

การตอบสนองต่อการคัดเลือก 2 วิธีการของลักษณะขนาดเมล็ด ในประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง

Response to two selection methods on kernels size characteristic in purple waxy corn population

ประกาศิต ดวงพาเพ็ง¹, พลัง สุริหาร¹ และ กมล เลิศรัตน์^{1*}

Prakasit Duangpapeng¹, Bhalang Suriharn¹ and Kamol Lertrat^{1*}

บทคัดย่อ: การปรับปรุงประชากรเพื่อเพิ่มขนาดเมล็ดของข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงเพื่อใช้แปรรูปเป็นขนมขบเคี้ยวและอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากข้าวโพดพันธุ์ใหม่ การใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จในการปรับปรุงประชากร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองต่อการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ (MMS) จำนวน 4 รอบ และแบบวงจรพื้นฐาน (SRS) จำนวน 2 รอบ ในลักษณะขนาดเมล็ดในประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง ประเมินประชากรปรับปรุงชั่วรุ่นต่างๆ (M_0/C_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , C_1 และ C_2) 7 ประชากร และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน 3 พันธุ์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ มี 4 ซ้ำ ในจังหวัดอุทัยธานีระหว่างฤดูแล้งปี 2557/2558 ผลการศึกษา พบว่า การคัดเลือกหมู่ประยุกต์ จำนวน 4 รอบ และแบบวงจรพื้นฐาน จำนวน 2 รอบไม่เพิ่มขนาดเมล็ดในประชากรข้าวโพดสีม่วงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกทั้งสองวิธีการ (M_4 และ C_2) มีขนาดเมล็ด (น้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ด) สูงกว่าพันธุ์การค้า ลักษณะขนาดเมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับความยาวฝัก ($r=0.43^*$) แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบกับความสูงฝัก ($r=-0.40^*$) แม้ว่า วิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงประชากรไม่สามารถเพิ่มขนาดเมล็ดได้ แต่ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์นั้น มีขนาดเมล็ดใหญ่เทียบเท่ากับโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์อื่นๆ ซึ่งสามารถนำไปผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ได้โดยตรงหรือใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับสกัดสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงลูกผสมที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ต่อไปได้

คำสำคัญ: การปรับปรุงประชากร, *Zea mays* L., เมล็ดใหญ่, คอรันนัท, แอนโทไซยานิน

ABSTRACT: Population improvement for large kernels in purple waxy corn for processing of snacks and functional food products is a strategy aims at increasing values of corn products and promotes utilization of new waxy corn varieties. Thus, the use of appropriate selection methods is therefore important for the progress in population improvement. The objective of this study was to compare the responses to 4 cycles of modified-mass selection (MMS) and 2 cycles of simple recurrent selection (SRS) for kernel size in purple waxy corn populations. Seven generations (M_0/C_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , C_1 and C_2) of improved populations and three check varieties were evaluated in a randomized complete block design with 4 replications in Uthai Thani province during the dry season 2014/2015. The results found highlighted that four cycles of MMS and 2 cycles of SRS did not significantly increase kernel size in purple waxy corn population. The improved populations (M_4 and C_2) had larger kernel size (1,000-kernel dry weight) than did the check varieties. Kernel size was positively correlated with ear length ($r=0.43^*$), but it was negatively correlated with ear height ($r=-0.40^*$). Although MMS and SRS population improvement methods were not be able to increase kernel size, the improved populations had large kernels comparable to those obtained from other breeding programs, and these populations can be used for snack production and as genetic resources for extraction inbred lines for development of large kernel purple waxy corn hybrid varieties.

Keywords: population improvement, *Zea mays* L., large kernel, corn nuts, anthocyanin

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Plant Science and Agricultural Resource, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand.

