Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 442-445 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 442-445 (2554)

การทำนายศักยภาพของเครื่องขัดขาว: ส่วนที่ 2 การขยายตัวของข้าวที่ผ่านการหุงต้ม

Prediction of the rice whitening machine performance: Part II The expansion of the cooked rice

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ[1] พลนน อ่อนไสว[1] และกฤษณ์ ผลโพธิ์[1]
Prasan Choomjaihan[1] Phalanon Onsawai[1] and Krid Pholpo[1]

Abstract

Generally, quality of cooked rice has been evaluated from the water absorption ratio and the kernel expansion ratio. Apart from storage duration which directly associated with the cooked rice quality, the milling process also affects. Therefore, the objective of this study was aimed to determine the expansion ratio of the cooked rice as affected by the degree of polishing. Pathum Thani 1 rice was used as the raw material in this experiment. The results showed that the increase in the polishing time increased the milling ratio exponentially. An increase in milling ratio increased 13.4% water absorption ratio. The increase in water absorption ratio caused 1.9% increasing width of a single rice kernel, but reduced the length of the single rice kernel by 1.7% and reduced the overall expansion ratio of cooked rice by 4.2%.

Keywords: polishing, storage, cooking quality

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปคุณภาพในการหุงต้มของข้าวสามารถวัดได้จากอัตราการดูดซึมน้ำ และอัตราการขยายตัวของเมล็ดข้าว นอกจากระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวมีผลต่อคุณภาพในการหุงต้มของข้าวแล้ว ลักษณะของการจัดการข้าวในกระบวนการสีข้าวส่งผลต่อคุณภาพการหุงต้มเช่นเดียวกัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือ การศึกษาผลกระทบของการขัดขาวต่อการขยายตัวของข้าวที่ผ่านการหุงต้ม โดยใช้ข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 1 ในการการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าเวลาในการขัดขาวที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับระดับการสีในรูปแบบของ Logarithm และเมื่อระดับการสีมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอัตราการดูดซึมน้ำของเมล็ดข้าวมีค่าเพิ่มขึ้น 13.4 เปอร์เซ็นต์ แต่การดูดซึมน้ำที่มากขึ้นนั้นมีผลทำให้เมล็ดข้าวเชิงเมล็ดเดี่ยวมีอัตราการขยายตัวตามความกว้างเพิ่มขึ้น 1.9 เปอร์เซ็นต์ แต่อัตราการขยายตัวตามความยาวลดลง 1.7 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการขยายตัวของเมล็ดข้าวในภาพรวมมีค่าลดลง 4.2 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การขัดขาว การเก็บรักษา คุณภาพการหุงต้ม

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย และถือได้ว่าเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ มีปริมาณการส่งออกข้าวสารประมาณ 10 ล้านตัน ซึ่งสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นประมาณ 6,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (กรมวิชาการเกษตร, 2551) ข้าวก่อนที่จะผ่านกระบวนการสีข้าวเพื่อการบริโภคจะมีการเก็บเกี่ยวมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งโดยปกติระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือ ช่วงข้าวใหม่ (เวลาในการเก็บรักษาประมาณ 4-6 เดือน)และช่วงข้าวเก่า (เวลาในการเก็บรักษาประมาณ 4-6 เดือนขึ้นไป) (ผดุงศักดิ์, 2544) ความแตกต่างของข้าวเก่าและใหม่นั้นจะเห็นได้ชัดเมื่อข้าวได้ผ่านกระบวนการสีและการหุงต้มเพราะเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นเมล็ดข้าวจะค่อยๆ แข็งขึ้น และมีแนวโน้มแตกหักได้ง่ายขึ้น ซึ่งการมีรอยแตกหักจะทำให้การหุงขึ้นหม้อของข้าวดีขึ้น ทั้งนี้เพราะว่านอกจากระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นการดูดซึมน้ำ และการขยายตัวเนื่องจากการหุงต้มจะมีค่าสูงขึ้นแล้วนั้นน้ำสามารถแทรกเข้าไปในส่วนของรอยแตกหักได้ง่ายกว่าเช่นกัน ข้าวเก่าจะมีแนวโน้มหุงขึ้นหม้อได้ดีกว่าข้าวใหม่ (Villareal *et al*., 1976; Tsugita *et al*.,1983; Sajwan *et al*., 1989 Dhaliwal *et al*., 1990)

