ความหลากหลายของลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณภาพเมล็ดของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้

Diversity of Agronomic Traits, Morphological Characters and Grain Quality of Traditional Rice Cultivars of Southern Thailand

กันต์ธณวิชญ์ ใจสงฆ์[1)]
Kanthanawit Jaisong[1)]

Abstract

Traditional rice varieties cultivated and conserved by farmers are likely sources of germplasm for breeding new rice varieties. They possess traits potentially adaptable to a wide range of abiotic and biotic stresses. Characterization of these varieties is essential in rice breeding and provides valued information on developing new rice cultivars. This study was to characterize 135 of southern traditional rice varieties recorded agronomic traits, morphologic characters, and grain qualities composed of 24 qualitative characters and 10 quantitative characters. Using the standardized Shannon-Wiener diversity index (*H'*), phenotypic diversity of qualitative traits indices, and gelatinization temperature (intermediate state) were invariant character (*H'* = 0). Low diversity (*H'* = 0.01-0.44) presents 15 characters, which six characters have dominant one state (> 80%) such as panicle exsertion (99%, well exserted), ligule feature (97%, 2 clefts). Moreover, five characters show more than one dominant states such as spikelet sterility, culm strength, leaf hair pubescence, shattering, and brown grain shape. However, quantitative characters had low diversity (*H'* = 0.01-0.09). Pearson's correlation analysis revealed low level of correlation coefficient (*r* = -0.35-0.26). Principal component analyses showed similarity of quantitative traits in southern traditional rice varieties and non-dissimilarity in 95% confidence ellipses around their locations. Multiple correspondence analysis of medium – high *H'* qualitative traits showed associated traits among the varieties. White and strew colored sterile lemma associated with soft to medium soft gel consistency, green leaf sheath and white, which these associated traits were commonly found in southern traditional rice varieties. Moreover, other associated traits were found. Medium gel consistency associated with green with purple line leaf sheath, brown stigma, and brown sterile lemma. Hard gel consistency associated with dark purple sterile lemma and purple apiculus.

Keywords: traditional rice variety, phenotypic diversity, southern Thailand

บทคัดย่อ

ข้าวพื้นเมืองปลูกและอนุรักษ์ไว้โดยชาวนาเป็นแหล่งพันธุกรรมข้าวที่สำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ เพราะพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเหล่านี้มีศักยภาพในการปรับตัวกับสภาพที่ไม่เหมาะสมทางกายภาพและชีวภาพในพื้นที่เป็นอย่างดี การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ความหลากหลาย และความสัมพันธ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้พันธุ์ต่างๆ สำคัญต่อการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวใหม่ๆ เพื่อให้มีลักษณะที่ต้องการ ในการศึกษานี้วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้จำนวน 135 พันธุ์ วิเคราะห์หาความหลากหลายของลักษณะต่างๆ 34 ลักษณะ แบ่งเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ 24 ลักษณะ และลักษณะเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ การประเมินความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ โดยใช้ดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-วีเนอร์ (*H'*) พบว่า สำหรับลักษณะเชิงคุณภาพ อุณหภูมิแป้งสุก ไม่มีความหลากหลาย (*H'* = 0) ซึ่งทุกพันธุ์มีอุณหภูมิแป้งสุกที่ระดับปานกลาง และมี 15 ลักษณะที่มีความหลากหลายต่ำ (*H'* = 0.01-0.44) มีความถี่ของ

Received: April 4, 2022/ Revised: October 24, 2022/ Accepted: October 26, 2022

[1)] ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง 93000 โทร. 0-7404-0111
Phatthalung Rice Research Center, Mueang, Phatthalung 93000 Tel. 0-7404-0111

ลักษณะเด่นสูงกว่า ร้อยละ 80 เช่น การยืดคอรวง (ร้อยละ 99 ที่คอรวงยาว) รูปร่างลิ้นใบ (ร้อยละ 97 มี 2 ยอด) เป็นต้น และมี 5 ลักษณะ ที่มีลักษณะเด่นมากกว่า 1 ลักษณะ เช่น การติดเมล็ด ความแข็งลำต้น ขนบนแผ่นใบ การร่วงของเมล็ด และรูปร่างข้าวกล้อง ขณะที่ลักษณะเชิงปริมาณมีความหลากหลายต่ำ (H' = 0.01-0.09) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีค่าในระดับต่ำ (r = -0.35-0.26) จากการวิเคราะห์ principal component analysis แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะเชิงปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความคล้ายคลึงกัน แม้แต่พันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่รวบรวมจากจังหวัดที่แตกต่างกันก็พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ multiple correspondence analysis ของลักษณะเชิงคุณภาพที่มีค่าดัชนีความหลากหลายปานกลางถึงสูง แสดงให้เห็นว่า ลักษณะของข้าวที่มีคุณสมบัติร่วมกัน สีกลีบรองดอกสีขาว หรือสีฟาง มักพบร่วมกันกับความคงตัวของแป้งสุกแบบนิ่มหรือนิ่มปานกลาง กาบใบสีเขียว และยอดเกสรตัวเมียสีขาว ซึ่งเป็นลักษณะร่วมที่พบมากในพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ และยังมีลักษณะร่วมอื่นๆ อีก ดังนี้ พันธุ์ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกปานกลางมักพบร่วมกับลักษณะกาบใบสีเขียวขีดม่วง ยอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาล และกลีบรองดอกสีน้ำตาล ลักษณะความคงตัวของแป้งสุกแข็งพบร่วมกับกลีบรองดอกสีม่วงเข้ม และสียอดดอกสีม่วง
คำสำคัญ: ข้าวพื้นเมือง ความหลากหลาย ฟีโนไทป์ ภาคใต้ ประเทศไทย

