คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวพันธุ์พื้นเมืองในจังหวัดบุรีรัมย์

Physical Properties of Landrace Grains in Buriram Province

ครุปกรณ์ ละเอียดอ่อน* และ อรุณรัศมี แสงศิลา

Karupakorn Laeadon* and Arunrasme Sangsila

Received: 2 October 2018, Revised: 17 May 2019, Accepted: 10 June 2019

บทคัดย่อ

การสำรวจข้าวพื้นเมืองในจังหวัดบุรีรัมย์พบว่ามีหลายสายพันธุ์เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจำนวน 20 พันธุ์ มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ100 เมล็ด ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ผลการวิเคราะห์พบว่า ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ความยาวและความกว้างของข้าวเปลือก อยู่ในช่วง 8.18-10.73 และ 2.53-3.32 มิลลิเมตร น้ำหนักของข้าวเปลือกเฉลี่ย 2.20-3.30 กรัม รูปร่างเมล็ดข้าวเปลือกส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ส่วนข้าวกล้องมีความยาวและความกว้าง อยู่ในช่วง 7.17-7.42 และ 2.23-2.77 มิลลิเมตร น้ำหนักของข้าวกล้องเฉลี่ย 1.98-3.02 กรัม รูปร่างเมล็ดข้าวกล้องส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ค่าความสว่าง (L) ของข้าวเปลือกและข้าวกล้องอยู่ในช่วง 30.06-56.50 และ 17.36-64.41 ค่าสี a* ของข้าวเปลือกและข้าวกล้องอยู่ในช่วง 5.52-10.02 และ 1.97-13.20 และค่าสี b* ของข้าวเปลือกและข้าวกล้องอยู่ในช่วง 17.45-32.35 และ 2.44-21.95 ส่วนปริมาณท้องไข่เมล็ดข้าวพื้นเมืองส่วนใหญ่มีท้องไข่น้อย ระดับ 1 คือปริมาณบริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งลักษณะสมบัติทางกายภาพนั้นมีประโยชน์เพื่อการประเมินคุณภาพข้าวและการสร้างมาตรฐานข้าวเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรได้อนุรักษ์ข้าวพันธุ์เมืองไม่ให้เกิดการสูญหาย เพื่อความมั่นคงด้านอาหาร

คำสำคัญ: คุณสมบัติทางกายภาพ, ข้าวพันธุ์พื้นเมือง, เมล็ดข้าว

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

Faculty of Education, Buriram Rajabhat University, 439 Jira Road, Naimueng, Mueng Buriram, Buriram 31000, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): kluphakorn.li@bru.ac.th

ABSTRACT

The survey of rice landrace in Buriram province found that there are varieties of rice. The physical properties of 20 landrace grains were analyzed by randomly selecting three replications of 100 grains due to the randomized design (CRD). The results showed a significant difference (p<0.05) in the physical properties of the grains. The range of length and width of paddy is 8.18-10.73 and 2.53-3.32 mm. The average weight of the paddy is 2.20-3.30 grams. The grain shape of the paddy is mostly moderate. The range of length and width of brown rice is 7.17-7.42 and 2.23-2.77 mm. The average weight of the brown rice is 1.98-3.02 grams. The grain shape of the brown rice is mostly moderate. The Brightness (L) of the paddy and the brown rice is in the range of 30.06-56.50 and 17.36-64.41. a* color value of the paddy and the brown rice is in the range of 5.52-10.02 and 1.97-13.20, and b * color values of the paddy and the brown rice is in the range of 17.45-32.35 and 2.44-21.95. The percentage of chalky grains is low which is at level 1 (not more than 10% chalkiness). The physical properties analysis is useful for evaluating quality and creating standards of rice. This helps to encourage farmers on landrace conservation and to maintain sustainability of food.

Key words: physical properties, rice landrace, grain

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เพราะเป็นทั้งอาหารหลักของประชากรทั้งประเทศ และเป็นสินค้าส่งออกสำคัญที่นำเข้าเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมากดังเช่นปี พ.ศ. 2561 ปริมาณการส่งออก 11,088,741 ล้านตัน มูลค่า 180,270 ล้านบาท (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2562) และจังหวัดบุรีรัมย์เกษตรกรจะปลูกข้าวขาวดอกมะลิและพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่หลากหลายสายพันธุ์ที่นับวันแต่จะปลูกลดน้อยลง ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อการค้าส่วนใหญ่จะปลูกมาเป็นเวลานาน เช่น ข้าวปะกาอัลปีล ข้าวมะลิแดง ข้าวเจาะจ๊าบ ข้าวมะลิดำ ข้าวสตวง ข้าวเหนียวแดง ข้าวเล้าแตก ข้าวก่ำต้นดำ ข้าวก่ำต้นขาว ข้าวอีด่าง เป็นต้น (กิ่งแก้ว และคณะ, 2558) ซึ่งแต่ละพันธุ์มีสมบัติทางกายภาพและคุณภาพการหุงต้มและมีลักษณะที่ดีบางประการที่แตกต่างกัน เช่น ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ความต้านทานโรคและแมลง (กรมการข้าว, 2551) คุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ ขนาดรูปร่าง น้ำหนักเมล็ด สีข้าวกล้อง ลักษณะท้องไข่ ความใส ความขุ่นของข้าวสารและคุณภาพการสีเป็นต้น (อรอนงค์, 2560) ในปัจจุบันกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกจะใช้ลักษณะทางกายภาพในการจำแนกเกรดของเมล็ดข้าว เนื่องจากมีความชัดเจนในการตรวจสอบ ส่วนมาตรการในการประเมินราคาเพื่อซื้อขายข้าวเปลือกหรือข้าวสารในประเทศนั้นยังคงใช้คุณสมบัติทางกายภาพทั้งสิ้น และข้าวพื้นเมืองเป็นข้าวที่มีสารอาหารและแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพได้แก่ กรดฟีนอลิก แอนโทไซยานินและฟลาโวนอยด์ (Tian *et al*., 2004) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน อีกทั้งการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ในการจำแนกเป็นกลุ่มของข้าวเปลือกข้าวดำนาสวน ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะใช้

