Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 492-495 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 492-495 (2553)

ผลของระยะเวลาการขัดขาวต่อสมบัติทางกลและคุณภาพการสีของข้าว

Effect of Milling time on Mechanical Properties and Milling Qualities of Rice

จิรพงษ์ แสนศักดิ์[1], **ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์**[2] **และ ละมุล วิเศษ**[2]

Jirapong Saensakdi[1], Songchai Wiriyaumpaiwong[2] and Lamul Wiset[2]

Abstract

Rice is normally consumed in the white form due to soft texture of cooked rice. Bran layer needs to be removed. Polishing or whitening is the most important step of rice milling process. This due to the the severe abrasion between rice and emery-coated cylinder is contacted, leading to high amount of broken rice unless the proper level of degree of milling (DOM) is applied. The purpose of this research was to study the effect of DOM on mechanical properties and milling quality. Paddy samples, namely, Khao Dawk Mali 105, Chainat 1 and RD 15 were selected to test in this study. Samples were de-husked and polished at the different DOM levels by varying the polishing time intervals in 0, 5, 10, 15, 20 and 25 seconds. Then, the head rice was separated and calculated in percentage of head yield. Head rice of each variety obtained from different DOM levels was taken to measure compressive and bending forces as well as the color values, subsequently converted to whiteness index. The results found that each variety had the similar trend, the percentage of head yield were decreased, while as the whiteness index was increased with the increase in DOM levels. Comparison among varieties, Chainat 1 was found to be having the highest percentage of head yield and bending force.

Key word: bending force, compressive force, head rice

บทคัดย่อ

โดยปกติผู้บริโภคนิยมรับประทานข้าวขาวเนื่องจากเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกนุ่ม จึงต้องมีการเอาชั้นรำออก ซึ่งการขัดสีหรือทำให้ข้าวขาวเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดของกระบวนการสีข้าว เนื่องจากมีการสัมผัสกันระหว่างข้าวและหินขัดอย่างรุนแรง ทำให้จำนวนการแตกหักของข้าวมีปริมาณที่สูงหากระดับการขัดสีไม่เหมาะสม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของระดับการขัดสีต่อสมบัติทางกลและคุณภาพการสี ข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ กข 15 นำตัวอย่างข้าวเปลือกมากะเทาะและขัดสีที่ระดับการขัดต่างกันโดยการแปรค่าเวลาในการขัดเป็น 0 5 10 15 20 และ 25 วินาที จากนั้นคัดแยกข้าวต้นและคำนวณเป็นร้อยละข้าวต้น นำตัวอย่างข้าวต้นแต่ละพันธุ์ที่ได้จากระดับการขัดที่แตกต่างกันมาวัดความต้านทานแรงกดและแรงดัด วัดค่าสีและแสดงผลเป็นค่าดัชนีความขาว ผลการทดลองพบว่าข้าวแต่ละพันธุ์ให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกัน คือ ร้อยละข้าวต้น ความต้านทานแรงกดและแรงดัดมีค่าลดลง ในขณะที่ความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการขัดสีเพิ่มขึ้น เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวที่นำมาทดลองพบว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่าร้อยละข้าวต้นและความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด

คำสำคัญ แรงดัด, แรงกด, ข้าวต้น

คำนำ

ข้าวสารหรือข้าวขาว คือ ข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการกะเทาะ ขัดสี และคัดแยกข้าวเต็มเมล็ดหรือข้าวต้น (ข้าวที่มีความยาวมากกว่า 8 ส่วน ใน 10 ส่วน ขึ้นไป) เพื่อให้สามารถนำไปบริโภคเป็นข้าวหุงสุกได้ โดยมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ การขัดสีเพื่อกำจัดชั้นรำออก ซึ่งระดับการกำจัดรำมีผลต่อคุณภาพในหลายด้านได้แก่ ความขาวของข้าวสาร การแตกหัก และคุณค่าของสารอาหาร ยิ่งการขัดรำออกมากข้าวจะยิ่งขาวมากขึ้น การแตกหักสูงขึ้น และคุณค่าทางอาหารลดลง (Lamberts et al., 2007; Yadav and Jindal, 2008; Liu et al., 2009) ดังนั้นระดับการขัดสีที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