คำนำ

พันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทยมีความหลากหลายทางด้านพันธุกรรม ซึ่งมีลักษณะดีบางอย่าง เช่น ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช คุณภาพเมล็ด ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม อีกทั้งคุณสมบัติทางโภชนาการและเภสัช (Chittrakorn *et al*., 1986; Saetan *et al*., 2007) พันธุ์พืชหรือเชื้อพันธุ์พืชเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ พันธุ์ข้าวที่มีลักษณะที่ดีมีประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะที่ต้องการ เช่น เพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงขึ้น เพิ่มความต้านทานโรค แมลง เป็นต้น (Yoshida, 1981) ข้าวพื้นเมืองจึงเป็นฐานพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ได้พันธุ์ดีในอนาคต (Bellon *et al*., 1997) ถ้าพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณภาพดี หรือทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีได้สูญพันธุ์ไปก็จะไม่สามารถสร้างพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีตรงตามความต้องการของเกษตรกรและตลาดต่อไปได้

การรวบรวมและบันทึกลักษณะของข้าวพื้นเมืองมีมาอย่างต่อเนื่อง Wutyano (2000) แยกเป็นพันธุ์พื้นเมือง 17,093 พันธุ์ เก็บรวบรวมไว้จาก 76 จังหวัด โดยจำแนกชื่อในเบื้องต้นที่ไม่ซ้ำกันได้ทั้งหมด 5,928 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ และยังมีอีกหลายตัวอย่างที่ยังไม่ได้ทราบชื่อ และยังไม่ได้ประเมินลักษณะประจำพันธุ์ สำหรับข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้รวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ 2493 จำนวน 285 พันธุ์ ซึ่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 ถึง 2510 มีการรวบรวมตัวอย่างข้าวจากท้องถิ่นต่างๆ ในภาคใต้ได้ จำนวน 667 ตัวอย่าง และต่อมาปี พ.ศ. 2525 ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมือง ได้ทั้งหมด 1,997 พันธุ์ นำพันธุ์เหล่านี้เก็บรักษาไว้ที่ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และปลูกรักษาพันธุ์ไว้ในศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง Saetan *et al.* (2007; 2010) ได้ประเมินคุณค่าและลักษณะประจำพันธุ์และเผยแพร่ ข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ จำนวน 162 พันธุ์

การศึกษาลักษณะ (characterization) ของพันธุ์ข้าวส่งเสริมการปรับปรุงพันธุ์ข้าว การแสดงออกของลักษณะทางการเกษตรของข้าว (agro-morphological traits) ถูกใช้เป็นลักษณะที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ Caldo *et al.* (1996) ได้ใช้ข้อมูลความหลากหลายของลักษณะของพันธุ์ข้าวพื้นเมือง เป็นฐานของการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของประเทศ Yawen *et al.* (2003) ศึกษาข้าวพื้นเมืองในมลฑลยูนาน ประเทศจีน และ Bajracharya *et al.* (2006) ศึกษาความหลากหลายของข้าวพื้นเมืองในประเทศเนปาล เพื่อพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ข้าว อีกทั้งยังใช้ความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ข้าวเพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นหรือต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว ซึ่งการศึกษาความหลากหลายของแหล่งพันธุกรรมข้าวจะช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบและลักษณะของความหลากหลายในข้าวสายพันธุ์ต่างๆ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ต่างๆ ของพันธุ์ข้าวพื้นเมือง

ภาคใต้ เช่น ลักษณะทางสรีรวิทยา ลักษณะทางการเกษตร และคุณภาพเมล็ดของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่เก็บรวบรวม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพื่อการใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของภาคใต้และประเทศไทยในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้อมูลลักษณะพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้

รวบรวมข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ที่วิเคราะห์จาก Saetan *et al.* (2007; 2010) จำนวน 162 พันธุ์ โดยนำลักษณะต่างๆ ของข้าวใน 3 ประเภท เช่น ลักษณะทางการเกษตร (agronomic traits) 11 ลักษณะ ข้อมูลทางสัณฐานวิทยา (morphological traits) 18 ลักษณะ และคุณภาพของเมล็ด (grain qualities) 7 ลักษณะ (Table 1) รวมทั้งชื่อ G.S. No. แหล่งที่รวบรวม และนำลักษณะต่างๆ ที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ แทนค่ารหัสของข้อมูล ตามหลักเกณฑ์การเก็บข้อมูลพันธุ์ข้าว (Watanesk, 2012) วิเคราะห์ลักษณะที่ข้อมูลขาดไปไม่เกินร้อยละ 10

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพรรณนาที่ใช้สำหรับศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ คำนวณโดยใช้โปรแกรม R v.4.1.2 (R Core Team, 2022) การหาดัชนีความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ โดย Shannon-Wiener diversity index (*H'*) ด้วย R package “vegan” (Oksanen *et al*., 2018) ค่าที่ได้ทำ standardization แล้วจัดเป็นระดับต่างๆ ตาม Jamago and Cortes (2012)

การศึกษาความแตกต่างของลักษณะต่างๆ ที่แปรปรวนในข้าวพื้นเมืองภาคใต้ เพื่อค้นหาลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติการหุงต้ม ที่ส่งผลต่อความหลากหลายในข้าวพื้นเมืองภาคใต้ วิเคราะห์ด้วยวิธี principal component analysis (PCA) สำหรับตัวแปรหรือลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) ข้อมูลลักษณะในแต่ละพันธุ์ นำมาทำ standardized ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และ distance matrix ด้วย variance-covariance coefficients การวิเคราะห์ด้วย R package “FactoMineR” (Le *et al*., 2008) และ R packages “factoextra” (Kassambara and Mundt, 2020) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงปริมาณโดยการใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s product moment correlation coefficient) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้วย R package “corrplot” (Wei and Simko, 2021) และแปลผลตาม (Taylor, 1990) และวิธี multiple correspondence analysis (MCA) สำหรับลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative traits) ด้วย R package “FactoMineR”