เกณฑ์ของสีของเปลือก รูปร่างข้าวเปลือก รูปร่างข้าวกล้อง การกระจายของสีดำในข้าวกล้อง ความยาวข้าวกล้อง ลักษณะพื้นผิวและความหนาของเปลือกข้าวกล้อง (ธีระ และคณะ, 2555) และผลการศึกษาผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของข้าวพื้นเมือง 20 พันธุ์ในพื้นที่นาทามน้ำท่วมฤดูนาปรัง ใช้เกณฑ์ความยาว ความกว้างของเมล็ด รูปร่างของเมล็ดและน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (มนัส และคณะ, 2559ก) และผลการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำทะเลน้อยจังหวัดพัทลุงโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด ได้แก่ ขนาดของเมล็ด รูปร่างของเมล็ด น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด และสีเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง (นันทิยา และ วิจิตรา, 2554) และการศึกษาความแปรปรวนของลักษณะสัณฐานวิทยาในเมล็ดข้าวพันธุ์สังข์หยดจากภาคใต้ของประเทศไทยจะประเมินจากน้ำหนัก 100 เมล็ด ขนาดและรูปร่างความขาว ความใสของเมล็ด (นันทิยา และคณะ, 2559) ส่วนการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวไร่ในอำเภอพบพระ จังหวัดตากใช้เกณฑ์น้ำหนักข้าวเปลือกข้าวกล้อง ความยาวความกว้างข้าวเปลือกข้าวกล้อง รูปร่างเมล็ดข้าวเปลือกข้าวกล้องและวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าสี a* และ b* ของเมล็ด (สุภวัฒน์ และคณะ, 2560)

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของข้าวพื้นเมืองในจังหวัดบุรีรัมย์จึงมีความสำคัญในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกลักษณะ และการอนุรักษ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพราะเป็นพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรยังให้ความสนใจ ปลูกไว้เพื่อการบริโภคในครัวเรือน อีกทั้งงานวิจัยด้านนี้ยังมีจำนวนน้อย จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพข้าวพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 20 พันธุ์ที่เก็บรวบรวมจากเกษตรกรในจังหวัดบุรีรัมย์ และรวบรวมลักษณะทางกายภาพของเมล็ดเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้พันธุ์ข้าวพื้นเมืองบางชนิดที่รวบรวมได้จากเกษตรกรในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 20 พันธุ์

2. แผนการทดลองครั้งนี้ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) โดยสุ่มเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง จำนวน 300 เมล็ดและชั่งน้ำหนักแบ่งออกเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด มาเป็นตัวอย่างเพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ

3. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่

3.1 การหาความกว้างความยาวข้าวเปลือกและข้าวกล้อง วัดโดยใช้ดิจิตอลเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ จะวัดจากปลายยอดสุดของเมล็ดถึงโคนเมล็ด

3.2 การวัดสีของข้าวเปลือกและข้าวกล้องโดยใช้เครื่องวัดสี Hunter lab รุ่น Minalta 404 ทำการตรวจวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) จำนวน 3 ซ้ำ ตามระบบของ Commission international de L'Eclairage (CIE)

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณท้องไข่ข้าวพื้นเมืองโดยการนำเมล็ดข้าวทั้ง 20 พันธุ์มาวางบนช่องที่แสงจากหลอดไฟส่องผ่านเพื่อบอกปริมาณของจุดขาวขุ่น ซึ่งใช้เกณฑ์เป็นระดับคะแนน 0-5 ตามวิธีของเครือวัลย์ (2531) และบุญหงษ์ และคณะ (2559)

0 = ไม่มีจุดขาวขุ่นในเมล็ดข้าวสาร

1 = มีจุดขาวขุ่นเล็กน้อย (<10% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร)

2-3 = มีจุดขาวขุ่นเล็กน้อย (10-20% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร)

4-5 = มีจุดขาวขุ่นเล็กน้อย (>20% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร)

3.4 การประเมินรูปร่างของเมล็ดข้าวเปลือก ข้าวกล้องจะวัดจากอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง โดยใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินรูปร่างของเมล็ดข้าวเปลือก (หน่วย: มิลลิเมตร)

