Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 450-453 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 450-453 (2554)

การเปรียบเทียบจลนศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

Comparison of drying kinetics and qualities of germinated rice prepared from paddy and brown rice

ธัชพล จุ้งเจริญ[1] สมเกียรติ ปรัชญาวรากร[2] และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์[1]

Thatchapol Chungchareon[1], Somkiat Prachayawarakorn[2] and Somchart Soponronnarit[1]

Abstract

In general, germinated rice is prepared by soaking brown rice in water until it germinates. After that, it is dried to reduce the moisture level. Metabolic fermentation process often occurs during the germination of the brown rice, leading to unpleasant smell of products. The large amounts of GBR fissures also easily take place during the germination. Therefore, the objective of this work was to compare changes in the drying kinetics and qualities of germinated rice prepared from paddy (GP) and brown rice (GBR). Chai Nat 1 rice was soaked in 35°C water until germinated as high as 95% germination. Germinated rice was then dried to the moisture contents of 22% dry basis at temperatures of 110 to 130°C using hot air fluidized bed. Experimental results showed that the germination efficiency and the GABA content of GP were higher than those of GBR while the drying rate and the number of fissured kernels were lower. There was no difference in the hardness between both germinated rice. The drying temperatures significantly affected kernels fissure but did not affect the GABA content and the hardness of both germinated rice.

Keywords: germinated rice, drying kinetics, fluidized bed, GABA content

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปแล้วข้าวงอกได้จากการนำข้าวกล้องมาแช่น้ำ จนกระทั่งข้าวเกิดการงอก หลังจากนั้นนำไปอบแห้งเพื่อลดความชื้น ข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวกล้องมักจะเกิดกลิ่นหมักในระหว่างการงอก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ อีกทั้งยังเกิดรอยแตกร้าวของเมล็ดข้าวได้ง่ายในระหว่างการงอก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงจลนศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวเปลือก (GP) และข้าวกล้อง (GBR) โดยนำข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีร้อยละการงอกเท่ากับ 95 หลังจากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110-130 องศาเซลเซียส ให้เหลือความชื้น 22 % มาตรฐานแห้ง โดยใช้วิธีฟลูอิไดซ์เบดแบบอากาศร้อน ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการงอกและปริมาณสาร GABA ของข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวเปลือกมีค่าสูงกว่าข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวกล้อง ในขณะที่อัตราการอบแห้งและจำนวนการแตกร้าวของเมล็ดมีค่าต่ำกว่า ค่าความแข็งของข้าวงอกทั้งสองแบบ ไม่มีความแตกต่างกัน อุณหภูมิในการอบแห้งมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการแตกร้าวของเมล็ด แต่ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณสาร GABA และค่าความแข็งของข้าวงอก

คำสำคัญ: ข้าวงอก จลนศาสตร์การอบแห้ง ฟลูอิไดซ์เบด ปริมาณสารกาบา

คำนำ

กระบวนการทำข้าวงอกประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ การงอก การนึ่ง และการอบแห้ง (Hiromichi และคณะ, 2001) ในขั้นตอนการงอกนั้น ข้าวจะถูกนำไปแช่ในน้ำเพื่อให้เกิดการงอก โดยจะมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ เพื่อให้ข้าวอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการงอก กระบวนการงอกสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น กล่าวคือข้าวงอกจะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าข้าวกล้อง (Toyoshima, 2004) โดยทั่วไปแล้วนิยมนำข้าวที่อยู่ในรูปข้าวกล้องมาทำการแช่น้ำ หลังจากผ่านกระบวนการงอก ข้าวงอกที่ได้ จะมีค่าความชื้นประมาณ 40-45 % (d.b.) ซึ่งที่ระดับความชื้นนี้จะมีปริมาณจุลินทรีย์เกิดขึ้นบริเวณผิวของข้าวงอก จึงจำเป็นที่จะต้องนำข้าวงอกไปผ่านกระบวนการนึ่งเพื่อกำจัดจุลินทรีย์ก่อนนำไปอบแห้งให้ข้าวมีความชื้นลดลงอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา (16 % d.b.) การอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดด้วยอากาศร้อนเป็นวิธีการที่

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140

[1] Energy Technology Division, School of Energy Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tungkru, Bangkok 10140

