รำข้าว: การคงสภาพรำข้าว

(Rice Bran: Rice Bran Stabilization)

ปฏิวิทย์ ลอยพิมาย*

*สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

บทนำ

ข้าว (rice) คือ เมล็ดของพืชพวกหญ้าในวงศ์ Gramineae สามารถบริโภคเมล็ดได้ (อรอนงค์, 2547) เป็นพืชเศรษฐกิจ ซึ่งในปี ค.ศ. 2007 สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (International Rice Research Institute; IRRI) ที่ประเทศฟิลิปปินส์ ได้รายงานการผลิตข้าวเปลือกทั่วโลกมีประมาณ 645 ล้านตันต่อปี และในประเทศไทยผลิตได้ไม่ต่ำกว่า 26 ล้านตันต่อปี (สำนักงานการค้าข้าวต่างประเทศ, 2545 อ้างถึงใน อรอนงค์, 2547) ซึ่งภายในเมล็ดข้าวมีรำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 8 รำข้าวจึงเป็นผลพลอยได้ที่มีปริมาณสูงถึง 40 ล้านตันต่อปี ในรำข้าวมีปริมาณน้ำมันสูงถึงร้อยละ 15-20 (Arumughan et al., 2004; Danielski et al., 2005) แต่ปัจจุบันการนำรำข้าวมาใช้ประโยชน์ยังไม่เต็มศักยภาพ ส่วนใหญ่นำไปใช้เลี้ยงสัตว์ และมีบางส่วนที่นำไปผลิตเป็นน้ำมันรำข้าว (Balachandran et al., 2007) สำหรับแนวโน้มการผลิตน้ำมันรำข้าวมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในน้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid; MUFA) ค่อนข้างสูง และมีองค์ประกอบที่เป็นสารออกฤทธิ์ชีวภาพสำคัญหลายชนิด เช่น สารแกมมา-ออริซานอล (γ-oryzanol) แอลฟา-โทโคฟีรอล (α-tocopherols) และโทโคไตรอี-นอล (tocotrienols) (Reshma et al., 2008) อย่างไรก็ตาม รำข้าวที่ได้จากการขัดสีส่วนใหญ่จะเกิดการเสื่อมเสียค่อนข้างเร็ว เนื่องจากเอนไซม์ไลเพส (lipase) และลิพ็อกซีจีเนส (lipoxygenase) ย่อยไขมันในรำข้าว ส่งผลให้คุณภาพรำข้าวลดลงก่อนที่จะนำไปสกัดเป็นน้ำมันรำข้าว (Zullaikah et al., 2005) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการยับยั้งหรือทำลายเอนไซม์ดังกล่าวนี้ให้เร็วที่สุด เรียกกระบวนการนี้ว่า การคงสภาพ (stabilization)

การคงสภาพรำข้าว (rice bran stabilization)

หลังจากแยกชั้นของรำข้าวออกมาระหว่างกระบวนการขัดสีใหม่ ๆ คุณภาพของรำจะลดลง เนื่องจากไขมันในรำข้าวเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสจากเอนไซม์ไลเพส ส่งผลทำให้เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) จึงไม่เหมาะสมสำหรับทำเป็นผลิตภัณฑ์และสกัดเป็นน้ำมันเพื่อ

บริโภค (Malekian et al., 2000) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องยับยั้งหรือทำลายให้เอนไซม์ดังกล่าวให้เร็วที่สุด เพื่อรักษาคุณภาพและปริมาณสารอาหารสำคัญของรำข้าว และในรำข้าวมีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบสูงจึงเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสจากเอนไซม์ไลเพสและปฏิกิริยาออกซิเดชันจากเอนไซม์ลิพ็อกซีจีเนสได้ง่าย ส่งผลให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากผ่านกระบวนการขัดสีได้ชั้นรำข้าวออกมา (Zullaikah et al., 2005) นอกจากนี้การเก็บรำข้าวไว้ที่อุณหภูมิห้องนานๆ จะส่งผลให้รำข้าวเกิดกลิ่นหืน (rancidity) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของไขมันจากปฏิกิริยาดังกล่าวข้างต้น (Ramarathnam et al., 1989) การเสื่อมเสียของไขมันในเมล็ดข้าวโอ๊ต สามารถป้องกันได้โดยใช้ความร้อนเพื่อยับยั้งเอนไซม์และปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากเอนไซม์ไลเพส (Lehtinent et al., 2003) หากไม่คงสภาพหรือยับยั้งเอนไซม์ก่อน ไขมันจะถูกไฮโดรไลซ์และส่งผลให้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ลดลง (O'Connor et al., 1992) ดังนั้นวิธีคงสภาพรำข้าวส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นการทำลายเอนไซม์ในรำข้าวที่ขัดสีเสร็จใหม่ ๆ เพื่อรักษาองค์ประกอบกรดไขมันและปริมาณสารสำคัญ การคงสภาพทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีที่ทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเสื่อมเสียได้ดี ดังนี้

