ผลของเทคนิคการให้ความร้อนต่อคุณภาพรำข้าว
Effect of heating techniques on rice bran quality

ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1,2]* เกศินี สังข์คำ[1,2] วาริช ศรีละออง[1,2] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1,2] และ สร้อยสุดา อุตระกูล[1,2]
Songsin Photchanachai[1,2]*, Kasinee Sungcome[1,2], Varit Srilaong[1,2], Apiradee Uthairattanakij[1,2] and Soisuda Utrakoon[1,2]

Abstract

Moisture and microorganism contamination play an important roles on stabilization of rice bran quality. 'Patumthani 1' rice bran with 8.92% moisture content (M.C.) was heated by 5 different methods including roasting, steaming, microwave oven (M.) at 450 watts for 2 min (continuous) , M. at 600 watts for 2 min (continuous) and M. at 600 watts for 1 min followed by mixing and M. at 600 watts for another 1 min (non-continuous). Continuous heating with M. at 600 watts was the most effective method to reduce the M.C. to 2.59% whereas the highest moisture content (10.53%) was observed in the steamed rice bran. Rice bran colour was significantly changed from light yellow to light brown by heating. Heating completely sterilized fungal contamination but steaming was the most effective treatment significantly decreased total bacteria count about 75% followed by continuous heating with M. at 600 watts. Heating did not affect protein content but tended to increase lipid content except steaming. Free fatty acids content and lipase activity were slightly induced by heating and the significantly highest activity was found in the roasted and the non-continuously heated by M. at 600 watts for 2 min samples. The continuous M. at 600 watts for 2 min is the most effective heating technique due to the reduction of M.C. to the lowest level and microorganism contamination. Moreover, this method rice bran exhibited high lipid content with lower free fatty acids content and lipase activity.

Keywords: rice bran, moisture content, heat treatments

บทคัดย่อ

ความชื้นและเชื้อจุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญต่อการคงคุณภาพของรำข้าว เมื่อนำรำข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่มีความชื้น 8.92 เปอร์เซ็นต์ มาให้ความร้อนแตกต่างกัน 5 วิธี ได้แก่ การคั่ว การนึ่ง การอบด้วยเตาไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 450 วัตน์ นาน 2 นาที 600 วัตต์ นาน 2 นาที (แบบต่อเนื่อง) และ 600 วัตต์ นาน 1 นาที เขย่าแล้วอบต่อ 1 นาที (แบบไม่ต่อเนื่อง) พบว่า การอบด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ แบบต่อเนื่อง ทำให้ความชื้นในรำข้าวลดลงมากที่สุดเหลือ 2.69 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่รำข้าวนึ่งมีความชื้นสูงที่สุด (10.53 เปอร์เซ็นต์) การให้ความร้อนทำให้สีของรำข้าวเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญจากสีเหลืองอ่อนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน และทุกวิธีสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยการนึ่งสามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียได้มากที่สุดเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การอบด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ แบบต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การให้ความร้อนไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนแต่มีแนวโน้มทำให้มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น ยกเว้นการนึ่ง และทำให้ปริมาณของกรดไขมันอิสระลดลงและกิจกรรม lipase เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยการคั่วและการอบด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ แบบไม่ต่อเนื่อง ทำให้กิจกรรม lipase เพิ่มขึ้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น เทคนิคการให้ความร้อนแก่รำข้าวที่เหมาะสมที่สุดคือ การอบด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ นาน 2 นาที แบบต่อเนื่อง เนื่องจากความชื้นและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ลดลงมากที่สุด นอกจากนี้ ยังทำให้รำข้าวมีปริมาณไขมันมากที่สุด แต่มีปริมาณกรดไขมันอิสระและกิจกรรม lipase ต่ำ

คำสำคัญ: รำข้าว, ความชื้น, การให้ความร้อน

คำนำ

รำข้าวเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวเปลือก ซึ่งมีประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวเปลือก ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยอย่างแพร่หลายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว อาทิ การสกัดน้ำมันจากรำข้าวเพื่อการบริโภค เนื่องจากรำข้าวมีปริมาณ

[1] หลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[1] Postharvest Technology Program, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission of Higher Education, Bangkok 10400
* Corresponding author