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140

[2] Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tungkru, Bangkok 10140

นำมาใช้ในการอบแห้งในงานวิจัยนี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทมวลและความร้อนได้สูง ทำให้ลดความชื้นได้อย่างรวดเร็ว และส่งผลให้มีการเจริญของจุลินทรีย์ได้น้อย (Srisang และคณะ, 2008) ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องนำข้าวงอกไปผ่านกระบวนการนึ่ง ด้วยข้อดีดังกล่าวสามารถลดขั้นตอนในการทำข้าวงอกลงได้ จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวกล้องจะเกิดกลิ่นหมักในระหว่างการงอก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ อีกทั้งยังเกิดการแตกร้าวของเมล็ดข้าวได้ง่ายในระหว่างการงอกและการอบแห้งอีกด้วย ในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการทำข้าวงอกจากข้าวเปลือก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงจลนศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวเปลือกและข้าวกล้อง โดยจะพิจารณาคุณภาพในเรื่องของปริมาณสาร GABA การแตกร้าวของเมล็ด และสมบัติของเนื้อสัมผัส (Textural property)

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวชัยนาท 1 (อายุหลังการเก็บเกี่ยว 3 เดือน) ทั้งในรูปข้าวเปลือก และข้าวกล้อง (กะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือก) นำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 60 และ72 ชั่วโมงตามลำดับ โดยมีการเปลี่ยนน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง ข้าวงอกภายหลังการแช่น้ำจะมีร้อยละการงอกเท่ากับ 95 ขนาดของจมูกข้าวเฉลี่ย 2-3 มิลลิเมตรโดยประมาณ

นำตัวอย่างของข้าวงอกที่อยู่ในรูปข้าวเปลือก (GP) และข้าวกล้อง (GBR) ประมาณ 2 kg. มาอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบดที่อุณหภูมิ 110 และ 130°C ด้วยความเร็วอากาศ 3.5 m/s ที่ความสูงเบด 10 cm (โดยประมาณ) ตัวอย่างข้าวงอกจะถูกอบแห้งจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ 22 % (d.b.) หลังจากนั้นตัวอย่างข้าวงอกจะถูกนำมาเก็บในที่อับอากาศเป็นเวลาประมาณ 30 นาที แล้วนำมาเป่าลมด้วยอากาศแวดล้อมจนกระทั่งมีความชื้นลดลงมาเหลือ 13-15% (d.b.) จากนั้นนำตัวอย่างข้าวงอกดังกล่าว ไปเก็บที่อุณหภูมิ 4-6°C เพื่อรอการทดสอบคุณภาพ

คุณภาพของข้าวงอกทั้งในรูปข้าวเปลือก และข้าวกล้อง จะพิจารณาในเรื่องของปริมาณสาร GABA จะตรวจสอบโดยการนำเมล็ดข้าวงอก บดเป็นแป้ง นำไปผสมกับสารละลาย แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร GABA ด้วยเครื่อง HPLC ร้อยละการแตกร้าวของเมล็ด ทำได้โดยการสุ่มเมล็ดข้าวงอกมาจำนวน 100 เมล็ด แยกเมล็ดข้าวงอกที่มีการแตกร้าวออกโดยใช้แสงไฟส่อง โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาร้อยละของการแตกร้าวโดยเฉลี่ย สมบัติของเนื้อสัมผัสของข้าวงอก โดยนำเมล็ดข้าวงอกมาหุงสุกด้วยวิธีการนึ่ง โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1 ต่อ 2 เลือกเมล็ดที่มีความสมบูรณ์ ไม่มีการแตกร้าวมาทดสอบด้วยเครื่อง Texture Analyzer (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Ltd in Godalming, 219 Surrey UK.)

ผลและวิจารณ์ผล

การเปลี่ยนแปลงความชื้นตามเวลาในการอบแห้งของ GP และ GBR ที่อุณหภูมิต่างๆ ดังแสดงใน Figure 1 พบว่าข้าวงอกที่ผ่านกระบวนการงอก (GP และ GBR) มีความชื้นประมาณ 54% (d.b.) เมื่อนำมาผ่านกระบวนการอบแห้ง พบว่าช่วงเริ่มต้นของการอบแห้งในทุกอุณหภูมิอบแห้ง ปริมาณความชื้นของ GP และ GBR จะลดลงอย่างรวดเร็ว และไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเป็นการระเหยความชื้นบริเวณผิวของเมล็ด ความชื้นบริเวณดังกล่าวจะได้รับความร้อนโดยตรง จึงสามารถระเหยได้ดี หลังจากเวลาการอบแห้ง 2 นาที ปริมาณความชื้นของ GP จะลดลงช้ากว่า GBR (ในทุกอุณหภูมิอบแห้ง) สาเหตุเนื่องมาจากความชื้นที่ระเหยเป็นความชื้นที่อยู่ภายในเมล็ด เปลือกของเมล็ดจะชะลอการระเหยของน้ำจากภายในเมล็ดสู่ผิวของเมล็ด ทำให้ระเหยน้ำได้ช้า ส่งผลให้ GP ใช้เวลาในการอบแห้งมากกว่า GBR อัตราการอบแห้งของ GP และ GBR จะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น โดยสังเกตได้จากความชันของเส้นกราฟที่มีค่ามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิเมล็ดและอุณหภูมิในการอบแห้งที่มากขึ้น เวลาที่ใช้ในการอบแห้งให้ข้าวงอกมีความชื้น 22% (d.b.) ของ GP คือ 14 และ 8 นาที ในขณะที่ GBR ใช้เวลา 6 และ 4 นาที ที่อุณหภูมิอบแห้ง 110 และ 130 องศาเซลเซียสตามลำดับ

