



ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของข้าวเปลือกข้าวดำนาสวน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Morphological and Anatomical Characters of Lowland-Black Rice Grains in the Northeast of Thailand

ธีระ ธรรมวงศา¹ จิรวัฒน์ สนิทชน² อมรรัตน์ มีสวาสดิ์¹ และ ปิยะรัตน์ อธิรัตน์^{1*}

บทคัดย่อ

เก็บตัวอย่างข้าวดำนาสวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง 2552 พบ 26 ตัวอย่าง ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของข้าวเปลือก พบว่าสีของข้าวเปลือก รูปร่างของข้าวเปลือก รูปร่างของข้าวกล้อง การกระจายของสีดำในข้าวกล้อง ความยาวของข้าวกล้อง ลักษณะของพื้นผิวของกาบล่าง และลักษณะความหนาของเปลือกข้าวกล้อง สามารถนำมาใช้ในการจัดกลุ่มข้าวดำนาสวนได้

ABSTRACT

Twenty six specimens of lowland-black rice were collected from cultivation areas in the northeast of Thailand between 2008 and 2009. Morphology and anatomy of their grains were investigated. The results showed that the color of grain, the shape of grain, the shape, the color and the length of brown rice, the surface of lemma, and the thickness of brown rice coat are taxonomic value.

คำสำคัญ: ข้าวดำนาสวน สัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ ข้าวเปลือก

Keywords: Lowland-black rice, Morphology, Anatomy, Grain

¹ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

²ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

*Corresponding Author, E-mail: ipiyar@kku.ac.th

บทนำ

ข้าวดำนาสวน (lowland-black rice) เป็นกลุ่มของข้าวชนิด *Oryza sativa* L. ข้าวกล้อง (brown rice) สีม่วงเข้มถึงดำ ปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำขังไม่เกิน 1 เมตร ตลอดฤดูปลูกจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว (วาสนา, 2523) คนไทยมีวิถีชีวิตที่ผูกพันกับข้าวดำมานาน และนิยมปลูกข้าวดำกันมาก โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จึงทำให้ภูมิภาคนี้มีความหลากหลายของข้าวดำสูง (วีระศักดิ์ และ สมทรง, 2552) ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัย และนำสารที่สกัดจากข้าวดำไปใช้ในเชิงพาณิชย์มากมาย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง เนื่องจากมีสารแอนโทไซยานินและแกมมาโอไรซานอลสูง (สายสนม, 2551) จึงทำให้แนวโน้มการบริโภคข้าวดำสูงขึ้น การผลิตข้าวดำสำหรับนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์คุณภาพสูง หรือการใช้เพื่อการวิจัย จำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่บริสุทธิ์ ปราศจากเมล็ดพันธุ์ปน นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามหาวิธีต่าง ๆ ในการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ ทั้งนี้มีรายงานว่าลักษณะสีและขนาดของข้าวเปลือก การมีหางข้าว การมีขนบนเปลือกข้าว สามารถนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มพันธุ์ปลูกของข้าวได้ (สุริย์ และคณะ, 2539; Appa et al., 1997)

ข้าวมีผลแบบธัญพืช (caryopsis) คือ มีผนังผล (pericarp) เชื่อมกับเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) รวมเรียกว่าเปลือกข้าวกล้อง (brown rice-coat) ซึ่งถูกหุ้มด้วยเปลือกข้าว (hull) อีกชั้นหนึ่ง ในทางพฤกษศาสตร์เปลือกข้าวประกอบด้วย ด้วยกาบบน (palea) และกาบล่าง (lemma) ทั้งผลและเปลือกข้าวรวมเรียกว่า ข้าวเปลือก (grain) ข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีสีและขนาดแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ (Chang et al., 1965) ข้าวเปลือกเป็นตัวอย่างเมล็ดพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์พันธุ์กรรมข้าว ซึ่งสถาบันวิจัยข้าวของ

ประเทศไทย เรียกว่า เมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าว (germplasm) (สุริย์ และคณะ, 2539)

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของข้าวเปลือกโดยทั่วไป ผิววนอกสุดมีลักษณะเป็นปุ่ม (tubercle) ที่มี 2 ยอด มีขน 2 แบบ ได้แก่ ขนขนาดใหญ่ (macrohair) ที่ประกอบด้วย 1 เซลล์และขนขนาดเล็ก (microhair) ที่ประกอบด้วย 2 เซลล์ พบว่า ลักษณะของผิวกาบล่าง รอยย่นบนกาบล่าง ปุ่มบนกาบล่าง รูปร่างของปุ่มบนกาบล่าง รูปร่างของปากใบบนกาบล่าง และรูปร่างของเอ็มบริโอ สามารถนำมาใช้ในการระบุข้าวในสกุล *Oryza* จำนวน 16 ชนิดได้ (Terrell et al., 2001) อย่างไรก็ตามยังไม่พบรายงานการใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ในการระบุพืชสกุล *Oryza* ในระดับต่ำกว่าชนิด

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของข้าวเปลือก เพื่อใช้ประกอบการระบุพันธุ์ปลูกและการตั้งชื่อระดับพันธุ์ปลูกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. เก็บตัวอย่างข้าวเปลือก (เมล็ดพันธุ์) ข้าวดำนาสวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เก็บรักษาไว้ที่หมวดพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และเก็บตัวอย่างพืช (plant specimens) ไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชมหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU)

2. ปลูกประเมินลักษณะตามวิธีของกรมการข้าว โดยเปรียบเทียบลักษณะพืชใน 2 ฤดูปลูก

3. ในแต่ละฤดูปลูก เลือกข้าวเปลือกที่สมบูรณ์ของแต่ละตัวอย่างจำนวน 10 เม็ด เพื่อใช้ศึกษาทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์

4. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยบันทึกสี การมีขนบนเปลือกข้าว วัดความกว้าง (W) และความยาว (L) เพื่อศึกษารูปร่างของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง โดยใช้อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (L/W) รูปร่างของข้าวเปลือก จำแนกเป็น 3 แบบ ได้แก่ รูปร่างป้อม ($L/W < 3.1$) รูปร่างเรียว ($L/W = 3.3-4$) และรูปร่างเรียวยาว ($L/W > 4.2$) รูปร่างของข้าวกล้อง จำแนกเป็น 4 แบบ ได้แก่ รูปร่างเรียวยาว (slender, $L/W > 3.0$) รูปร่างเรียว (medium, $L/W = 2.1-3.0$) รูปร่างป้อม (bold, $L/W = 1.1-2.0$) และรูปร่างกลม (round, $L/W < 1.1$) และลักษณะความยาวของข้าวกล้อง จำแนกเป็น 4 แบบ ได้แก่ ข้าวกล้องยาวมาก (extra long, ยาวมากกว่า 7.60 มิลลิเมตร) ข้าวกล้องยาว (long, ยาว 6.61-7.50 มิลลิเมตร) ข้าวกล้องสั้น (medium, ยาว 5.51-6.60 มิลลิเมตร) และข้าวกล้องสั้นมาก (short, ยาวน้อยกว่า 5.51 มิลลิเมตร) (international rice research institute, 2002) ถ่ายภาพจากกล้องสเตอริโอ รุ่น Olympus SZX9

5. ศึกษาพื้นผิวและขนขนาดใหญ่นกบถ้าง ด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้นตัวอย่างใส (clearing method) โดยแช่ตัวอย่างในโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 7% ในน้ำ เปลี่ยนสารทุก 3-10 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน ย้อมด้วยสีซาฟรานิน (safranin) 1% ในน้ำ (ดัดแปลงจาก ปิยะรัตน์ และอมรรัตน์, 2552) ถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลรุ่น Olympus DP 11 ที่ต่อกับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง รุ่น BX 51 และศึกษาลักษณะพื้นผิวของกบถ้างที่ล้างตัวอย่างในน้ำกลั่นด้วยเครื่องอัลตราโซนิก (ultrasonic) นาน 10 นาที แล้วถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รุ่น LEO 1450 VP

6. ศึกษารูปร่างของเซลล์ด้วยวิธีการแช่ย่อย (maceration) โดยแช่เปลือกข้าวในสารละลาย KOH

10% ในน้ำ นาน 7 วัน ย้อมด้วยสีซาฟรานิน 1% ในน้ำ ผั่นเป็นสไลด์ถาวรด้วยสาร DePeX (ปิยะรัตน์ และอมรรัตน์, 2552)

7. ศึกษาโครงสร้างภายในของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ด้วยกรรมวิธีพาราฟิน (paraffin method) โดยการตัดตามแนวขวาง กำหนดความหนาของชิ้นตัวอย่าง 10-16 ไมโครเมตร ย้อมด้วยสีซาฟรานิน 1% ในน้ำ และสีฟาสกรีน (fastgreen) 0.5% ที่ละลายในสารละลายแอลกอฮอล์ 100% ผั่นเป็นสไลด์ถาวรด้วยสาร DePeX (ปิยะรัตน์ และอมรรัตน์, 2552)

ผลการศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างข้าวดำนาสวน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบ 26 ตัวอย่าง ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ ได้ผลดังนี้

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (ตารางที่ 1)

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่า ลักษณะความกว้าง ความยาว และความหนาของข้าวเปลือก ไม่สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ มีเพียง 4 ลักษณะที่สามารถนำมาใช้ในการจัดกลุ่มได้ คือ (1) สีของข้าวเปลือก (2) รูปร่างของข้าวเปลือก (3) การกระจายของสีดำในข้าวกล้อง และ (4) รูปร่างของข้าวกล้อง จำแนกได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้ (รูปที่ 1)

กลุ่มที่ 1 ข้าวเปลือกสีฟาง รูปร่างป้อม ข้าวกล้องรูปร่างป้อม ได้แก่ ข้าวหมายเลข 7 8 (รูปที่ 1 ก) และ 20 (รูปที่ 1 ข)

กลุ่มที่ 2 ข้าวเปลือกสีฟาง รูปร่างเรียวยาว ข้าวกล้องรูปร่างเรียว ได้แก่ ข้าวหมายเลข 23 (รูปที่ 1 ค)

กลุ่มที่ 3 ข้าวเปลือกสีฟาง รูปร่างเรียว ข้าวกล้องรูปร่างเรียว ได้แก่ ข้าวหมายเลข 24 (รูปที่ 1 ง)

กลุ่มที่ 4 ข้าวเปลือกสีดำ รูปร่างเรียวยาว ข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว การกระจายของสีดำไม่สม่ำเสมอ ได้แก่ ข้าวหมายเลข 5 และ 15 (รูปที่ 1จ)

กลุ่มที่ 5 ข้าวเปลือกสีดำ รูปร่างป้อม ข้าวกล้องรูปร่างป้อม การกระจายของสีดำสม่ำเสมอ ได้แก่ ข้าวหมายเลข 4 11 12 14 16 17 (รูปที่ 1ด) 18 19 และ 22