รูปร่าง	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง
เรียว	3.4 หรือมากว่า	3.1 หรือมากกว่า
ปานกลาง	2.3-3.3	2.1-3.0
ป้อม	2.2 หรือน้อยกว่า	2.0 หรือน้อยกว่า

ที่มา: อรอนงค์ (2560)

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เก็บรวบรวมข้อมูลของความกว้าง ความยาวและค่าสีของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง หาความแตกต่างกันของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยเปรียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ลักษณะทางกายภาพของข้าวเปลือก พบว่าความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวเปลือกที่มีความยาวมากที่สุด คือ ข้าวเหนียวแดง เท่ากับ 10.73 มิลลิเมตร น้อยที่สุดคือข้าวตายาเท่ากับ 8.18 มิลลิเมตร ส่วนความกว้างของเมล็ดจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวเปลือกที่มีความกว้างของเมล็ดมากที่สุด คือ ก่ำต้นดำ เท่ากับ 3.31 มิลลิเมตร น้อยที่สุดคือข้าวปะกาอัลปีลเท่ากับ 2.53 มิลลิเมตร และน้ำหนักของข้าวเปลือก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวที่มีน้ำหนักมากที่สุดคือข้าวเล้าแตกเท่ากับ 3.30 กรัม น้อยที่สุดคือ ข้าวตายาเท่ากับ 2.20 กรัม ส่วนรูปร่างของข้าวเปลือกส่วนใหญ่มีลักษณะปานกลาง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความยาว ความกว้าง รูปร่างและน้ำหนักของข้าวเปลือก

ลำดับ	พันธุ์ข้าว	ลักษณะทางกายภาพ				
		ชนิด	ความยาว (มม.)	ความกว้าง (มม.)	รูปร่าง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
1	เหนียวแดง	ข้าวเหนียว	10.73±0.35^{a}	2.71±0.01^{e}	เรียว	2.76±0.01^{dc}
2	เล้าแตก	ข้าวเหนียว	9.90±0.02^{f}	3.14±0.04^{b}	ปานกลาง	3.30±0.08^{a}
3	ก่ำต้นดำ	ข้าวเหนียว	9.34±0.03^{h}	3.31±0.01^{a}	ปานกลาง	2.73±0.03^{e}
4	ก่ำต้นขาว	ข้าวเหนียว	9.32±0.06^{h}	3.32±0.01^{a}	ปานกลาง	3.27±0.03^{a}
5	อีดำอีด่าง	ข้าวเหนียว	9.24±0.17^{i}	2.86±0.01^{c}	ปานกลาง	2.83±0.01^{d}
6	ป้องแอ้ว	ข้าวเหนียว	9.40±0.04^{h}	2.86±0.01^{c}	ปานกลาง	2.65±0.11^{f}
7	จิ๊บต้นขาว	ข้าวเจ้า	8.83±0.15^{j}	2.73±0.03^{e}	ปานกลาง	2.43±0.01^{g}
8	จิ๊บต้นแดง	ข้าวเจ้า	8.51±0.05^{g}	2.70±0.05^{e}	ปานกลาง	2.60±0.02^{f}
9	มะลิดำ	ข้าวเจ้า	10.24±0.01^{e}	2.73±0.02^{e}	เรียว	2.47±0.06^{g}

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	พันธุ์ข้าว	ลักษณะทางกายภาพ				
		ชนิด	ความยาว (มม.)	ความกว้าง (มม.)	รูปร่าง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
10	มะลิโกเมน	ข้าวเจ้า	10.33±0.01[c]	2.81±0.01[d]	เรียว	2.74±0.03[e]
11	มะลิแดง	ข้าวเจ้า	10.42±0.01[b]	2.72±0.01[e]	เรียว	2.92±0.01[c]
12	หอมนิลจักรพรรดิ์	ข้าวเจ้า	10.69±0.03[a]	2.72±0.01[e]	เรียว	3.08±0.06[b]
13	สตวง	ข้าวเจ้า	8.20±0.02[k]	2.55±0.01[e]	ปานกลาง	2.94±0.01[c]
14	ตายา	ข้าวเจ้า	8.18±0.02[k]	2.55±0.01[e]	ปานกลาง	2.20±0.08[h]
15	ปะกาอัลปีล	ข้าวเจ้า	9.21±0.02[i]	2.53±0.02[e]	เรียว	2.50±0.06[g]
16	ตะโก	ข้าวเจ้า	8.21±0.02[k]	2.87±0.01[c]	ปานกลาง	2.50±0.04[g]
17	ขาวพระเทพ	ข้าวเจ้า	10.08±0.01[e]	2.82±0.01[d]	เรียว	2.92±0.01[c]
18	ซุกรวง	ข้าวเจ้า	9.86±0.14[f]	2.72±0.05[e]	ปานกลาง	2.96±0.03[c]
19	มะลินิล	ข้าวเจ้า	10.45±0.21[a]	2.69±0.12[a]	เรียว	2.90±0.04[b]
20	เหลืองปลาซิว	ข้าวเจ้า	10.25±0.13[c]	2.80±0.11[d]	เรียว	2.72±0.02[e]
F-test			*	*		*
mean			9.57	2.80		2.77
C.V.(%)			1.32	0.59		1.61

ลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องพบว่าความยาวของเมล็ดข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวที่มีความยาวมากที่สุดคือ หอมนิลจักรพรรดิ์ เท่ากับ 7.42 มิลลิเมตรและน้อยที่สุดคือ ตะโก เท่ากับ 7.17 มิลลิเมตร ส่วนความกว้างของเมล็ดข้าวกล้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวที่มีความกว้างมากที่สุดคือ ก่ำต้นขาว เท่ากับ 2.77

มิลลิเมตร น้อยที่สุดคือ จิ๊บต้นขาว เท่ากับ 2.23 มิลลิเมตร น้ำหนัก100เมล็ดของข้าวกล้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวที่มีน้ำหนักมากที่สุดคือ ข้าวเล้าแตก 3.02 กรัม ส่วนข้าวกล้องที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดคือ ข้าวตายาและซุกรวงจะมีน้ำหนักเท่ากัน เท่ากับ 1.98 กรัม ดังตารางที่ 3

ลักษณะเมล็ดข้าวที่ที่พบมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดที่มีสาเหตุมาจากลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งที่แสดงออกมาทั้งที่ปรากฏภายนอกทั้งลักษณะทางคุณภาพและทางปริมาณ เป็นข้าวที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน (Oka, 1988) สอดคล้องกับงานวิจัยของพิชัย และอนุพงศ์ (2560) พบว่าการจำแนกกลุ่มข้าวเป็นข้าวนาสวนและข้าวไร่ที่มีนิเวศน์เกษตรแตกต่างกันออกไปนั้นเป็นผลมาจากการปรับตัวและการถูกคัดเลือกในท้องที่ที่ต่างกัน ดังนั้นจึงทำให้ลักษณะข้าวแต่ละพันธุ์แสดงออกมาแตกต่างกัน อีกทั้งในปัจจุบันลักษณะของเมล็ดข้าวเป็นสิ่งสำคัญต่อการซื้อขายโดยทั่วไป กล่าวคือพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีทางกายภาพจะมีราคาของเมล็ดพันธุ์และข้าวสารสูง เนื่องจากว่าคุณภาพ

ดังกล่าวจะส่งผลต่อคุณภาพการสี การหุงต้มและการรับประทานดีตามไปด้วย(บุญหงษ์ และคณะ, 2559) นอกจากนั้นยังช่วยในการจำแนกลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมืองและช่วยในการกำหนดราคาหรือการส่งเสริมให้เกษตรกรได้ปลูกข้าวพื้นเมืองที่หลากหลายสายพันธุ์

ตารางที่ 3 ความยาว ความกว้าง รูปร่างและน้ำหนักของข้าวกล้อง

ลำดับที่	พันธุ์ข้าว	ลักษณะทางกายภาพ			
		ความยาว (มม.)	ความกว้าง (มม.)	รูปร่าง	น้ำหนัก 100 เมล็ด
1	เหนียวแดง	7.27±0.04^{de}	2.32±0.01^{de}	เรียว	2.60±0.01^{c}
2	เล้าแตก	7.24±0.01^{e}	2.65±0.02^{b}	ป่านกลาง	3.02±0.08^{a}
3	ก่ำต้นดำ	7.26±0.01^{e}	2.67±0.01^{b}	ป่านกลาง	2.31±0.03^{ef}
4	ก่ำต้นขาว	7.24±0.01^{e}	2.77±0.04^{a}	ป่านกลาง	2.97±0.03^{ab}
5	อีดำอีด่าง	7.23±0.01^{e}	2.73±0.01^{a}	ป่านกลาง	2.55±0.01^{c}
6	ป้องแอ้ว	7.24±0.01^{e}	2.64±0.02^{b}	ป่านกลาง	2.39±0.11^{de}
7	จิ๊บต้นขาว	6.46±0.05^{g}	2.23±0.01^{f}	ป่านกลาง	2.22±0.01^{fg}
8	จิ๊บต้นแดง	7.32±0.01^{bcd}	2.34±0.01^{de}	เรียว	2.40±0.02^{de}
9	มะลิดำ	7.24±0.05^{e}	2.35±0.01^{d}	เรียว	2.16±0.06^{h}
10	มะลิโกเมน	7.37±0.01^{ab}	2.40±0.02^{c}	ป่านกลาง	2.42±0.03^{d}
11	มะลิแดง	7.33±0.01^{bc}	2.34±0.01^{de}	เรียว	2.61±0.01^{c}
12	หอมนิลจักรพรรดิ์	7.42±0.03^{a}	2.43±0.01^{c}	ป่านกลาง	2.94±0.02^{ab}
13	สตวง	7.26±0.04^{e}	2.42±0.01^{de}	ป่านกลาง	2.63±0.02^{c}
14	ตายา	7.23±0.03^{e}	2.42±0.01^{c}	ป่านกลาง	1.98±0.03^{i}
15	ปะกาอัลปีล	7.27±0.04^{cde}	2.30±0.02^{e}	เรียว	2.22±0.09^{fg}
16	ตะโก	7.17±0.01^{f}	2.35±0.03^{f}	ป่านกลาง	2.16±0.04^{gh}
17	ขาวพระเทพ	7.23±0.01^{e}	2.32±0.02^{de}	เรียว	2.59±0.04^{c}
18	ซุกรวง	7.23±0.05^{a}	2.36±0.05^{d}	ป่านกลาง	1.98±1.72^{b}
19	มะลินิล	7.34±0.02^{a}	2.42±0.11^{c}	ป่านกลาง	2.83±0.21^{ab}
20	เหลืองปลาซิว	7.22±0.01^{bc}	2.36±0.13^{de}	ป่านกลาง	2.42±0.01^{d}
F-test		*	*		*
mean		7.24	2.44		2.45
C.V.(%)		0.43	1.29		1.26