ปริมาณสาร GABA ของ GP และ GBR เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากกระบวนการงอก และไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ดังแสดงใน Table 1 ปริมาณสาร GABA ของ GP จะมีค่าสูงกว่าปริมาณสาร GABA ของ GBR เนื่องมาจากภายในเปลือกของเมล็ด จะมีแร่ธาตุสะสมอยู่ อาทิเช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซึ่งเมล็ดจะใช้แร่ธาตุดังกล่าวในการเจริญเติบโต (Seo และ Ota, 1982) ส่งผลให้ GP เกิดกระบวนการงอกได้ดีกว่า GBR เป็นผลให้เกิดปริมาณสาร GABA ได้สูงกว่า

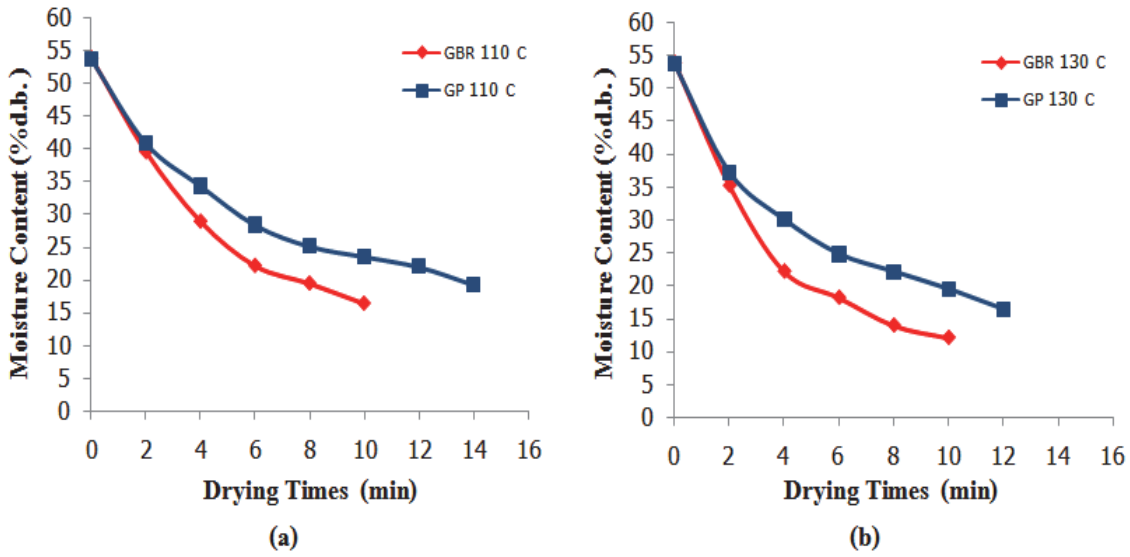

Figure 1 Comparison of moisture content between GP and GBR drying at temperatures

Table 1 GABA content of dried germinated rice.

Drying temperature	GABA content (mg/100 g. brown rice)	
	GP	GBR
Brown rice	4.2 ± 0.3 [a]	
Germinated rice(Reference)	27.3 ± 0.4 [b]	22.8 ± 1.3 [b]
110°C	26.7 ± 1.3 [b]	22.0 ± 0.8 [b]
130°C	26.1 ± 0.8 [b]	21.8 ± 1.1 [b]

[a, b, c] Mean with different superscripts in the same column are significantly different($p<0.05$).

Table 2 Percentage of fissured kernels of germinated rice.

Drying temperature	Percentage of fissured grain (%)	
	GP	GBR
Brown rice	5.0% ± 1.0 [a]	
Germinated rice (Reference)	25.0% ± 1.7 [b]	40.3% ± 2.3 [b]
110°C	47.0% ± 1.0 [e]	70.3% ± 2.5 [e]
130°C	36.3% ± 1.2 [d]	57.7% ± 1.2 [d]

[a, b, c] Mean with different superscripts in the same column are significantly different($p<0.05$).

