

## ผลของกระบวนการทำข้าวึ่งที่มีผลต่อคุณภาพการขัดสีและสมบัติทางกล

### Effect of Parboiled Rice Processing on Milling Quality and Mechanical Properties of Parboiled Rice

นฤมล บุญกระจ่าง<sup>1\*</sup>, ไถทิพย์ วานิชชัง<sup>1</sup>, ผดุงศักดิ์ วานิชชัง<sup>1</sup>, นัจจก ศุขสวัสดิ<sup>1</sup>

Narumon Boonkrachang<sup>1\*</sup>, Jaithip Wanitchang<sup>1</sup>, Padungsak Watchang<sup>1</sup>, Najjapak Sooksawat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี, 20110

<sup>1</sup>Division of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, 20110, Thailand

\*Corresponding author: Tel: +66-8-2088-554, Fax: +66-38-358-233, E-mail: [narumcn.rmutto@gmail.com](mailto:narumcn.rmutto@gmail.com)

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ให้ความสนใจกระบวนการผลิตข้าวึ่งที่ใช้อุณหภูมิในการแช่สูง 90°C ที่ระยะเวลาแช่ 1 2 และ 3 ชั่วโมง ึ่งด้วย ความดัน 0.5 kg/cm<sup>2</sup> เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการขัดสี และสมบัติทางกลบางประการในข้าวอมิโลส สูงพันธุ์ กข 41 กข 47 และ กข 57 จากการศึกษาพบว่า ข้าวเปลือกมีความชื้นเริ่มต้น 8.07-11.37%(w.b.) ความชื้นข้าวเปลือกหลังแช่ มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า 30%(w.b.) ความชื้นหลังนี้มีค่าลดลงเล็กน้อยทุกพันธุ์ ปริมาณข้าวตันของข้าวึ่งเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเวลาในการแช่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักขึ้น โดยมีค่าสูงถึง 70.46 73.98 และ 62.10% ในข้าวพันธุ์ กข 41 กข 47 และ กข 57 ตามลำดับ อิทธิพลของระยะเวลาการแช่และระยะเวลาในการนึ่งส่งผลต่อลักษณะสีแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ และยังส่งผลกระทบต่อค่าการเพิ่มขึ้นของความแข็งข้าวึ่งสุกที่หุงด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.5 ในข้าวพันธุ์ กข 57 มากกว่าข้าวพันธุ์ กข 41 และ 47

คำสำคัญ: กระบวนการผลิตข้าวึ่ง, คุณภาพการสี, สมบัติทางกล

#### Abstract

This research studied the prediction of modulus of rupture of sawn timber Hevea wood samples of 214 by using near infrared spectroscopy with near infrared spectrophotometer in a range of 12000–4000 cm<sup>-1</sup> (833-2500 nm) in diffuse reflectance mode. The predictive models were built by the partial least squares regression (PLSR). The result showed the using spectra absorbance yielded the best performance of model with coefficient of determination of prediction (R<sub>p</sub>) equal to 0.78 and root mean square error of prediction (RMSEP) of 17.11 MPa in predicting modulus of rupture

Keywords: Hevea wood, Near Infrared Spectroscopy, Modulus of Rupture

#### 1 บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa*) เป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งกับคนไทย และคนทั่วโลก ) ข้าว หรือแป้งข้าว มีอมิโลสเป็นส่วนประกอบ ร้อยละ 0-34 ซึ่งมีผลต่อความเหนียวและร่วน สามารถนำมาแบ่ง ชนิดของข้าวออกเป็น 4 ประเภท คือ ข้าวเหนียว มีปริมาณอมิโลส 0-9% ข้าวอมิโลสต่ำ 10-20% ข้าวอมิโลสปานกลาง 20-25% และข้าวอมิโลสสูง มีค่ามากกว่า 25% (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, ม.ป.ป.; สัมคร และคณะ, 2552;สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560)ดังนั้นข้าวแต่ละสายพันธุ์จึงมีความแตกต่างกันทั้งในลักษณะทางกายภาพ และทางเคมี ประเทศไทยผลิตข้าวได้เกินความต้องการของคนในประเทศ อีกทั้งปัจจุบันคนไทยบริโภคข้าวลดลงจากเดิม 190 กิโลกรัมต่อคน

ต่อปี ลดลงเหลือ 106 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (มดิชน, 2559) ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็น 50% ของการผลิต (วาริรัตน์, 2559) ปัจจุบันที่คนไทยไม่นิยมบริโภคข้าวแข็ง ซึ่งมีการเพาะปลูกมาก โรงสีจึงให้ความสนใจในการทำข้าวึ่งอย่างมาก โดยเฉพาะในรูปการส่งออก ประเทศไทยส่งออกข้าวหลายชนิด เช่น ต้นข้าวขาว ต้นข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียว ปลายข้าวเหนียว และข้าวึ่ง ซึ่งมีปริมาณการส่งออกสูงที่สุดในแต่ละชนิด คิดเป็น 21-29% ของการส่งออกข้าวทั้งหมด ในช่วงปี 2556-2559(สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2560) ดังนั้นข้าวึ่งจึงเป็นทางออกของการส่งออกข้าวอีกรูปแบบหนึ่ง

กระบวนการผลิตข้าวึ่งจากข้าวเปลือก ประกอบด้วย การแช่ข้าวเพื่อเพิ่มความชื้น อุณหภูมิน้ำที่ใช้แช่อยู่ระหว่าง 60-70°C

