



การพัฒนาสายพันธุ์และการทดสอบพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียวเบื้องต้น ที่มีศักยภาพผลผลิตสูงในจังหวัดพะเยาโดยวิธีสายพันธุ์ผสมกับตัวทดสอบ บุญฤทธิ์ ลินค่างาม* และภาวีนี จันทรวิจิตร

Line Development and Preliminary Trial of the Waxy Corn Hybrid for High Yield Potential in Phayao Using the Test Cross Method with Tester

Bunyarit Sinkangam* and Pavinee Chunvijit

คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao

* Corresponding author. E-mail address: bunyarit.si@up.ac.th

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (UPMI) โดยวิธีการ S_1 selection จำนวน 90 สายพันธุ์ คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางเกษตรที่ดีในประชากรผสมตัวเองชั่วที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์ (UP004-1, UP010-1, UP021-1, UP022-1, UP026-2, UP029-2, UP033-1, UP042-1, UP043-2 และ UP044-1) พบว่า มีอะมิโล เพคติน มากกว่า 95% ทั้งเมล็ดสดและแห้ง มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดตั้งแต่ 58.3-88.3 และ non-reducing ตั้งแต่ 15.0-51.5 mg/g ขณะที่ผลผลิตทั้งเปลือก, ผลผลิตปอกเปลือก, shelling และ การตัดผ่าน พบว่า สายพันธุ์ที่สูงที่สุด คือ UP044-1 (1,275 กก/ไร่), UP010-1 (734 กก/ไร่), UP022-1 (73.5%) และ UP022-1 (57.3%) ตามลำดับ ประเมินสายพันธุ์สร้างลูกผสมโดยผสมตัวทดสอบ 3 ตัว ได้แก่ UPWC1, 3 และ 6 ในฤดูปลายฝน 2013 และทดสอบผลผลิตฤดูแล้ง 2013 ได้ลูกผสม 30 คู่ผสม พบว่า มีอะมิโลเพคติน 94-97% (เมล็ดสด) และ 95-97% (เมล็ดแห้ง) total sugar 53.1-90.9 และ reducing sugar 14.0-54.6 mg/g วันออกดอกตัวผู้และตัวเมีย พบว่า อยู่ในช่วง 43-50 และ 43-48 วัน ตามลำดับ ผลผลิตทั้งเปลือกและปอกเปลือกดีที่สุด คือ UP021-1 x UPWC3 (2,127 กก/ไร่) และ UP033-1 x UPWC1 (1,523 กก/ไร่) คู่ผสมที่มี shelling และการตัดผ่านสูงสุด คือ UP029-2 x UPWC1 เท่ากับ 89.6% และ UP044-1 x UPWC6 เท่ากับ 62.9% ตามลำดับ สำหรับความหนาบางของ pericarp ทั้งด้าน germinal และ abgerminal พบว่า คู่ผสมที่บางที่สุด คือ UP021-1 x UPWC1 เท่ากับ 152.3 และ 135.9 ไมครอน ขณะที่คุณภาพในการกักซึม ได้แก่ ความชอบ, ความนุ่ม และความหนา pericarp พบว่า คู่ผสมที่มีคะแนนดีที่สุด คือ UP010-1 x UPWC1 (4.1), UP029-2 x UPWC6 (4.3) และ UP010-1 x UPWC1 (1.5)

คำสำคัญ: ตัวทดสอบ ข้าวโพดข้าวเหนียว ลูกผสม

Abstract

The University of Phayao Maize Improvement (UPMI) has strongly emphasized performing the waxy corn improvement. Namely, ninety accessions were collected and initiated by simply S_1 selection model. Then, ten lines of S_3 generation were selected that many agronomic characters and adaptation were good, viz, UP004-1, UP010-1, UP021-1, UP022-1, UP026-2, UP029-2, UP033-1, UP042-1, UP043-2 and UP044-1. Data recording, the amylopectin content of both kernels (fresh and dry) was approximately 95%. Sugar content, total averaged 58.3-88.3 mg/g and non-reducing was 15.0-51.5 mg/g. Moreover, yield components were performed, viz, green weight, white weight, shelling and cutting. The results showed that the best line was UP044-1 (1,275 kg/rai), UP010-1 (734 kg/rai), UP022-1 (73.5%) and UP022-1 (57.3%), respectively. The preliminary F_1 hybrid establishment, there were crossed by three testers, UPWC1, 3 and 6, operated in late rainy season 2013. Yield trial evaluation, thirty crosses were received and conducted in dry season 2013. Many agronomic characters were recorded. Namely, amylopectin content ranged 94-97% of both kernels. Furthermore, total and non-reducing sugar were 53.1-90.9 and 14.0-54.6 mg/g, respectively. Day to flowerings, tasseling and silking were 43-50 and 43-48 days, respectively.