[1] Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan - Khonkaen Campus, Naimuang, Muang, Khonkaen, 40000

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

ของการนำไปใช้ของผู้ผลิตและผู้บริโภคเป็นหลัก หากผู้บริโภครักสุขภาพก็มักจะเลือกบริโภคข้าวกล้องซึ่งมีเส้นใยและคุณค่าทางอาหารสูง (Heinemann et al., 2005) แต่ข้าวกล้องจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นเนื่องจากมีไขมันในชั้นรำสูงจะเกิดการหืนได้ง่ายหากการเก็บรักษาไม่เหมาะสม ดังนั้นในกระบวนการขัดสีเพื่อให้ได้ปริมาณข้าวต้นสูง ข้าวมีความขาวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับจะต้องเลือกระดับการขัดสีที่เหมาะสม นอกจากคุณภาพทางกายภาพแล้ว ระดับการขัดสียังมีผลต่อคุณภาพในการหุงต้ม เช่น ระยะเวลาการหุงต้ม อัตราการดูดน้ำ ความเหนียวของข้าวสุก (Mohapatra and Bal, 2006; and 2007) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าระดับการขัดสีมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ปริมาณข้าวต้น ความขาว คุณค่าทางอาหาร ตลอดจนคุณภาพด้านการหุงต้ม ยังไม่มีรายงานของระดับการขัดสีต่อค่าความสามารถในการต้านแรงกดและแรงดัด ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการทำนายถึงความสัมพันธ์ของค่าแรงกดและแรงดัดต่อคุณภาพด้านการหุงต้ม หรือคุณภาพทางเคมีกายภาพของข้าว งานวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษาระดับการขัดสีของข้าวต่อข้าวพันธุ์แตกต่างกันค่าความสามารถในการต้านแรงกดและแรงดัด

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้พันธุ์ข้าวจ้าวเก็บเกี่ยวใหม่ จาก จังหวัดขอนแก่นสำหรับทดสอบ 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ กข 15 นำข้าวเปลือกมาลดความชื้นโดยการตากแดดให้เหลือประมาณร้อยละ 12-13 มาตรฐานเปียก แล้วนำข้าวแต่ละพันธุ์มากะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยางคู่ จากนั้นนำมาขัดขาวด้วยเครื่องขัดแบบลูกเหล็กแกนนอน (Jet pearler) ที่ผลิตในประเทศไทย ที่ระดับการขัดแตกต่างกัน โดยการแปรค่าเวลาในการขัดเป็น 6 ระดับ คือ 0 5 10 15 20 และ 25 วินาที แล้วนำไปผ่านตะแกรงคัดแยกข้าวต้นและข้าวหัก ชั่งน้ำหนักข้าวต้น คำนวณเป็นร้อยละข้าวต้นโดยน้ำหนักเทียบกับข้าวเปลือกเริ่มต้น นำข้าวต้นแต่ละพันธุ์และระดับการขัดสี ไปวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Miniscan XE Plus) อ่านค่าในระบบ CIE L* a* b* นำค่ามาคำนวณเป็นดัชนีความขาวจากสูตร $= 100 - [(100 – L)^2 + a^2 + b]^{½}$ จากนั้นนำตัวอย่างของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ที่ระดับการขัดต่างๆ ไปทดสอบความแข็งโดยการวัดค่าแรงกด (compressive force) และการรับแรงดัด (Three point bending force) โดยใช้เครื่องTexture Profile Analysis เพื่อวัดความต้านทานแรงของเมล็ดข้าว