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ความหลากหลายของลักษณะของข้าวพื้นเมืองภาคใต้

1.1 ความหลากหลายในลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative traits) ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ จำนวน 162 พันธุ์ จาก Saetan *et al.* (2007; 2010) ซึ่งบันทึกลักษณะเชิงคุณภาพ จำนวน 26 ลักษณะ และเชิงปริมาณ จำนวน 10 ลักษณะ (Table 1) แต่ก้านรวง ทั้งรวง (axis) และสีเปลือกเมล็ด (lemma and palea color) ไม่ได้นำมาศึกษา เนื่องจากข้อมูลขาดไป ร้อยละ 50.6 และ 16.7 ตามลำดับ ทำให้ข้อมูลขาดหายไปเกินกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนพันธุ์ทั้งหมด ดังนั้น จึงมีลักษณะเชิงคุณภาพ จำนวน 24 ลักษณะ และมีพันธุ์ข้าว 135 พันธุ์ ที่มีข้อมูลครบทั้ง 24 ลักษณะ ที่นำมาศึกษาความหลากหลายจากดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Index (*H'*) จัดกลุ่ม ได้ 4 ระดับความหลากหลาย (*H'*) จาก Table 2 พบว่า อุณหภูมิแป้งสุก ที่เป็นลักษณะเชิงคุณภาพเพียงลักษณะเดียวที่อยู่ในระดับที่ไม่มีความหลากหลาย (invariant) ซึ่งสถานะที่พบได้มาก (predominant state) คือ ปานกลาง ส่วนดัชนีความหลากหลายระดับต่ำนั้น มี 6 ลักษณะ ที่มีคุณลักษณะเด่น ที่พบมากกว่าร้อยละ 80 แต่มี 5 ลักษณะที่มีคุณลักษณะเด่นมากกว่า 1 คุณลักษณะ เช่น การติดเมล็ด (ติดเมล็ดปานกลาง ร้อยละ 37 ติดเมล็ดร้อยละ 35) ความแข็งลำต้น (ค่อนข้างแข็ง ร้อยละ 54 แข็งมาก ร้อยละ 23) ขนบนแผ่นใบ (มีขน ร้อยละ 53 มีขนบ้าง ร้อยละ 43) การร่วงของเมล็ด (ร่วงง่ายมาก ร้อยละ 49 ร่วงง่ายปานกลาง ร้อยละ 32 ร่วงน้อย ร้อยละ 27) และรูปร่างข้าวกล้อง (ยาว ร้อยละ 50 ปานกลาง ร้อยละ 34 สั้น ร้อยละ 15) ลักษณะที่มีดัชนีความหลากหลายระดับ

Table 1 List of agronomic traits, morphological characters and grain qualities evaluated for traditional cultivars

Descriptor	Classification/Unit
Agronomic traits	
- Leaf blade angle	1 = erect, 3 = intermediate, 5 = horizontal, 7 = descending
- Panicle exsertion	1 = well exserted, 3 = moderately well exserted, 5 = just exserted, 7 = partly exserted, 9 = enclosed
- Panicle length	cm
- Panicle axis	1 = straight, 2 = droopy
- Secondary branching	1 = absent, 2 = light, 3 = heavy, 4 = clustering
- Awn presence	0 = absent, 1 = short and partly awned, 5 = short and fully awned, 7 = long and partly awned, 9 = long and fully awned
- Spikelet sterility	1 = highly fertile (> 90%), 3 = fertile (75-90%), 5 = partly sterile (50-74%), 7 = highly sterile (< 50%), 9 = completely sterile (0%)
- Culm length	cm
- Culm strength	1 = strong (no lodging), 3 = moderately strong (most plants leaning), 5 = intermediate (most plants lodged), 7 = weak (most plants flat), 9 = very weak (all plants flat)
- Culm diameter	cm
- 100 grain weight	gram
Morphological characters	
- Leaf blade presence	1 = glabrous, 2 = intermediate, 3 = pubescent
- Leaf blade color	1 = pale green, 2 = green, 3 = dark green, 4 = purple tips, 5 = purple margins, 6 = purple blotch, 7 = purple
- Leaf blade length	cm
- Leaf blade width	cm
- Leaf sheath color	1 = green, 2 = green with purple lines, 3 = light purple, 4 = purple
- Ligule color	1 = white, 2 = purple lines, 3 = purple
- Ligule length	mm
- Ligule shape	1 = acute, 2 = 2-cleft, 3 = truncate
- Auricle color	1 = pale green, 2 = purple lines, 3 = purple

Table 1 (cont.)