* Corresponding author: kamol9@gmail.com

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy หรือ glutinous corn) เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสดที่นิยมบริโภคในหลายประเทศในทวีปเอเชีย เช่น จีน เกาหลีใต้ หวัน เวียดนาม ลาว และไทย เป็นต้น ในระยะฝักแห้งมีการนำเมล็ดมาใช้ในการอุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นข้าวโพดทอดกรอบ ปุรงรสหรือขนมขบเคี้ยว (snack) ต่างๆ อาทิ Cornick และ Chichacom ในประเทศฟิลิปปินส์ และในประเทศสหรัฐอเมริกามีการผลิตและจำหน่ายในชื่อ Corn Nuts โดยใช้เมล็ดข้าวโพดพันธุ์ Cuzco ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวโพดที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ สีขาว เป็นพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับอุตสาหกรรมการแปรรูปโดยเฉพาะ ส่วนข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง (purple waxy corn) เป็นพันธุ์พัฒนาที่อุดมไปด้วยสารพฤกษเคมีชนิดแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ทั้งในเมล็ด โหมด ซึ่งและองค์ประกอบอื่นๆ มีประโยชน์ในการต่อต้านสารอนุมูลอิสระหรือป้องกันการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคมะเร็ง หลอดเลือดและหัวใจ เบาหวาน และโรคอ้วน เป็นต้น (Tsuda, 2012) และมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับมนุษย์ในรูปแบบต่างๆ อาทิ เครื่องดื่ม อาหารเสริมสุขภาพ และเวชสำอาง (Petroni et al., 2014) การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงเมล็ดใหญ่ สำหรับ การแปรรูปเป็นขนมขบเคี้ยวที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และสามารถใช้ประโยชน์ ได้หลากหลายจึงเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาข้าวโพดพันธุ์ใหม่

การปรับปรุงประชากร (population improvement) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการยกระดับความสามารถหรือคุณลักษณะที่สำคัญของพืชให้ดียิ่งขึ้น เช่น ผลผลิตสูง คุณภาพดี ทนทานต่อสภาพแวดล้อม และความต้านทานต่อศัตรูพืช เป็นต้น โดยประชากรที่ผ่านการปรับปรุงสามารถใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด พันธุ์สังเคราะห์ หรือแหล่งพันธุกรรมในการสร้างสายพันธุ์แท้ สำหรับสร้างลูกผสมชั่วรุ่นแรก (กมล, 2536) ทั้งนี้ วิธีการปรับปรุงประชากรเพื่อเพิ่มคุณค่าของยีนหรือยีนในไทป์ที่ควบคุมลักษณะดีให้มีค่าสูงขึ้นนั้นสามารถทำได้หลายวิธี อาทิ วิธีการคัดเลือกแบบหมู่แบบฝักต่อแถวประยุกต์ และแบบวงจรร เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีการก็มีความยากง่าย เวลาที่ใช้ และสูญเสียค่าใช้จ่ายแตกต่างกันออกไป บางวิธีการเหมาะสำหรับ

ใช้คัดเลือกลักษณะที่มีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะสูง ซึ่งการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ (modified-mass selection) สามารถเพิ่มผลผลิตและความยาวฝักในข้าวโพดข้าวเหนียว (Senamountry et al., 2012) ปริมาณสารแอนโทไซยานินในข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง (สตางค์, 2555) แต่มีข้อจำกัด อาจจะมี ความก้าวหน้าของการคัดเลือกต่ำ หากลักษณะที่คัดเลือกมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ ซึ่งสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะมาก ส่วนการคัดเลือกแบบวงจรรพื้นฐาน (simple recurrent selection) สามารถเพิ่มผลผลิต (ภาณุพงษ์, 2551) และจำนวนฝักคู่ในข้าวโพดข้าวเหนียวได้ (สมพงษ์, 2546) วิธีการดังกล่าวเหมาะสำหรับปรับปรุงลักษณะผลผลิตได้ เนื่องจากวิธีการคัดเลือกลักษณะนั้น สามารถคัดเลือกทั้งต้นแม่และพ่อได้ (กมล, 2536) ในข้าวโพดไร่ วิธีการคัดเลือกแบบวงจรรจำนวน 6 รอบ (Gritti et al., 1994) และแบบหมู่จำนวน 20 รอบ (Odiambo and Compton, 1987) มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักและขนาดเมล็ดได้อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาวิธีการปรับปรุงประชากรที่เหมาะสมในการเพิ่มขนาดเมล็ดในข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมในการปรับปรุงประชากร โดยประเมินการตอบสนองต่อการเพิ่มขนาดเมล็ดจากลักษณะน้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ด ที่ผ่านการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ และแบบวงจรรพื้นฐาน จำนวน 2 รอบ