การใช้อุณหภูมิสูงจะช่วยลดระยะเวลาในการแช่ข้าวลง ข้าวเปลือกหลังแช่มีความชื้น 30-40% (w.b.) จากนั้นนำไปทิ้ง เพื่อให้เกิดกระบวนการ gelatinization อย่างสมบูรณ์ และนำไปลดความชื้นเพื่อให้เหมาะสมกับการแปรรูป หรือการเก็บรักษา ข้าวสารที่ได้จะมีลักษณะสีเหลืองทอง ประโยชน์ของการทำข้าวหนึ่ง คือ ปริมาณข้าวตันเพิ่มขึ้น ลดการรบกวนจากแมลง เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ (Itoh et al, 1985; กนกกาญจน์, 2558; พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, ม.ป.ป.) กระบวนการทำข้าวหนึ่งไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตแปรรูปข้าวเปลือกในโรงสี เพียงแค่เพิ่มในส่วนของการแช่ และนึ่งเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วการผลิตข้าวหนึ่งมักจะผลิตจากข้าวรวม ไม่มีการแยกผลิตตามพันธุ์ข้าว แต่จากกระบวนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงในการทำข้าวหนึ่งคือ กลิ่น และสี จากการศึกษาอุณหภูมิในการแช่ การนึ่ง และการอบแห้งมีผลต่อลักษณะของข้าวหนึ่ง นิภาดา และคณะ (2556) ศึกษากระบวนการผลิตข้าวหนึ่งจากข้าวพันธุ์ กข 41 โดยใช้อุณหภูมิในการแช่ 65 และ 80°C นาน 1 และ 4 h และนึ่งที่ความดัน 13.79 และ 34.47 kPa โดยใช้เวลา 2.5 และ 10 min แบ่งตัวอย่างการทดลองเป็น 6 ตัวอย่าง และตัวอย่างควบคุม 1 ตัวอย่าง พบว่าข้าวหนึ่งที่ได้มีปริมาณท้องไขสูง ข้าวมีสีเหลืองอ่อน กระบวนการที่ดีที่สุดคือ แช่ข้าวที่อุณหภูมิ 65°C นาน 4 h ความดัน 34.47 kPa เป็นเวลา 10 min ข้าวหนึ่งมีค่าสี b\* 16.71 แสดงว่าข้าวหนึ่งที่ได้มีสีเหลือง จากการศึกษาของ Oli et al.(2016) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านสีที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำข้าวหนึ่ง เนื่องจากการแช่ พันธุ์ กระบวนการขัดสี วัตถุดิบ และอุณหภูมิระหว่างการเพิ่มความชื้น เพื่อหาค่าความแตกต่างของสีในสมการทำนาย 4 แบบ โดยใช้อุณหภูมิในการแช่ 60 และ 90°C ระยะเวลาการแช่ 5 ระดับ ใช้ข้าว 3 ตัวอย่าง คือ ข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสารในข้าว 4 พันธุ์ พบว่าระยะเวลาในการเพิ่มความชื้น พันธุ์ และอุณหภูมิระหว่างการเพิ่มความชื้น และลักษณะของวัตถุดิบ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี โดยเฉพาะการนำข้าวกล้องมาทำข้าวหนึ่ง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงให้ความสนใจการทำข้าวหนึ่งจากข้าวในกลุ่มอมิโลสสูง ไม่ไวต่อช่วงแสง จัดอยู่ในกลุ่มข้าวเจ้าแข็ง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560) 3 พันธุ์ ได้แก่ กข 41 กข 47 และ กข 57 โดยใช้อุณหภูมิในการแช่สูง 90°C ที่ระยะเวลาในการแช่ 1 2 และ 3 h และนึ่งที่ความดัน 0.50 kg/cm<sup>2</sup> เป็นเวลา 10 20 และ 30 min ที่ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพและคุณภาพการขัดสี เพื่อเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการผลิตข้าวหนึ่งต่อไป

## 2 อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 ข้าวเปลือก

ข้าวเปลือกที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้าวเปลือกสด 3 พันธุ์ ได้แก่ กข. 41 กข. 47 และ กข. 57 ที่ได้จากแปลงเกษตรกร จากนั้นนำมาตากแดด โดยตากแบบลานตากจนมีความชื้นไม่เกิน 14%

(w.b.) เพื่อให้ขั้นตอนการเตรียมข้าวเปลือกใกล้เคียงกับสภาพการทำข้าวหนึ่งของโรงสีมากที่สุด

### 2.2 สมบัติทางกายภาพและสมบัติการสี

ประเมินสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือก และข้าวกล้อง ได้แก่ น้ำหนัก 100 เมล็ด ขนาด (กว้าง, ยาว, หนา) ซึ่งได้จากการสุ่มเลือกเมล็ดข้าวเต็มเมล็ดด้วยอุปกรณ์นับเมล็ด 100 เมล็ด (ใจทิพย์ และคณะ, 2553)

### 2.3 คุณสมบัติการสี

ตรวจสอบคุณภาพการสีข้าวดิบ (ข้าวไม่ผ่านกระบวนการนึ่ง) และข้าวหนึ่ง ด้วยการนำข้าวเปลือกสะอาดปริมาณ 250 g กะเทาะเปลือกไม่เกิน 3 ครั้ง ชั่งน้ำหนักข้าวกล้อง จากนั้นนำข้าวกล้องขัดขาวด้วยเครื่องขัดข้าวแบบลูกหินแกนนอน เป็นเวลา 60 วินาที ชั่งน้ำหนักข้าวขาวที่ได้ จากนั้นนำข้าวขาวไปคัดขนาด ด้วยเครื่องคัดขนาด เพื่อให้ได้ข้าวตัน ชั่งน้ำหนักข้าวตัน และหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตในแต่ละส่วนจากสมการที่ (1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิต}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