ลักษณะของค่าสีข้าวกล้อง พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวกล้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวที่มีค่าความสว่างสูงที่สุดคือ มะลิโกเมน เท่ากับ 64.41 น้อยที่สุดคือ ข้าวมะลิดำ

เท่ากับ 17.36 ค่าสี a* ของข้าวกล้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนมากอยู่ในเกณฑ์บวกแสดงว่ามีลักษณะสีแดงเจือปนในเมล็ด ค่า a* สูงที่สุดคือ ข้าวเหนียวแดง เท่ากับ 13.20 น้อยที่สุดคือ ข้าวตายา เท่ากับ 1.97 ส่วนค่าสี b* ของข้าวกล้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ค่าสี b* สูงที่สุดคือ ข้าวเหนียวแดง เท่ากับ 21.95 น้อยที่สุดคือ มะลิดำ เท่ากับ 2.44 โดยค่าสี b* ของเมล็ดข้าวกล้องอยู่ระหว่าง 2.44-13.55 จะมีลักษณะสีน้ำเงินเจือปน และค่าสี b* อยู่ระหว่าง 6.44-21.95 จะมีค่าสีอยู่ในเกณฑ์บวก แสดงว่ามีสีเหลืองปน ดังข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะค่าสีของข้าวกล้อง

	ชื่อพันธุ์	สี		
		L*	a*	b*
1	เหนียวแดง	40.25±.06^{b}	13.20±.04^{a}	21.95±.53^{ab}
2	เล้าแตก	26.22±.01^{c}	13.17±.64^{a}	12.40±.05^{c}
3	ก่ำต้นดำ	29.41±.03^{c}	4.37±.06^{bc}	4.86±.13^{d}
4	ก่ำต้นขาว	61.06±.03^{a}	2.05±.13^{d}	21.55±.49^{ab}
5	อีดำอีด่าง	28.07±.07^{c}	4.73±.01^{b}	5.25±.49^{d}
6	ป้องแอ้ว	60.52±.06^{a}	2.25±.05^{d}	21.16±.47^{ab}
7	จิ๊บต้นขาว	26.96±.01^{c}	12.99±.01^{a}	12.58±.24^{c}
8	จิ๊บต้นแดง	27.54±.01^{c}	13.17±.14^{a}	13.34±.19^{c}
9	มะลิดำ	17.36±.18^{d}	4.63±.01^{b}	2.44±.05^{e}
10	มะลิโกเมน	64.41±.02^{a}	2.52±.01^{cd}	19.67±.15^{b}
11	มะลิแดง	40.01±.12^{b}	12.74±.01^{a}	19.95±.23^{ab}
12	หอมนิลจักรพรรดิ์	29.41±.11^{c}	4.85±.01^{b}	4.93±.07^{d}
13	สตวง	60.53±.55^{a}	2.07±.11^{d}	21.03±.45^{ab}
14	ตายา	61.28±.03^{a}	1.97±.02^{d}	21.14±.11^{ab}
15	ปะกาอัลปีล	62.98±.21^{a}	2.46±.01^{d}	20.12±.07^{ab}
16	ตะโก	61.04±.07^{a}	2.04±.01^{cd}	20.79±.26^{ab}
17	ขาวพระเทพ	63.47±.06^{a}	2.03±.01^{d}	21.60±.25^{ab}
18	ซุกรวง	45.05±.05^{a}	5.74±.01^{cd}	15.66±.19^{ab}
19	มะลินิล	27.70±.08^{a}	3.90±.03^{bcd}	7.00±.36^{c}
20	เหลืองปลาซิว	63.69±4.7^{cd}	2.21±0.01^{d}	20.50±0.09^{a}
F-test		*	*	*
mean		44.85	5.67	15.42
C.V.(%)		2.35	2.73	1.78

ลักษณะค่าสีของข้าวเปลือก พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเปลือกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ข้าวที่มีค่าความสว่างสูงที่สุดคือขาวพระเทพ เท่ากับ 56.50 น้อยที่สุดคือ ข้าวก่ำต้นขาว เท่ากับ 30.06 ค่าสี a* ของข้าวเปลือกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนมากอยู่ในเกณฑ์บวกแสดงว่ามีลักษณะสีแดงเจือปนในเมล็ด ค่า a* สูงที่สุดคือ ข้าวปะกาอัลปีลเท่ากับ 10.02 น้อยที่สุดคือ ข้าวขาวพระเทพ เท่ากับ 5.52 ส่วนค่าสี b* ของข้าวเปลือกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ค่าสี b* สูงที่สุดคือ ข้าวเหลืองปลาซิว เท่ากับ 32.35 น้อยที่สุดคือ ข้าวมะลิดำ เท่ากับ 17.45 ค่าสี b* ของเมล็ดข้าวเปลือกส่วนใหญ่จะมีค่าสีอยู่ในเกณฑ์บวกแสดงให้เห็นว่ามีสีเหลืองปนในสีผิวเมล็ด ดังข้อมูลในตารางที่ 5

ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะสีของเมล็ดนี้จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านการเก็บเกี่ยว การระบายน้ำออกจากนา การตากแดดให้ความชื้นน้อยลง และการเก็บรักษาข้าวในยุ้งฉาง (Marshall and Wadsworth, 1994) นอกจากนั้นยังขึ้นกับปัจจัยการจัดสภาพแวดล้อมด้านการให้ปุ๋ย อายุของต้นกล้าที่นำมาใช้ปักดำ สภาพภูมิอากาศ เช่นปริมาณน้ำฝน (มนัส และคณะ, 2559ข) ระยะห่างของการปลูกของเกษตรกรที่จะทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน คือถ้าหนาแน่นมากต้นข้าวจะแตกกอไม่ดีหรือมีสภาพพื้นที่ปลูกที่ต่างกัน (Somsana *et al*., 2013) หรืออาจจะมีผลมาจากสภาพพื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ตารางที่ 5 ลักษณะค่าสีของข้าวเปลือก

	ชื่อพันธุ์	สี		
		L*	a*	b*
1	เหนียวแดง	46.62±0.74^{f}	9.62±0.91^{a}	27.87±1.09^{bcde}
2	เล้าแตก	51.16±1.56^{bcd}	5.89±0.15^{fgh}	28.40±0.54^{bcd}
3	ก่ำต้นดำ	46.31±7.8^{ef}	6.33±0.16^{efgh}	22.25±0.33^{h}
4	ก่ำต้นขาว	30.06±1.32^{g}	5.81±0.33^{fgh}	21.78±0.38^{j}
5	อีดำอีด่าง	50.24±1.10^{cde}	8.59±0.77^{b}	24.78±2.55^{fg}
6	ป้องแอ้ว	54.06±2.90^{abc}	6.280.45^{efgh}	29.23±0.47^{bcd}
7	จิ๊บต้นขาว	52.08±2.70^{abc}	7.78±0.10^{bcd}	28.30±0.50^{bcd}
8	จิ๊บต้นแดง	51.33±1.36^{bcd}	6.73±0.67^{cde}	28.65±0.38^{bcd}
9	มะลิดำ	45.08±1.36^{f}	6.77±0.98^{defg}	17.45±0.76^{i}
10	มะลิโกเมน	45.23±0.01^{f}	7.09±0.01^{cde}	25.62±1.99^{efg}
11	มะลิแดง	46.25±0.01^{ef}	7.27±0.24^{cde}	29.87±0.01^{b}
12	หอมนิลจักรพรรดิ์	47.37±3.00^{def}	6.48±0.65^{efgh}	19.06±1.99^{i}
13	สตวง	52.98±1.19^{abc}	7.27±0.24^{cde}	26.87±0.71^{edef}
14	ตายา	52.50±1.31^{abc}	5.56±0.73^{gh}	29.47±1.86^{bc}
15	ปะกาอัลปีล	46.37±1.47^{ef}	10.02±0.98^{a}	27.78±1.36^{bcde}

ตารางที่ 5 (ต่อ)

	ชื่อพันธุ์	สี		
		L*	a*	b*
16	ตะโก	51.08±1.85^{bcd}	7.98±0.34^{bc}	23.50±0.54^{gh}
17	ขาวพระเทพ	56.50±0.30^{a}	5.52±0.35^{h}	26.73±1.02^{def}
18	ซุกรวง	54.22±0.57^{abc}	7.39±0.15^{cde}	21.44±1.38^{bc}
19	มะลินิล	45.36±1.04^{f}	6.60±0.12^{efg}	17.94±0.71^{i}
20	เหลืองปลาซิว	55.51±3.22^{ab}	6.70±1.04^{defg}	32.35±1.11^{a}
F-test		*	*	*
mean		45.36	7.09	25.37
C.V.(%)		4.88	8.13	5.53