วิธีการศึกษา

การสร้างประชากรพื้นฐาน

ดำเนินการสร้างประชากรเริ่มต้น ในฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 ณ หมวดยักษ์ฝัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยผสมข้ามระหว่างเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงกับประชากรข้าวโพดแป้งสีขาว (พันธุ์ BBQ จากประเทศไต้หวัน) และข้าวโพดไร่สีเหลือง (พันธุ์ Cuzco จากประเทศจีน) ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ปลูกลูกผสมชั่วรุ่นที่หนึ่ง (F_1) ปล่อยให้ผสมกันแบบสุ่มได้ลูกรุ่นที่สอง (F_2) จากนั้น นำประชากรรุ่น F_2 ปลูกแบบฝัก/แถว (ear-to-row method) เมื่อถึงระยะออกดอกทำการผสมตัวเอง คัดฝักที่มีเมล็ดขนาดใหญ่

และเมล็ดที่เป็นแป้งข้าวเหนียว โดยใช้เมล็ดอ่อนผนังหุ้มเมล็ด (pericarp) ออกเล็กน้อย และใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide) หยดที่เมล็ดในส่วนที่ไม่มีผนังหุ้มเมล็ด โดยเมล็ดที่มีแป้งข้าวเหนียว แป้งในเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีแดงอิฐ และคัดเมล็ดข้าวโพดไร่ทิ้ง จากนั้น นำเมล็ดที่คัดเลือกได้ปลูกแบบฝัก/แถว ทำการผสมกลับ (backcross method) กับข้าวโพดข้าวเหนียว ลูกผสมพันธุ์ข้าวกำหาวน เก็บเมล็ดแยกสายฝักหลังผสมประมาณ 30 วัน จากนั้น นำเมล็ดที่ได้ปลูกแบบฝัก/แถว ทำการผสมแบบสุ่ม 2 รอบ ได้เป็นประชากรพื้นฐาน (M_0/C_0)

การปรับปรุงประชากร

นำเมล็ดจากประชากรพื้นฐานปลูกพื้นที่ 1 ไร่ คัดเลือก โดยใช้ 2 วิธีการปรับปรุงประชากร คือ 1) แบบหมู่ประยุกต์ (modified-mass selection) ทำการคัดเลือก 4 ระยะพัฒนาการ คือ ระยะก่อนออกดอก คัดเลือกต้นที่แข็งแรง ไม่เป็นโรค ใบเขียวเข้ม ระยะการผสมเกสรคัดต้นที่มีช่อดอกสีม่วง ปล่อยละของมาก อายุออกใหม่และปล่อยละของเกสรปานกลาง (55-65 วันหลังปลูก) ควบคุมการผสมเกสรโดยครอบดอกตัวเมียก่อนไหมจะโผล่และใช้ถุงกระดาษคลุมดอกตัวผู้ รวมละของผสมในกลุ่มต้นที่ทำการคัดเลือก เท่านั้น ระยะเก็บเกี่ยวคัดเลือกต้นที่ยังมีใบเขียวเข้ม ไม่เป็นโรค ระบบรากแข็งแรง และระยะเมล็ดแห้งคัดฝักที่มีเมล็ดขนาดใหญ่และสีม่วงเข้มด้วยสายตา ประมาณ 200 ฝัก หรือ ความเข้มข้นของการคัดเลือกพันธุ์ (selection intensity) เท่ากับ ร้อยละ 5 ทดสอบชนิดแป้งด้วยโพแทสเซียมไอโอไดด์ คัดเมล็ดที่เป็นแป้งข้าวเหนียว รวมเมล็ดจากทุกฝักเท่าๆ กันได้เป็นประชากรที่ผ่านการคัดเลือกรอบที่ 1 (M_1) ทำเช่นเดียวกันซ้ำอีก 3 รอบ จะได้ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกทั้งสิ้น 4 ประชากร คือ M_1 M_2 M_3 และ M_4 2) การคัดเลือกแบบวงจรพื้นฐาน (simple recurrent selection) โดยใช้เมล็ดจากประชากรพื้นฐานในการคัดเลือก ในฤดูที่ 1 ทำการคัดเลือก 4 ระยะเช่นเดียวกับวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ แต่ในฤดูแรก ต้นที่คัดเลือก ถูกผสมตัวเอง (selfing) ในระยะผสมเกสร และในฤดูที่ 2 นำเมล็ดจากฝักที่ถูกคัดเลือกปลูกแบบฝัก/แถว ทำการผสมแบบสุ่มในกลุ่ม ประชากรทั้งหมด ได้ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกรอบที่ 1 (C_1) ทำการคัดเลือกเช่นเดียวกันอีก 1 รอบ จะได้ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกรวม 2 ประชากร