### 2.4 กระบวนการผลิตข้าวหนึ่ง

กระบวนการทำข้าวหนึ่ง คือ นำข้าวแต่ละพันธุ์แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 1 2 และ 3 h เมื่อแช่จนครบตามเวลาที่กำหนด นึ่งข้าวเปลือกที่แรงดัน 0.5 kg/cm<sup>2</sup> เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที จากนั้นนำไปลดความชื้นด้วยการตากแดดจนแห้งนำไปพักที่อุณหภูมิห้อง 24 h จากนั้นนำไปตรวจสอบคุณภาพการสี

### 2.5 สมบัติทางกล

- ความชื้น ตรวจสอบความชื้นข้าวเปลือกหลังแช่และหลังนึ่ง โดยการนำข้าวที่ผ่านกระบวนการแช่ และนึ่ง ในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดเข้าตู้อบลดความชื้น (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ดังสมการที่ (2)

$$MC (\%, w. b.) = \frac{W \times 100}{W_m} \quad (2)$$

เมื่อ MC คือความชื้นของวัสดุ (% w.b.) W คือ น้ำหนักน้ำ (g) และ W<sub>m</sub> คือ น้ำหนักวัสดุก่อนลดความชื้น (g)

- ค่าสี (Color) วัดสีของข้าวหนึ่งที่ผ่านกระบวนการขัดสีในห้องทดลอง ด้วยเครื่องวัดสี SATAKA เพื่อหาค่า ความขาว ความมัน และอัตราการขัด และเครื่องวัดสี Hunter Lab เพื่อหาค่า L\*, b\* และ a\* วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเวลาในการแช่ และนึ่งที่มีผลต่อสมบัติด้านสีด้วย SPSS

- วัดค่าความแข็งข้าวหนึ่งหุงสุก โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำในการหุง 1:2.5 ด้วยเครื่อง UTM ใช้การทดสอบแบบ General Purpose Compression to Rupture Test Setup ความเร็วของหัวกด 25 mm/min วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS

### 3 ผลและวิจารณ์

#### 3.1 สมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

ลักษณะทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง รวมถึงคุณภาพการขัดสีของ แสดงใน Table 1 เห็นได้ว่าข้าวเปลือกทั้ง 3 พันธุ์ เป็นข้าวที่มีปริมาณอมิโลสสูง ข้าวเปลือกและข้าวกล้อง 100 เมล็ด มีน้ำหนักในช่วง 2.57-2.80 g และ 2.09-2.39 g ตามลำดับ ลมเมล็ดข้าวมีลักษณะยาว กข 41 จะมีลักษณะแบน

กว่าข้าวพันธุ์ กข 47 และ 57 เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างความกว้างและความหนา ข้าวกล้องสามารถรับแรงกดได้สูงถึง 75.58-120.10 N เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพการขัดสี พบว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีพื้นข้าวที่ดี ให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงถึง 57% ในข้าวพันธุ์ กข 57 รองลงมาคือพันธุ์ กข 41 มีค่า 50.37% และข้าวพันธุ์ กข 41 มีค่า 49.85% สอดคล้องปริมาณข้าวขาวก่อนการคัดขนาด ปริมาณข้าวหักอยู่ในช่วง 12.87-16.74%

Table 1 Physical property of paddy and brown rice

List	KD. 41	KD. 47	KD. 57
Amylose content (%) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560)	27.15	26.81	27.33
Weight of 100 paddy (g)	2.57±0.04	2.66±0.03	2.80±0.06
Weight of 100 brown rice (g)	2.09±0.02	2.19±0.05	2.39±0.03
Dimension of paddy w x l x t (mm)	2.66 x 10.65 x 2.07	2.42 x 10.49 x 1.96	2.51 x 10.41 x 2.12
Dimension of brown rice w x l x t (mm)	2.22 x 7.52 x 1.79	2.04 x 7.77 x 1.77	2.20 x 7.24 x 1.88
Hardness of brown rice (N)	75.58±10.06	120.10±19.09	83.56±18.98

เมื่อพิจารณาความชื้นของข้าวเปลือกหลังการแช่ ดังแสดงใน Table 1 พบว่าความชื้นของข้าวเปลือกในแต่ละพันธุ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการแช่เพิ่มขึ้นจากระดับความชื้นเริ่มต้น เมื่อแช่ข้าวนาน 1 h ข้าวเปลือกมีความชื้น 30.60-33.93% (w.b.) เมื่อแช่ข้าว 2 h ความชื้น 30.46-35.47% (w.b.) และเมื่อ แช่ข้าว 3 h มีความชื้น 31.4-38.2% (w.b.) เป็นไปตามเงื่อนไขการทำข้าวหนึ่ง และเมื่อพิจารณาความชื้นข้าวเปลือกหลังนี้ พบว่าเมื่อข้าวเปลือกหลังนี้มีความชื้นลดลงในช่วงเวลานึงไม่เกิน 20 min หากหนึ่งจนถึง 30 นาทีความชื้นสูงมากกว่าไม่หนึ่ง พบในข้าวพันธุ์ กข 41 และ 47 ข้าวพันธุ์ กข 57 ความชื้นลดมีแนวโน้มลดลงหลัง

นี้ เปรียบเทียบที่ระยะเวลาการนี้เท่ากันในแต่ละพันธุ์ พบว่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังแช่นานขึ้น แต่ไม่กินความชื้นข้าวที่ไม่หนึ่ง ในข้าวพันธุ์ กข 41 และ 57 ในข้าวพันธุ์ กข 47 ความชื้นเพิ่มขึ้น และสูงมากกว่าความชื้นข้าวที่ไม่หนึ่ง ดังนั้นในการแช่ข้าวที่อุณหภูมิสูง ข้าวบางพันธุ์สามารถดูดซับความชื้นไว้ได้เพียงพอกับการใช้ในกระบวนการนี้ ที่จะทำให้เกิดการลอมละลายของเนื้อแป้ง หรือมีการประสานรอยร้าวที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดได้ ขณะที่บางพันธุ์ไม่สามารถดูดเอาความชื้นไว้ได้เพียงพอในระยะเวลาและอุณหภูมิของน้ำที่กำหนด