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพเกี่ยวกับท้องไข่ในเมล็ดข้าวพื้นเมืองทั้ง 20 พันธุ์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีท้องไข่จะอยู่ในระดับ 1 คือบริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ประกอบด้วย ข้าวเหนียวแดง เล้าแตก ก่ำต้นดำ อีดำ อีด่าง ป้องแอ้ว จิ๊บต้นขาว จิ๊บต้นแดง มะลิดำ มะลิโกเมน มะลิแดง หอมนิลจักรพรรดิ ปะกาอัลปีล และมะลินิล ส่วนกลุ่มที่สองมีท้องไข่อยู่ในระดับ 2 คือบริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20 ประกอบด้วย ข้าวสตวง ตายา ตะดก ขาวพระเทพ ซุกรวง และเหลืองปลาซิว ดังตารางที่ 6 ซึ่งข้าวในกลุ่มนี้เกษตรกรจะนิยมปลูกในสภาพพื้นที่ลุ่มมีน้ำท่วมถึง ซึ่งท้องไข่ในเมล็ดข้าวเกิดจากการจับตัวกันอย่างหลวมๆ ของเม็ดแป้ง (strarch granule) กับโปรตีน (protein body) ในส่วนที่เป็นแป้งของเมล็ดมีลักษณะขาวขุ่น (กัญญา และคณะ, 2555) และส่วนใหญ่จะไม่นิยมในวงการค้าข้าวเพราะลักษณะเมล็ดไม่สวย คุณภาพการสีไม่ดี ข้าวหักมาก (กรมการข้าว, 2551) ส่วนสาเหตุที่ข้าวเกิดท้องไข่นั้นมีหลายสาเหตุ เช่น ลักษณะทางพันธุกรรม สภาพแวดล้อม ได้แก่ แหล่งปลูก ฤดูกาล การใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะอุณหภูมิ หากปลูกข้าวในสภาพอากาศร้อนจะทำให้เป็นท้องไข่ได้มากว่าปลูกในบริเวณอากาศเย็น (ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น, 2559)

นอกจากนั้นเกษตรกรยังปลูกข้าวสีม่วงและสีแดง เช่น ข้าวก่ำ ข้าวจิ๊บหรือเจ๊าะจ๊าบ มะลิแดงและมะลินิล เป็นต้น แต่ปลูกไม่มากเหมือนข้าวขาวดอกมะลิ 105 ส่วนใหญ่จะปลูกไว้เพื่อบริโภคและการทำขนมหรือทำข้าวหลามขายในชุมชน ส่วนหนึ่งจะปลูกตามกระแสของการรักษ์สุขภาพเนื่องจากเป็นข้าวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพเพราะเป็นข้าวที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

ตารางที่ 6 ลักษณะท้องไข่เมล็ดข้าวพื้นเมือง

ลำดับ	ข้าว	ชนิด	ระดับคะแนนท้องไข่ (0-5)	ปริมาณท้องไข่
1	เหนียวแดง	ข้าวเหนียว	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
2	เล้าแตก	ข้าวเหนียว	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
3	ก่ำต้นดำ	ข้าวเหนียว	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
4	ก่ำต้นขาว	ข้าวเหนียว	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
5	อีดำอีด่าง	ข้าวเหนียว	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
6	ป้องแอ้ว	ข้าวเหนียว	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
7	จิ๊บต้นขาว	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
8	จิ๊บต้นแดง	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
9	มะลิดำ	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
10	มะลิโกเมน	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
11	มะลิแดง	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
12	หอมนิลจักรพรรดิ์	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
13	สตวง	ข้าวเจ้า	2	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20
14	ตายา	ข้าวเจ้า	2	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20
15	ปะกาอัลปีล	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
16	ตะโก	ข้าวเจ้า	2	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20
17	ขาวพระเทพ	ข้าวเจ้า	2	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20
18	ซุกรวง	ข้าวเจ้า	2	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20
19	มะลินิล	ข้าวเจ้า	1	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10
29	เหลืองปลาซิว	ข้าวเจ้า	2	บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20

สรุป

จากการสำรวจข้าวพื้นเมืองในจังหวัดบุรีรัมย์พบว่ามีหลากหลายพันธุ์ซึ่งเกษตรกรยังคงปลูกไว้เพื่อการบริโภคและรักษาพันธุ์ไม่ให้เกิดการสูญหาย ตามลักษณะพื้นที่มีทั้งที่ราบและที่ดอน เมื่อนำเมล็ดข้าวพันธุ์พื้นเมืองบางชนิดที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของข้าวพื้นเมือง 20 พันธุ์ในจังหวัดบุรีรัมย์ที่รวบรวมตัวอย่างจากเกษตรกรในพื้นที่นั้นจะแยกพิจารณาเป็นข้าวเปลือกและข้าวกล้อง พบว่าความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 8.18-10.73 และ 7.17-7.42 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนความกว้างของเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีค่าระหว่าง 2.53-3.32 มิลลิเมตร และ 2.23-2.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ และน้ำหนักของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง เฉลี่ยอยู่ที่ 2.20-3.30 กรัม และ 1.98-3.02 กรัม ตามลำดับ รูปร่างของเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้องส่วนใหญ่จะอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้องจะมีความแตกต่างกัน มีทั้งรูปร่างเรียวและรูปร่างปานกลางแต่ไม่มีรูปร่างป้อม

จากการตรวจวัดคุณภาพด้านสีพบว่าค่าความสว่าง (L*) ของเมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดข้าวกล้องอยู่ระหว่าง 30.06-56.50 และ 17.36-64.41 ตามลำดับ ค่าสี a* ของข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 5.52-10.02 และ 1.97-13.20 ตามลำดับ ส่วนค่าสี b* ข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 17.45-32.35 และ 2.44-21.95 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ข้าวบางชนิดจะมีสีเปลือกจาง บางชนิดสีเปลือกจะเข้ม และเมล็ดข้าวกล้องก็เช่นกัน ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพท้องไข่ในเมล็ดข้าวพื้นเมืองสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่หนึ่งมีท้องไข่ระดับ 1 (บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 10) กลุ่มที่สองมีท้องไข่ระดับ 2 (บริเวณขาวขุ่นได้ไม่เกินร้อยละ 20)

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2551. **วิทยาการก่อนและหลังการเก็บการเกี่ยว.** องค์ความรู้เรื่องข้าว. แหล่งที่มา: http://www.ricethailand.go.th/Rkb/product, 24 กุมภาพันธ์ 2561.

