภูมิที่ทำให้เกิด gelatinization ได้ อุณหภูมิต้องสูงใกล้เคียงกับ 73-86 °C (Taweerattanapanish *et al.*, 1999) แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลาเพิ่มขึ้น (85 °C เป็นระยะเวลา มากกว่า 10 นาที และ 100 °C ทุกระยะเวลา) จะทำให้ปริมาณตันข้าวลดลง เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เกิดความเค้น (stresses) ภายในเมล็ดข้าวระหว่างการอบทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดข้าวได้ (Kunze, 1979)

ส่วนสีของข้าวสารเมื่อผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิมากกว่า 70 °C เป็นระยะเวลา 10 นาที ทำให้ข้าวสารมีค่าความขาว (L^*) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับหุ้ดควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 1e ขณะที่ค่าสีเหลือง (b^*) (ภาพที่ 1d) ของข้าวสารเมื่อผ่าน

Table 1 Grain temperature at different conditions.

Treatments	Time reaching target temperature (min)*	Drying time (min)*	Grain temperature (°C)*
control	-	-	25 ± 2.50
70°C 5 min	3 ± 0.04	5 ± 0.01	70 ± 0.50
70°C 10 min	3 ± 0.33	10 ± 0.01	70 ± 0.25
70°C 15 min	3 ± 0.32	15 ± 0.01	70 ± 0.25
85°C 5 min	4 ± 0.27	5 ± 0.01	85 ± 0.50
85°C 10 min	4 ± 0.27	10 ± 0.02	85 ± 0.10
85°C 15 min	4 ± 0.26	15 ± 0.01	85 ± 0.15
100°C 5 min	5 ± 0.38	5 ± 0.02	100 ± 0.05
100°C 10 min	5 ± 0.35	10 ± 0.01	100 ± 0.15
100°C 15 min	5 ± 0.36	15 ± 0.01	100 ± 0.25

*Mean values with standard deviations

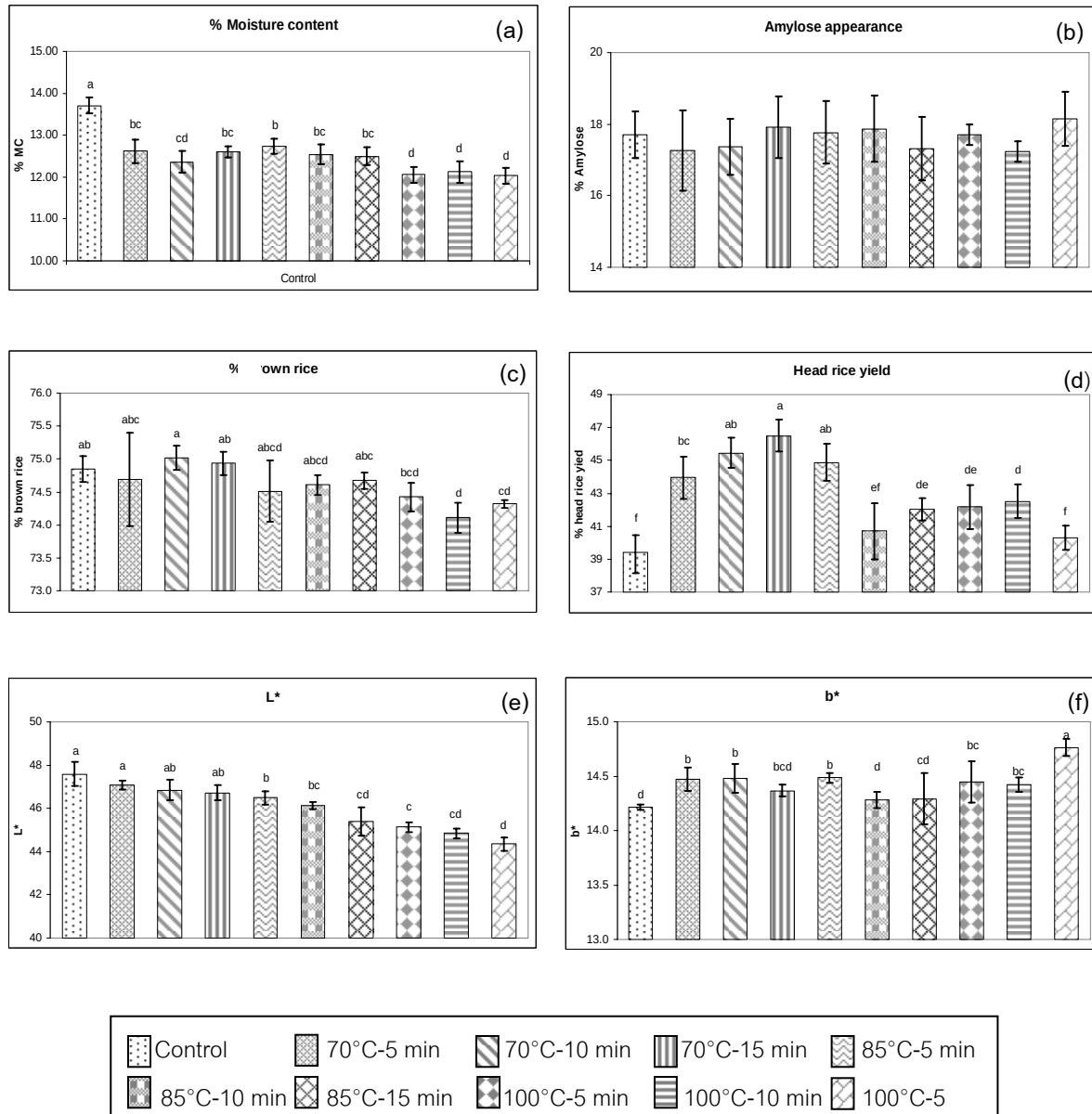


Figure 1 Change of (a) % moisture content, (b) Amylose content, (c) brown rice, (d) head rice yield, (e) L* and (f) b* of rice at different condition.