Most importantly, the best crosses of green and white weight were UP021-1 x UPWC3 (2,127 kg/rai) and UP033-1 x UPWC1 (1,523 kg/rai), respectively. Shelling and cutting percentage found that in UP029-2 38 x UPWC1 (89.6%) and UP044-1 x UPWC6 (62.9%). In addition, the pericarp thickness measured two sides, germinal and abgerminal. The results revealed that the thinnest line was UP0211-1 x UPWC1 equal to 152.3 and 135.9 micron, respectively. The eating qualities consisted of flavor, tenderness and pericarp thickness were scored. The best crosses of eating qualities, there were UP010-1 x UPWC1 (4.1), UP029-2 x UPWC6 (4.3) and UP010-1 x UPWC1 (1.5).

Keywords: tester, waxy corn, F_1 hybrid

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn or glutinous corn) เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสดที่ได้รับความนิยมบริโภคของคนไทยมาช้านานมีการผลิตและจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นทั่วประเทศตลอดทั้งปี โดยมีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์สูงขึ้นต่อเนื่องอย่างเป็นลำดับ โดยในปัจจุบันไทยมีมูลค่าการค้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวไม่ต่ำกว่าปีละ 450-480 ล้านบาท หรือมีมูลค่าประมาณ 225-240 ล้านบาท (เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล, 2555, น. 48-75) แต่ข้อจำกัดที่สำคัญในการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวของประเทศไทย คือ การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่ดี เกษตรกรส่วนใหญ่ในปัจจุบันยังใช้พันธุ์ซึ่งเก็บโดยเกษตรกรเองในท้องถิ่นนั้นๆ ทำให้มีผลผลิตไม่มีความสม่ำเสมอคุณภาพในการรับประทานอีกทั้งอ่อนแอต่อโรค ทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนได้พยายามพัฒนาพันธุ์ลูกผสม (F_1 hybrid) ขึ้นเพื่อทดแทนพันธุ์ดังกล่าวซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพการบริโภคดี จากความสำคัญดังกล่าวขั้นตอนในการพัฒนาสายพันธุ์ขั้นตอนหนึ่ง คือ การคัดเลือกพ่อแม่สายพันธุ์แท้ที่มีสมรรถนะการรวมตัวที่ดีเพื่อใช้ในการสร้างลูกผสมที่ดีเป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างพันธุ์ลูกผสม อย่างไรก็ตามโดยปกติในโครงการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นมักมีสายพันธุ์แท้จำนวนมากจึงจำเป็นต้องใช้สายพันธุ์ทดสอบ (Tester) เพื่อคัดสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมต่ำทิ้งไปโดยเหลือสายพันธุ์แท้ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีในจำนวนที่สามารถจัดการได้นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยพะเยาจึงมีแนวคิดพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (University of Phayao Maize Improvement, UPMI) โดยได้มีการดำเนินงานมา

เป็นระยะเวลาหนึ่งมาจนถึงวิธี test cross และปลูกทดสอบพันธุ์ลูกผสมในจังหวัดพะเยาโดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อทดสอบหาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเบื้องต้น 2) เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่ปรับตัวได้ดีในจังหวัดพะเยา

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกและผสมพันธุ์: ปลูกทดสอบสายพันธุ์พ่อแม่ (Parental lines) ที่มีศักยภาพผ่านการผสมตัวเองระหว่างชั่วที่ 1-3 (S_1-S_3) ประกอบด้วย 1) UPWC1-50 จำนวน 50 สายพันธุ์ 2) UPWT1-20 จำนวน 20 สายพันธุ์ และ 3) WPWO1-20 จำนวน 20 สายพันธุ์ ตั้งแต่ฤดูกล้างปี 2011 คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นบันทึกข้อมูลและลักษณะสำคัญทางการเกษตร เช่น ความต้านทานโรค ความแข็งแรงของต้น เป็นต้น ได้สายพันธุ์ชั่วที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์ ประกอบด้วย UP004-1, UP010-1, UP021-1, UP022-1, UP026-2, UP029-2, UP033-1, UP042-1, UP043-2 และ UP044-1 ปลูกผสมกับตัวทดสอบในฤดูปลายฝนปี 2013 โดยมีตัวทดสอบจำนวน 3 ตัว ประกอบด้วย UPWC1, UPWC3 และ UPWC6 ได้ลูกผสมทั้งหมดจำนวน 30 คู่ผสม ปลูกทดสอบผลผลิตในฤดูกล้างปี 2013 วิเคราะห์ลักษณะสำคัญทางการเกษตรและชีวเคมีของข้าวโพดข้าวเหนียว สถานที่ปลูกและดำเนินการ ณ แปลงปฏิบัติการคณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