Descriptor	Classification/Unit
- Collar color	1 = pale green, 2 = green, 3 = purple
- Internode color	1 = green, 2 = light gold, 3 = purple lines, 4 = purple
- Stigma color	1 = white, 2 = light green, 3 = yellow, 4 = light purple, 5 = purple
- Apiculus color	1 = white, 2 = straw, 3 = brown (tawny), 4 = red, 5 = red apex, 6 = purple, 7 = purple apex
- Sterile lemma color	1 = straw, 2 = gold, 3 = red, 4 = purple-black, 5 = brown
- Shattering	1 = very low (less than 1%), 3 = low (1-5%), 5 = moderate (6-25%), 7 = moderately high (26-50%), 9 = high (more than 50%)
- Lamma and palea pubescence	1 = glabrous, 2 = hairs on lemma keel, 3 = hairs on upper portion, 4 = short hairs, 5 = long hairs (velvety)
- Lamma and palea color	0 = straw, 1 =straw yellow, 2 = straw with brown spot, 3 = straw with brown lines, 4 = brown, 5 = light purple, 6 = straw with purple spots, 7 = straw with black lines, 8 = purple, 9 = black
- sterile lemma length	1 = short (< 1.5 mm), 2 = medium (1.6-2.5 mm), 3 = long (> 2.5 mm)
Grain quality	
- Dehulled grain shape	1 = bold (2.0:1 and less), 2 = medium (2.1:1 to 3.0:1), 3 = long (3.1:1 and more)
- Chalkiness	0 = non-chalky, 1 = small chalky (less than 10% of sample), 5 = medium chalky (10-20% of sample), 9 = large chalky (more than 20% of sample)
- Gelatinization temperature	1 = low, 2 = intermediate, 3 = high
- Gel consistency	1 = hard (< 36 mm), 3 = medium-hard (36-40 mm), 5 = medium (41-60 mm), 7 = soft-medium (61-80 mm), 9 = soft (> 80 mm)
- Elongation ratio	-
- Grain length	mm
- Amylose content	%

Table 2 Qualitative traits showing the predominant state observed, distribution (%) and the calculated Shannon-Wiener diversity indices (*H'*) for each descriptor scored

Variable	Predominant state	%	states observed	*H'* Index
Invariant				
- Gelatinization temperature	medium	100	135	0.00
Low diversity				
- Panicle exsertion	well exserted	99	134	0.01
- Spikelet sterility	fertility	50	68	0.03
- Secondary branching	heavy	83	112	0.03
- Ligule shape	2-clefts	97	131	0.05
- Collar color	light green	95	128	0.07
- Lemma and palea pubescence	short	94	127	0.08
- Culm strength	moderately strong	55	74	0.09
- Leaf pubescence	pubescent	53	72	0.10
- Leaf blade color	green	68	92	0.12
- Ligule color	white	96	129	0.15
- Seed shattering	high	40	54	0.26
- Sterile lemma length	short	53	71	0.27
- Duhulled grain shape	long	50	68	0.36
- Chalkiness	small	67	90	0.39
- Internode color	light yellow	77	104	0.44
Moderate diversity				
- Awn presence	absent	87	117	0.48
- Leaf blade angle	erect	51	69	0.53
- Auricle color	green	59	80	0.57
- Gel consistency	soft	78	105	0.61
- Apiculus color	brown	30	40	0.68
High diversity				
- Stigma color	white	70	94	0.76
- Leaf sheath color	green	70	95	0.80
- Sterile lemma color	straw	73	98	1.00

ปานกลาง (moderate diversity) มี 5 ลักษณะ ได้แก่ หางข้าว สียอดดอก ความคงตัวของแป้งสุก ลักษณะใบธง และสีของหูใบ อย่างไรก็ตาม สียอดดอก มีลักษณะเด่นมากกว่า 1 ลักษณะ เช่น สีน้ำตาล ร้อยละ 30 สีขาว ร้อยละ 26 และสีฟาง ร้อยละ 22 ส่วนลักษณะที่มีดัชนีความหลากหลายสูง (high diversity) มี 3 ลักษณะ ได้แก่ สียอดเกสรตัวเมีย สีกาบใบ และสีกลีบรองดอก

1.2 ความหลากหลายของลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) ดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Index (*H′*) ของลักษณะเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวลำต้น ความยาวแผ่นใบ ความกว้างแผ่นใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวรวง ความยาวเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด ความยาวลิ้นใบ ปริมาณอมิโลส และอัตราการยืดตัวของข้าวสุก พบว่า ดัชนีความหลากหลายอยู่ในระดับไม่หลากหลาย (invariant, *H′* = 0.01-0.09) จาก Table 3 สรุปลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมือง แสดงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ย อีกทั้งแสดงพันธุ์ที่มีลักษณะนั้นๆ เช่น ความยาวเมล็ดของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ เฉลี่ย 8.60 มิลลิเมตร พันธุ์ข้าวหยี (G.S. No. 09936) สั้นที่สุด 5.82 มิลลิเมตร และพันธุ์พวงทอง (G.S. No. 10403) ยาวที่สุด 10.23 มิลลิเมตร เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะเชิงปริมาณของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ พบว่า มีหลายลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 (Table 4) แสดงลักษณะที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ค่า correlation coefficient (*r*) อยู่ระหว่าง -0.336 ถึง 0.294 โดยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ด กับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เป็นความสัมพันธ์เชิงลบ (*r* = -0.336) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ด กับความยาวลำต้นเป็นความสัมพันธ์เชิงบวก (*r* = 0.294) ความยาวลำต้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวของลิ้นใบ (*r* = 0.190) ความยาวของแผ่นใบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวของลิ้นใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความยาวของลำต้น (*r* = 0.252 0.193 และ 0.252 ตามลำดับ) ความยาวของรวงสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวของใบ (*r* = 0.241) อัตราการยืดตัวของแป้งสุกสัมพันธ์เชิงบวกกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และปริมาณอมิโลส (*r* = 0.189 และ 0.212 ตามลำดับ) แม้ว่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะของข้าวพื้นเมืองภาคใต้นี้ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ แต่ก็ชี้ว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่มีความยาวของรวงมาก มักจะมีใบยาว เช่น แมะแยง เบา ขม เป็นต้น หรือพันธุ์ข้าวที่ลำต้นใหญ่มีเมล็ดข้าวที่อัตราการยืดตัวของข้าวสุกสูง เช่น ข้าวนก มะจานู สารสวย เป็นต้น