กัญญา เชื้อพันธ์, สุนันทา วงศ์ปิยชนวัชรี และ สุขวิวัฒน์ ปราณี มณีนิล. 2555. สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวปทุมธานี 1 และพิษณุโลก 2 ระหว่างการเก็บรักษา, น. 185-197. *ใน* **เอกสารนำเสนอการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว.** ศูนย์วิจัยข้าวภาคกลาง ภาคตะวันออก, จังหวัดระยอง.

กิ่งแก้ว ปะติตังโข, สมหมาย ปะติตังโข และครุปกรณ์ ละเอียดอ่อน. 2558. **รายงานการวิจัย การสำรวจความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองและการใช้ประโยชน์ในจังหวัดบุรีรัมย์.** สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2531. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและมาตรฐานข้าว, น. 60-76. *ใน* **เอกสารประกอบการบรรยายการปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ธีระ ธรรมวงศา, จิรวัฒน์ สนิทชน, อมรรัตน์ มีสวัสดิ์ และ ปิยะรัตน์ อิฐรัตน์. 2555. ลักษณะสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ข้าวเปลือกข้าวดำนาสวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น** 40(4): 1138-1148.

นันทิยา พนมจันทร์ และ วิจิตรา อมรวิริยะชัย. 2554. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมือง บริเวณลุ่มน้ำทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเมล็ด. **วารสารหาดใหญ่วิชาการ** 9(1): 25-31.

นันทิยา พนมจันทร์, สันสนีย์ จำจด, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ชนากานต์ พรมอุทัย. 2559. ความแปรปรวนของลักษณะสัณฐานวิทยาในเมล็ดข้าวพันธุ์สังข์หยดจากภาคใต้ของประเทศไทย. **แก่นเกษตร** 44(1): 83-94.

บุญหงส์ จงคิด, วุฒิชัย แตงทอง และ เอกชัย ราชแสง. 2559. คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิธรรมศาสตร์. **วารสารวิทยาศาสตร์และ**

เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 5(1): 37-42.

พิชัย บุตรศรีภูมิ และ อนุพงศ์ วงศ์ตามี. 2560. ความหลากหลายลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของข้าวพื้นเมืองจากภาคเหนือตอนล่าง, น. 343-348. *ใน* **เอกสารการประชุมวิชาการนเรศวรวิจัยครั้งที่ 13.** กองบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, จังหวัดพิษณุโลก.

มนัส ลอศิริกุล, นันทิยา หุตานุวัตร, นพมาศ นามแดง และ สุกัญญา คลังสินศิริกุล. 2559ก. ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของข้าวพื้นเมือง 20 พันธุ์ในพื้นที่นาทาม น้ำท่วมฤดูนาปรัง. **แก่นเกษตร** 44(2): 295-304.

มนัส ลอศิริกุล, นันทิยา หุตานุวัตร, นพมาศ นามแดง และ สุกัญญา คลังสินศิริกุล. 2559ข. การศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบของข้าวเหนียวพื้นเมือง 3 พันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข 6 ภายใต้การจัดการแบบนาอินทรีย์ ฤดูนาปี 2554. **แก่นเกษตร** 44(3): 435-442.

ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น. 2559. **ลักษณะกายภาพของเมล็ดข้าว.** ข่าวสารเมล็ดพันธุ์ข้าว. แหล่งที่มา: www.kkn-rsc.ricethailand.go.th, 18 พฤษภาคม 2562.

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2562. **มูลค่าและปริมาณการส่งออกข้าวปี 2561.** การส่งออกข้าวไทย. แหล่งที่มา: www.Thairiceexports.or.th, 18 พฤษภาคม 2562.

สุภวัฒน์ วิสิฐศิริกุล, ยุภาดี ปณะราช, วชิระ วิชุวรนันท์, อุไรวรรณ ปานทโชติ และ ตรรกพร สุขเกษม. 2560. คุณสมบัติทางกายภาพของข้าวไร่ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก, น. 10-16. *ใน* **รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรณภูมิ, พระนครศรีอยุธยา.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2560. **ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Marshall, W.E. and Wadsworth, J.I. 1994. **Rice Science and Technology.** Mercel. Inc, New York.

Oka, H.I. 1988. **Origin of Cultivated Rice.** Elsevier, Amsterdam.

Somsana, P., Wattana, P., Suriharn, B. and Sanitchon, J. 2013. Stability and genotype by environment interactions for grain anthocyanin content of Thai black glutinous upland rice (*Oryza sativa* L.) SABRAO. **Journal of Breeding and Genetics** 45(3): 523-532.

Tian, S., Nakamura, K. and Kayahara, H. 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** 52(15): 4808-4813.