การวิเคราะห์ลักษณะทางชีวเคมี: 1) วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยการตรวจสอบปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาล reducing sugar ตามวิธีการของ Nelson's

method (Nelson, 1979) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 560 นาโนเมตร (nm) เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน D-glucose 2) วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลเพคตินโดยการตรวจหาปริมาณ อะมิโลสตามวิธีการของ Juliano's method (Juliano, 1971, pp. 334-340) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร เทียบกับสารละลายมาตรฐานอะมิโลส

การวางแผนการทดลองและการดูแลรักษา: ปลูกทดสอบผลผลิตเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน ได้แก่ พันธุ์บีโกไวท์ ในฤดูแล้งปี 2013 วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized complete block design) จำนวน 3 ซ้ำ จำนวน 2 แถวต่อแปลงย่อย แต่ละแถวยาว 5 เมตร บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรและลักษณะสำคัญพันธุ์ลูกผสม การปลูกและการดูแลรักษาใช้ระยะปลูก 25 x 75 ซม ใส่ปุ๋ยรองพื้น 15-15-15 อัตรา 50 กก/ไร่ และเมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 30 กก/ไร่ ป้องกันและกำจัดวัชพืชโดยการฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชรากก่อนงอกให้น้ำทันทีหลังจากปลูกทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น บันทึกผลประกอบด้วย ผลผลิตทั้งเปลือก ผลผลิตปอกเปลือก shelling การตัดฝาน pericarp thickness และการทดสอบการกัฒิม (โซคซัย เอกทศนาวรรณ, ชไมพร เอกทศนาวรรณ, และนพพงศ์ จุลจจอหอ, 2556, น.1 3-22; อารังศิลป์ โพธิ์สูง, อำไพ เรืองฤทธิ์, และสำราญ ศรีชมพร, 2556, น. 49-56) การวิเคราะห์ความแปรปรวนใช้ R-Program version R 2.11.0 (R development core team, 2010)

ผลการศึกษา

พัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวผสมตัวเองชั่วที่ 3: จากการพัฒนาประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวตามวิธีการปรับปรุงพันธุ์มาตรฐาน เริ่มจากวิธีการ S_1 selection จากประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 90 สายพันธุ์ คัดเลือกสายพันธุ์ปรับปรุงก้าวหน้าพร้อมกับคัดเลือกลักษณะทางคุณภาพ และลักษณะทางการเกษตรจนได้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) ที่มีศักยภาพสูงจำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์อะมิโลเพคตินมากกว่า 95% ทั้งเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง ขณะที่ปริมาณน้ำตาล

พบว่า มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดตั้งแต่ 58.3-88.3 mg/g และ non-reducing ตั้งแต่ 15.0-51.5 mg/g (Table 1) ขณะที่ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ผลผลิตทั้งเปลือก, ผลผลิตปอกเปลือก, Shelling และ การตัดฝาน พบว่า สายพันธุ์ที่ให้ค่าสูงที่สุด คือ UP044-1 (1,275 กก/ไร่), UP010-1 (734 กก/ไร่), UP022-1 (73.5%) และ UP022-1 (57.3%) ตามลำดับ (Table 2)

ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพการบริโภค
พันธุ์ลูกผสม: จากการผสมกับตัวทดสอบได้ลูกผสม 30 คู่ผสม นำมาปลูกประเมินผลผลิต พบว่า มีเปอร์เซ็นต์อะมิโลเพคติน 94-97 เปอร์เซ็นต์ (เมล็ดสด) และ 95-97 เปอร์เซ็นต์ (เมล็ดแห้ง) ปริมาณน้ำตาล พบว่า น้ำตาลทั้งหมดอยู่ในช่วง 53.1-90.9 mg/g และ reducing sugar อยู่ในช่วง 14.0-54.6 mg/g ขณะที่วันออกดอกทั้งตัวผู้และตัวเมีย พบว่า อยู่ในช่วง 43-50 และ 43-48 วัน ตามลำดับ สำหรับผลผลิตทั้งเปลือกและปอกเปลือกคู่ผสมที่มีค่าสูงที่สุด คือ UP021-1 x UPWC3 (2,127 กก/ไร่) และ UP033-1 x UPWC1 (1,523 กก/ไร่) ตามลำดับ นอกจากนี้คู่ผสมที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ shelling และการตัดฝานสูงที่สุด คือ UP029-2 x UPWC1 เท่ากับ 89.6% และ UP044-1 x UPWC6 เท่ากับ 62.9% ตามลำดับ (Table 3) ขณะที่คะแนนลักษณะต้นและลักษณะฝัก พบว่า ทั้ง 30 คู่ผสมให้ค่าอยู่ในช่วง 3.0-4.3 และ 2.3-3.7 ตามลำดับ นอกจากนี้ความยาวฝักซึ่งประกอบด้วย ความยาวทั้งฝัก, ความกว้างฝัก และความยาวถึงส่วนที่ติดเมล็ด พบว่า คู่ผสมที่ให้ค่าความยาวฝักสูงที่สุด ได้แก่ UP026-2 x UPWC3, UP004-1 x UPWC3 และ UP004-1 x UPWC3 เท่ากับ 16.8, 3.8 และ 15.1 ซม ตามลำดับ ขณะที่จำนวนแถวต่อฝัก และจำนวนเมล็ดต่อแถว พบว่า คู่ผสม UP010-1 x UPWC1 และ UP010-1 x UPWC6 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 15.3 และ 30.1 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้มีการประเมินความหนาบางของ pericarp ทั้งด้านหน้า และหลัง embryo (Germinal และ Abgerminal) พบว่า คู่ผสมที่มี pericarp ทั้งสองด้านบางที่สุด คือ UP021-1 x UPWC1 เท่ากับ 152.3 และ 135.9 ไมครอน ตามลำดับ ในส่วนของคุณภาพในการกัฒิมประกอบด้วย ความชอบ, ความนุ่ม



และความหนา pericarp พบว่า คู่ผสมที่มีคะแนนคุณภาพการกักขังดีที่สุด คือ UP010-1 x UPWC1 (4.1), UP029-2 x UPWC6 (4.3) และ UP010-1 x UPWC1 (1.5) ตามลำดับ (Table 4)

อภิปรายผลการศึกษา

จากการคัดเลือกสายพันธุ์ปรับปรุงก้าวหน้าพร้อมกับคัดเลือกลักษณะทางคุณภาพ และลักษณะทางการเกษตรจนได้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) ที่มีศักยภาพสูงจำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์อะมีโลเพคตินมากกว่า 95% ทั้งเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่พบในข้าวโพดข้าวเหนียวสอดคล้องกับรายงานของ บุญฤทธิ์ สิ้นค้างาม, วรชมน มงคล, อังคณา เพาะนิยม, พิระนุช จอมพุก, พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, และชูศักดิ์ จอมพุก, 2555, น. 42. ได้ประเมินสมรรถนะการผสมของข้าวโพดข้าวเหนียวโปรตีนคุณภาพโดยการสร้างลูกผสมแบบพบกันหมด พบว่า ทุกคู่ผสมมีปริมาณอะมีโลเพคตินเฉลี่ย 97% ขณะที่ปริมาณน้ำตาลนั้นสามารถพบปริมาณน้ำตาลในเมล็ดสะสมอยู่แม้ว่าจะมีปริมาณไม่มากก็ตามเมื่อเทียบกับข้าวโพดหวานแต่ก็เป็นส่วนที่ต้องพิจารณาเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญมากยิ่งขึ้นในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในปัจจุบัน ในส่วนของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพการบริโภคของลูกผสมที่ได้ทั้ง 30 คู่ผสม (Table 3 และ 4) แสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มเป็นไปในทางที่ดีในหลายลักษณะ โดยเฉพาะเมื่อทำการเปรียบเทียบกับพันธุ์ check (Big White) ซึ่งพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ผลผลิตทั้งเปลือก (กก/ไร่), ผลผลิตปอกเปลือก (กก/ไร่), Shelling (%), เปอร์เซ็นต์การตัดผ่าน (%) และคะแนนคุณภาพการกักขัง เป็นต้น แสดงให้เห็นถึงการใช้เชื้อพันธุ์กรรมเริ่มต้นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ที่ดีทำให้มีการปรับตัวที่ดีของพันธุ์ลูกผสมเบื้องต้นที่ได้จากการผสมกับตัวทดสอบโดยเฉพาะในเขตภาคเหนือตอนบนซึ่งมีลักษณะเฉพาะ ซึ่งเป็นไปได้ที่จะสามารถพัฒนาพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียวที่เป็นไปตาม

ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มาตรฐานในอนาคตให้ได้เหลือเพียง 1-2 พันธุ์

สรุปผลการศึกษา

จากการพัฒนาประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวตามวิธีการปรับปรุงพันธุ์มาตรฐานสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) ที่มีศักยภาพสูงจำนวน 10 สายพันธุ์ เมื่อผสมกับตัวทดสอบจำนวน 3 ตัวทดสอบได้ลูกผสมจำนวน 30 คู่ผสม นำมาปลูกประเมินผลผลิตพบว่า วันออกดอกทั้งตัวผู้และตัวเมีย พบว่า อยู่ในช่วง 43-50 และ 43-48 วัน ตามลำดับ สำหรับผลผลิตทั้งเปลือกและปอกเปลือกคู่ผสมที่มีค่าสูงที่สุด คือ UP021-1 x UPWC3 (2,127 กก/ไร่) และ UP033-1 x UPWC1 (1,523 กก/ไร่) ตามลำดับ ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อไปในอนาคต นอกจากนี้คู่ผสมที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ shelling และการตัดผ่านสูงที่สุด คือ UP029-2 x UPWC1 เท่ากับ 89.6 และ UP044-1 x UPWC6 เท่ากับ 62.9 ตามลำดับ ในส่วนของคุณภาพในการกักขังประกอบด้วย ความชอบ, ความนุ่ม และความหนา pericarp พบว่า คู่ผสมที่มีคะแนนคุณภาพการกักขังดีที่สุด คือ UP010-1 x UPWC1 (4.1), UP029-2 x UPWC6 (4.3) และ UP010-1 x UPWC1 (1.5) ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และกองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา ที่สนับสนุนงบประมาณเพื่อให้วิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

**Table 1** Means of biochemical characters of 10 waxy lines; trial conducted at University of Phayao in 2013L.

Line	Amylopectin (%)		Sugar (mg/g)	
	Fresh kernel	Dry kernel	TS ^{1/}	non-RS ^{2/}
UP004-1	96.0	97.5	58.3d	15.0e
UP010-1	96.7	97.1	65.3cd	32.4d
UP021-1	97.6	97.4	71.2bc	41.9c
UP022-1	96.7	96.1	59.0d	33.9d
UP026-2	97.6	97.5	77.3b	51.5a
UP029-2	97.6	97.1	88.3a	46.1a-c
UP033-1	98.0	96.4	85.2a	51.1ab
UP042-1	96.0	97.4	68.1c	44.7bc
UP043-2	96.7	97.5	61.4cd	30.1d
UP044-1	98.0	96.5	70.9bc	46.3a-c
F-test	ns	ns	**	**
LSD (0.05)	1.9	2.0	7.7	2.0
CV (%)	0.84	0.87	4.55	2.18

^{1/} TS = total sugar, ^{2/} non-RS = non-reducing sugar, ns = non-significant difference at P<0.05,

*, ** = significant difference at P<0.05 and P<0.01 levels, respectively. 2013L = late rainy season.

Table 2 Means of agronomic characters of 10 waxy lines; trial conducted at University of Phayao in 2013L.

Line	Height (cm)		Day to flowering (day)		Green weight (kg/rai)	White weight (kg/rai)	Shelling (%)	Cutting (%)
	Plant	Ear	Tassel	Silk				
UP004-1	100bc	52bc	46cd	48de	1180b	714a	62.3b	53.0a
UP010-1	97c	41e	47bc	47e	1176b	734a	60.5b	47.0b
UP021-1	82d	44e	49ab	49cd	1150b	517c	46.2d	43.7bc
UP022-1	108b	54b	44d	44f	907d	715a	73.5a	57.3a
UP026-2	98c	45e	47bc	48de	836e	521c	62.7b	42.8bc
UP029-2	125a	48d	49ab	51ab	1048c	557b	53.7c	40.7cd
UP033-1	127a	49cd	48a-c	49cd	705g	339e	48.1cd	36.7d
UP042-1	108b	52bc	46cd	47e	787f	378d	48.6cd	35.4d
UP043-2	126a	57a	49ab	52a	1052c	566b	54.2c	40.6cd
UP044-1	111b	50cd	50a	50bc	1275a	467de	37.6e	32.1e
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD(0.05)	5.0	2.0	2.0	2.0	115	51	11.2	5.8
CV (%)	2.14	1.51	1.90	1.50	4.98	4.98	8.93	5.48

*, ** = significant difference at P<0.05 and P<0.01 levels, respectively. 2013L = late rainy season.