Principal component analysis (PCA) แสดงผลการวิเคราะห์ได้ independent principal component (PC) จำนวน 10 PC ซึ่งรวม explain variance ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 5) โดยที่ PC1 และ PC2 อธิบายความแปรปรวนได้ 20.45 และ 16.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) ของตัวแปร ใน PC1 แสดงให้เห็นว่า อัตราการยืดตัวของข้าวสุกมีค่า 0.34 สูงที่สุด PC2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวของลิ้นใบ ความยาวของใบ ความกว้างของใบ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.56 0.45 0.40 และ 0.33 ตามลำดับ และ PC3 น้ำหนัก 100 เมล็ด มีค่า 0.46 (Table 6) และเมื่อศึกษา PCA plot (Fig. 1) ของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ ด้วยตัวแปรเชิงปริมาณและ supplement qualitative เป็นจังหวัดของพันธุ์ข้าวพื้นเมืองสำรวจ (location) พบว่า พันธุ์ข้าวกระจายไม่เป็นกลุ่มบนกราฟ และไม่พบว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของภาคใต้ในแต่ละจังหวัดมีความแตกต่าง (ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสอดคล้องกับดัชนีความหลากหลาย *H′* ของลักษณะเชิงปริมาณที่อยู่ในระดับต่ำของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ เพราะว่าลักษณะเชิงปริมาณในแต่ละพันธุ์ใกล้เคียงกัน

MCA เป็นวิธีการทางสถิติหลายตัวแปรที่คล้ายกับ PCA แต่เหมาะสำหรับข้อมูลตามหมวดหมู่ (categories) หรือข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อหาความสัมพันธ์ของลักษณะเชิงปริมาณที่มีความหลากหลายระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งมี 5 ลักษณะ ดังนี้ ความคงตัวแป้งสุก สียอดดอก สียอดเกสรตัวเมีย สีกาบใบ และสีกลีบรองดอก โดยตำแหน่งของคุณลักษณะบนกราฟ บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์หรือลักษณะที่พบร่วมกัน (association) ตำแหน่งยิ่งอยู่ใกล้คุณลักษณะยิ่งสัมพันธ์กัน จากกราฟ (Fig. 2) สังเกตว่า ลักษณะสีกลีบ

Table 3 Quantitative traits and calculated Shannon - Wiener index (*H'*) of evaluated rice varieties

Descriptor	*H'*	Min. trait value	Variety	G.S. No.	Max. trait value	Variety	G.S. No.	Mean (±SD)
Elongation ratio	0.01	1.37	Niaw Gahb Node	10002	2.10	Nuai Kheua	10251	1.8 (0.2)
Culm length (cm)	0.02	103.70	Look Krahd	07455	195.00	Niaw Yah Nom	10085	149.8 (16.7)
Panicle length (cm)	0.02	23.60	Chaw jampah	10213	37.80	Rong Rian	09988	30.7 (3.1)
Amylose content (%)	0.02	5.66	Niaw Lan Tan	09831	28.70	Ja Mah Kaw	10018	24.4 (2.7)
Leaf blade width (cm)	0.02	1.00	Chaw Jampah	10213	1.70	Niaw Nom Wua	04149	1.3 (0.2)
			Nai Suan	04283		Bue Lom	09843	
			Chawng Nahng	07418		Nahn Hak	10284	
Grain length (mm)	0.03	5.82	Khao' Yi	09936	10.23	Puang Tawng	10403	8.6 (0.8)
Leaf blade length (cm)	0.04	5.70	Lah Boo	09963	77.20	Niaw Puang Ma Prao	09739	63.5 (9.4)
Culm diameter (mm)	0.05	4.00	Chaw Jampah	10213	9.00	Mae Yaeng	10045	5.7 (1.0)
			Hoi Sang Grai	10334		Chaw Nimit	10354	
			Chaw Lung	09956				
			Pah Di Ha Yi	09973				
			Khao Chin	04160				
			Adun	09971				
			Nahng Hong	07408				
			Chaw Lamud	10402				
			Mae Yaeng	10062				
			Khao' Rak	09978				
Ligule length (mm)	0.07	10.20	Tahng Wai	09722	31.60	Bi Ring	10288	26.5 (4.4)
100 grain weight (g)	0.09	1.50	Khao' Nok	09898	4.60	Nahng Chin	09933	2.9 (0.7)

Table 4 Pearson's correlation matrix displaying correlations between the qualitative traits

Variables	Ligule length	Culm diameter	Culm length	Leaf blade length	Leaf blade width	Panicle length	100 grain weight	Grain length	Amylose content
Culm diameter	0.101								
Culm length	0.190*	-0.048							
Leaf blade length	0.252**	0.193*	0.252**						
Leaf blade width	0.059	0.018	-0.018	0.052					
Panicle length	0.062	-0.029	0.126	0.241**	-0.027				
100 grain weight	-0.027	-0.336**	0.294**	0.001	-0.125	0.141			
Grain length	-0.032	-0.121	0.054	0.060	-0.120	0.133	0.201*		
Amylose content	-0.112	0.049	0.031	0.027	0.009	0.100	0.123	0.012	
Elongation ratio	0.032	0.189*	-0.148	-0.049	0.102	-0.036	-0.009	-0.147	0.212*

*p < 0.05, ** p < 0.01

Table 5 Computed eigenvalues of the different principal components with corresponding proportion and cumulative explained variance

Component	Explained variance		Eigenvalue
	Percent	Cumulative	
PC1	20.45	20.45	2.0453
PC2	16.79	37.25	1.6792
PC3	12.72	49.97	1.2721
PC4	9.87	59.84	0.9871
PC5	8.92	68.75	0.8917
PC6	8.19	76.95	0.8194
PC7	6.96	83.91	0.6959
PC8	6.71	90.62	0.6710
PC9	4.82	95.44	0.4821
PC10	4.56	100.00	0.4562