กลุ่มที่ 6 ข้าวเปลือกสีดำ รูปร่างป้อม ข้าวกล้องรูปร่างป้อม การกระจายของสีดำไม่สม่ำเสมอ ได้แก่ ข้าวหมายเลข 1 2 (รูปที่ 1ข) 3 6 (รูปที่ 1ข) 9 10 (รูปที่ 1ค) 13 21 25 และ 26

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ (ตารางที่ 1)

เปลือกข้าว พบลักษณะของกาบบนและกาบล่างเหมือนกัน **ระบบเนื้อเยื่อผิว** ผิวด้านนอก (abaxial) เซลล์ผิวมีลักษณะเป็นปุ่มขนาดเล็กที่มียอดแหลม 1-3 ยอด (รูปที่ 2ก) พื้นผิวมี 2 แบบ คือ ผิวเรียบ (รูปที่ 2ก) และผิวขรุขระ (รูปที่ 2ข) พบขน 2 แบบ ได้แก่ ขนขนาดใหญ่ มีเซลล์เดี่ยว ยาว 200-620 ไมโครเมตร (รูปที่ 2ค) และขนขนาดเล็กประกอบด้วย 2 เซลล์ ยาว 150-200 ไมโครเมตร (รูปที่ 2ง) ความยาวของขนและจำนวนขนบนเปลือกข้าวไม่สามารถใช้ในการจัดกลุ่มได้ รูปร่างเซลล์คล้ายกระดูกซี่โครง ยาว 200-1000 ไมโครเมตร เรียงประสานกันแน่น (รูปที่ 3ก-ข) ผิวด้านใน (adaxial) เซลล์ผิวไม่มีปุ่ม พื้นผิวเรียบ ไม่มีขน รูปร่างหลายเหลี่ยม **ระบบเนื้อเยื่อพื้น** ด้านติดกับผิวด้านนอก พบเซลล์เส้นใย (fiber) ยาว 1-2 มิลลิเมตร ผิวมียางค์ (รูปที่ 3ค) รูปร่างและขนาดของเซลล์ไม่สามารถใช้ในการจัดกลุ่มได้ ด้านติดกับผิวด้านในพบ

เซลล์พาราคิมา (parenchyma cell) (รูปที่ 3ง) **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง** มีท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง (collateral bundle) โพลเอม (phloem) อยู่ใกล้ผิวด้านนอก และไซเลม (xylem) อยู่ใกล้ผิวด้านใน เยื่อหุ้มท่อลำเลียง (bundle sheath) เป็นเซลล์พาราคิมา 1 ชั้น

ข้าวกล้อง มีความหนาของเปลือกข้าวกล้อง 2 แบบ คือ แบบบาง (10-17.5 ไมโครเมตร) (รูปที่ 3จ) และแบบหนา (22.5-27.5 ไมโครเมตร) (รูปที่ 3ฉ) มัดท่อลำเลียง 1 มัด (รูปที่ 3ช) อยู่ด้านที่ติดกับสันกาบบน (รูปที่ 3ช) เอนโดสเปิร์มมีแอริวโลน 1-2 ชั้นในบริเวณที่ไม่ติดกับมัดท่อลำเลียง (รูปที่ 3จ-ฉ) มี 2-5 ชั้นในบริเวณที่ติดกับมัดท่อลำเลียง (รูปที่ 3ช) ถัดมาคือเนื้อเยื่อพาราคิมาที่สะสมแป้ง (รูปที่ 3จ-ฉ)

ลักษณะพื้นผิวของกาบล่างและความหนาของเปลือกข้าวกล้องสามารถจัดข้าว 26 ตัวอย่าง ได้ 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 พื้นผิวของกาบล่างเรียบ เปลือกข้าวกล้องบาง ได้แก่ ข้าวหมายเลข 1 2 และ 20

กลุ่มที่ 2 พื้นผิวของกาบล่างเรียบ เปลือกข้าวกล้องหนา ได้แก่ ข้าวหมายเลข 3 5 6 และ 9

กลุ่มที่ 3 พื้นผิวของกาบล่างขรุขระ เปลือกข้าวกล้องบาง ได้แก่ ข้าวหมายเลข 4 8 11 12 13 14 15 19 21 22 23 และ 24

กลุ่มที่ 4 พื้นผิวของกาบล่างขรุขระ เปลือกข้าวกล้องหนา ได้แก่ ข้าวหมายเลข 7 10 16 17 18 25 และ 26

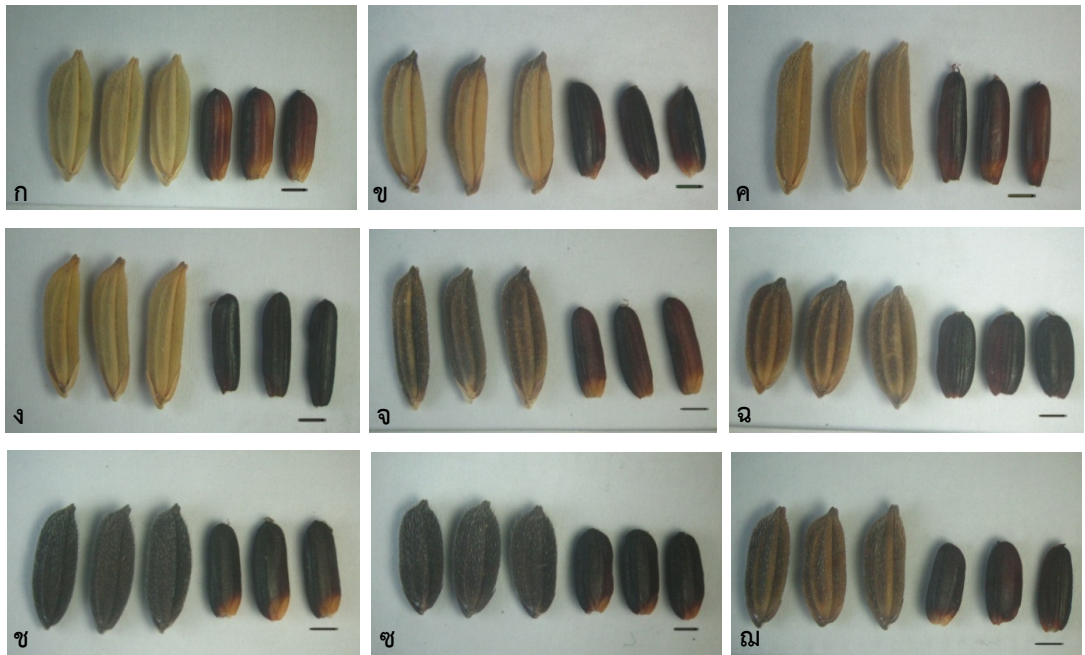
ตารางที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์บางประการ