Table 3 Means of biochemical and agronomic characters of 30 hybrids and 1 check variety; trial conducted at University of Phayao in 2013D.

Hybrid	Amylopectin (%)		Sugar (mg/g)		Height (cm)		Day to flowering (day)		Green weight (kg/rai)	White weight (kg/rai)	Shelling (%)	Cutting (%)
	Fresh	Dry	TS ^{1/}	non-RS ^{2/}	Plant	Ear	Tassel	Silk				
UP004-1 x UPWC1	95.7	95.4	57	32.9	168	74	47	47	1286	768	59.7	54.3
x UPWC3	96.6	96.1	84.2	50.1	178	75	46	45	1406	867	61.7	52.9
x UPWC6	97.0	96.4	69.2	40.9	145	78	46	45	1177	668	56.8	49.7
UP010-1 x UPWC1	96.0	96.2	75.3	50.5	143	80	45	44	2059	1448	70.3	55.8
x UPWC3	95.0	96.6	86.3	45.1	153	73	47	46	1433	946	66.0	54.8
x UPWC6	95.7	95.1	64.3	31.4	149	66	43	43	1505	629	41.8	51.5
UP021-1 x UPWC1	95.9	96.1	55.3	14.0	146	78	47	46	1380	828	60.0	53.6
x UPWC3	95.3	96.6	74.0	46.2	158	81	45	44	2127	1260	59.2	59.5
x UPWC6	94.8	96.1	88.3	46.9	156	78	45	44	1776	1123	63.2	56.5
UP022-1 x UPWC1	94.8	96.1	90.9	54.6	152	70	45	45	1480	663	44.8	50.7
x UPWC3	95.6	96.6	87.7	46.8	154	78	49	48	1917	1157	60.4	60.0
x UPWC6	94.8	96.0	58.9	30.4	150	84	50	47	1864	1108	59.4	56.5
UP026-2 x UPWC1	94.4	96.3	84.4	45.8	165	74	49	48	1926	1181	61.3	52.1
x UPWC3	95.2	96.7	78.9	46.0	150	77	46	46	1979	1147	58.0	59.9
x UPWC6	95.2	96.5	77.5	38.0	151	66	46	47	1632	1034	63.4	57.0
UP029-2 x UPWC1	95.9	96.3	57.0	34.5	168	78	46	45	1572	1408	89.6	60.9
x UPWC3	95.4	96.5	66.5	39.2	145	65	45	44	1798	1179	65.6	54.6
x UPWC6	95.6	97.4	53.1	29.1	158	84	45	44	1552	1072	69.1	36.5
UP033-1 x UPWC1	94.3	96.0	74.5	49.5	144	74	47	46	1931	1523	78.9	47.7
x UPWC3	94.6	95.8	66.1	39.0	144	75	47	48	1763	1187	67.3	37.2
x UPWC6	95.8	95.7	64.3	41.2	156	78	47	46	1820	1352	74.3	38.5
UP042-1 x UPWC1	96.6	95.7	73.1	32.1	168	67	47	47	1749	1302	74.7	61.3
x UPWC3	96.0	95.7	68.4	34.2	167	71	48	48	1686	1256	73.4	60.2
x UPWC6	97.4	95.2	57.4	41.3	171	69	47	46	1703	1298	75.6	59.8
UP043-2 x UPWC1	96.2	95.4	58.6	39.8	158	69	47	46	1578	1123	70.7	60.3
x UPWC3	96.1	96.3	66.9	40.1	164	68	46	46	1604	1198	74.2	60.5
x UPWC6	95.3	96.5	62.2	40.8	167	67	45	46	1566	1067	67.3	58.9