1. การใช้ลมร้อน (dry heat)

เป็นวิธีการคงสภาพรำข้าวโดยอาศัยลมร้อนที่มีอุณหภูมิระหว่าง 100-110°C เป็นเวลานาน 20-30 นาที เพื่อยับยั้งหรือทำลายเอนไซม์ไลเพสและลิพ็อกซีจีเนส วิธีการใช้ลมร้อนที่นิยมใช้ ได้แก่ ฟลูอิไดเซชัน (fluidization) การอบด้วยลมร้อน (hot-air drying) การอบภายใต้สูญญากาศ (vacuum drying) รำข้าวที่ผ่านการคงสภาพโดยวิธีอบด้วยลมร้อนในสภาพสูญญากาศ ที่อุณหภูมิ 95°C นาน 1 ชั่วโมง มีผลยับยั้งเอนไซม์ไลเพสและชะลอการเพิ่มของปริมาณกรดไขมันอิสระหลังเก็บนาน 1 สัปดาห์ (Zullaikah et al., 2005) จากรายงานของ Amarasinghe และ Gangodavilage (2004) ในการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1 ชั่วโมง ด้วยตู้อบลมร้อนเพื่อคงสภาพเอนไซม์ในรำข้าวสายพันธุ์ Bw 335 (ศรีลังกา) พบว่ารำข้าวมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.98 หลังเก็บนาน 70 วัน แต่ข้อเสียของการใช้ลมร้อนคงสภาพ คือ ใช้เวลานาน เนื่องจากค่าการนำความร้อนของรำข้าวต่ำ ทำให้ความร้อนทำลายเอนไซม์ไม่สมบูรณ์ ส่งผลทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ไลเพสเหลืออยู่ (Juliano, 1985)

2. การให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำร้อน (wet heat)

เป็นการใช้ความร้อนชื้นของไอน้ำช่วงอุณหภูมิระหว่าง 100-120°C นาน 5-15 นาที สำหรับคงสภาพรำข้าว การให้ความร้อนแบบนี้มีหลายวิธี เช่น การใช้ลูกกลิ้ง (rolling mill) การนึ่งด้วยไอน้ำ (steaming) และการใช้แรงอัดที่อุณหภูมิสูง (extrudtion) (Sayre et al., 1982) Poovarodom (1982) พบว่า สภาวะที่เหมาะสมของการให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 นาที หรืออุณหภูมิ 110°C นาน 5 นาที ทำให้รำข้าวคงคุณภาพ และมี

ประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเพสในรำข้าวได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Amarasinghe และ Gangodavilage (2004) ที่ใช้ไอน้ำร้อนอุณหภูมิ 100°C นาน 30 นาที เพื่อคงสภาพรำข้าว โดยช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระได้ถึงร้อยละ 9.01 หลังเก็บนาน 70 วัน และการคงสภาพด้วยวิธีการนี้ช่วยให้ปริมาณน้ำมันรำข้าวที่สกัดได้เพิ่มขึ้น และงานวิจัยของ Srimani และคณะ (1977) พบว่า การให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ลมร้อน แต่มีข้อควรระวังในการให้ความร้อนด้วยวิธีการนี้ คือ หากไม่นำรำข้าวไปทำแห้งก่อน หลังจากผ่านกระบวนการคงสภาพ จะทำให้เอนไซม์ไลเพสที่ถูกยับยั้งกลับมามีกิจกรรมในรำข้าวได้อีกครั้ง (Juliano, 1985)

3. การให้ความร้อนแบบคลื่นไมโครเวฟ (microwave heating)