หมายเลข/ชื่อพื้นเมือง (รหัส)	สถานที่เก็บตัวอย่าง	ข้าวเปลือก				ข้าวกล้อง	
		สี*	รูปร่าง*	ความยาว (L) (มม.)	ความกว้าง (W) (มม.)	รูปร่าง*	การกระจาย ของสีตำ*
1.ข้าวเหนียวดำ (LLR 005)	อ.ดงหลวง จ.มุกดาหาร	ดำ	ป้อม	8.50-8.99	3.44-3.66	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
2.ข้าวเหนียวดำ (LLR 006)	อ.ดงหลวง จ.มุกดาหาร	ดำ	ป้อม	9.96-10.60	3.40-3.72	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
3.ข้าวเหนียวดำ (LLR 015)	อ.เขาวง จ.กาฬสินธุ์	ดำ	ป้อม	8.28-8.99	3.24-3.57	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
4.ข้าวเหนียวดำ (LLR 019)	อ.เมือง จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	8.72-9.14	3.28-3.66	ป้อม	สม่ำเสมอ
5.ข้าวนาสวน (LLR 022)	อ.ดงหลวง จ.มุกดาหาร	ดำ	เรียวยาว	10.00-10.90	2.76-3.05	เรียวยาว	ไม่สม่ำเสมอ
6.ข้าวกำ (LLR 026)	อ.เมือง จ.ยโสธร	ดำ	ป้อม	8.59-8.94	3.25-3.48	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
7.ข้าวกำ (LLR 027)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ฟาง	ป้อม	8.41-8.97	3.14-3.36	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
8.ข้าวกำ 1 (LLR 028)	อ.เมือง จ.อุดรธานี	ฟาง	ป้อม	9.00-9.89	3.17-3.35	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
9.ข้าวกำ 2 (LLR 030)	อ.เมือง จ.อุดรธานี	ดำ	ป้อม	8.57-9.31	3.40-3.60	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
10.อีตีดำน้อย (LLR 039)	อ.เมือง จ.อุดรธานี	ดำ	ป้อม	8.73-9.46	3.24-3.51	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
11.กำแสดดำ (LLR 065)	อ.แกดำ จ.มหาสารคาม	ดำ	ป้อม	9.04-9.56	3.09-3.49	ป้อม	สม่ำเสมอ
12.กำ (LLR 069)	อ.เมือง จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	9.03-9.45	3.20-3.60	ป้อม	สม่ำเสมอ
13.กำฟ้าเหลือง 1 (LLR 073)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	8.99-9.36	3.44-3.67	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
14.กำฟ้าเหลือง 2 (LLR 075)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	9.00-9.38	3.47-3.67	ป้อม	สม่ำเสมอ
15.ข้าวกำ (LLR 077)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดำ	เรียวยาว	9.30-10.60	2.66-2.96	เรียวยาว	ไม่สม่ำเสมอ
16.ข้าวกำ (LLR 078)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	8.48-8.87	3.59-3.61	ป้อม	สม่ำเสมอ
17.ข้าวกำ (LLR 079)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	8.13-8.76	3.15-3.75	ป้อม	สม่ำเสมอ
18.ข้าวกำ (LLR 080)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	8.65-9.12	3.29-3.59	ป้อม	สม่ำเสมอ
19.ข้าวกำ (LLR 081)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดำ	ป้อม	8.98-9.38	3.41-3.62	ป้อม	สม่ำเสมอ
20.ข้าวกำ (LLR 139)	อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ฟาง	ป้อม	8.57-9.05	3.01-3.28	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
21.ข้าวกำ (LLR 145)	อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด	ดำ	ป้อม	8.71-8.88	3.11-3.30	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
22.ข้าวกำ (LLR 182)	อ.เมือง จ. มุกดาหาร	ดำ	ป้อม	8.65-9.12	3.29-3.59	ป้อม	สม่ำเสมอ
23.เจ้าหอมคำสุตะบุตร (LLR 262)	อ.กุดชุม จ.ยโสธร	ฟาง	เรียวยาว	10.30-11.30	2.41-2.75	เรียวยาว	สม่ำเสมอ
24.เจ้าหอมนิล120*** (LLR 284)	อ.กุดชุม จ.ยโสธร	ฟาง	เรียวยาว	10.20-10.80	2.60-2.84	เรียวยาว	สม่ำเสมอ
25.ดำแม่แมวทนต์ (LLR 292)	อ.กุดชุม จ.ยโสธร	ดำ	ป้อม	8.66-9.17	3.09-3.29	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ
26.เหนียวดำอุบล (LLR 298)	อ.เมือง จ.อุบลราชธานี	ดำ	ป้อม	8.56-9.05	3.42-3.68	ป้อม	ไม่สม่ำเสมอ