**Table 3 (Cont.)**

Hybrid	Amylopectin (%)		Sugar (mg/g)		Height (cm)		Day to flowering (day)		Green weight (kg/rai)	White weight (kg/rai)	Shelling (%)	Cutting (%)
	Fresh	Dry	TS ^{1/}	non-RS ^{2/}	Plant	Ear	Tassel	Silk				
UP044-1 xUPWC1	96.6	96.2	63.4	37.6	177	74	45	44	1856	1387	72.7	61.8
x UPWC3	94.8	95.9	66.9	29.9	173	69	47	46	1890	1411	74.5	62.3
x UPWC6	94.3	96.3	65.1	29.7	169	77	48	46	1812	1432	77.3	62.9
Big White	94.7	94.3	70.2	38.2	150	74	48	48	1626	1243	76.4	46.6
F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD (0.05)	2.9	5.8	12.4	8.7	5.0	4.0	2.0	2.0	35	58	11.8	5.1
CV (%)	1.48	2.94	8.33	10.33	1.45	2.35	2.35	2.28	0.99	2.50	8.94	4.77

^{1/} TS = total sugar, ^{2/} non-RS = non-reducing sugar, ns = non-significant difference at P<0.05, *, ** = significant difference at P<0.05 and P<0.01 levels, respectively. 2013D = dry season.

Table 4 Means of plant, ear character and eating quality of 30 hybrids and 1 check variety; trial conducted at University of Phayao in 2013D

Hybrid	Plant aspect ^{4/}		Ear length (cm)			No. row per ear	No. seed per row	Pericarp thickness		Eating quality		
	(1-5)		Length	Width	Tip			(micron)		Flavor (1-5) ^{3/}	Tendern ess	Thickne ss
	Plant	Ear						Ger. ^{1/}	Abger. ^{2/}			
UP004-1 x UPWC1	3.3	3.0	14.4	2.9	13.2	13.1	27.6	251.2	211.2	3.4	3.5	1.9
x UPWC3	4.3	3.3	16.1	3.8	15.1	14.7	29.1	158.3	166.1	3.6	3.8	1.8
x UPWC6	4.0	3.3	15.0	3.1	13.2	14.2	28.1	188.9	144.2	3.5	3.5	1.9
UP010-1 x UPWC1	4.0	3.0	14.9	3.0	13.9	15.3	27.9	203.7	176.4	4.1	4.1	1.5
x UPWC3	4.3	3.0	15.7	3.0	14.4	12.1	29.6	169.8	157.5	3.6	3.6	1.9
x UPWC6	4.0	3.7	14.6	3.0	14.1	12.2	30.1	178.8	156.6	3.8	3.9	2.1
UP021-1 x UPWC1	4.3	3.3	14.6	3.0	14.5	13.4	29.6	152.3	135.9	3.7	3.8	1.8
x UPWC3	3.0	2.3	14.7	3.2	12.4	11.5	22.5	158.5	164.8	2.8	3.3	1.8
x UPWC6	4.0	3.0	14.2	3.4	12.7	13.3	25.1	171.5	156.9	3.0	4.0	2.0
UP022-1 x UPWC1	4.0	3.3	13.8	3.4	12.2	13.5	23.6	191.0	246.0	3.3	3.8	1.8
x UPWC3	3.0	3.3	15.3	3.0	12.4	12.9	23.5	209.2	163.4	2.5	2.8	2.3
x UPWC6	3.0	2.3	15.8	3.4	13.1	13.6	19.5	173.3	189.4	2.7	3.6	2.0
UP026-2 x UPWC1	3.0	2.7	16.7	3.0	13.3	13.8	23.1	218.2	187.3	2.8	3.2	2.1
x UPWC3	3.7	2.7	16.8	4.1	14.9	14.3	29.8	195.5	227.2	4.0	3.7	2.0
x UPWC6	3.0	3.0	16.3	3.6	14.1	13.7	27.8	204.5	223.2	3.0	4.2	2.0