เป็นการใช้พลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ 2,450 ครั้ง/วินาที หรือ 915 เมกะเฮิร์ทซ เพื่อทำให้โมเลกุลน้ำที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ในอาหารแตกตัว เมื่อนำอาหารมาวางไว้ในสนามไฟฟ้า โมเลกุลของน้ำและสารอื่นที่มีขั้วจะจัดเรียงตัวให้สอดคล้องกับทิศทางของสนามไฟฟ้า และเกิดการสั่นสะเทือนเสียดสีกันภายในโมเลกุลของอาหารประมาณ 2,450 ครั้ง/วินาที ซึ่งพลังงานที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนย้ายไปสู่อะตอมหรือโมเลกุลที่อยู่ใกล้เคียงทำให้เกิดความร้อนจากการสั่นสะเทือนต่อกันของโมเลกุลได้ (วิไล รังสาดทอง, 2546) ในงานวิจัยของ Ramezanzadeh และคณะ (2000) พบว่าการประยุกต์ใช้ความร้อนแบบไมโครเวฟระดับความถี่ 2,450 ครั้ง/วินาที และใช้กำลังไฟฟ้า 250 วัตต์ นาน 3 นาที เพื่อคงสภาพรำข้าว (ความชื้นร้อยละ 21) จากนั้นบรรจุในบรรจุภัณฑ์และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4, 5 และ 25°C พบว่าองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณกรดไขมันของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับรำข้าวที่ไม่ผ่านการคงสภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lakkakula และคณะ (2004) ที่ใช้ความร้อนแบบคลื่นไมโครเวฟคงสภาพรำข้าว (ความชื้นร้อยละ 21) ที่อุณหภูมิ 109°C เป็นเวลา 3 นาที ทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 2.80 เป็นร้อยละ 3.89 สำหรับรำข้าวที่ไม่ผ่านการคงสภาพมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.96 เป็นร้อยละ 18.03 หลังจากเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน ปริมาณกรดไขมันอิสระในรำข้าวที่ไม่ผ่านการคงสภาพมีค่าเกินร้อยละ 10 ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Enochain et al., 1980) และการให้ความร้อนแบบคลื่นไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดนาน 5 นาที ช่วยให้เพิ่มปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากรำข้าว (Zigoneanu et al., 2007)

4. การให้ความร้อนแบบโอห์มมิก (ohmic heating)

เป็นวิธีการทำให้อาหารร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความต้านทานการไหลของกระแส ไฟฟ้าของอาหารเอง (วิไล รังสาดทอง, 2546) Lakkakula และคณะ (2004) พบว่าการคงสภาพรำข้าว (ความชื้นร้อยละ 21) ด้วยการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกด้วยความถี่ 60 เฮิร์ทซ ส่งผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระ

เพิ่มขึ้นช้ากว่ารำข้าวที่ไม่ผ่านการคงสภาพ รำข้าวที่ผ่านวิธีการนี้มีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มจากร้อยละ 3.25 เป็นร้อยละ 5.47 แต่รำข้าวที่ไม่ผ่านการคงสภาพมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.96 เป็นร้อยละ 18.03 เนื่องจากไฟฟ้ากระแสสลับของการให้ความร้อนด้วยวิธีนี้ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเพส ที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดกรดไขมันอิสระในรำข้าว และมีผลช่วยทำให้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้สูงถึงร้อยละ 92 ซึ่งรำข้าวที่ไม่ผ่านการคงสภาพสกัดได้เพียงร้อยละ 53 เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Loypimai และคณะ (2009) การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกคงสภาพรำข้าวที่ปรับความชื้นร้อยละ 30 กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า 150 Vcm^{-1} มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ไลเพส ช่วยลดปริมาณกรดไขมันอิสระ และชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยมีค่าสารไทโอบาร์บิทูริกรีแอ็กทีฟ (Thiobarbituric reactive substance; TBARS) ต่ำที่สุด หลังเก็บนาน 21 วัน และมีประสิทธิภาพช่วยคงปริมาณสารแอลฟา-โทโคฟีรอล และแกมมา-ออริซานอล ในรำข้าว (ตาราง 1)

ตารางที่ 1 ผลของวิธีการให้ความร้อนคงสภาพต่อคุณภาพของรำข้าว

วิธีคงสภาพรำข้าว	สภาวะที่ใช้	ผลที่ได้	งานวิจัย
ลมร้อนสูญญากาศ	95°C, 1 ชั่วโมง	- ยับยั้งเอนไซม์ไลเพส - ชะลอการเพิ่มขึ้นของ FFA หลังเก็บนาน 1 สัปดาห์	Zullaikah et al. (2005)
ไอน้ำร้อน	100°C นาน 30 นาที	- FFA เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.01 หลังเก็บนาน 70 วัน	Amarasinghe and Gangodavilage (2004)
คลื่นไมโครเวฟ	ความชื้นร้อยละ 21 100°C นาน 3 นาที	- FFA เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.80 เป็นร้อยละ 3.89 (รำไม่คงสภาพ FFA เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.96 เป็นร้อยละ 18.03) หลังเก็บนาน 6 เดือน	Lakkakula et al. (2004)
การให้ความร้อนแบบโอห์มมิก	ความชื้นร้อยละ 30 แรงเคลื่อนไฟฟ้า 150 Vcm^{-1}	- ยับยั้งเอนไซม์ไลเปสและลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หลังเก็บนาน 21 วัน - ช่วยคงปริมาณสารแอลฟา-โทโคฟีรอล และแกมมา-ออริซานอลดีกว่ารำข้าวที่ผ่านการคงสภาพ	Loypimai et al. (2009)