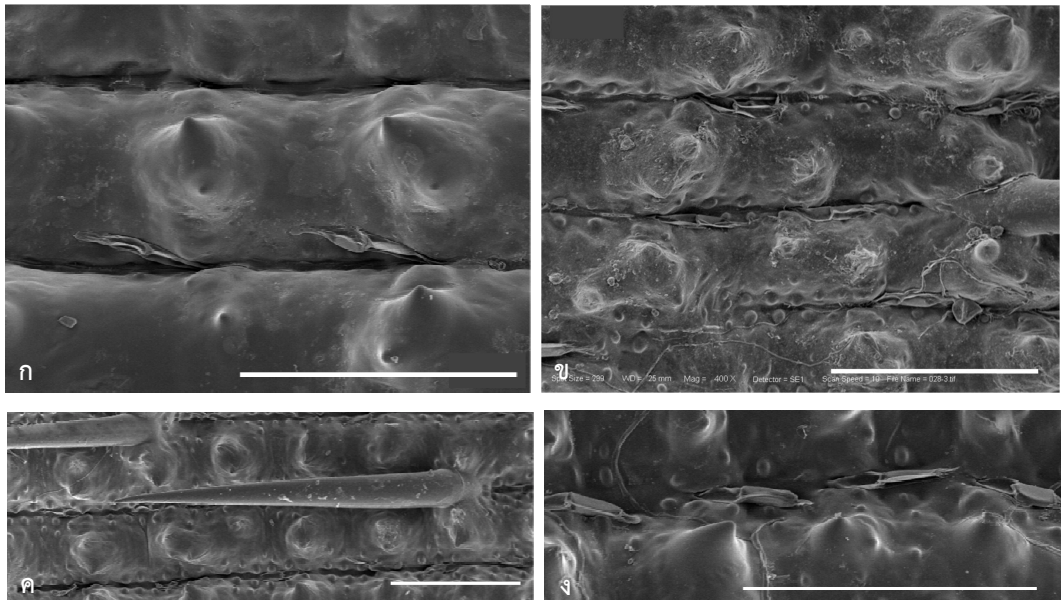
ตารางที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์บางประการ (ต่อ)

หมายเลข/ชื่อพื้นเมือง (รหัส)	ข้าวกล้อง		พื้นผิวของกาบ ล่าง*	ความหนาของเปลือกข้าวกล้อง* (μm)	ขนาดใหญ่ของกบข้าง		จำนวนชั้นเนื้อเยื่อ แอร์วโลน**
	ความยาว (L) (มม.)	ความกว้าง (W) (มม.)			จำนวนขนต่อ ตารางมิลลิเมตร	ความยาว (μm)	
1.ข้าวเหนียวดำ (LLR 005)	5.92-6.50	2.57-2.92	เรียบ	15.0-17.5 (บาง)	20-24	430-510	1
2.ข้าวเหนียวดำ (LLR 006)	7.06-7.41	2.63-2.78	เรียบ	15.0-17.5 (บาง)	19-24	320-370	1
3.ข้าวเหนียวดำ (LLR 015)	5.59-6.17	2.60-2.79	เรียบ	22.5-25.0 (หนา)	15-22	320-570	1
4.ข้าวเหนียวดำ (LLR 019)	5.96-6.12	2.38-2.93	ขรุขระ	10.0-15.0 (บาง)	12-17	450-500	1
5.ข้าวนาสวน (LLR 022)	6.72-7.40	2.15-2.44	เรียบ	22.5-25.0 (หนา)	17-18	330-350	1
6.ข้าวกำ (LLR 026)	6.21-6.54	2.54-2.79	เรียบ	22.5-25.0 (หนา)	17-18	330-350	1-2
7.ข้าวกำ (LLR 027)	5.95-6.16	2.51-2.68	ขรุขระ	22.5-25.0 (หนา)	20-21	430-570	1
8.ข้าวกำ 1 (LLR 028)	6.60-6.97	2.32-2.73	ขรุขระ	10.0-17.5 (บาง)	21-23	200-390	1-2
9.ข้าวกำ 2 (LLR 030)	6.11-6.55	2.66-2.80	เรียบ	22.5-25.0 (หนา)	20-24	330-500	1-2
10.อีค้ำน้อย (LLR 039)	6.18-6.64	2.57-2.79	ขรุขระ	22.5-25.0 (หนา)	20-21	410-570	1-2
11.ก้ำแกดำ (LLR 065)	6.28-6.55	2.48-2.77	ขรุขระ	15.0-17.5 (บาง)	18-20	450-600	1
12.ก้ำ (LLR 069)	6.32-6.55	2.48-2.89	ขรุขระ	12.5-17.5 (บาง)	17-18	450-550	1
13.ก้ำฟ้าเหลือง 1 (LLR 073)	5.97-6.45	2.50-2.80	ขรุขระ	15.0-17.5 (บาง)	21-23	340-400	1-2
14.ก้ำฟ้าเหลือง 2 (LLR 075)	6.01-6.49	2.68-2.87	ขรุขระ	15.0-17.5 (บาง)	20-24	380-470	1-2
15.ข้าวกำ (LLR 077)	7.17-7.55	2.30-2.45	ขรุขระ	10.0-15.0 (บาง)	18-22	330-470	1
16.ข้าวกำ (LLR 078)	5.89-6.28	2.70-3.02	ขรุขระ	22.5-25.0 (หนา)	19-20	360-420	1
17.ข้าวกำ (LLR 079)	5.58-6.00	2.58-2.89	ขรุขระ	22.5-25.0 (หนา)	20-21	340-500	1
18.ข้าวกำ (LLR 080)	6.11-6.46	2.62-2.83	ขรุขระ	22.5-27.5 (หนา)	24-26	390-500	1
19.ข้าวกำ (LLR 081)	6.03-6.50	2.62-2.80	ขรุขระ	12.5-15.0 (บาง)	19-20	360-450	1
20.ข้าวกำ (LLR 139)	5.69-6.19	2.32-2.53	เรียบ	10.0-15.0 (บาง)	17-18	430-660	1
21.ข้าวกำ (LLR 145)	5.93-6.43	2.14-2.67	ขรุขระ	12.5- 15.0 (บาง)	18-20	480-650	1
22.ข้าวกำ (LLR 182)	6.11-6.46	2.62-2.83	ขรุขระ	12.5-17.5 (บาง)	18-20	430-660	1-2
23.เจ้าหอมคำสุดะบุตร (LLR 262)	6.98-7.61	1.89-2.22	ขรุขระ	10.0-17.5 (บาง)	19-20	330-540	1
24.เจ้าหอมนิล 120*** (LLR 284)	7.16-7.74	2.02-2.13	ขรุขระ	12.5-17.5 (บาง)	20-21	310-350	1-2
25.ค้ำแม่แมวทนแล้ง (LLR 292)	6.04-6.30	2.40-2.62	ขรุขระ	22.5-27.5 (หนา)	18-20	360-500	1
26.เหนียวคำอุบล (LLR 298)	5.84-6.24	2.63-2.83	ขรุขระ	22.5-27.5 (หนา)	21-22	430-580	1