Table 6 Factor loadings (eigenvectors) for the different quantitative traits for the principal components retained

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
Ligule length (mm)	-0.26	0.45	-0.09	0.36	-0.28	0.22	-0.22	0.55	-0.31	-0.13
Culm diameter (mm)	0.09	0.56	0.05	-0.06	0.12	-0.45	-0.20	-0.40	-0.25	-0.40
Culm length (mm)	-0.45	0.01	0.22	-0.33	-0.37	0.14	0.15	-0.34	-0.47	0.29
Leaf blade length (mm)	-0.42	0.40	0.31	0.08	-0.17	-0.18	0.06	-0.07	0.71	0.22
Leaf blade width (mm)	0.06	0.33	0.18	-0.71	0.34	0.18	-0.01	0.42	0.05	0.06
Panicle length (mm)	-0.35	0.08	0.14	0.34	0.65	0.24	0.45	-0.10	-0.11	-0.12
100 grain weight (g)	-0.32	-0.35	0.46	-0.09	-0.03	0.14	-0.38	-0.01	0.18	-0.58
Seed length (mm)	-0.40	-0.19	-0.23	-0.01	0.41	-0.31	-0.54	0.05	-0.13	0.38
Amylose content (%)	0.12	-0.12	0.64	0.19	-0.02	-0.53	0.17	0.35	-0.18	0.18
Elongation ratio	0.34	0.18	0.41	0.25	0.10	0.42	-0.43	0.27	0.01	0.37

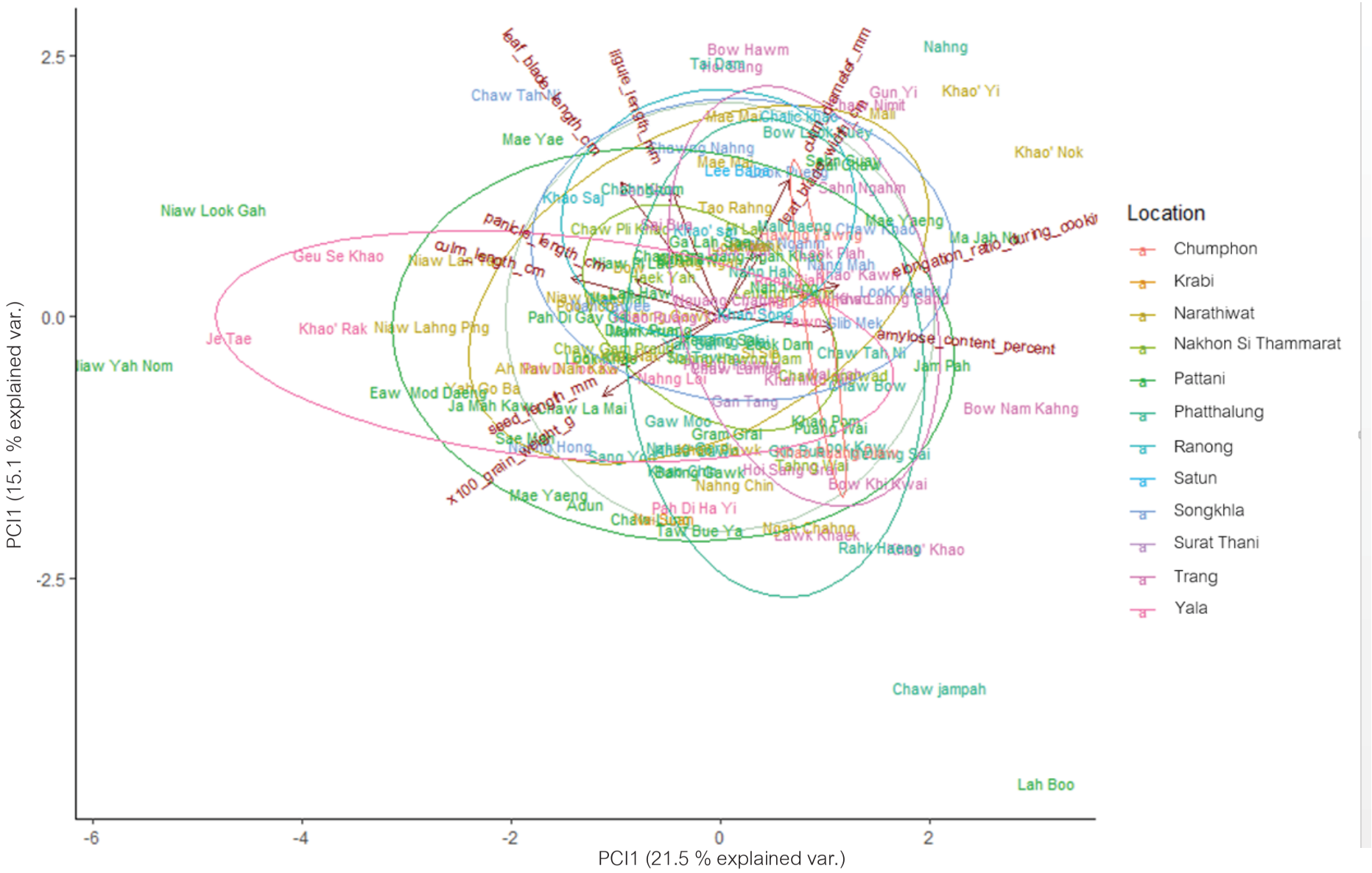

Fig. 1 Principal component analysis (PCA) score plot with 95% confidence ellipse of locations where traditional rice cultivars collected

