

การศึกษาลักษณะทางเคมีกายภาพบางประการของข้าวเจ้าก่ำหลังการนึ่ง  
Study on Some Physico-chemical Characteristics of Purple Non-glutinous Rice After Steaming

ไกรสิทธิ์ พิธิษฐกุล<sup>1</sup> นราธิป แก้วดวงดี<sup>1</sup> และ กรรณิการ์ ยานะ<sup>1</sup>  
Kraisri Pisithkul,<sup>1</sup> Narathip Keawduongdee<sup>1</sup> and Kannika Yana<sup>1</sup>

Abstract

This study aims to analyze some physico-chemical characteristics of regular purple non-glutinous rice grain comparing with those passing steamed and those germinated before steam process. It was found that germinated-steam paddy rice had lower milling quality as compared with that of the regular and steamed one. Texture analysis of their brown and milled cooked rice revealed that cooked brown rice receiving from regular, steamed and germinated-steam had similar hardness but for adhesiveness, the regular brown rice had a higher value. The same trend was also found in the analysis of their corresponding cooked milled rice in which statistical differences were not found for their hardness, springiness and cohesiveness but the cooked milled rice of the regular and steamed samples showed higher adhesiveness values. Determination of grain color revealed that brown rice of the regular paddy had higher brightness (L\*) and redness (a\*) values than steamed and germinated-steam samples, however their bran had the same L\* value. An analysis of fat content showed that brown rice of the regular and steamed paddy had greater fat content comparing with that of germinated-steam sample. In addition, it was found that antioxidant activity of bran from regular rice was higher than bran from steamed and germinated-steam rice.

**Keywords:** steamed rice, germinated-steam rice, antioxidant

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีกายภาพบางประการของข้าวเจ้าก่ำปกติเปรียบเทียบกับข้าวชนิดเดียวกันที่ผ่านกระบวนการทำข้าวหนึ่ง รวมทั้งเพาะงอกก่อนนึ่ง การทดลองพบว่า คุณภาพการขัดสีของข้าวเปลือกงอกหนึ่งต่ำกว่าข้าวเปลือกปกติและข้าวเปลือกหนึ่ง การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของทั้งข้าวกล้องหุงสุกและข้าวสารหุงสุก พบว่า ข้าวกล้องที่ได้จากข้าวเปลือกปกติ ข้าวเปลือกหนึ่งและข้าวเปลือกงอกหนึ่ง มีค่าความแข็งใกล้เคียงกัน แต่ข้าวกล้องจากข้าวเปลือกปกติมีความเหนียวมากกว่า ผลการวิเคราะห์ในข้าวสารหุงสุกเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือมีค่าความแข็ง ค่าคืนตัว และค่าคงตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าความเหนียวของข้าวสารจากข้าวเปลือกปกติและจากข้าวเปลือกหนึ่งมีมากกว่าข้าวสารที่ได้จากข้าวเปลือกงอกหนึ่ง การวิเคราะห์ค่าสี พบว่าข้าวกล้องจากข้าวเปลือกปกติมีความสว่างของสี (L\*) และสีค่อนข้างแดง (a\*) มากกว่าข้าวกล้องที่ได้จากข้าวเปลือกหนึ่งและข้าวเปลือกงอกหนึ่ง แต่เมื่อนำไปขัดสี ค่าความสว่างของสีที่ได้จากการขัดข้าวทั้งสามชนิดไม่ต่างกัน การวิเคราะห์ปริมาณไขมันพบว่า ข้าวกล้องจากข้าวเปลือกปกติและข้าวเปลือกหนึ่ง มีปริมาณไขมันสูงกว่าข้าวกล้องจากข้าวเปลือกงอกหนึ่ง นอกจากนี้พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของรำที่ได้จากข้าวเปลือกปกติสูงกว่ารำที่ได้จากข้าวเปลือกหนึ่งและข้าวเปลือกงอกหนึ่ง

**คำสำคัญ:** ข้าวหนึ่ง, ข้าวงอกหนึ่ง, สารต้านอนุมูลอิสระ

คำนำ

ความนิยมในการบริโภคข้าวกล้องเจ้าก่ำหรือข้าวกล้องของข้าวเจ้าสีม่วงมีสูงขึ้นในปัจจุบัน ผลการวิจัยพบข้าวชนิดนี้มีสารแอนโทไซยานินที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดและรำสีฟาง (Min *et al.*, 2012; Nam *et al.*, 2006; Saikia *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 1997) นอกจากนี้ในการวิจัยของ Sancho and Pastore (2012) พบว่ากลไกที่แอนโทไซยานินช่วยบำรุงสุขภาพเกิดได้หลายทางซึ่งส่วนใหญ่สัมพันธ์กับกลไกการต้านอนุมูลอิสระของแอนโทไซยานินในการใช้ประโยชน์ด้านอาหาร มีการนำข้าวเจ้าก่ำไปผ่านกระบวนการนึ่งรวมทั้งเพาะงอกก่อนนึ่ง ซึ่งยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าเนื้อ