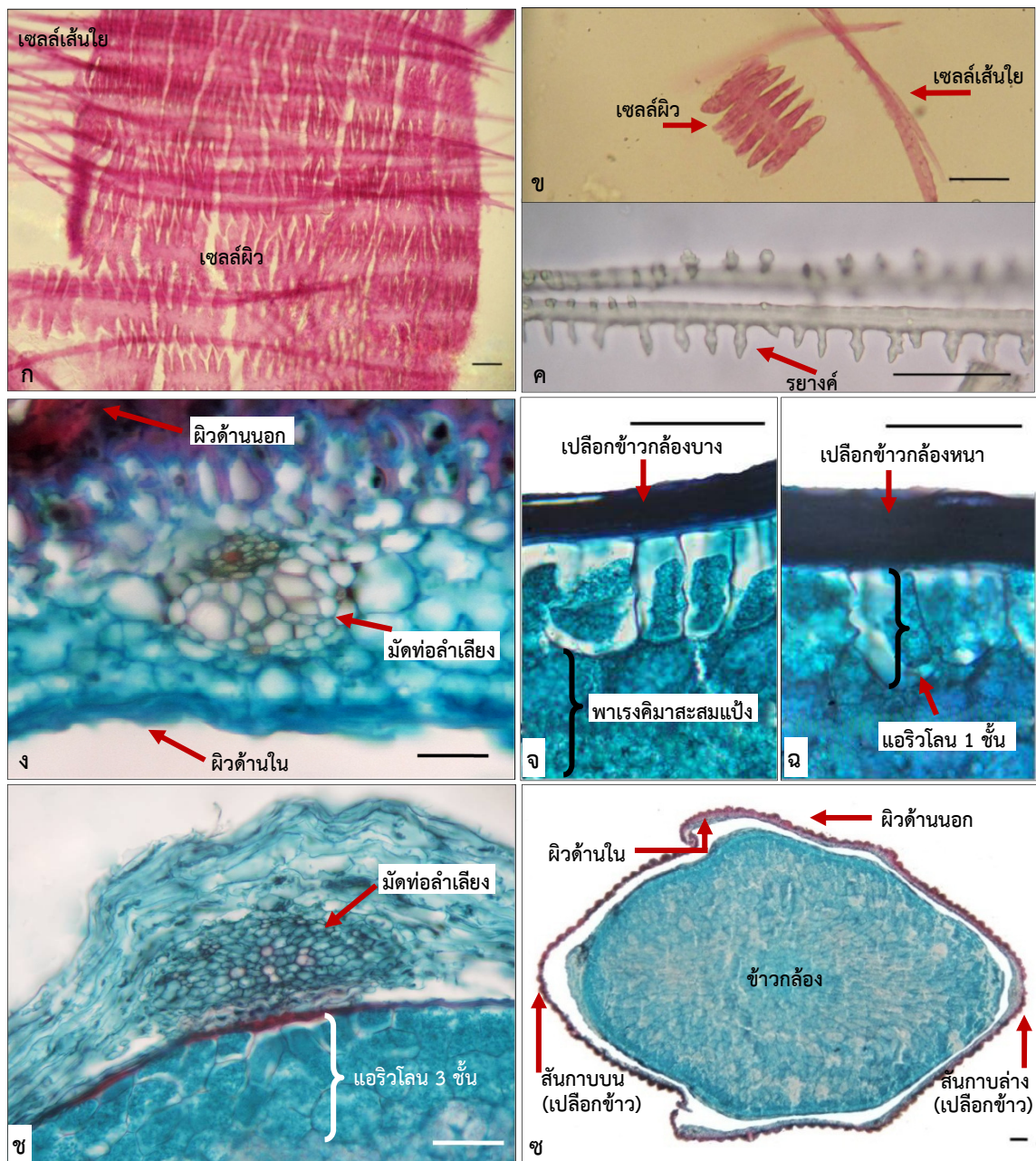
หมายเหตุ รหัส คือ รหัสจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมข้าวพื้นเมืองของอาจารย์ ดร. จิรวัฒน์ สนิทชน, ข้าวเปลือกรูปร่างป้อม คือ $L/W < 3.1$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W = 3.3-4.0$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W > 4.2$, สั้น คือ ข้าวกล้องยาว 5.51-6.60 มิลลิเมตร, ยาว คือ ข้าวกล้องยาว 6.61-7.50 มิลลิเมตร, ข้าวกล้องรูปร่างป้อม คือ $L/W = 2.1-3.0$, ข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W > 3.0$, * คือ ลักษณะที่สามารถใช้ในการจัดกลุ่มได้, ** คือ จำนวนชั้นเนื้อเยื่อแอร์วโลนเฉพาะบริเวณที่ไม่ติดกับมัดท่อลำเลียง, *** คือชื่อพันธุ์ปลูกที่กรมการข้าวรับรอง