คือ C_1 และ C_2

การทดสอบเปรียบเทียบประชากร

ทำการทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์ในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2557 ถึง กุมภาพันธ์ 2558 ในแปลงเกษตรกร ตำบลเกาะเทโพ อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ใช้ประชากรพื้นฐานและที่ผ่านการปรับปรุง 7 ประชากร (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , C_1 และ C_2) ร่วมกับข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงพันธุ์การค้า 3 พันธุ์ที่เป็นพันธุ์ผสมเปิด (Open pollinated) พันธุ์ลูกผสมสามทาง (Three-way cross) และพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (Single-cross hybrid) (check 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) รวมทั้งสิ้น 10 หน่วยทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block; RCB) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองปลูก 8 แถว ยาวแถวละ 5 เมตร ระยะปลูก 80 x 25 เซนติเมตร ใช้อัตราปลูก 1 ต้น/หลุม เก็บเกี่ยวผลผลิตหลังผสมเกสร 18-20 วัน และระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเก็บเกี่ยว 35 วันหลังผสมเกสร บันทึกข้อมูลลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร จำนวน 15 ลักษณะ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทุกลักษณะตามแผนการทดลองแบบ RCBD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์แต่ละวิธีการ โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) คำนวณหาความชัน (slope; b) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกพันธุ์ หรือค่า b โดยใช้ t-test (Gomaz and Gomaz, 1989)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่ผ่านการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์และแบบวงจรพื้นฐาน พบว่า จำนวนเมล็ด/แถว มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเพียงลักษณะเดียว ส่วน น้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดสด/ฝัก และผลผลิตเมล็ดแห้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) สำหรับ น้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ด พบว่าประชากรที่ผ่านการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ทุกรอบ

การคัดเลือกไม่แตกต่างทางสถิติกับประชากรพื้นฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Rahman et al. (2007) ที่ทำการคัดเลือกโดยวิธีแบบหมู่ในข้าวโพดไร่ พบว่า ไม่พบการตอบสนองของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แต่หากเพิ่มรอบการคัดเลือกให้มากขึ้นแล้ว สามารถประเมินความก้าวหน้าของการคัดเลือกทั้งการคัดเลือกเพื่อเพิ่มหรือลดขนาดเมล็ดในข้าวโพดไร่ได้ (Odhambo and Compton, 1987) ส่วนในการคัดเลือกแบบวงจรรพื้นฐาน ให้น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในรอบการคัดเลือกที่ 1 (C_1) และจะลดลงในรอบที่ 2 (C_2) ของการคัดเลือก สำหรับการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์ พบว่า ลักษณะดังกล่าวไม่มีความก้าวหน้าของการคัดเลือกทั้งวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์และแบบวงจรรพื้นฐาน (Table 1) เห็นได้ว่า ทั้ง 2 วิธีการคัดเลือกพันธุ์ ไม่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงให้มีขนาดเมล็ดใหญ่ขึ้นได้ ดังนั้น การเลือกให้วิธีการคัดเลือกที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น วิธีการคัดเลือกที่มีการทดสอบลูก เช่น S_1 -recurrent, S_2 -progeny หรือ modified ear-to-row method น่าจะทำให้มีความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์มากยิ่งขึ้น Weyhrich et al. (1998) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกพันธุ์ในข้าวโพด 7 วิธีการ พบว่า วิธีการแบบ S_2 -progeny มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตเมล็ดสูงสุด ($4.5\% \text{ cycle}^{-1}$) ส่วนวิธีการคัดเลือกแบบหมู่มีประสิทธิภาพต่ำสุด ($0.6\% \text{ cycle}^{-1}$) แต่วิธีการคัดเลือกแบบฝึก/แถวประยุกต์ มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงทั้งลักษณะผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม วิธีการแบบคัดเลือกแบบวงจรรแบบ S เป็นการคัดเลือกพันธุ์ที่มีการทดสอบลูกที่นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงประชากรข้าวโพด เนื่องจากสะดวก ใช้เวลาน้อยและมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ (Galarreta and Álvarez, 2007)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของขนาดเมล็ดที่ประเมินจากน้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ดกับลักษณะอื่นๆ พบว่า น้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ด มีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะความยาวฝัก ($r=0.43^*$) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะความสูงฝัก ($r=-0.40^*$) อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะค่อนข้างต่ำ (Table 1) โดยลักษณะที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มี