*Difference superscripts in the same graph mean that values are significantly different ($P \leq 0.05$)

*Mean values with standard deviations were reported

คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 100 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที ทำให้ค่า b^* มากกว่าชุดควบคุมอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา maillard reaction ที่ทำให้เมล็ดข้าวมีการเปลี่ยนแปลงสีของข้าวสารจากสีของเปลือกข้าวและรำข้าวเข้าสู่ภายในเมล็ดข้าวสาร (Yap *et al.*, 1990; Inprasit and Noomhorm, 2001) สอดคล้องกับรายงานของ ใจทิพย์ และผดุงศักดิ์ (2547), พลากร และคณะ (2551), อินดา และคณะ (2550) และ Wiset *et al.* (2005) ที่พบว่าทำให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกับข้าวเปลือกทำให้เมล็ดข้าวมีสีเหลืองสูงขึ้น ยกเว้นที่ระดับอุณหภูมิ 70 °C เป็นระยะเวลา 15 นาที และ 85 °C เป็นระยะเวลา 10 และ 15 นาที ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

สรุป

การให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุต่อคุณภาพการสีข้าว ทำให้เปลี่ยนแปลงคุณภาพการสีของข้าวโดยใช้ทำให้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 10 นาที สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงสุดและสีของข้าวสารมีค่าใกล้เคียงกับข้าวใหม่ปกติ และทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกลดลง ขณะที่เปอร์เซ็นต์อะไมโลสและเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุสามารถปรับปรุงคุณภาพการสีของข้าวได้

เอกสารอ้างอิง

- ใจทิพย์ วานิชขัง และ ผดุงศักดิ์ วานิชขัง. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเก่าเพื่อชุมชน. รายงานการวิจัยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี. 76 หน้า.
- พลากร สำราญราษฎร์ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และ สุชาติา เวียรศิลป์. 2551. การดัดแปลงคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39(3 พิเศษ): 354-358.
- วินิต ชินสุวรรณ และ ภูมิสิทธิ์ วรรณชาวี. 2545. การเร่งความเก่าของข้าวเปลือกหอมมะลิโดยการอบ.

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33(6 พิเศษ): 261-267.

สมชาติ ไสภณรณฤทธิ์ สมเกียรติ ปรัชญาวรรการ และ ชัยยงค์ เตชะไพโรจน์. 2550. การจัดการข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการปรับปรุงคุณภาพและการพัฒนาผลิตภัณฑ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38(5 พิเศษ): 291-300.

กระทรวงพาณิชย์ และ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552. ยุทธศาสตร์ข้าวไทยปี 2550-2554. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://www.ricethailand.go.th/rice%20web/Introduce%20Rice/strategy.pdf> (26 กรกฎาคม 2552).

อดิเทพ ทวีรัตนพาณิชย์ สมชาติ ไสภณรณฤทธิ์ สมบูรณ์ เวชกามา งามชื่น คงเสรี และ สุนันทา วงศ์ปิยชน. 2542. การอบแห้งข้าวเปลือกโดยเทคนิคฟลูอิดเซชันเพื่อการเพิ่มปริมาณข้าวเต็มเมล็ด. วิทยาศาสตร์เกษตร 33: 134-145.

อินดา แวดาลอ ละมุล วิเศษ และ ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล. 2550. ผลของการอบแห้งแบบสองขั้นตอนและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38(6 พิเศษ): 326-330.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD.

Birla, S.L., S. Wang, J. Tang and G. Hallman. 2004. Improving heating uniformity of fresh fruit in radio frequency treatments for pest control. Postharvest Biology and Technology 33: 205-217.

Inprasit, C. and A. Noomhorm. 2001. Effect of drying air temperature and grain temperature of different types of dryer and operation on rice quality. Drying Technology 19(2): 389-404.

Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today 16: 334 - 336.

- Juliano, B.O. 1985. Rice Chemistry and Technology. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul. 774 pp.
- Kunze, O. R. 1979. Fissuring of the rice grain after heated air drying. Transactions of the ASAE 22 : 1197-1201.
- Nijhuis, H.H., H.M. Topping, S. Muresan, D. Yuksel, C. Leguijt and W. Kloek. 1998. Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. Trends in Food Science and Technology 9: 13-20.
- Ryynänen, S. 1995. The electromagnetic properties of food materials: A review of the basic principles. Journal of Food Engineering 26: 409-429.
- Taweerattanapnish, A., S. Soponronnarit, S. Wetchacama, N. Kongsiri and S. Wongpiyachon. 1999. Effect of drying on head rice yield using fluidization technique. Drying Technology 17: 345-353.
- Tirawanichakul, S., S. Prachayawarakorn, W. Varanyanond, P. Tungtrakul and S. Soponronnarit. 2004. Effect of fluidized bed drying temperature on various qualities attributes of paddy. Drying Technology 22(7): 1731-1754.
- Wang, S., J. Tang, J.A. Johnson, E. Mitcham, J.D. Hansen, G. Hallman, S.R. Drake and Y. Wang. 2003. Dielectric properties of fruits and insect pests as related to radio frequency and microwave treatments. Biosystems Engineering 85(2): 201-212.
- Wiset, L., G. Szrednicki, 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
- Yap, A. B., B. O. Juliano and C. M. Perez. 1990. Artificial yellowing of rice at 60 °C. *In*: Proceedings of the 11th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology, Kuala Lumpur, Malaysia.
-