<sup>1</sup>ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

<sup>1</sup> Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000

สัมผัสของข้าวหุงสุก คุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเจ้าเก่าที่ผ่านการนึ่ง และข้าวเจ้าเก่าที่ทำให้งอกแล้วนำมาหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปจากข้าวเจ้าเก่าปกติมากน้อยเพียงใด

### อุปกรณ์และวิธีการ

แช่ข้าวเปลือกสายพันธุ์เจ้าเก่า 40 กก. ในน้ำนาน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นแยกข้าวเปลือกเป็นสองส่วน นำส่วนหนึ่ง (20 กก.) นึ่งในหม้อหนึ่งนาน 1 ชั่วโมง แล้วจึงตากจนแห้ง ข้าวเปลือกอีกส่วน (20 กก.) บ่มในกระสอบปานานาน 18 ชั่วโมง ก่อนนำไปนึ่งให้สุกแล้วตากจนแห้ง กระเพาะข้าวเปลือกที่ได้ในขั้นตอนข้างต้นรวมทั้งข้าวเปลือกปกติ ได้ตัวอย่างข้าวกล้อง จากนั้นแบ่งส่วนหนึ่งนำไปขัดสีนาน 25 วินาที ได้ตัวอย่างรำและข้าวสาร จากนั้นวิเคราะห์หาสมบัติเนื้อสัมผัสของทั้งข้าวกล้องและข้าวสารหุงสุกด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus. (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY) วัดค่าสี  $L^*$   $a^*$   $b^*$  ของข้าวกล้องและรำด้วยเครื่องวัดสี (Hunterlab, Inc., VA, USA) วิเคราะห์ปริมาณไขมันของข้าวกล้องด้วยวิธีมาตรฐานของ AOAC (AOAC, 1984) และการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ใช้ 2,2-azino-bis-3-ethylthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) ดัดแปลงวิธีการของ Re *et al.* (1999) โดยใช้วิตามินซี (Vitamin C) เป็นสารมาตรฐาน การทดลองวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD

### ผลและวิจารณ์ผล

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสข้าวหุงสุกของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องนึ่งและข้าวกล้องอกนึ่ง พบว่า มีค่าความแข็ง (Hardness) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) การวิเคราะห์ความแข็งในข้าวสารหุงสุกให้ผลแบบเดียวกัน แต่การวิเคราะห์ค่าความเหนียว (Adhesiveness) พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยข้าวกล้องปกติมีความเหนียวมากกว่าข้าวกล้องนึ่งและข้าวกล้องอกนึ่ง (Table 1) อาจเป็นผลจากข้าวกล้องนึ่งและข้าวกล้องอกนึ่งได้ผ่านการทำให้สุกมาแล้วหนึ่งรอบ นอกจากนี้การที่เยื่อหุ้มเมล็ดของข้าวทั้ง 3 ชนิดยังไม่ถูกขัดสีออกไป จึงทำให้มีค่าเหนียวติดน้อยกว่าข้าวสาร ส่วนการวิเคราะห์ค่าความเหนียว (Adhesiveness) ของ ข้าวสารหุงสุก พบว่าข้าวสวยของ ข้าวสารปกติและข้าวสารนึ่งมีความเหนียวน้อยกว่าข้าวสารอกนึ่ง ทั้งนี้อาจเป็นได้ว่ากระบวนการงอกได้สร้างสารประกอบที่ทำให้ข้าวสวยของข้าวสารอกนึ่งมีความเหนียวติดมากขึ้น

**Table 1** Textural property of regular, steamed and germinated-steam brown rice and their corresponding milled rice.

Type of brown rice	Brown rice		Milled rice	
	Hardness	Adhesiveness	Hardness	Adhesiveness
Regular	9041	-7.769 <sup>b</sup>	6077	-24.579 <sup>a</sup>
Steamed	9285	-2.218 <sup>a</sup>	5553	-25.994 <sup>a</sup>
Germinated-steam	8437	-4.192 <sup>a</sup>	5782	-39.109 <sup>b</sup>

\* Means followed by the same letter in a column are not significantly different at  $P \leq 0.05$ .