สหสัมพันธ์ ($r=0$) นั้น แสดงว่าลักษณะที่ทำการศึกษานั้นมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้น การคัดเลือกโดยอ้อมจากลักษณะอื่นๆ ที่ใช้เป็นตัวแทนของลักษณะที่สนใจ อาจจะทำให้ค่อนข้างยาก แต่การคัดเลือกลักษณะนั้นๆ โดยตรงจะทำให้ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลสหสัมพันธ์นี้จะใช้เป็นตัวช่วยในการกำหนดกลยุทธ์การคัดเลือกพันธุ์ (กมล, 2536)

เมื่อเปรียบเทียบประชากรที่ผ่านการคัดเลือกรอบสุดท้าย (M_4 และ C_2) กับพันธุ์การค้าเปรียบเทียบ พบว่า น้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ด จำนวนแถว ความกว้างฝัก ความยาวฝัก น้ำหนักเมล็ดสด/ฝัก ผลผลิตก่อนลอกเปลือก และผลผลิตหลังลอกเปลือก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนน้ำหนักฝักแห้งและผลผลิตเมล็ดแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) โดยประชากร M_4 และ C_2 มีน้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ดสูงกว่า และแตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์การค้าเปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ โดยประชากรที่ผ่านการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์และแบบวงจรรพื้นฐาน มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเท่ากับ 345 และ 349 กรัม ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ Odhambo and Compton (1987) ที่สามารถเพิ่มขนาดเมล็ดและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเป็น 368.9 กรัมในข้าวโพดไร่ที่ผ่านการคัดเลือกแบบหมู่ จำนวน 20 รอบ และเนื่องจาก ประชากรที่ใช้ในการสร้างประชากรพื้นฐานสำหรับการคัดเลือกนี้มีฐานพันธุกรรมของสายพันธุ์ Cuzco ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวโพดที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ (750 กรัม) ที่ใช้สำหรับการแปรรูปเป็นข้าวโพดทอดกรอบปรุงรสโดยเฉพาะ (Lund, 2003) จึงทำให้พบความแตกต่างจากพันธุ์อื่น (Figure 1) ส่วนผลผลิตเฉลี่ย/ไร่ ของประชากรที่ผ่านการคัดเลือกทั้งสองวิธีนั้น พบว่ามีค่าต่ำกว่าพันธุ์การค้าเปรียบเทียบ โดยเฉพาะ พันธุ์ check 3 ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (single-cross hybrid) ซึ่งให้ผลผลิตสูงและมีความสม่ำเสมอของผลผลิต อย่างไรก็ตาม ประชากรที่ผ่านการปรับปรุงนี้เป็นประชากรที่มีขนาดเมล็ดใหญ่ในระดับที่สามารถนำไปปลูกผลิตเพื่อใช้ในการแปรรูปได้โดยตรงหรือใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับสกัดสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่มีขนาดเมล็ดใหญ่ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวสำหรับการบริโภคฝักสดหรือการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไปได้

Table 1 Yield components, yield and some agronomic traits of modified mass selection (MMS) and simple recurrent selection (SRS)