ร้อยละการแตกร้าวของ GP และ GBR ที่อุณหภูมิอบแห้งต่างๆ แสดงใน Table 2 พบว่า GP และ GBR มีค่าร้อยละการแตกร้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากข้าวผ่านกระบวนการงอก เนื่องจากการดูดกลืนความชื้นระหว่างกระบวนการงอกส่งผลให้เกิดความแตกต่างของความชื้นภายในเมล็ด ทำให้เกิดความเครียดขึ้น ข้าวจึงมีการแตกร้าวเพิ่มมากขึ้น หลังกระบวนการอบแห้ง GP และ GBR จะมีค่าร้อยละการแตกร้าวสูงขึ้น เมื่อเทียบกับข้าวงอกที่ไม่ได้ผ่านการอบแห้ง เนื่องจากอุณหภูมิในการอบแห้งจะส่งผลให้เกิดการระเหยความชื้นออกจากเมล็ด ความเครียดในเมล็ดข้าวจึงเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามจาก Table 2 จะพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (110°C) มีร้อยละการแตกร้าวมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง (130°C) เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ข้าวจะเกิด gelatinization ที่สูงกว่า ส่งผลให้เมล็ดข้าวมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และสามารถต้านทานความเครียดที่เกิดจากการอบแห้งได้ดีขึ้น ส่งผลให้การแตกร้าวลดลง ร้อยละการแตกร้าวของ GP จะมีค่าต่ำกว่าร้อยละการแตกร้าวของ GBR เนื่องจากเปลือกของเมล็ดจะช่วยชะลอการดูดกลืนความชื้นของเมล็ดในกระบวนการงอก อีกทั้งยัง

ช่วยชะลอการระเหยความชื้นออกจากเมล็ดในกระบวนการอบแห้ง ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของความชื้นภายในเมล็ดที่น้อยกว่า ทำให้เกิดความเครียดที่น้อยกว่า

ค่าความแข็งของ GP และ GBR ที่อุณหภูมิอบแห้งต่างๆ ดังแสดงใน Table 3 พบว่า GP และ GBR มีค่าความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการงอก เนื่องจากกระบวนการงอกจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลภายในเมล็ด อาทิเช่น แป้ง โปรตีน จากโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก ส่งผลให้ค่าความแข็งของข้าวลดลง (Sunte และคณะ, 2007) อุณหภูมิการอบแห้ง และ วิธีการเตรียมข้าวงอกไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งข้าวงอก

Table 3 Textural properties of cook rice from dried germinated rice.

Drying temperature	Hardness (N)	
	GP	GBR
Brown rice	152.07 ± 4.27 [a]	
Germinated rice (Reference)	134.17 ± 3.82 [b]	133.08 ± 4.27 [b]
110°C	138.69 ± 4.22 [b]	137.37 ± 4.55 [b]
130°C	140.59 ± 5.18 [b]	138.71 ± 4.71 [b]

[a, b, c] Mean with different superscripts in the same column are significantly different($p<0.05$).

สรุปผล

ข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวเปลือก จะมีคุณภาพที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวกล้อง กล่าวคือ มีปริมาณสาร GABA ที่สูงกว่า และมีร้อยละการแตกร้าวที่น้อยกว่า ในขณะที่ค่าความแข็งของข้าวมีค่าไม่แตกต่างกัน ในส่วนของจลนศาสตร์การอบแห้ง ข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวเปลือกมีการระเหยความชื้นที่ช้ากว่าข้าวงอกที่เตรียมจากข้าวกล้อง อุณหภูมิของการอบแห้งที่สูงขึ้น จะส่งผลให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น ร้อยละการแตกร้าวของเมล็ดลดลง แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณสาร GABA และค่าความแข็งของข้าวงอก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก The Royal Golden Jubilee Ph.D. Program under The Thailand Research Fund และ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

Hiromichi A., S. Tomomi, S. Hiroto, Y. Mizukuchi, Y. Kise, Y. Teramoto, Y. Someya, Y. Tsuchiya and Y. Ishiwata. 2001. Germinated Brown Rice, US Patent, No. 6,630,193 B2.

Srisang, N., S. Prachayawarakorn, S. Soponronnarit and W. Varanyanond. 2008. Fluidized bed drying of germinated brown rice: 4th International Conference on Innovations in Food Processing Engineering and Technology, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 2-4 December.

Seo S. W. and Y. Ota. 1982. Role of the hull in the ripening of rice plant. I. Changes in the content of mineral elements of the hull during ripening, Nippon Sakumotsu Gakkai Kiji 51: 97-104.

Sunte, J., V. Srijesdaruk and R. Tangwongchai. 2007. Effects of soaking and germinating process on gamma-aminobutyric acid (GABA) content in germinated brown rice (Hom mali105). Agricultural Sci. J. 38(6): 103-106.

Toyoshima, H. 2004. Germinated Brown Rice With Good Safety and Cooking Property, Process for Producing The Same, and Processed Food Therefrom, US Patent, No.6,685,979 B1.