ผลการวิเคราะห์ค่าสีพบว่า ข้าวกล้องปกติมีค่าความสว่างของสี ( $L^*$ ) สูงกว่าข้าวกล้องนึ่งและข้าวกล้องอกนึ่ง และเมล็ดข้าวกล้องปกติยังมีสีค่อนข้างแดง ( $a^*$ ) มากกว่า กระบวนการแช่น้ำและนึ่ง อาจมีผลกระทบทำให้โครงสร้างและความมันวาวของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวชั้นนอกซึ่งเป็นเยื่อบางๆ สีใสคล้ายไข (wax) ได้รับความเสียหาย จึงทำให้ข้าวกล้องนึ่งและข้าวกล้องอกนึ่ง มีความสว่างของสีลดลงและสีค่อนข้างม่วงทึบมากขึ้น แต่เมล็ดข้าวค่อนข้างมีสีม่วงสม่ำเสมอตลอดเมล็ดมากขึ้น เนื่องจากสีม่วงของแอนโทไซยานินที่ละลายในน้ำได้แทรกซึมไปสู่เนื้อเมล็ดส่วนอื่นๆ (Table 2, Figure 1) หลังจากการขัดสีรำข้าวที่ได้จากข้าวทุกชนิดมีค่าความสว่างสีไม่ต่างกัน เนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีใส่ถูกทำลายลง ค่าวิเคราะห์สีรำของข้าวกล้องอกนึ่งมีค่าค่อนข้างแดง (ค่า  $a^*$  สูง) มากกว่ารำข้าวชนิดอื่นอาจเป็นผลมาจากการขัดสี ที่ข้าวกล้องอกนึ่งมีเมล็ดแตกหักมากกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากการสูญเสียความแกร่งของเมล็ดในระหว่างกระบวนการงอก

Table 2 Color of regular, steamed and germinated-steam brown rice and their corresponding bran.

Type of brown rice	L*	a*	b*
Regular	27.401 <sup>a</sup>	4.272 <sup>a</sup>	-1.364 <sup>c</sup>
Steamed	22.008 <sup>c</sup>	1.732 <sup>b</sup>	-0.830 <sup>b</sup>
Germinated-steam	23.922 <sup>b</sup>	1.828 <sup>b</sup>	-0.564 <sup>a</sup>
Type of bran	L*	a*	b*
Regular	23.852	1.820 <sup>b</sup>	-0.696 <sup>c</sup>
Steamed	24.375	1.892 <sup>b</sup>	0.251 <sup>b</sup>
Germinated-steam	24.093	2.371 <sup>a</sup>	0.971 <sup>a</sup>

\* Means followed by the same letter in a column are not significantly different at P≤0.05.



Figure 1 Color of regular, steamed and germinated-steam brown rice.

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า กระบวนการแช่น้ำแล้วึ่งไม่ทำให้ปริมาณไขมัน ของข้าวกล้องหนึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) เมื่อเทียบกับปริมาณไขมันของข้าวกล้องปกติ (Table 3) แต่พบว่าปริมาณไขมันของข้าวกล้องงอกหนึ่งลดลงมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณไขมันของข้าวกล้องหนึ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากข้าวกล้องงอกหนึ่งต้องผ่านขั้นตอนการทำให้เมล็ดงอก ซึ่งในระหว่างกระบวนการงอก เมล็ดข้าวจะเพิ่มอัตราการหายใจและย่อยสลายสารอาหารต่างๆรวมทั้งไขมันเพื่อนำไปสร้างสารประกอบในรูปอื่นที่จำเป็นต่อการงอกและกระบวนการทางสรีรวิทยาอื่นๆ จึงทำให้ไขมันลดลง

Table 3 Anti-oxidant activity (of bran) and fat content of regular, steamed and germinated-steam brown rice.

Type of brown rice	Anti-oxidant capacity (mg VCE/100g)	Fat content (%)
Regular	848.88 <sup>a</sup>	2.523 <sup>a</sup>
Steamed	206.37 <sup>b</sup>	2.343 <sup>a</sup>
Germinated-steam	181.58 <sup>b</sup>	1.740 <sup>b</sup>

\* Means followed by the same letter in a column are not significantly different at P≤0.05.