Cycles	1,000 kernel dry weight (g.)	No. of rows	Ear diam- eter (cm.)	Length of ear (cm.)	Kernels depth (mm.)	Kernels per row	Kernels fresh weight (g/ ear)	Ear dry weight (g/ear)	Un- husked ear weight (kg/rai)	Husked ear weight (kg/rai)	Kernels dry weight (kg/rai)	Plant height (cm.)	Ear height (cm.)	Day to siling (day)	Day to tasseling (day)
M ₀ /C ₀	343 b	11.4	4.4	15.6	8.4	33 ab	130 a	132	2,737	1,670	997 ab	202	103	51	51
M ₁	350 b	11.3	4.2	15.7	8.8	35 a	127 ab	139	2,630	1,642	1,071 a	205	105	50	50
M ₂	342 b	11.2	4.3	15.5	8.4	35 a	122 ab	132	2,552	1,573	999 ab	211	111	50	51
M ₃	340 b	11.3	4.2	14.6	8.4	31 bc	115 abc	125	2,487	1,518	949 bc	203	108	50	51
M ₄	345 b	10.8	4.0	15.4	8.3	33 abc	99 c	123	2,171	1,334	860 c	201	106	50	51
C ₁	371 a	10.7	4.1	15.8	8.9	34 a	115 ab	131	2,454	1,481	999 ab	205	104	50	52
C ₂	349 b	11.0	4.1	15.3	9.0	31 c	114 bc	122	2,555	1,584	933 bc	206	104	50	52
Mean	348	11.1	4.2	15.4	8.6	33	117	129	2,512	1,557	972	205	106	50	51
F-value	*	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.29	3.93	5.1	5.54	5.74	4.47	9.11	6.17	8.88	13.19	7.21	3.77	5.47	1.58	2.41
r	-	-0.16	-0.11	0.43*	0.35	0.12	0.33	0.24	0.09	0.18	0.25	0.02	-0.40*	-0.34	-0.19
b-value _{MMS}	-0.60	-0.12	-2.99	-0.15	-0.06	-0.40	-7.40*	-3.20	-127.50*	-79.60*	-39.60	-0.40	0.90	-0.20	0.10
b-value _{SRS}	3.00	-0.20	-1.47	-0.15	0.30	-1.00	-8.00	-5.00	-91.00	-43.00	-32.00	2.00	0.50	-0.50	0.50

ns: Non significant, * significant at $P \leq 0.05$, ** significant at $P \leq 0.01$
means in a column followed by the same letter are not different significantly at $p = 0.05$

Table 2 Comparison of modified mass selection (M_4), simple recurrent selection (C_2) with check varieties of 14 traits

Cycle/ Variety	1,000 kernel dry weight (g.)	No. of rows	Ear diameter (cm.)	Length of ear (cm.)	Kernels depth (mm.)	Kernels per row	Kernels fresh weight (g/ear)	Ear dry weight (g/ear)	Un-husked ear weight (kg/rai)	Husked ear weight (kg/rai)	Kernels dry weight (kg/rai)	Plant height (cm.)	Ear height (cm.)	Day to silking (day)	Day to tasselling (day)
M_4	345 a	10.8 d	4.0 c	15.4 b	8.3	33	99 b	123 b	2,171 c	1,334 c	860 b	201	106	50	51
C_2	349 a	11.0 d	4.1 c	15.3 b	9.0	31	114 b	122 b	2,554 bc	1,684 b	933 b	206	104	50	52
Check 1	314 b	13.2 c	4.4 b	15.1 b	8.0	33	121 b	135 b	2,450 bc	1,603 bc	1,021 b	201	106	50	51
Check 2	305 b	14.1 b	4.6 ab	15.1 b	9.0	30	148 a	128 b	2,727 b	1,848 b	992 b	210	104	50	52
Check 3	291 b	17.8 a	4.9 a	18.0 a	8.2	30	172 a	163 a	3,358 a	2,286 a	1,209 a	218	112	50	54
Mean	321	13.4	4.4	15.8	8.5	31	131	134	2,652	1,751	1,003	207	106	50	52
F-value	**	**	**	**	ns	ns	**	*	**	**	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.95	2.57	3.81	5.52	8.42	6.66	12.77	12.51	11.30	11.78	11.78	3.93	5.18	1.53	2.43

ns: Non significant, * significant at $P \leq 0.05$, ** significant at $P \leq 0.01$
means in a column followed by the same letter are not different significantly at $p = 0.05$