ผลและวิจารณ์ผล

การขัดสีข้าวโดยการใช้เครื่องขัดสีข้าวแบบลูกเหล็กแกนนอน (Jet pearler) ระดับห้องปฏิบัติการที่ระดับการขัดสีต่าง ๆ โดยใช้เวลาการขัดสีตั้งแต่ 0 5 10 15 20 และ 25 วินาที ตัวอย่างข้าวจ้าวที่นำมาทดสอบ 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 (KDML-105) ชัยนาท 1 (Chainat-1) และ กข 15 (RD-15) โดยข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีปริมาณอไมโลสแตกต่างกัน ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 15 เป็นข้าวหอมมะลิ เช่นกัน มีอไมโลสใกล้เคียงกันประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ (รุ่งนภา, 2546) เป็นข้าวที่มีลักษณะของข้าวหุงสุกเหนียวนุ่ม ในขณะที่ข้าวชัยนาท มีปริมาณอไมโลส 30 เปอร์เซ็นต์ (รุ่งนภา, 2546) เป็นข้าวที่แข็งเมื่อหุงสุก ปริมาณข้าวต้นและดัชนีความขาวของข้าวดังแสดงผลการทดลองในTable1 พบว่าข้าวที่ไม่มีการขัดขาวจะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงสุดคือ 58.89 65.38 และ 63.14 สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ กข 15 ตามลำดับ ซึ่งข้าวที่ไม่มีการขัดสีของทั้ง 3 พันธุ์มีค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นใกล้เคียงกัน แต่เมื่อแปรค่าระยะเวลาการขัดสีเพิ่มขึ้นทุก ๆ 5 วินาที จนถึง 25 วินาที ปรากฏว่าข้าวต้นมีแนวโน้มลดลงประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นพันธุ์ กข 15 ที่เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลงค่อนข้างมากคือประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 1 และ ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณอไมโลสของข้าวจากการทดลองนี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้าวต้น ซึ่งการลดลงของปริมาณข้าวต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yadav and Jindal (2008) ที่รายงานว่าการลดลงของปริมาณข้าวต้นมีความสัมพันธ์กับการขัดสีที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความขาวข้าวสารพบว่าดัชนีความขาวมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการขัดมากขึ้น เนื่องจากสารให้สีที่ทำให้ข้าวมีสีเข้มอยู่ในชั้นรำเมื่อชั้นรำหลุดออกข้าวจึงมีความขาวเพิ่มขึ้น (Lamberts et al., 2005) แต่เมื่อเปรียบเทียบดัชนีความขาวทางสถิติกลับให้ผลไม่แตกต่างกันที่ระยะเวลาการขัดสีในช่วง 0-15 วินาทีแรกดังแสดงในตารางที่ 1 อย่างไรก็ตามตัวอย่างของข้าวชัยนาท 1 ที่ระดับการขัดสีต่างกัน สามารถสังเกตเห็นได้ว่ามีความขาวเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่เวลาการขัด 25 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 2

ความต้านทานแรงกดและแรงดัดของเมล็ดข้าวสารเมื่อรับแรงกระทำจากภายนอกที่ทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการพบว่า ข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีความต้านทานแรงกดและแรงดัดสูงสุดที่ระยะเวลาการขัดสี 0 วินาที และค่อย ๆ ลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาการขัดสีมากขึ้น โดยความต้านทานแรงกดมีแนวโน้มลดลงไปในทิศทางเดียวกันกับความต้านทานแรงดัด เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ (Fig.3 และ Fig.4) ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความต้านทานแรงกดและแรงดัดสูงสุด และความต้านทานลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาการขัดสีที่มากขึ้น ในขณะที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กลับมีความต้านทานแรงกดและแรงดัดลดลงอย่างชัดเจน มีรายงานวิจัยการใช้ค่าแรงกดและแรงดัดเพื่อทำนายปริมาณข้าวต้นของข้าวที่กำลังใกล้สุกเพื่อเลือก