การสร้างสมการเพื่อทำนายผลผลิตที่ได้ในเชิงปริมาณของกระบวนการผลิตได้มีการนำเสนอมาอย่างมากมาย เช่น สมการทำนายการโม่หิน (สำหรับการสกัดแร่ธาตุของเหมืองแร่) เพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของขนาดเนื่องจากการโม่ เพื่อนำไปวิเคราะห์และประเมินกระบวนการถัดไปในกระบวนการทำแร่บริสุทธิ์ (Broadbent and Callcott, 1956) ต่อมา

[1] หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[1] Curriculum of agricultural engineering, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok, 10520

Campbell and Webb, C. (2001) ได้ประยุกต์หลักการของ Broadbent และ Callcott (1956) มาใช้ในการทำนายการกระจายตัวของขนาดข้าวสาลีที่ผ่านการโม่ครั้งที่ 1 โดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลี เพื่อใช้ในการประเมินการทำงานของขั้นตอนที่เหลือของกระบวนการโม่แป้ง ต่อมาการวิเคราะห์ไม่เพียงแค่การกระจายตัวของขนาดเมล็ดข้าวสาลีที่ผ่านโม่เท่านั้น การประเมินคุณภาพของผลผลิตได้มีการคิดค้นเพิ่มเติมเช่นกัน Fistes และ Tanovic (2006) ได้สร้างแบบจำลองเพื่อประเมินปริมาณเถ้าของแป้งสาลีที่ผ่านกระบวนการสีโดยอาศัยข้อมูลของคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลี ถัดมา Choomjaihan. และ Campbell (2008) ใช้ปริมาณแร่ธาตุเพื่อประเมินหาองค์ประกอบทางกายภาพต่างๆของเมล็ดข้าวสาลีที่กระจายตามขนาดต่างๆหลังผ่านการโม่แป้งครั้งที่ 1. โดยใช้ข้อมูลทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลีเชิงเมล็ดเดี่ยวเป็นพื้นฐานในการทำนาย เพื่อใช้ประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบการโม่ข้าวสาลีให้ได้คุณภาพของแป้งดีที่สุด สำหรับข้าวถือว่าเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย อาศัยกระบวนการสีข้าวในการแปรสภาพจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร และกระบวนการหุงต้มจากข้าวสารเป็นข้าวสวย การทราบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของเมล็ดข้าวสามารถใช้ในการประเมินคุณภาพข้าวสารได้โดยประสันต์ (2552) นำเสนอสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายผลของการขัดขาวข้าวซึ่งประกอบไปด้วยเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ระดับความขาว ระดับการสี และขนาดเมล็ดข้าว แต่สมการดังกล่าวไม่ได้กล่าวถึง จากข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของเมล็ดข้าวกล้อง แต่ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้กล่าวครอบคลุมถึงคุณสมบัติด้านคุณภาพการหุงต้ม ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการขัดขาวต่อการขยายตัวของข้าวที่ผ่านการหุงต้ม

อุปกรณ์ และวิธีการ

เตรียมข้าวกล้องโดย นำข้าวเปลือกพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ได้จากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวชลบุรี มาผ่านการกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะเปลือก Satake รุ่น THU หลังจากนั้นทำการคัดแยกเมล็ดข้าวกล้องหักออก การทดลองได้จัดทำในสภาวะอากาศที่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศระหว่าง 49-62%RH และอุณหภูมิกะเปาะแห้งอยู่ระหว่าง 25-27°C ข้าวเปลือกได้ถูกสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบทุกๆ 30 วัน ตลอดระยะเวลา 6 เดือนของการเก็บรักษา ข้าวกล้องเต็มเมล็ด จำนวน 200 g ได้ผ่านขั้นตอนการขัดขาวด้วยเครื่องขัดขาวข้าว Satake รุ่น TM05 ที่ระยะเวลา 30 60 90 120 180 และ 300 วินาที นำข้าวที่ผ่านการขัดขาวทำการคัดแยกข้าวหักออกจากต้นข้าวด้วยเครื่องขัดขนาดข้าว Satake รุ่น TRG หลังจากนั้นนำต้นข้าวไปวัดระดับการสีด้วยเครื่องวัดระดับการสี Satake รุ่น MM1D แล้วนำไปทดสอบคุณภาพการหุงต้มตามวิธีของ Daniels *et al.,* (1998) และ Ge *et al.,* (2005) เพื่อหาอัตราการดูดซึมน้ำ การขยายตัวของเมล็ดข้าวในภาพรวม และการขยายตัวของเมล็ดข้าวเชิงเดี่ยว

ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

จาก Figure 1 พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการขัดขาวให้นานขึ้น ระดับการสีมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่แนวโน้มจะมีค่าคงที่ที่ระดับประมาณ 1.30 เมื่อผ่านระดับการขัดขาวมากกว่า 200 วินาที เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าเวลาในการขัดขาวที่แตกต่างกันมีผลทำให้ระดับการสีแตกต่างกันอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 99% แต่สำหรับเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นไม่มีผลต่อระดับการสี ดังนั้นเมื่อทำการพิจารณาแล้วจึงนำข้อมูลระดับการสีที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาตั้งแต่ 60 วัน ถึง 180 วัน ณ.เวลาในการขัดขาวต่างกัน มาทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการขัดขาวต่อระดับการสี จากความสัมพันธ์พบว่า เวลาในการขัดขาวมีความสัมพันธ์แบบ Logarithm กับระดับการสี ทั้งนี้เพราะเมื่อเพิ่มเวลาในการขัดขาว รำที่อยู่ชั้นนอกของเมล็ดข้าวกล้องมีแนวโน้มถูกขัดออกไปมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับหนึ่งที่ไม่สามารถขัดออกไปได้มากกว่านี้แล้ว จึงทำให้ลักษณะของเส้นความสัมพันธ์มีแนวโน้มคงที่เมื่อมีการขัดขาวนานขึ้น

จาก Figure 2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับการสีกับอัตราการดูดซึมน้ำของเมล็ดข้าวมีค่าสูงขึ้นในระดับ 13.4% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมื่อระดับการสีสูงขึ้น ชั้นรำจะถูกขัดออกไปมาขึ้น เมล็ดข้าวจึงได้รับแรงเนื่องจากการขัดมากจนมีแนวโน้มให้เกิดการร้าวของเมล็ดข้าวจนส่งผลให้เกิดการแตกหัก จึงทำให้ได้ปริมาณต้นข้าวลดลง (ประสันต์ ชุ่มใจหาญ และพลนน อ่อนไสว, 2554) ด้วยเหตุนี้อาจทำให้มีเมล็ดข้าวที่ร้าวแต่ยังไม่แตกหักปนอยู่กับส่วนที่เป็นต้นข้าว จึงทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าไปในเนื้อข้าวได้ดีกว่า จึงส่งผลให้อัตราการดูดซึมของน้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในระดับ 13.4% ที่ทุกระดับการสีที่เพิ่มขึ้น

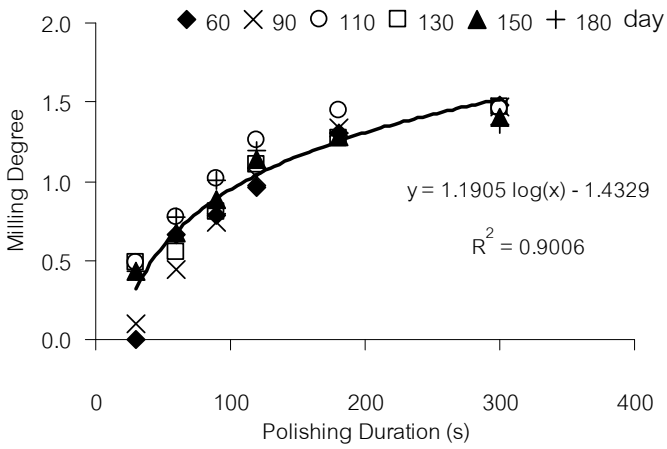

Figure 1 The effect of polishing duration on the milling degree under the storage durations of 60 to 180 days.