รูปที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวเปลือก จำแนกข้าวดำนาสวน 26 ตัวอย่างได้ 6 กลุ่ม: ตัวแทนกลุ่มที่ 1 คือ (ก) ข้าวเก่า 1 (LLR 028) และ (ข) ข้าวเก่า (LLR 139), ตัวแทนกลุ่มที่ 2 คือ (ค) เจ้าหอมคำสุตะบุตร (LLR 262), ตัวแทนกลุ่มที่ 3 คือ (ง) เจ้าหอมนิล 120 (LLR 284), ตัวแทนกลุ่มที่ 4 คือ (จ) ข้าวเก่า (LLR 077), ตัวแทนกลุ่มที่ 5 คือ (ฉ) ข้าวเก่า (LLR 079) และตัวแทนกลุ่มที่ 6 คือ (ช) ข้าวเหนียวดำ (LLR 006) (ซ) ข้าวเก่า (LLR 026) และ (ณ) อีดำน้อย (LLR 039) (สเกล = 2 มิลลิเมตร)



รูปที่ 2 ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเปลือกข้าว (ก) ปุ่มขนาดเล็กที่มียอดแหลม 1-3 ยอด และพื้นผิวเรียบ (ข) พื้นผิวขรุขระ (ค) ขนขนาดใหญ่ และ (ง) ขนขนาดเล็ก (สเกล = 100 ไมโครเมตร)



รูปที่ 3 ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของข้าวเปลือก (ก) การเรียงตัวของเซลล์ผิวที่เปลือกข้าว (ข) เซลล์ผิวและเซลล์เส้นใย (ค) รยางค์ที่เซลล์เส้นใย (ง) ภาคตัดขวางของกาปล่าง (จ) เปลือกข้าวกล้องบาง (ฉ) เปลือกข้าวกล้องหนา (ช) มัดท่อลำเลียงที่เปลือกข้าวกล้อง และ (ซ) ภาคตัดขวางของข้าวเปลือก (สเกล ก-ง = 100 ไมโครเมตร, จ-ฉ = 50 ไมโครเมตร, ช-ซ = 100 ไมโครเมตร)

สรุปผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ลักษณะความยาวของข้าวกล้อง มีความผันแปรในข้าวหมายเลข 8 และ 10 เนื่องจากมีทั้งลักษณะข้าวกล้องสั้นและยาวทำให้ไม่สามารถใช้จำแนกข้าว 26 ตัวอย่างได้ แต่ลักษณะความยาวของข้าวกล้องสามารถใช้จำแนกข้าวหมายเลข 1 และ 2 ออกจากกันได้ ดังนั้นหากใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพิ่มเป็น 5 ลักษณะได้แก่ สีของข้าวเปลือก รูปร่างของข้าวเปลือก รูปร่างของข้าวกล้อง การกระจายของสีตำในข้าวกล้อง และความยาวของข้าวกล้อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ใช้ลักษณะดังกล่าวในการจัดกลุ่มข้าวพื้นเมืองของไทย (สุริย์ และคณะ, 2539) และเมื่อใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์อีก 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะพื้นผิวของกาบกลางและความหนาของเปลือกข้าวกล้อง จะสามารถช่วยในการจำแนกข้าวได้ดียิ่งขึ้น (ดังรูปวิธานข้างล่าง) และสรุปได้ว่าข้าวที่น่าจะเป็นพันธุ์ปลูกเดียวกัน มี 5 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มข้าวหมายเลข 4 11 12 14 19 และ 22
2. กลุ่มข้าวหมายเลข 16 17 และ 18
3. กลุ่มข้าวหมายเลข 3 6 และ 9
4. กลุ่มข้าวหมายเลข 13 และ 21

5. กลุ่มข้าวหมายเลข 10 25 และ 26

ควรศึกษาชีววิทยาระดับโมเลกุลของทุกตัวอย่างที่คาดว่าเป็นพันธุ์ปลูกเดียวกันข้างต้น เพื่อยืนยันและประกอบการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ระดับพันธุ์ปลูกต่อไป

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเปลือกข้าวที่เป็นการรายงานครั้งแรก คือ ผิวของเปลือก มีลักษณะเป็นปุ่มเล็ก ๆ มี 1-3 ยอด เนื่องจากเคยมีรายงานว่ามีเพียง 2 ยอด (Terrell et al., 2001)