Table 2 Moisture contents of soaking and steaming paddy

Soaking time (h)	KD. 41				KD. 47				KD. 57			
	0* min	10 min	20 min	30 min	0 min	10 min	20 min	30 min	0 min	10 min	20 min	30 min
1	33.93	32.50	32.30	34.87	31.52	29.90	30.10	31.27	29.28	30.60	25.60	26.73
2	35.47	32.77	31.73	36.37	31.26	29.43	31.07	34.20	30.46	26.60	30.23	27.13
3	38.82	33.80	36.43	36.53	34.11	34.43	36.00	34.73	31.40	29.93	29.50	29.20

\*moisture content of soaking paddy

#### 3.2 สมบัติการสี

สมบัติการสีของข้าวดิบเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ผ่านกระบวนการนี้ ดังแสดงใน Figure 1 ที่เงื่อนไขการแช่ 1 h ที่อุณหภูมิ 90°C ระยะเวลาการนี้ 10 20 และ 30 min พบว่าระยะเวลาในการนี้ข้าวมีส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องและข้าวขาวที่เพิ่มขึ้น ในข้าวพันธุ์ กข 41 และ 47 แต่ลดลงในข้าวพันธุ์ กข 57 เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวมีค่าสูงกว่าข้าวดิบข้าว ในพันธุ์ กข 47 ทุก

ระดับการนี้ พันธุ์ กข 41 มีค่าสูงเฉพาะเมื่อหนึ่งนาน 30 min ส่วนพันธุ์ กข 57 มีค่าต่ำกว่าพื้นข้าวในทุกระดับการนี้ เมื่อพิจารณาที่ความชื้นหลังแช่ และหลังนี้ พบว่าข้าวพันธุ์ กข 41 และ 47 มีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่า 30% ขณะที่ กข 57 มีค่าความชื้นต่ำกว่า 30% ข้าวพันธุ์ กข 41 ให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงที่ระยะเวลาในการนี้ 30 min เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นข้าว ส่วนพันธุ์ กข 47 ให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูง ทุกระดับการนี้ และพันธุ์ กข 57 ให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวต่ำกว่าพื้นข้าว ทุกระดับการนี้ และยิ่งหนึ่งนาน

เปอร์เซ็นต์ข้าวมีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นหากใช้เวลาในการแช่ข้าว 1 h ต้องใช้เวลาในการนึ่งนาน เพื่อให้เกิดกระบวนการ gelatinization ทำให้การแตกข้าวในเมล็ดเชื่อมต่อไปเป็นเนื้อเดียวกัน ในข้าวพันธุ์ กข 41 ส่วนในข้าวพันธุ์ กข 57 ค่าของ

เปอร์เซ็นต์ข้าวตันในทุกระยะเวลาการนึ่งมีค่าน้อยกว่าพื้นข้าวเดิม อาจเนื่องจากระยะเวลาการแช่ข้าวอาจยังไม่เพียงพอกับการดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดข้าว จึงทำให้กระบวนการ gelatinization ระหว่างการนึ่ง เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์

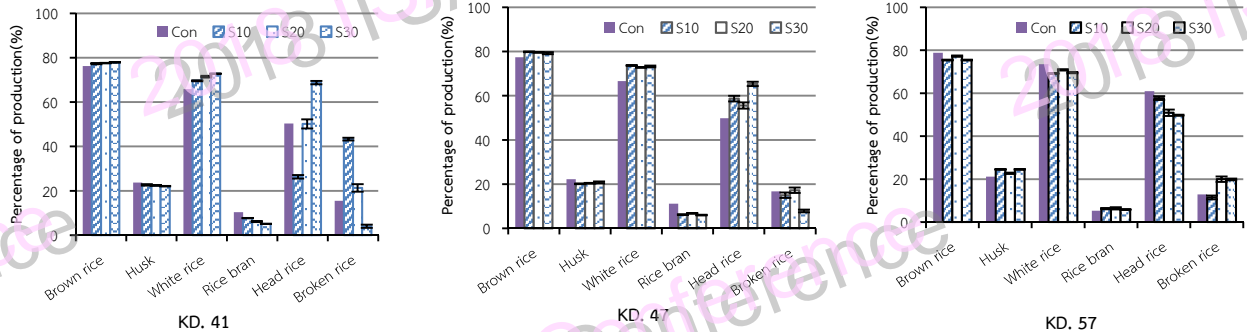


Figure. 1 Milling quality of raw rice and parboiled rice at soaking time 1 hour.

เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแช่ข้าวเป็น 2 h ดังแสดงใน Figure 2 พบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง ข้าวขาว และต้นข้าวในข้าวพันธุ์ กข 41 และ 47 เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการนึ่งเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นข้าว พันธุ์ กข 41 ยังแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้จะแช่ข้าวนาน 2 h แล้วก็ตาม ระยะเวลาในการนึ่งควรมากกว่า 10 min ขึ้นไป สังเกตจากเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าพื้นข้าว ขณะที่พันธุ์ กข 47 แม้ใช้เวลาในการนึ่ง 10 นาที ก็สามารถให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวได้สูงแล้ว ส่วนในข้าวพันธุ์ กข 57 ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง ข้าวขาว และต้นข้าว น้อยกว่าพื้นข้าวเช่นเดิม และเมื่อเพิ่ม

ระยะเวลาการแช่เพิ่มขึ้นเป็น 3 ชั่วโมง ดังแสดงใน Figure 3 พบว่าข้าวพันธุ์ กข 41 และ 47 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง ข้าวขาว และต้นข้าว เพิ่มขึ้นทุกระดับการนึ่ง ข้าวพันธุ์ กข 41 ให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการนึ่งเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงถึง 70.46% เมื่อนึ่งนาน 30 min เช่นเดียวกับพันธุ์ กข 47 โดยให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูง 68.36% ขณะที่พันธุ์ กข 57 ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง ข้าวขาว และต้นข้าว น้อยกว่าพื้นข้าวเช่นเดิม แต่เมื่อนึ่งนาน 10 min ให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูง 62.10% ซึ่งสูงกว่าพื้นข้าว

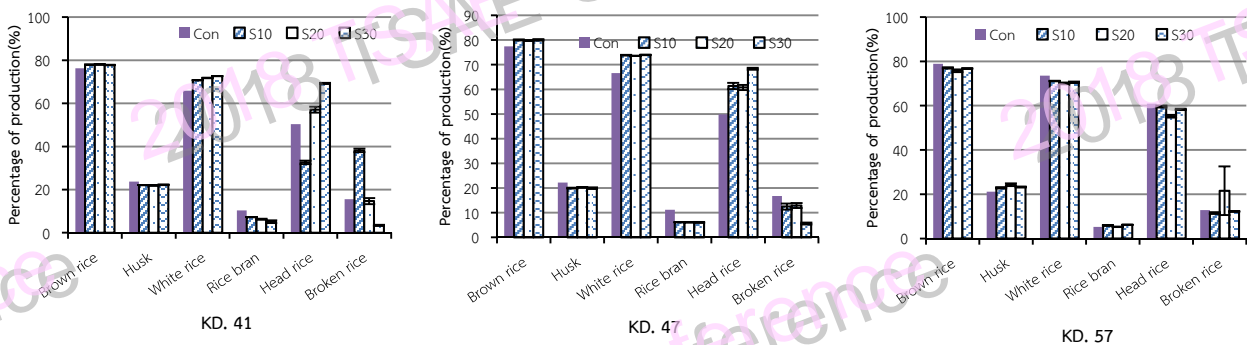


Figure. 2 Milling quality of raw rice and parboiled rice at soaking time 2 hour.

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์รำของทุกเงื่อนไขในการนึ่งและการแช่สังเกตได้ว่ามีค่าน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์รำของพื้นข้าวในพันธุ์ กข 41 และ 47 แสดงให้เห็นว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีแนวโน้มแข็งขึ้น เมื่อผ่านกระบวนการทำข้าวนึ่ง และเมื่อได้เงื่อนไขที่เหมาะสม จะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่สูง ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์

### 3.3 ค่าสี

การตรวจวัดสีของข้าวสาร 2 เกณฑ์ คือ วัดความขาว ความมัน และอัตราการขัด ซึ่งใช้ในกรณีข้าวขาวทั่วไป และการตรวจวัดค่าสีในระบบ  $L^* a^*$  และ  $b^*$  ใช้ในกรณีข้าวหนึ่ง แต่ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วัดค่าสีจากข้าวหนึ่งทั้ง 2 เกณฑ์

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

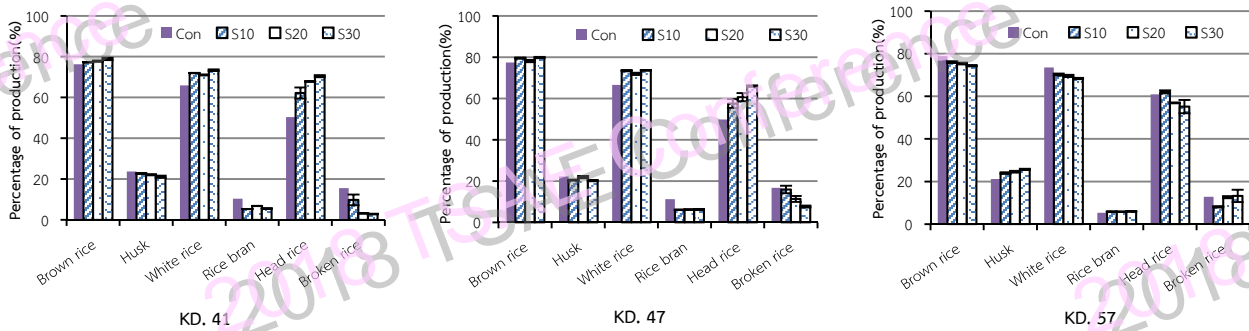


Figure. 3 Milling quality of raw rice and parboiled rice at soaking time 3 hour.

จาก Table 3 แสดงค่า วัดความขาว ความมัน และอัตราการขัดของข้าวในในแต่ละพันธุ์ พบว่าความขาวของข้าวมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการนึ่งนานขึ้น เมื่อระยะเวลาในการแช่ไม่เปลี่ยนแปลง และที่ระยะเวลาการนึ่ง 10 min มีค่าความขาวต่ำที่สุด โดยเฉพาะในข้าวพันธุ์ กข 41 และ 47 ที่ใช้เวลาในการแช่ 1 และ 2 h ข้าวพันธุ์ กข 57 จะเช่นนั้นในกรณีแช่ข้าว 1 ชั่วโมงเท่านั้น และทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า กข 41 มีความขาวของข้าวต่ำที่สุด รองลงมาเป็นข้าวพันธุ์ กข 47 และ 57 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ระดับการนึ่งเดียวกัน ระยะเวลาในการแช่เพิ่มขึ้นไม่มีแนวโน้มการลดหรือเพิ่มของความขาวที่ชัดเจน แต่ระดับความขาวยังคงเรียงลำดับจากมากไปน้อยเช่นเดิม คือจากพันธุ์ กข 57 47 และ 41 ความมันของข้าวเมื่อแช่ข้าวนาน 1 h ในข้าวพันธุ์ กข 41 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการนึ่งเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกับพันธุ์