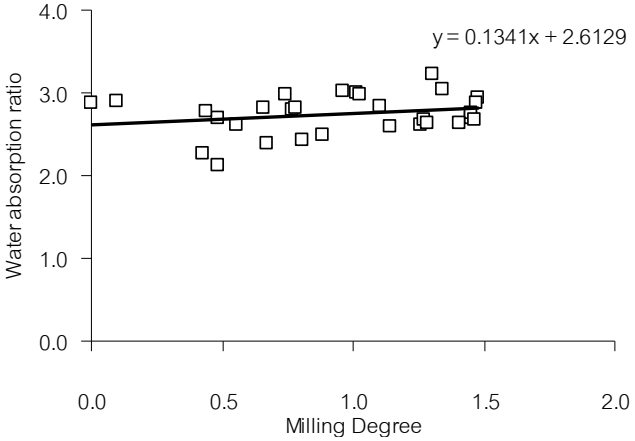

Figure 2 The effect of milling degree on the water absorption.

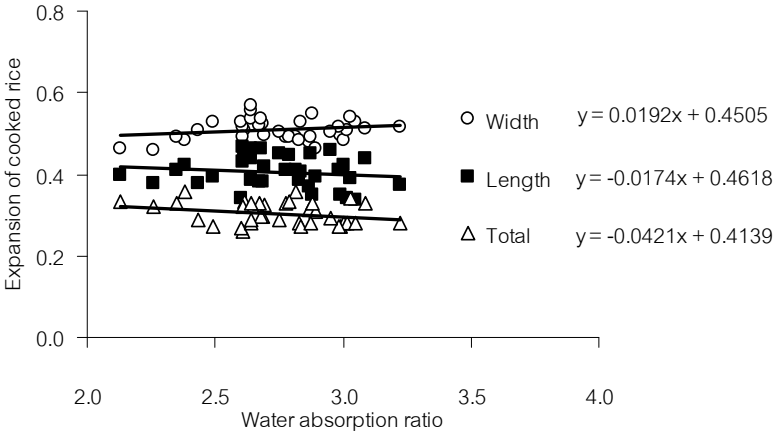

Figure 3 The effect of water absorption on the kernel expansion.

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอัตราการดูดซึมน้ำต่อการขยายตัวของเมล็ดข้าวขาวที่ผ่านการหุงต้ม (Figure 3) พบว่าข้าวมีการขยายตัวตามความกว้างเพิ่มขึ้น 1.9% ซึ่งตรงข้ามกับการขยายตัวตามความยาวที่มีแนวโน้มลดลงประมาณ 1.7 % ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเมื่อ ความสามารถในการดูดซึมน้ำมากขึ้น ระดับการสีย่อมมีค่าสูงขึ้น ซึ่งระดับการสีสื่อถึงปริมาณรำที่ถูกขัดออกไป เมื่อรำถูกขัดออกไปมากขึ้น ขนาดของเมล็ดข้าวจะมีขนาดสั้นและป้อมขึ้น (ประสันต์ ชุ่มใจหาญ และพลนน อ่อนไสว , 2554) ซึ่งหมายความว่าเมล็ดข้าวมีปริมาณเนื้อข้าวทางด้านความกว้างมากกว่าเนื้อข้าวทางด้านความยาว เมื่อปริมาณเนื้อข้าวน้อยลงจึงทำให้มีปริมาณน้ำเข้าไปแทรกในเนื้อข้าวได้น้อยลง จึงส่งผลทำให้ข้าวขยายตามความยาวได้ลดลงนั้นเอง ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอัตราการดูดซึมน้ำของเมล็ดข้าวมีแนวโน้มไปเพิ่มการขยายตัวตามความกว้างมากกว่าความยาว เมื่อพิจารณาใน

ส่วนของการขยายตัวในภาพรวมพบว่าข้าวมีแนวโน้มการขยายตัวในภาพรวมที่ลดลง 4.2% ซึ่งเหตุผลน่าจะเป็นเช่นเดียวกับการลดลงของการขยายตัวตามความยาว