ระยะการเก็บเกี่ยว พบว่าค่าทั้งสองเพิ่มมากขึ้นและได้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงสุด (Lu and Siebenmorgen, 1995) จากงานวิจัยนี้พบว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้ค่าเปอร์เซ็นข้าวต้นสูงสุด และแรงดัดสูงเช่นกัน ซึ่งค่าแรงดัดอาจเป็นตัวบ่งชี้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นได้ เพราะการวัดแรงดัดจะวัดในแนวยาว ซึ่งถ้าค่าแรงดัดมากแสดงว่าสามารถต้านการแตกหักได้ดี ในขณะที่การวัดแรงกดจะวัดในลักษณะของข้าวที่วางขนานกับพื้นราบ แรงกดมีค่ามากอาจไม่สัมพันธ์กับปริมาณข้าวต้น เมื่อระยะเวลาการขัดสีเพิ่มขึ้น ค่าแรงกดและแรงดัดลดลง เนื่องจากการขัดสีเอาชั้นรำออกทำให้ข้าวมีขนาดเล็กลง อีกทั้งชั้นรำเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าชั้นแป้ง

Table 1 Percentage of head rice yield and whiteness index of KDML-1, Chainat-1 and RD-15 at different milling times

Milling Times (sec)	KDML-105		Chainat-1		RD-15	
	Head Rice (%)	Whiteness Index	Head Rice (%)	Whiteness Index	Head Rice (%)	Whiteness Index
0	58.89±0.32a	60.80±2.02b	65.38±0.57a	62.09±0.06cd	63.14±0.43a	60.83±0.40b
5	56.95±0.22b	60.45±1.14b	64.11±1.23a	61.79±0.15d	61.56±1.02b	61.30±0.92b
10	55.03±0.32c	63.46±1.54ab	64.11±1.23a	63.14±0.26d	58.42±0.87c	61.48±0.87b
15	53.82±1.53cd	65.21±0.83ab	59.29±1.72b	65.87±0.42bc	55.91±0.30de	62.42±0.61b
20	52.34±0.20de	65.76±1.08ab	58.37±1.29bc	66.93±0.17ab	53.46±0.31e	66.12±0.53a
25	51.21±1.49e	65.85±0.90ab	56.58±0.32c	69.12±0.25ab	50.83±0.44f	68.12±0.50a

Means with the same letter in each column are not significantly different (p>0.05) by DMRT

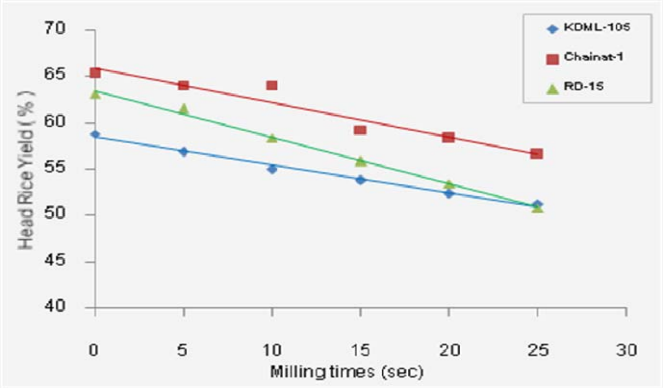

Figure 1 Percentage of head rice yield of three varieties at different milling times