กข 47 และ กข 57 ความมันมีแนวโน้มลดลง พิจารณาที่ระยะเวลาการนึ่งคงที่ เมื่อเพิ่มระยะเวลาแช่ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความในของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีรูปแบบการเพิ่มขึ้นและลดลงที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์ กข 41 มีระดับความมันในช่วง 1.99-2.55 พันธุ์ กข 47 มีระดับความมันในช่วง 2.07-2.54 และพันธุ์ กข 57 มีระดับความมันในช่วง 2.57-2.86 ซึ่งมีค่ามากที่สุด 3 พันธุ์ เมื่อพิจารณาของมูลทางสถิติประกอบพบว่า อิทธิพลของระยะเวลาในการแช่ ส่งผลกระทบท่อความมันในข้าวพันธุ์ กข 41 อัตราการขัดในข้าวพันธุ์ กข 47 และ ความขาวและอัตราการขัด ในข้าวพันธุ์ กข 47 อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) อิทธิพลของระยะเวลาในการนึ่งส่งผลกระทบท่อค่า ความขาวและความมัน ในข้าวพันธุ์ กข 41 อัตราการขัด ในข้าวพันธุ์ กข 47 อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

Table 3 Color of parboiled rice

Soaking time	Color	KD. 41			KD. 47			KD. 57		
		10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min
1 h	Whiteness	24.51 ±0.46	23.64 ±0.36	23.5 ±0.46	31.5 ±0.50	26.43 ±0.40	26.30 ±0.61	36.20 ±0.70	34.6 ±0.60	33.28 ±0.60
	Transparency	2.00 ±0.13	2.06 ±0.14	2.17 ±0.15	2.54 ±1.56	2.43 ±0.12	2.16 ±0.08	2.86 ±0.10	2.71 ±0.10	2.71 ±0.20
	Milling Degree	20.44 ±2.24	16.89 ±1.36	16.78 ±2.11	52.33 ±0.38	53.00 ±3.46	44.00 ±3.00	78.78 ±4.20	70.56 ±3.30	65.89 ±2.90
2 h	Whiteness	25.39 ±0.67	24.24 ±0.68	21.74 ±0.55	31.17 ±0.85	30.73 ±0.31	27.93 ±0.21	27.36 ±0.40	35.97 ±0.60	30.57 ±0.60
	Transparency	2.52 ±0.21	2.55 ±0.21	2.18 ±0.15	2.37 ±0.06	2.33 ±0.04	2.27 ±0.05	2.78 ±0.10	2.76 ±0.10	2.86 ±0.20
	Milling Degree	27.89 ±2.57	22.56 ±3.13	8.78 ±2.54	33.33 ±1.00	50.00 ±1.73	40.67 ±2.52	38.00 ±1.40	77.00 ±3.40	53.33 ±3.60
3 h	Whiteness	24.37 ±0.51	24.82 ±0.50	21.72 ±0.51	29.70 ±0.56	28.83 ±0.50	27.47 ±0.72	30.53 ±0.90	29.67 ±0.80	30.00 ±1.00
	Transparency	2.55 ±0.14	2.39 ±0.10	1.99 ±0.06	2.18 ±0.12	2.35 ±0.05	2.07 ±0.08	2.80 ±0.10	2.84 ±0.10	2.57 ±0.20
	Milling Degree	23.00 ±2.40	24.00 ±2.74	7.67 ±2.18	31.00 ±2.52	37.67 ±0.58	33.66 ±3.79	53.22 ±3.50	46.11 ±3.30	49.89 ±3.10

จากข้อมูลอัตราการซัด พบว่าทั้ง 3 พันธุ์มีค่าอัตราการซัดไม่ถึง 100 ซึ่งหมายถึงซัดร้อออกไปได้หมดในกรณีข้าวขาว แสดงว่าข้าวหนึ่งที่ได้จะมีสีขาวลดลง เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาการแช่ข้าวระดับเดียวกัน ในข้าวพันธุ์ กข 47 แสดงค่าที่ลดลง เมื่อระยะเวลาการแช่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่ระยะเวลาในการแช่ข้าว 2 h นึ่ง 10 min มีค่า 27.89 มีค่าต่ำสุดที่ระยะเวลาการแช่ 3 h นึ่ง 30 min เท่ากับ 7.67 ขณะที่พันธุ์ กข 47 และ 57 ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน อัตราการซัดสูงที่สุดในข้าวพันธุ์ กข 47 ที่ระยะเวลาในการแช่ 1 h นึ่ง 20 min มีค่า 53.00 มีค่าต่ำสุดที่ระยะเวลาในการแช่ 3 h นึ่ง 10 min เท่ากับ 31.00 ข้าวพันธุ์ กข 57 มีค่าอัตราการซัดสูงที่ระยะเวลาในการแช่ 1 h นึ่ง 10 min มีค่า 78.78 และมีค่าต่ำสุดที่ระยะเวลาในการแช่ 2 h นึ่ง 10 min เท่ากับ 38.00 อย่างไรก็ตามอัตราการซัดโดยเฉลี่ยในข้าวพันธุ์ กข 57 สูงที่สุด รองลงมาคือ กข 47 และ 41 ตามลำดับ