ไขมันสูง 15.0-22.54 เปอร์เซ็นต์ (Juliano, 1985) และยังเป็นน้ำมันเพื่อสุขภาพ (นัยวัฒน์, 2550) แต่รำข้าวไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเกิน 24 ชั่วโมง เนื่องจากมีความชื้นและคุณค่าทางอาหารสูง รวมทั้งโปรตีนที่สามารถดูดซับน้ำได้ดี จึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (งามชื่น, 2538) และการเสื่อมเสียจาก lipase และ lipoxygenase ที่มีอยู่ในรำข้าว และจากเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดออกมาเพื่อย่อยไขมัน ซึ่งจะได้กรดไขมันอิสระและกรีเซอรอลทำให้ปริมาณไขมันลดลง เกิดกลิ่นหืน ทำให้รำข้าวเสื่อมคุณภาพเร็ว มีกลิ่นและสีเปลี่ยนแปลงไปและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันเพราะน้ำมันที่ได้มีคุณภาพต่ำ นอกจากนี้ เชื้อราที่ปนเปื้อนบางชนิดสามารถสร้างสารพิษได้ ทั้งนี้ เกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) กำหนดให้มีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรียในอาหาร น้อยกว่า 500 และ 10^6 CFU/g ตามลำดับ วิธีการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิด ทำได้โดยใช้สารเคมี (Raghavendra *et al*., 2007) หรือความร้อน เช่น การนึ่ง การคั่ว และมีรายงานว่าการอบด้วยไมโครเวฟ (Ramezanzadeh *et al*.,1999) เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ซึ่งการให้ความร้อนสามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพ ลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งกิจกรรมของ lipase ในรำข้าวได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการให้ความร้อนในแต่ละวิธีต่อปริมาณไขมันที่สกัดได้ ตลอดจนลักษณะอื่นๆ ที่ส่งเสริมการเสื่อมคุณภาพของรำข้าว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของเทคนิคการให้ความร้อน ได้แก่ การนึ่ง การคั่ว การอบด้วยไมโครเวฟ เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และชะลอการเสื่อมคุณภาพของรำข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

นำรำข้าวเปลือกพันธุ์ 'ปทุมธานี 1' 50 กรัม ที่ได้จากการกะเทาะเปลือกและขัดขาวข้าวภายในครั้งเดียวด้วยเครื่องสีข้าวสำหรับห้องปฏิบัติการ มาให้ความร้อน 5 วิธี ได้แก่ 1) นึ่ง นาน 5 นาที 2) คั่วด้วยกระทะไฟฟ้า (ยี่ห้อ Imarflex รุ่น MP 12Q) ระดับต่ำ นาน 1 นาที 3) อบด้วยไมโครเวฟ (M.) (Microwave elector รุ่น EMM) ที่กำลังไฟฟ้า 450 วัตต์ นาน 2 นาที 4) M. ที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ นาน 2 นาที (แบบต่อเนื่อง) และ 5) M. ที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ นาน 1 นาที นำออกมาเขย่า แล้วอบอีกครั้ง นาน 1 นาที (แบบไม่ต่อเนื่อง) สุ่มตัวอย่างรำข้าวมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995) จำนวนเชื้อราและแบคทีเรียทั้งหมด (AOAC, 1984) ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Kjeldahl method) ปริมาณไขมันทั้งหมด (AOAC, 1995) ปริมาณกรดไขมันอิสระ (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995) และกิจกรรมของ lipase (ดัดแปลงจาก Gupta *et al*., 2002) วางแผนการทดลองแบบ Randomize Completely Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของข้อมูลด้วยโปรแกรม SAS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