**Table 4** (Cont.)

Hybrid	Plant aspect ^{4/} (1-5)		Ear length (cm)			No. row per ear	No. seed per row	Pericarp thickness (micron)		Eating quality		
	Plant	Ear	Length	Width	Tip			Ger. ^{1/}	Abger. ^{2/}	Flavor (1-5) ^{3/}	Tenderness	Thickness
UP029-2 x UPWC1	3.0	2.7	14.5	3.3	12.0	14.1	21.7	221.6	171.6	2.8	3.5	2.3
x UPWC3	3.0	3.3	13.5	3.2	11.3	13.9	20.0	208.7	217.6	2.8	3.1	2.1
x UPWC6	3.7	3.3	15.1	4.2	13.7	13.9	28.1	158.7	219.7	3.3	4.3	2.3
UP033-1 x UPWC1	4.0	3.3	14.6	4.0	13.9	13.6	24.8	190.7	201.7	3.2	4.0	2.3
x UPWC3	3.0	3.0	14.2	3.0	11.7	13.7	19.6	229.9	159.8	3.0	2.7	2.3
x UPWC6	3.7	3.0	16.2	3.7	13.3	13.7	27.1	182.0	216.8	3.2	3.3	2.3
UP042-1 x UPWC1	3.0	3.3	14.8	3.4	13.3	14.3	27.6	221.4	204.5	3.4	3.8	2.3
x UPWC3	3.0	3.7	15.2	3.2	14.1	13.7	26.5	187.9	199.6	3.2	4.1	2.1
x UPWC6	3.0	3.3	14.6	3.4	13.2	14.1	27.3	194.2	210.3	3.0	3.7	2.1
UP043-2 x UPWC1	3.7	3.0	15.3	3.7	13.9	13.7	24.7	203.5	189.5	2.8	3.9	2.3
x UPWC3	4.0	3.0	14.9	3.4	13.7	13.7	25.6	198.5	186.4	3.4	3.8	2.3
x UPWC6	3.7	3.0	14.5	3.4	13.1	14.2	26.1	199.0	187.3	3.6	3.8	2.1
UP044-1 x UPWC1	4.0	3.7	13.7	3.2	12.4	14.7	23.6	167.4	155.4	3.0	4.0	2.0
x UPWC3	4.0	3.7	14.2	3.4	12.9	14.8	24.3	178.9	154.2	2.8	3.7	2.1
x UPWC6	3.7	3.3	14.3	3.2	13.1	14.5	25.1	202.3	198.6	2.7	3.8	2.3
Big White	2.0	3.7	15.0	3.0	14.0	11.7	29.5	247.4	197	2.7	3.4	1.7
F-test	**	ns	**	**	**	**	**	*	*	**	**	ns
LSD (0.05)	0.4	0.9	1.3	0.6	1.0	0.8	3.9	51.8	51.6	0.6	0.7	0.5
CV (%)	8.34	19.7	5.21	11.1	4.94	4.04	9.67	15.81	15.7	12.99	13.35	16.94

ns = non-significant difference at P<0.05, *, ** = significant difference at P<0.05 and P<0.01 levels, respectively, 1/Ger.= germinal, 2/Abger. = abgerminal, 3/rating 1 - 5; 1 = poorest and 5 = best for flavor, tenderness and plant aspect, 4/rating 1 - 3; 1 = poorest and 3 = best for thickness, ns = non-significant difference at P<0.05, *, ** = significant difference at P<0.05 and P<0.01 levels, respectively. 2013D = dry season.



เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล. (2555). กฎหมายและการปรับปรุงพันธุ์พืช. ในเอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักการปรับปรุงพันธุ์พืช รุ่นที่ 2 วันที่ 21-24 สิงหาคม 2555 (น. 48-75). นครปฐม: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน.
- โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, และ นพพงศ์ จุลจอหอ. (2556). การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ดีเด่นสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป. ในการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36 วันที่ 5-7 มิถุนายน 2556 (น. 13-22). นนทบุรี: กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ธำรงค์ ปิโณสูง, อำไพ เรืองฤทธิ์, และสำราญ ศรีชมพร. (2556). การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม. ในการประชุมวิชาการ ข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36 วันที่ 5-7 มิถุนายน 2556 (น. 49-56). นนทบุรี: กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- บุญฤทธิ์ สิ้นค้างาม, วรชมน มงคล, อังคณา เพาะนิยม, พิระนุช จอมพุก, พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์, และชูศักดิ์ จอมพุก. (2555). การประเมินสมรรถนะการผสมของข้าวโพดข้าวเหนียวโปรตีนคุณภาพ. ในการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10 วันที่ 24-25 กรกฎาคม 2555 (น. 42). พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Juliano, B. O. A. (1971). Simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Science Today*, 16, 334-340.
- Nelson, O. E. (1979). Inheritance of amino acid content in cereals. Seed protein improvement in cereals and grain legumes. *IAEA*, 11, 79-88.
- R Development Core Team. (2010). R program. Retrieved, February, 27, 2010 from <http://www.R-project.org>