ในการศึกษาข้าวเปลือกครั้งนี้ เก็บข้าวเปลือกเมื่ออายุข้าวเปลือกมากกว่า 30 วัน นับจากวันดอกบาน (อับเรณูโผล่พ้นกาบกลาง) เนื่องจากในบางตัวอย่าง สีของข้าวเปลือกที่ยังไม่แก่ แตกต่างจากสีของข้าวเปลือกที่แก่แล้ว เช่น ข้าวหมายเลข 1 และ 2 เมื่อข้าวเปลือกยังไม่แก่จะมีสีม่วงอ่อน เมื่อแก่แล้วจะมีสีดำ ควรศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชส่วนอื่น ๆ ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว เช่น ใบ และลำต้นเพิ่มเติม ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในการจัดจำแนกข้าวได้ เช่น ลักษณะสีของใบหลังเก็บเกี่ยว มีสีน้ำตาลเท่านั้น แต่ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ใบข้าวมีสีแตกต่างกัน เช่น สีเขียว สีม่วง สีเขียวขอบม่วง และสีเขียวผสมม่วง เป็นต้น

รูปวิธานจำแนกข้าวตำนานสวน 26 ตัวอย่าง

1. ข้าวเปลือกสีฟาง

2. ข้าวเปลือกรูปร่างป้อม

3. พื้นผิวของกาบกลางเรียบ

ข้าวหมายเลข 20

3. พื้นผิวของกาบกลางขรุขระ

4. เปลือกข้าวกล้องหนา

ข้าวหมายเลข 7

4. เปลือกข้าวกล้องบาง

ข้าวหมายเลข 8

2. ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาวหรือเรียวยาว

5. ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว

ข้าวหมายเลข 23

5. ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว ข้าวหมายเลข 24
1. ข้าวเปลือกสีดำ
6. ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว
7. พื้นผิวของกบาล้างเรียบ เปลือกข้าวกล้องหนา ข้าวหมายเลข 5
7. พื้นผิวของกบาล้างขรุขระ เปลือกข้าวกล้องบาง ข้าวหมายเลข 15
6. ข้าวเปลือกรูปร่างป้อม
8. ข้าวกล้องมีการกระจายของสีดำสม่ำเสมอ
9. เปลือกข้าวกล้องบาง ข้าวหมายเลข 4 11 12 14 19 และ 22
9. เปลือกข้าวกล้องหนา ข้าวหมายเลข 16 17 และ 18
8. ข้าวกล้องมีการกระจายของสีดำไม่สม่ำเสมอ
10. พื้นผิวของกบาล้างเรียบ
11. เปลือกข้าวกล้องบาง
12. ข้าวกล้องสั้น (ยาว 5.51-6.60 มิลลิเมตร) ข้าวหมายเลข 1
12. ข้าวกล้องยาว (ยาว 6.61-7.50 มิลลิเมตร) ข้าวหมายเลข 2
11. เปลือกข้าวกล้องหนา ข้าวหมายเลข 3 6 และ 9
10. พื้นผิวของกบาล้างขรุขระ
13. เปลือกข้าวกล้องบาง ข้าวหมายเลข 13 และ 21
13. เปลือกข้าวกล้องหนา ข้าวหมายเลข 10 25 และ 26

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากร
เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ
ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ภาควิชาชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์
และสถานที่ในการทำวิจัย งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุน
สนับสนุนจาก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
และทุนพัฒนาบุคลากรกรมมหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครราชสีมา

เอกสารอ้างอิง

วาสนา ผลารักษ์. (2523). ข้าว. ภาควิชาพืชไร่ คณะ
เกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 141 หน้า.

วีระศักดิ์ หอมสมบัติ และสมทรง โชติชื่น. (2552). การอนุรักษ์
พันธุ์กรรมข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน.
ใน: เอกสารประกอบการประชุม แดงผลงานกลุ่ม
ศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประจำปี
2551. ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร, สกลนคร. หน้า 52-
60.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. (2551). ข้าวในมิติของอาหารด้านโรค.
กรุงเทพฯ: นาเพรส. หน้า 21-30.

สุรีย์ ศรีวันทนิยกุล, สรรเสริญ ศรีสุนทร, ศิริชัย สมบูรณ์พงษ์,
เล็ก จันทร์เกษม, สมบัติ รุจาคม และอรพิน
วัฒนเส้ง. (2539). การรวบรวม อนุรักษ์ ประเมิน
ลักษณะและจัดหมวดหมู่ข้าวพื้นเมืองในเขตศูนย์วิจัย
ข้าวพิษณุโลก. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัย
ข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์. 215 หน้า.

- ปิยะรัตน์ อัฐรัตน์ และอมรรัตน์ มีสวาสดี. (2552). เอกสารประกอบการสอน วิชา 311301: Technique in Biology Laboratory. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 34 หน้า.
- Appa, R.S., Bounphanousoy, C., Kanyavong, K., Phetpaseuth, V., Sengthong, B., Schiller, J.M., Thirasack, S. and Jackson, M.T. (1997). Collection and Classification of Rice Germplasm from the Lao PDR. Part 2: Northern, Southern and Central Regions, Lao-IRRI Project. Vientiane: National Agricultural Research Center, Lao PDR. 41 pp.
- Chang, T.T., Bardenas, E.A. and Rosario, A.C. (1965) . The Morphology and Varietal Characteristic of the Rice Plant. Technical Bulletin 4. Los Banos, Laguna: International Rice Research Institute. 38 pp.
- International Rice Research Institute. (2002). Standard Evaluation System for Rice (SES). Los Banos, Laguna : International Rice Research Institute. 56 pp.
- Terrell, E.E., Peterson, P.M. and Wergin W.P. (2001). Epidermal Features and Spikelet Micromorphology in *Oryza* and Related Genera (Poaceae: Oryzeae). Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. 50 pp.