Table 4 แสดงค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ของข้าวหนึ่งแต่ละพันธุ์ ค่า  $L^*$  แสดงลักษณะความสว่างเมื่อค่าเข้าใกล้ 100  $a^*$  แสดงลักษณะสีแดงในทางบวก และแสดงค่าสีเขียวในทางลบ และ  $b^*$  แสดงลักษณะสีเหลืองในทางบวก และแสดงสีน้ำเงินในทางลบ เมื่อพิจารณาในแต่ละพันธุ์พบว่าค่า  $L^*$  ในข้าวพันธุ์ กข 41 มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 62.35-65.22 ข้าวพันธุ์ กข 47 มีค่าอยู่

ระหว่าง 64.17-68.17 พันธุ์ กข 57 มีค่าอยู่ระหว่าง 67.14-72.17 กล่าวได้ว่าข้าวหนึ่งทั้ง 3 พันธุ์ มีลักษณะสีสว่าง โดยพันธุ์ กข 57 มีสีสว่างมากที่สุด ขณะที่ค่า  $a^*$  ของข้าวพันธุ์ กข 41 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.86-3.98 ข้าวพันธุ์ กข 47 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.11-3.51 พันธุ์ กข 57 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.72-2.31 แสดงว่าข้าวพันธุ์ กข 57 มีลักษณะสีแดงน้อย เนื่องจากมีค่า  $a^*$  ต่ำที่สุด ขณะที่ พันธุ์ กข 41 มีค่า  $a^*$  สูง แสดงว่ามีลักษณะออกโทนสีแดง เช่นเดียวกับ พันธุ์ กข 47 ส่วนค่า  $b^*$  ในข้าวพันธุ์ กข 41 มีค่าอยู่ระหว่าง 26.94-30.00 พันธุ์ กข 47 มีค่า 21.66-24.98 และพันธุ์ กข 57 มีค่า 20.63-25.12 ทั้ง 3 พันธุ์ มีค่า  $b^*$  ใกล้เคียงกันแสดงว่าลักษณะสีออกโทนสีเหลือง โดยเฉพาะ กข 47 และ กข 57 มีลักษณะสีเหลืองมากกว่า กข 41 เมื่อพิจารณาข้อมูลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการแช่มีอิทธิพลต่อค่า  $L^*$  ในข้าวพันธุ์ กข 41 และ 57 และค่า  $b^*$  ในข้าวพันธุ์ กข 47 อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) อิทธิพลของระยะเวลาในการแช่ ส่งผลกระทบบต่อค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ในข้าวพันธุ์ กข 41 ค่า  $b^*$  ในข้าวพันธุ์ กข 47 และค่า  $L^*$  และ  $b^*$  ในข้าวพันธุ์ กข 57 อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาผลของค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  กล่าวได้ว่า ข้าวหนึ่งจาก พันธุ์ กข 41 จัดเป็นข้าวหนึ่งสีเข้ม ขณะที่พันธุ์ กข 57 เป็นข้าวหนึ่งสีอ่อน ส่วน กข 47 มีสีอยู่ระหว่าง กข 41 และ 57

Table 4 Color of parboiled rice on  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$

Soaking time	Color	KD. 41			KD. 47			KD. 57		
		10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min
1 h	$L^*$	64.49 ±0.73	64.23 ±0.36	64.32 ±0.53	68.17 ±0.43	64.17 ±0.54	64.80 ±0.60	72.17 ±0.60	70.60 ±0.30	70.57 ±0.70
	$a^*$	2.86 ±0.20	3.32 ±0.24	3.56 ±0.18	2.54 ±0.81	3.51 ±0.03	3.33 ±0.16	0.72 ±0.20	2.31 ±3.40	0.94 ±0.20
	$b^*$	28.00 ±0.44	29.10 ±0.27	29.62 ±0.13	22.83 ±0.38	24.98 ±0.15	24.13 ±0.07	20.81 ±0.40	21.48 ±0.20	22.79 ±0.30
2 h	$L^*$	64.91 ±0.50	65.22 ±0.70	63.05 ±0.77	67.37 ±0.59	67.06 ±0.31	65.06 ±0.13	67.14 ±0.50	71.47 ±0.70	68.55 ±0.70
	$a^*$	2.78 ±0.14	2.90 ±0.19	3.98 ±0.17	2.11 ±0.09	2.46 ±0.19	3.15 ±0.12	1.79 ±0.10	0.88 ±0.20	1.10 ±0.20
	$b^*$	27.71 ±0.43	28.31 ±0.49	30.00 ±0.26	21.66 ±0.40	22.46 ±0.49	23.92 ±0.12	25.12 ±0.20	20.63 ±0.30	22.93 ±0.30
3 h	$L^*$	64.23 ±0.76	64.48 ±0.51	62.35 ±0.30	66.68 ±0.25	65.78 ±0.40	65.42 ±0.49	68.28 ±0.40	67.71 ±1.70	69.05 ±0.80
	$a^*$	2.72 ±0.19	2.88 ±0.24	3.87 ±0.20	2.41 ±0.11	2.54 ±0.26	3.28 ±0.18	1.21 ±0.10	1.10 ±0.10	1.47 ±0.20
	$b^*$	26.94 ±0.29	27.07 ±0.39	29.21 ±0.31	22.47 ±0.18	22.19 ±0.46	23.33 ±0.34	22.11 ±0.40	22.38 ±0.20	24.03 ±0.40