รำข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีความชื้น 8.92 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผ่านการให้ความร้อน พบว่า ความชื้นในรำข้าวลดลง โดย M. 600 วัตต์ แบบต่อเนื่อง 2 นาที ทำให้รำข้าวมีความชื้นต่ำที่สุด (2.59 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ M. 600 วัตต์ แบบไม่ต่อเนื่อง 2 นาที M. 450 วัตต์ 2 นาที และการคั่ว แต่พบว่ารำข้าวนึ่งมีความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 10.53 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1-A) เพราะรำข้าวดูดซับไอน้ำจากการนึ่ง ส่วนการอบด้วยไมโครเวฟซึ่งอาศัยหลักการส่งพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปสั่นสะเทือนโมเลกุลของน้ำโดยตรงทำให้น้ำระเหยได้รวดเร็วและมากกว่าการคั่ว การให้ความร้อนทำให้สีของรำข้าวเข้มขึ้น (เปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีน้ำตาลอ่อน) โดยค่า hue angle ลดลงจาก 94.3 องศา เป็น 64.0-65.3 องศา เนื่องจากการให้ความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน ได้เป็นสารประกอบสีน้ำตาลเข้ม (Barber, 1974) อย่างไรก็ตาม รำข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนทั้ง 5 วิธี มีค่า hue angle ไม่แตกต่างกัน (Table 1) และทุกวิธีสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) แต่ลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้ 25-75 เปอร์เซ็นต์ โดยการนึ่งสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้มากที่สุด รองลงมาคือ M. 600 วัตต์ แบบต่อเนื่อง 2 นาที M. 600 วัตต์ แบบไม่ต่อเนื่อง 2 นาที M. 450 วัตต์ 2 นาที และการคั่ว (Figure 1-B) เนื่องจากการกำจัดเชื้อแบคทีเรียต้องใช้ความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง 121 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที ในขณะที่อุณหภูมิของรำข้าวในระหว่างการให้ความร้อนทั้ง 5 วิธี ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส (ไม่แสดงข้อมูล) และระยะเวลาสั้น อย่างไรก็ตาม จำนวนเชื้อแบคทีเรียที่พบน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

การให้ความร้อนไม่ทำให้ปริมาณโปรตีนในรำข้าวเปลี่ยนแปลง (Figure 1-C) แต่ปริมาณไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นการนึ่ง โดยรำข้าวคั่วมีปริมาณไขมันมากที่สุด (16.61 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง) รองลงมาคือ M. 600 วัตต์ ทั้ง

แบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง และ M. 450 วัตต์ 2 นาที (Figure 1-D) อาจเพราะความร้อนแห้งทำให้น้ำระเหยออก เมื่อนำมาสกัดไขมันจึงทำให้ไขมันละลายในสารละลายอินทรีย์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ อาจเป็นไปได้ว่าเยื่อหุ้มของ oil body แตก ทำให้ไขมันไปรวมตัวใกล้ผนังเซลล์ (Ponne *et al*., 1996) จึงสกัดไขมันได้ง่ายขึ้น ในขณะที่การนึ่งซึ่งรำข้าวดูดซับไอน้ำและมีความชื้นสูงที่สุด อาจทำให้ไขมันถูกย่อยสลายไปอยู่ในรูปสารประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ไขมันได้ อย่างไรก็ตาม การให้ความร้อนทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระลดลงและกิจกรรม lipase เพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรำข้าวชุดควบคุม (Figure 1-E, F) โดย M. 600 วัตต์ แบบไม่ต่อเนื่อง 2 นาที มีปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยที่สุด (1.22 mg KOH/ 100g) รองลงมาคือ การนึ่ง M. 600 วัตต์ แบบต่อเนื่อง 2 นาที M. 450 วัตต์ 2 นาที แต่การคั่ว และ M. 600 วัตต์ แบบต่อเนื่อง 2 นาที ทำให้กิจกรรม lipase เพิ่มขึ้นมากที่สุด (0.57-0.58 unit/ mg protein) อาจเนื่องจากวิธีการให้ความร้อนไม่เพียงพอต่อการยับยั้งการทำงานของ lipase โดย Srimani *et al*. (1977) พบว่า การอบรำข้าวที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที จึงจะสามารถทำลายกิจกรรมของ lipase ได้ นอกจากนี้ การให้ความร้อนระดับต่ำแก่รำข้าวในสภาพที่มีความชื้นต่ำ ไม่ทำให้เอนไซม์เสียสภาพธรรมชาติ (Barber, 1985) ดังนั้น เอนไซม์จึงคืนสภาพธรรมชาติและสามารถทำงานได้ต่อไป (จินดารัตน์, 2539) แต่ความร้อนที่สะสมอยู่ในรำข้าวหลังการให้ความร้อน อาจทำให้กรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นนั้นเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบในกลุ่มแอลดีไฮด์ คีโตน และแอลกอฮอล์ (Marshall และ Wadsworth, 1994) จึงทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระลดลง

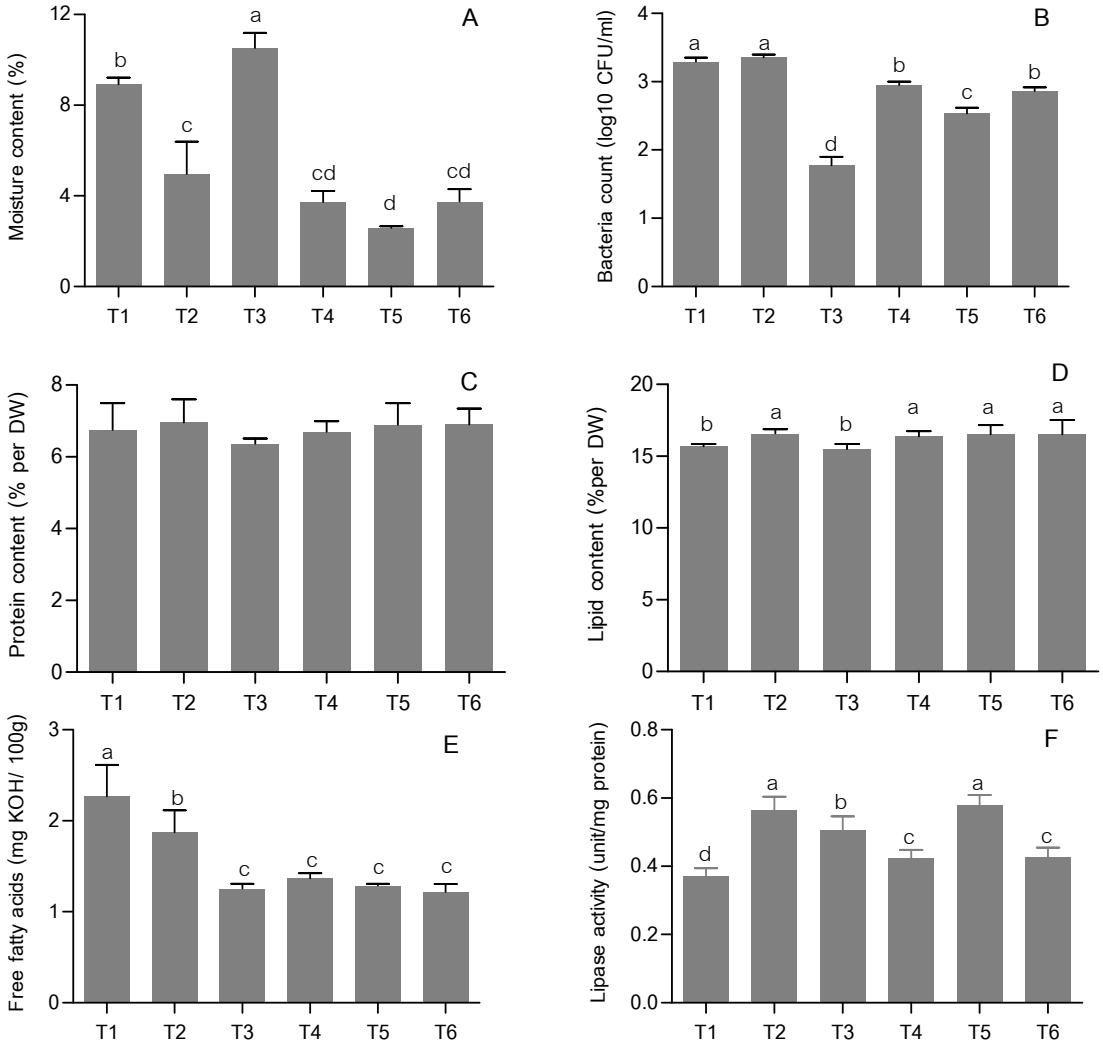

Figure 1 Effect of heating techniques on moisture content (A), bacterial count (B), protein content (C), lipid content (D), free fatty acids content (E) and lipase activity (F) of 'Pratumtani 1' rice bran. T1 = control, T2 = roasting,T3 = steaming, T4 = continuous M. 450 W for 2 min, T5 = continuous M. 600 W for 2 min and T6 = non-continuous M. 600 W for 2 min. The same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at $P \leq 0.05$.