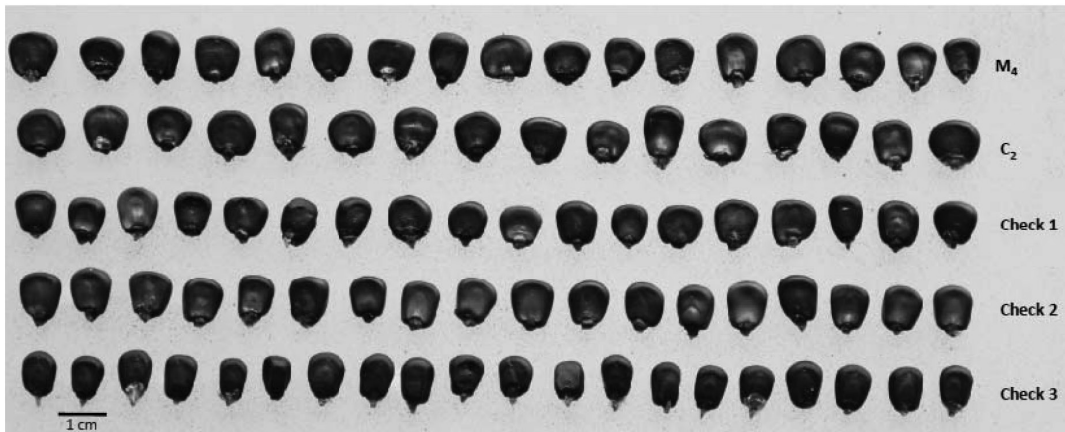


Figure 1 Kernel size from two improved populations (M_4 and C_2) and three check varieties

สรุป

การใช้วิธีการปรับปรุงประชากรแบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ และแบบวงจรพื้นฐาน 2 รอบ ในการปรับปรุงประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง ไม่มีความก้าวหน้าในการเพิ่มขนาดเมล็ดของประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง ดังนั้น การปรับปรุงประชากร อาจจะต้องเพิ่มจำนวนรอบการคัดเลือกให้มากขึ้น และเลือกใช้วิธีการคัดเลือกที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น S_1 -recurrent, S_2 -progeny หรือ modified ear-to-row method เป็นต้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กมล เลิศรัตน์, 2536. การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้าม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กานุงพงษ์ ลาชันท์, กมล เลิศรัตน์ และพลึง สุริหาร. 2551. การเปรียบเทียบวิธีการปรับปรุงประชากรข้าวโพดข้าวเหนียว. แก่นเกษตร. 36(พิเศษ): 26-32.
- สตาจค์ หัสนันท์, กมล เลิศรัตน์ และพลึง สุริหาร. 2555. การตอบสนองต่อการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ เพื่อเพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดของประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. แก่นเกษตร. 40(พิเศษ): 65-71.
- สมพงษ์ ไมล์หรือ. 2546. การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบ Simple Recurrent Selection จำนวน 3 รอบในการปรับปรุง เพื่อเพิ่มจำนวนต้นที่มีฝักคู่ในประชากรข้าวโพดหวานพิเศษพันธุ์ข้าวเหนียวหวานขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Gomaz, K. A., and A. A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Edition. John Wiley & Sons. Singapore.
- Gritti, O., M. Bertolini, and M. Motto. 1994. Recurrent selection for increasing seed size in maize. Maydica. 39: 149-154.
- Lund, J. 2003. An adventure with Peruvian maize. p. 2. In: F. Kutka. The newsletter for American OP corn breeders.
- Odhiambo, M. O., and W. A. Compton. 1987. Twenty cycles of divergent mass selection for seed size in corn. Crop Sci. 27: 1113-1116.
- Petroni, K., R. Pilu, and C. Tonelli. 2014. Anthocyanins in corn: a wealth of genes for human health. Planta 240(5): 901-911.

- Rahman, H., I. H. Khalil, Noor Islam, Durrishahwar, and A. Rafi. 2007. Comparison of original and selection maize populations for grain yield traits. *Sarhad J. Agric.* 23: 641-644.
- Ruiz de Galarret, J. I., and A. Álvarez. 2007. Six cycles of S_1 recurrent selection in two Spanish maize synthetics. *Span J. Agric. Res.* 5(2): 193-198.
- Senamountry, K., K. Lertrat, and B. Suriharn. 2012. Progress of five cycles of modified mass selection for ear length in waxy corn. *Khon Kaen AGR. J.* 40(SUP.): 431-436.
- Tsuda, T., 2012. Dietary anthocyanin-rich plants: Biochemical basis and recent progress in health benefits studies. *Mol. Nutr. Food Res.* 56: 159-170.
- Weyhrich, R. A., K. R. Lamkey, and A.R. Hallauer. 1998. Responses to seven methods of recurrent selection in the BS11 maize population. *Crop Sci.* 38: 308-321.