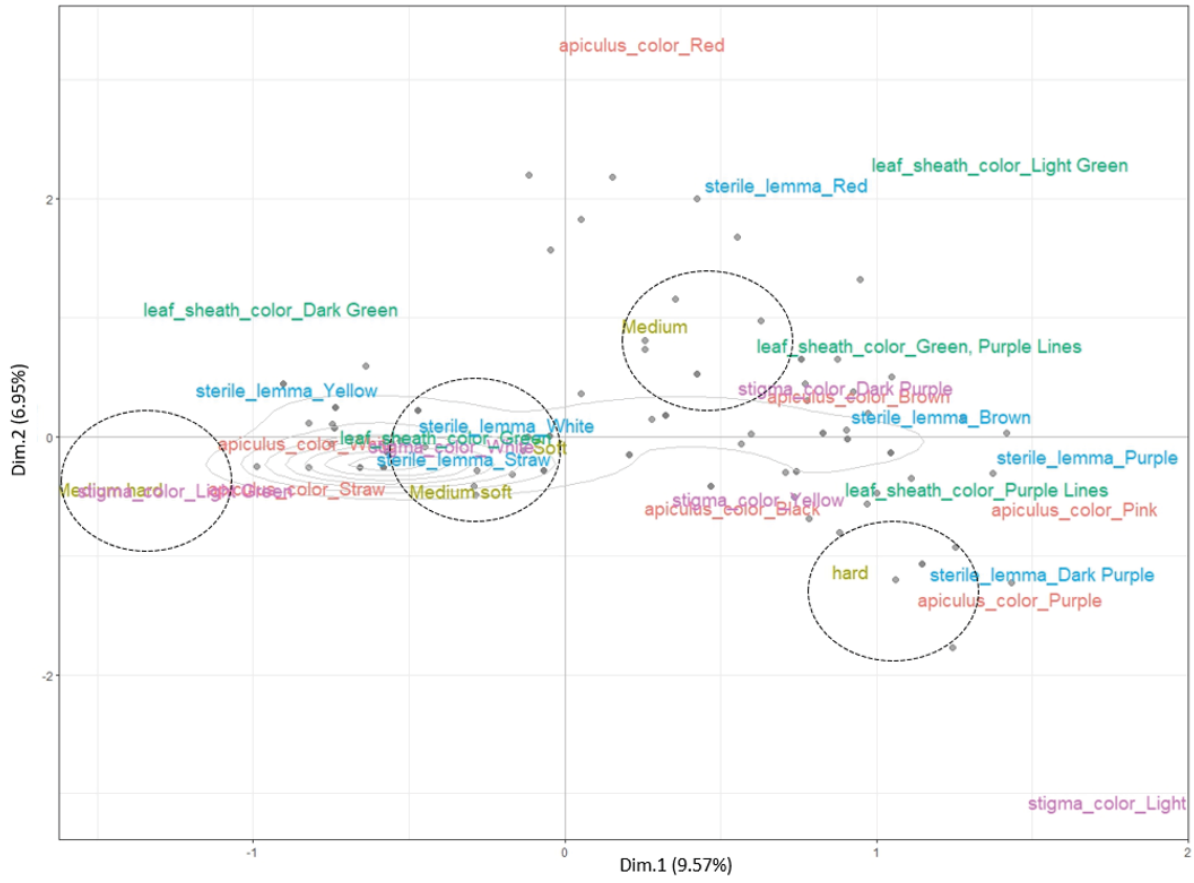

Fig. 2 Multiple correspondence analysis with density plot showing cloud of individual with categories of five qualitative traits (gel consistency, apiculus color, stigma color, leaf sheath color and sterile lemma color)

รองดอกที่มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุดนั้น กระจายไปตามกราฟ และพบว่า สีกลีบรองดอกสีขาว หรือสีฟาง มักพบร่วมกับพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติความคงตัวของแป้งสุกแบบนิ่มหรือนิ่มปานกลาง กาบใบสีเขียว และยอดเกสรตัวเมียสีขาว ซึ่งเป็นลักษณะที่พบมากในพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้จากความหนาแน่นของจุดบน contour plot เช่น พันธุ์โรงเรียน (G.S. No. 09988) แมะแย (G.S. No. 07441) ช่อสีขาว (G.S. No. 07407) ขม (G.S. No. 09802) เป็นต้น พันธุ์ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกปานกลางมักพบร่วมกับลักษณะกาบใบสีเขียวขีดม่วง ยอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาล สียอดดอกสีน้ำตาล และกลีบรองดอกสีน้ำตาล เช่น พันธุ์ชลิกขาว (G.S. No. 09623) ลูกหวาย (G.S. No. 10378) ลิติ้ (G.S. No. 10400) มะลิแดง (G.S. No. 10292) เป็นต้น ส่วนข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็งนั้น มีความสัมพันธ์ใกล้กับลักษณะกลีบรองดอกสีม่วงเข้ม สียอดดอกสีม่วง เช่น พันธุ์ยาไทร (G.S. No. 10255) บางกอก (G.S. No. 09804) ช่อลางสาด (G.S. No. 10341) เบาอุเดน (G.S. No. 10268) เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

ข้าวพื้นเมืองภาคใต้มีความหลากหลาย จากการวิเคราะห์ลักษณะต่างๆ ทั้งลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพเมล็ดของข้าวพื้นเมืองภาคใต้จำนวน 135 พันธุ์ 34 ลักษณะ แบ่งเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ 24 ลักษณะ และลักษณะเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ พบว่า อุณหภูมิแป้งสุก ไม่มีความหลากหลาย ซึ่งทุกพันธุ์มีอุณหภูมิแป้งสุกที่ระดับปานกลาง และมี 15 ลักษณะที่มีความหลากหลายต่ำ โดยมี 5 ลักษณะที่มีลักษณะเด่นมากกว่า 1 คุณลักษณะ เช่น การติดเมล็ด ความแข็งลำต้น ขนบนแผ่นใบ การร่วงของเมล็ด และรูปร่างข้าวกล้อง ขณะที่ลักษณะเชิงปริมาณมีความหลากหลายต่ำ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ พบว่า มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับต่ำ แต่พบว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่มีความยาวของรวงมาก มักจะมีใบที่ยาว หรือลำต้นใหญ่ มักจะมีการยืดตัวของแป้งสุกสูง