Table 1 Effect of heating techniques on hue angle and fungal contamination of 'Pathumtani 1' rice bran.

Treatments	Hue angle (^{o})	Fungi (log10 CFU/ml)
Control	96.2a	2.84
Roasting	64.0b	0.00
Steaming	65.3b	0.00
Continuous M. 450 W 2 min	63.5b	0.00
Continuous M. 600 W 2 min	64.4b	0.00
Non-continuous M. 600 W 2 min	64.9b	0.00
F-test	**	**
C.V.(%)	5.1	5.83

Means in the same column followed by same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at $P \leq 0.05$

** = significantly different at $p \leq 0.01$

สรุปผลการทดลอง

การให้ความร้อนทำให้ความชื้นของรำข้าวลดลง สีของรำข้าวเข้มขึ้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง แต่ไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีน ในขณะที่ปริมาณไขมันที่สกัดได้เพิ่มขึ้น ปริมาณกรดไขมันอิสระลดลงและกิจกรรม lipase เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเทคนิคการให้ความร้อนแก่รำข้าวที่เหมาะสมที่สุดคือ การอบด้วยไมโครเวฟ 600 วัตต์ แบบต่อเนื่อง นาน 2 นาที เนื่องจากความชื้นและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ลดลงมากที่สุด และทำให้รำข้าวมีปริมาณไขมันมากที่สุด แต่มีปริมาณกรดไขมันอิสระและกิจกรรม lipase ต่ำ ซึ่งคาดว่าจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ที่ สธ 0524/5756 ลงวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2536.

งามชื่น คงเสรี. 2538. การปรับปรุงคุณภาพข้าวสารเพื่อการบริโภคและการส่งออก. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการวิเคราะห์คุณภาพข้าวทางเคมี รุ่นที่ 1 และ 2. วันที่ 1-2 และ 15-16 มิถุนายน 2538. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. ปทุมธานี. 23 น.

จินดารัตน์ โตกมลธรรม. 2539. การคืนสภาพธรรมชาติของเอนไซม์ไลเปสในรำข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.

นัยวัฒน์ สุขทั่ง. 2550. การออกแบบเครื่องให้ความร้อนรำข้าวสำหรับการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1984. Official Method of Analysis. 14thed. George Banton. Washington D.C. 1080p.

------. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. P. Cunniff (*ed*). AOAC International. Gaithersburg.

Barber, S. 1974. Basic and applied research needs for optimizing utilization of rice bran as food and feed. Institute of Agrochemistry and Food Technology. New York. p.1-99.

Barber, S. 1985. Rice bran, an under-utilized raw material. United Nations Publication. New York. 251p.

Gupta, N., P. Rathi and R. Gupta. 2002. Simplified para-nitrophenyl palmitate assay for lipases and esterases. Analytical Biochemistry 311: 98–99.

Juliano, B. O. 1985. Critical and testing for qualities, Rice: Chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists. Minnesota. p.441-542.

Marshall, W.E. and J.I. Adsworth. 1994. Rice science and technology. Marcel Dekker. New York. 470 p.

Ponne, C. T., A.C. Moller, M.M. Tijskens, P.V. Bartels and M.T. Meijer. 1996. Influence of microwave and steam heating on lipase activity and microstructure of rapeseed (*Brassica napus*). J. Agric. Food Chem. 44: 2818-2824.

Raghavendra, M.P., P.R. Kumar and V. Prakash. 2007. Mechanism of inhibition of rice bran lipase by polyphenols: A case study with chlorogenic acid and caffeic acid. J. Food Science. 72: 412-419.

Ramezanzadeh, F.M., R.M. Rao, M. Windhauser and W. Prinyawiwatkul. 1999. Nutrient losses in microwave-heated rice bran during storage. [Online]. Available source: http://www.ift.confex.com/ift/99annual/techprogram/abstracts/3848.html [2008, September 10].

Srimani, B. N., P. Chattopadhyay and A.N. Bose. 1977. Stabilization of rice bran direct measurement of the lipase activity in rice bran and the methods for the inactivation of the same. Proceeding of rice by-products utilization.2:33-38.