เอกสารอ้างอิง

วิไล รังสาดทอง. (2546). **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). **ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Amarasinghe, B., and Gangodavilage, N.C. (2004). Rice bran oil extraction in Sri Lanka. **Food and Bioproducts Processing**. 82: 54-59.

Arumughan, C., Skhariya, R., and Arora. R. (2004). Rice bran oil: an tapped health food. **Inform**. 15: 706-707.

Balachandran, C., Mayamol, P.N., Thomas, S., Sukumar, D., and Sundaresan, A. (2007). An ecofriendly approach to process rice bran for high quality rice bran oil using supercritical carbondioxide for nutraceutical applications. **Bioresource Technology.** 99(8): 2905-2912.

Danielski, L., Zetzl, C., Heiko, H., and Brunner. G. (2005). A process line for the production of raffinated rice oil from rice bran. **Supercritical Fluids**. 34(2): 133-141.

Enochian, R. V., Saunders, R.M., Schultz, W.G., Beagle, E.C., and Crowley, P.R. (1980). **Stabilization of rice bran with extruder cooker and recovery of edible oil: a preliminary analysis of operational and financial feasibility** Marketing Research Report 1120. ARS. USDA. Western Research Center.

Lakkakula, N.R. Lima, M., and Wallker, T. (2004). Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. **Bioresource Technology.** 92: 157-161.

Lehtinent, P., Kiiliainent, K., Lehtomakit, L., and Laaksot, S. (2003). Effect of heat treatment on lipid stability in processed oat. **Cereal Science**. 37: 215-221.

Loypimai, P., Moonggarm, A., and Chottanom, P. (2009). Effects of ohmic heating on lipase activity, bioactive compounds and antioxidant activity of rice bran. **Basic and Applied Sciences.** 3(4): 3642-3652.

Malekian, F. Rao, R.M. Prinyawiwatkul, W., Malekian, F., Rao, R.M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W.E. Windhauser, M., and Ahmedna, M. (2000). **Lipase and lipoxygenase activity, functionality, and nutrient losses in rice bran during storage.** Los Angeles: Baton Rouge.

Juliano, R.O. (1985). Rice: chemistry and technology. **American Association of Cereal Chemists**. 10(67).

O'Conner, J., Perry, H.J., and Harwood, J.L., (1992). A Comparison of lipase activity in various cereal grains. **Cereal Science**. 16: 153-163.

Poovarodom, N. (1982). Factors affecting the stabilization of rice bran. **Institute Technology.** 46.

Ramezanzadeh, F.M., Rao, R.M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W.E., and Windhauser, M. (2000). Effect of microwave heat, packaging and storage temperature on fatty acid and proximate composition in rice bran. **Agricultural and Food Chemistry.** 48: 464-467.

Reshma, M.V., Saritha, S.S., Balachandran, C., and Arumughan, C. (2008). Lipase catalyzed interesterification of palm stearin and rice bran oil blends for preparation of zero trans shortening with bioactive phytochemicals. **Bioresoure Technol**. 99(11): 5011-5019.

Sayre, R.N., Saunders, R.M., Enochain, R.V., Schultz, W.G., and Beagle, E.C. (1982). Review of rice bran stabilization systems with emphasis on extrusion cooking. **Cereal Foods World** 27: 317-322.

Srimani, B.N., Chattopadhyay, P., and Bose, A.N. (1977). Directmeasurement of the lipase activity in rice bran and the methods for the inactivation of the same. **In Proceedings of Rice By-Products Preservation, edited by S. Barber and E. Tortosa.** Valencia: Institute for Agricultural Chemistry and Food Technology (Spanish).

Zigoneanu, I.G., Williams, L., Xu, Z., and Sabliov, C.M. (2007). Determination of antioxidant components in rice bran oil extracted by microwave-assisted method. **Bioresource Technology**. 99(11): 4910-4918.

Zullaikah, S., Lai, C.C., Vali, S.R., and Ju, Y.I. (2005). A two-step acid-catalyzed process for the production of biodiesel from rice bran oil. **Bioresource Technology**. 96(17): 1889-1896.