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

### 3.5 ความแข็งข้าวสุก

ความแข็งข้าวสุกแสดงใน Table 5 พบว่าข้าวพันธุ์ กข 41 มีค่าความแข็งสูงสุด 235.60 N ที่ระยะเวลาในการแช่ 3 h นึ่งนาน 10 min มีค่าต่ำสุด 198.60 N ที่ระยะเวลาการแช่ 2 h เวลา 20 min ขณะที่ ข้าวพันธุ์ กข 47 มีค่าความแข็งข้าวสุก 242.68 N เมื่อแช่ข้าว 3 h นึ่งนาน 10 min และมีค่าต่ำสุด 197.4 N เมื่อแช่ข้าว 1 h นึ่งนาน 20 min และ กข 57 มีค่าสูงสุด 208.40 N

เมื่อแช่ข้าว 3 h นึ่ง 10 min มีค่าน้อยที่สุด 145.70 N เมื่อแช่ข้าว 1 h นึ่งนาน 30 min ในแต่ละ พันธุ์ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าระยะเวลาการแช่ไม่มีอิทธิพลต่อความแข็งของข้าวสุกทุกพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ส่วนระยะเวลาในการนึ่ง ส่งผลกระทบต่อความแข็งของข้าวสุกในข้าวพันธุ์ กข 47 และ 57 อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

Table 5 Hardness of coking rice in rice and water ratio (1:2.5) by weight

Soaking time (h)	KD. 41			KD. 47			KD. 57		
	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min
1	209.1	231.2	224.7	211.11	197.40	200.60	168.20	199.70	145.70
2	219.2	198.6	202.6	225.21	226.10	210.98	147.50	151.80	193.00
3	235.6	232.8	216.6	242.68	230.30	229.71	208.40	189.00	203.70

## 4 สรุป

การใช้ข้อมูลภูมิสูงในการแช่ข้าวสามารถทำได้ ทั้งนี้ต้องพิจารณาเรื่องของระยะเวลาการแช่ และการนึ่ง และพบว่าคุณภาพการขัดสีและสมบัติทางกลของข้าวหนึ่งทั้ง 3 พันธุ์ได้รับผลกระทบจากระยะเวลาการแช่และการนึ่งในระดับที่แตกต่างกัน และในกรณีการซื้อขายข้าวหนึ่ง หากพิจารณาเรื่องสี หรือลักษณะที่ปรากฏ ซึ่งเป็นสมบัติด้านการยอมรับของผู้บริโภคข้าวหนึ่งเป็นหลัก ข้อมูลลักษณะสีของข้าวหนึ่งในแต่ละพันธุ์บ่งบอกชัดเจนว่ามีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้นในกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งควรแยกการผลิตในแต่ละพันธุ์ เพื่อการควบคุมลักษณะปรากฏให้เป็นตามต้องการ และลดการสูญเสียตั้งแต่ต้นกระบวนการผลิต

## 5 กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

## 6 เอกสารอ้างอิง

กนกกาญจน์ ปานจันทร์. 2558. ข้าวหนึ่ง (Parboiled rice). กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน, กรุงเทพมหานคร. 4 น.  
 ใจทิพย์ วานิชชัง, ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, สุทธิศักดิ์ ศิลปจารุ, นฤมล บุญกระจ่าง, เพียงขวัญ วานิชชัง. 2553. การพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับการขัดสีข้าว. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, จ.ชลบุรี.  
 นิภาดา ราษฎร์ชัย, พะนอตา บุญฤทธิ์ธงชัย, อภริณี อุทัยรัตนกิจ, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย. 2556. สภาวะในการแช่และการนึ่งต่อสีข้าวหนึ่งพันธุ์ กข 41. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ), 44(2) น. 489-492.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนพานนท์. Parboil rice/ ข้าวหนึ่ง. แหล่งข้อมูล:

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1079/parboiled>

rice%0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%B6%E0%B9%88%E0%B8%87. เข้าถึงเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2561.

มดิชน. 2559. ปลีกพาณิชย์ เผยผลวิจัยคนไทยเริ่มไม่กินข้าวเฉลี่ยแค่ปีละ 106 กิโลกรัม. มติชนออนไลน์ วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2559. แหล่งข้อมูล:

<https://www.matichon.co.th/news/49336>. เข้าถึงเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2561.

วาริรัตน์ เพชรสีช่วง. 2559. อุตสาหกรรมข้าว: แนวโน้มธุรกิจ/ อุตสาหกรรม ปี 59-61. วิจัยกรุงศรี. แหล่งข้อมูล:

[https://www.krungsri.com/bank/getmedia/7dfadc65-3f0a-42b0-ae24-cfbf8f29ad84/IO\\_Rice\\_2016\\_TH.aspx](https://www.krungsri.com/bank/getmedia/7dfadc65-3f0a-42b0-ae24-cfbf8f29ad84/IO_Rice_2016_TH.aspx). เข้าถึงเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2561

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2560. สรุปสถานการณ์ส่งออกข้าวไทยปี 2559 และแนวโน้มและทิศทางการส่งออกข้าวไทย ปี 2560. แหล่งข้อมูล:

<http://www.thairiceexporters.or.th/Press%20release/2017/TREA%20Press%20Release%20Thai%20Rice%20Situation%20&%20Trend%202017-03022017.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2561.

สมัคร ยิ่งยง, ลือชัย อารยะรังษฤษฎ์, สมทรง โชติชื่น. 2552. สุดยอดข้าวไทย. Rachamongkoi Rice Co., Ltd. 75 น.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560. มาตรฐานสินค้าเกษตร: ข้าวไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 48 น.

Itoh, K., S. Kawamura, Y. Ikeuchi. Processing and milling of parboiled rice. Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Japan. 312-324 p.

Oli, P., R. Ward, B. Adhikari, P. Torley. 2016. Colour change in rice during hydration: Effect of hull and bran layers. Journal of Food Engineering. 173(2016), 49-58.