สรุป

จากผลการทดลองพบว่าเวลาที่เพิ่มขึ้นในการขัดขาวมีผลต่อระดับการสีโดยมีความสัมพันธ์แบบ Logarithm ซึ่งระดับการสีที่สูงขึ้นมีผลให้อัตราการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น 13.4% เมื่อการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เมล็ดข้าวมีการขยายตัวตามความกว้าง 1.9% แต่มีการขยายตัวตามความยาวและการขยายตัวในภาพรวมลดลง 1.7 และ 4.2 % ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ารูปแบบในการขัดขาวส่งผลกระทบถึงการขยายตัวของเมล็ดข้าวโดยตรง ดังนั้นแสดงว่ามีความเป็นไปได้ที่จะผลิตข้าวที่มีคุณสมบัติการขยายตัวเช่นเดียวกับข้าวเก่า (ข้าวเก่าเทียม, artificial aging rice) ได้จากขั้นตอนการขัดขาว และมีผลต่อการลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาข้าวเปลือกให้เก่าของผู้ประกอบการได้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. การส่งออกข้าวไทยปี 2551 และสถานการณ์ข้าวในปี 2552. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ryt9.com/s/prg/437789 (15 กันยายน 2551).

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง. 2544. การจัดการโรงสีข้าว. ภาควิชาเกษตรกลวิธาน. คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ชลบุรี.

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ. 2552. การทำนายศักยภาพของเครื่องขัดขาว: ส่วนที่ 1 ฟังก์ชั่นการขัดขาวครั้งที่ 1.การสัมมนาทางวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 7. 19-20 สิงหาคม 2552. โรงแรมอ่าวนางวิลล่ารีสอร์ท, กระบี่. หน้า 75.

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ และพลนน อ่อนไสว. 2554. การศึกษาผลกระทบของระยะเวลาในการเก็บรักษาและรูปแบบในการขัดขาว.การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12. 31 มีนาคม – 1 เมษายน 2554 ณ ชลจันทร์ พัทยา รีสอร์ท, ชลบุรี. หน้า 95.

Broadbent, S.R. and S.R. Callcott. 1956. Coal breakage processes: I. A new analysis of coal breakage processes, *Journal of Institutional Fuel* 29 p.524–528.

Campbell, G.M., P.J. Bunn, C. Webb and S.C.W. Hook. 2001. On predicting roller milling performance: Part II. The breakage function. *Powder Technology* 115 p. 243–255

Choomjaihan, P. and G.M. Campbell. 2008. Extension of the Breakage Equation for First Break milling of wheat: Characterization of the Mineral Composition of Wheat Stock by ICP-OES. AACC International Annual Meeting. 21-24 September. Hawaii Convention Center. Honolulu, Hawaii.

Dhaliwal, K.S., K.S. Sekhon and H.P.S. Nagi. 1990. Effect of drying and storage on the fatty acid compostion of rice. *Journal of Food Science and Technology* 27: 107-108.

Daniels M. J., B.P. Marks, J. Siebenmorgent, R.W. McNew and J.F. Meullentet. 1998. Effects of long-grain rough rice storage history on end-use quality. Journal of Food Science 63(5): 832–840.

Fistes, A. and G. Tanovic. 2006. Predicting the size and compositional distributions of wheat flour stock following first break roller milling using the breakage matrix approach. *Journal of Food Engineering* 75: 527-534.

Ge X. J., Y.Z. Xing, C.G. Xu and Y.Q. He. 2005. QTL analysis of cooked rice grain elongation, volume expansion, and water absorption using a recombinant inbred population. Plant Breeding 124: 121-126.

Sajwan, K.S., B.N. Mittra and H.K. Pande. 1989. Effect of storage environment on milling out-turn of modern high yielding rice varieties. 1989. *International. Journal of Tropical Agriculture* VII (3-4): 202-207.

Tsugita, T., T. Ohta and H. Kato. 1983. Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions. *Agricultural Biological Chemistry* 47: 543-549.

Villareal, R.M., A.P. Resurreccion, L.B. Suzuki and B.O. Juliano. 1976. Changes in the physicochemical properties of rice during storage. *Staerke* 28(3): 88-94.