Figure 2 Chainat-1 at different milling times

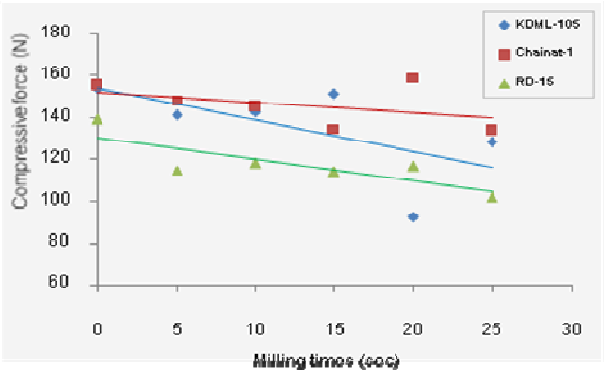

Figure 3 Compressive force of three varieties during different milling times

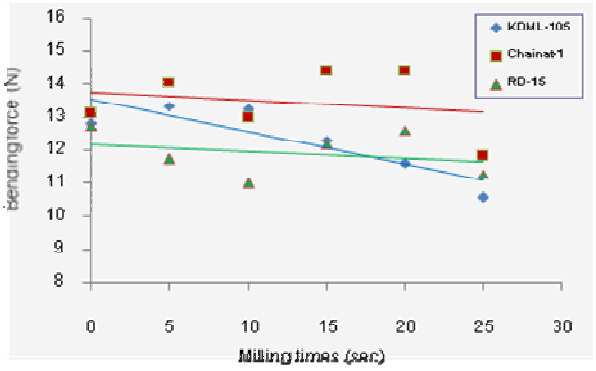

Figure 4 Three point bending force of three varieties during different milling times

สรุป

ตัวอย่างข้าว 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ กข 15 เมื่อนำมากะเทาะเปลือกและขัดสีที่ค่าเวลาการขัดแตกต่างกัน 6 ระดับ คือ 0 5 10 15 20 และ 25 วินาที พบว่าร้อยละข้าวต้นทั้ง 3 พันธุ์ มีแนวโน้มที่ลดลงร้อยละ 1-2 ที่ระยะเวลาขัดที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 5 วินาที และความแข็งแรงของเมล็ดข้าวในการต้านทานการแตกหักด้วยแรงกดและแรงดัดมีแนวโน้มที่ลดต่ำลงเช่นเดียวกัน ตรงข้ามกับดัชนีความขาวที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาขัดสีมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบข้าวตัวอย่างทั้ง 3 พันธุ์ ปรากฏว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้ปริมาณข้าวต้นที่สูงกว่าในทุก ๆ ระยะเวลาการขัด และมีค่าความต้านทานต่อแรงกดและแรงดัดค่อนข้างสูงกว่าเช่นกัน ในขณะที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณข้าวต้นที่ต่ำสุดแต่มีความต้านทานแรงกดและแรงดัดต่ำกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 เล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2546. การศึกษาคุณสมบัติของแป้งข้าวพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทยเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.160 หน้า.

Heinemann, R.J.B., P.L Fagundes, E.A. Pinto, M.V.C. Penteado and U.M. Lanfer-Marquez. 2005. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. Journal of food composition and analysis. 18(4): 287-296.

Liu, K., C.Xiaohong, Q. Bai, W.Huanbin and Z. Gu. 2009. Relationships between physical properties of brown rice and degree of milling and loss of selenium. Journal of Food Engineering. 94: 69-74.

Lamberts, L., E., D. Bie., G.E. Vandeputte., W.S. Veraverbeke, V.Derycke, W.D.Man, and J. A.Delcour. 2005. Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. Food Chemistry. 100: 1496-1503.

Lu, R. and Siebenmorgen, T.J. 1995. Correlation of head rice yield to selected physical and mechanical properties of rice kernels. Transactions of ASAE. 38: 889-894.

Mohapatra, D. and Bal, S. 2006. Cooking quality and instrumental textural attributes of cooked rice for different milling fractions. Journal of Food Engineering. 73: 253-259.

Mohapatra, D. and Bal, S. 2007. Effect of degree of milling on specific energy consumption, optical measurements and cooking quality of rice. Journal of Food Engineering. 80: 119-125.

Yadav, B.K. and Jindal, V.K. 2008. Changes in head rice yield and whiteness during milling of rough rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Food Engineering. 86: 113-121.