จากการวิเคราะห์ principal component analysis แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะเชิงปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความคล้ายคลึงกัน แม้แต่พันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่รวบรวมจากจังหวัดที่แตกต่างกัน ก็พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ multiple correspondence analysis พบลักษณะของข้าวที่มีลักษณะร่วมกัน โดยที่สีกลีบรองดอกสีขาว หรือสีฟาง พบร่วมกันกับลักษณะความคงตัวของแป้งสุกนิ่มหรือนิ่มปานกลาง กาบใบสีเขียว และยอดเกสรตัวเมียสีขาว ซึ่งเป็นลักษณะร่วมที่พบมากในพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ อีกทั้งยังพบมีลักษณะร่วมอื่นๆ เช่น ความคงตัวของแป้งสุกปานกลาง พบร่วมกับลักษณะกาบใบสีเขียวขีดม่วง ยอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาล สียอดดอกสีน้ำตาล และกลีบรองดอกสีน้ำตาล หรือลักษณะความคงตัวของแป้งสุกแข็ง พบร่วมกันกับลักษณะกลีบรองดอกสีม่วงเข้ม และสียอดดอกสีม่วง

ลักษณะประจำพันธุ์ที่มีความหลากหลายสูง เป็นแหล่งพันธุกรรมที่สามารถค้นหาได้จากข้าวพันธุ์พื้นเมือง เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่นำมาวิเคราะห์ เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งจากการรวบรวม ซึ่งอาจจะยังมีข้าวพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ประเมินและรวบรวม รวมถึงข้อมูลของข้าวบางพันธุ์ยังไม่ครบถ้วน ดังนั้น การศึกษาข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์และการอนุรักษ์ข้าวพันธุ์พื้นเมือง ยังมีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวและรักษาความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวของประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

Bajracharya, J., K.A. Steele, D.I. Jarvis, B.R. Sthapit and J.R. Witcombe. 2006. Rice landrace diversity in Nepal: variability of agro-morphological traits and SSR markers in landraces from a high-altitude site. Field Crops Research 95(2-3): 327-335.

Bellon, M.R., J.L. Pham and M.T. Jackson. 1997. Genetic conservation: a role for rice farmers. pp. 263-289. *In*: N. Maxted, B. Ford-Lloyd and J. Hawkes, (eds.), Plant Genetic Conservation: The in situ Approach. Chapman and Hall, London, UK.

Caldo, R.A., L.S. Sebastian and J.E. Hernandez.1996. Morphology-based genetic diversity analysis of ancestral lines of Philippine rice cultivars. Philippine. Journal of Crop Science 21(3): 86-92.

Chittrakorn, S., C. Vutiyano and B. Nichaartana. 1986. Collection and conservation of Thai rice varieties. Thai Agricultural Research Journal 4: 158-163. (in Thai)

Jamago, J.M. and R.V. Cortes. 2012. Seed diversity and utilization of the upland rice landraces and traditional varieties from selected areas in Bukidnon, Philippines. IAMURE International Journal of Ecology Conservation 4(1): 112-130.

Kassambara, A. and F. Mundt. 2020. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.5. Available source: https://CRAN.R project.org/package=factoextra. (April 3, 2022)

Le, S., J. Josse and F. Husson. 2008. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. Journal of Statistical Software 25(1): 1-18.

Oksanen, J., F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens, E. Szoecs and H. Wagner. 2018. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-2. Available source: https://www.bco-dmo.org/related-resource/789167. (April 3, 2022)

R Core Team. 2022. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available source: https://www.R-project.org/. (April 3, 2022)

Saetan, S., R. Precha, K. Kotchapakdee, A. Wawsak, P. Sritongkaew, A. Kamprasert and N. Nunong. 2007. Southern Traditional Rice Varieties Vol 1. Patthalung Rice Research Center. 175 p. (in Thai)

Saetan, S., R. Precha, K. Kotchapakdee, A. Wawsak, P. Sritongkaew, A. Kamprasert and N. Nunong. 2010. Southern Traditional Rice Varieties Vol 2. Patthalung Rice Research Center, Patthalung province. 180 p. (in Thai)

Taylor, R. 1990. Interpretation of the correlation coefficient: a basic review. Journal of Diagnostic Medical Sonography 6: 35-39.

Watanesk, O. 2012. Characteristics of rice varieties. *In*: Document for Rice Characteristics Course. March 28-29, 2012. Phitsanulok Rice Research Center, Phitsanulok province. 33 p. (in Thai)

Wei, T. and V. Simko. 2021. R package 'corrplot': Visualization of a Correlation Matrix. (Version 0.92). Available source: https://github.com/taiyun/corrplot. (April 3, 2022)

Wutyano, C. 2000. Thai traditional rice varieties. Plant Varieties Protection Division. Pathum Thani Rice Research Center, Department of Agriculture. 215 p. (in Thai)

Yawen, Z., S. Shiquan, L. Zichao, Y. Zhongyi, W. Xiangkun, Z. Hongliang and W. Guosong. 2003. Ecogeographic and genetic diversity based on morphological characters of indigenous rice (*Oryza sativa* L.) in Yunnan, China. Genetic Resources and Crop Evolution 50: 567-577.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Banõs, the Philippines. 269 p.