ไขมันหลายชนิดในข้าวกล้องมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูง เช่น วิตามิน อี และ แกมมา-โอโรซานอล ส่วนใหญ่พบในส่วนของต้นอ่อน (embryo) และในชั้นรำ (bran or aleurone layer) การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของรำที่ขัดสีจากข้าวกล้องทั้งสามแบบ พบว่า กระบวนการึ่งมีผลทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงมาก (Table 3) การลดลงของความสามารถต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างรำของการวิจัยครั้งนี้ ส่วนหนึ่งจากการลดลงของแอนโทไซยานินที่ได้รับผลกระทบจากการละลายในกระบวนการแช่น้ำและกระบวนการงอก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรภรณ์และคณะ (2556) ที่พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินของข้าวกล้องงอกลดลงเมื่อระยะเวลาการแช่น้ำนานขึ้น อย่างไรก็ตาม กระบวนการงอกของเมล็ดข้าวก็ทำให้เกิดสารใหม่ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นเช่นกัน เช่น แกมมา-อะมิโนบิวทีริกแอซิด แต่สาเหตุหลักของการลดลงของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยรวมของรำข้าวกล้องหนึ่งและข้าว

กล้องเพาะงอกก่อนหนึ่งในงานวิจัยนี้มาจากความร้อนของกระบวนการหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Pascual *et al.* (2013) ที่รายงานว่า ปริมาณของวิตามิน อี และ แกมมา-โอโรซานอล ลดลงมากในข้าวที่ผ่านกระบวนการหนึ่งและเก็บรักษาระยะหนึ่ง รวมทั้งการวิจัยของ Li *et al.* (2007) ที่พบว่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระของรำข้าวสาลีสีม่วงลดลงจากกระบวนการแปรรูปที่ใช้ความร้อน

### สรุปผล

กระบวนการหนึ่งและเพาะงอกก่อนหนึ่ง ทำให้สมบัติเนื้อสัมผัสและค่าสีของข้าวเจ้าเก่าเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าความเหนียวติดของข้าวกล้องข้าวหุงสุกลดลงแต่ค่าความเหนียวติดของข้าวสารหุงสุกสูงขึ้น และข้าวมีสีม่วงที่มากขึ้น กระบวนการหนึ่งและเพาะงอกก่อนหนึ่ง ทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง นอกจากนี้กระบวนการเพาะหนึ่งงอกก่อนหนึ่งทำให้ปริมาณไขมันของข้าวกล้องลดลง

### คำขอขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านอุตสาหกรรมเกษตร และอาจารย์ทงศักดิ์ สัสดีแพง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ลำปาง

### เอกสารอ้างอิง

- พัชรภรณ์ รัตนธรรม, ญัฐฐา เลหาหลจิดดี และ อรพิน เกิดชูชื่น. 2556. สารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องสีงอก. ว. วิทย. กษ. 44(2 พิเศษ): 441-444.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of AOAC International 14<sup>th</sup> ed. Gaithersburg: Ed. AOAC International.
- Li, W., M. D. Pickard and T. Beta. 2007. Effect of thermal processing on antioxidant properties of purple wheat bran. Food Chemistry 104: 1080-1086.
- Min, B., L. Gu, A. M. McClung, C. J. Bergman and M. H. Chen. 2012. Free and bound total phenolic concentrations, antioxidant capacities, and profiles of proanthocyanidins and anthocyanins in whole grain rice (*Oryza sativa* L.) of different bran colours. Food Chemistry 133: 715-722.
- Nam, S. H., S. P. Choi, Y. Kang, H. J. Koh and K. M. Friedman. 2006. Antioxidative activities of bran extracts from twenty one pigmented rice cultivars. Food Chemistry 94: 613-620.
- Pascual, C. S. C. I., I. L. Massaretto, F. Kawassakia, R. M. C. Barrosa, J. A. Noldinb and U. M. L. Marqueza. 2013. Effects of parboiling, storage and cooking on the levels of tocopherols, tocotrienols and  $\gamma$ -oryzanol in brown rice (*Oryza sativa* L.). Food Research International 50: 676-681.
- Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine 26: 1231-1237.
- Saikia, S., H. Dutta, D. Saikia and C. L. Mahanta. 2012. Quality characterisation and estimation of phytochemicals content and antioxidant. Food Research International 46: 334-340.
- Sancho, R. A. S. and G. M. Pastore. 2012. Evaluation of the effects of anthocyanins in type 2 diabetes. Food Research International 46: 378-386.
- Wang, H., G. Cao and R. L. Prior. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45: 304-309.