การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ เพื่อเพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดของประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง

Response to four cycles of modified mass selection to increase total anthocyanin content in kernels of purple waxy corn populations

สตางค์ หัสนันท์[1], กมล เลิศรัตน์[1,2*] และ พลัง สุริหาร[1,2]

Satang Hussanun[1], Kamol Lertrat[1,2*] and Bhalang Suriharn[1,2]

บทคัดย่อ: การปรับปรุงประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง เพื่อเพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดสำหรับนำไปใช้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าในกับข้าวโพดข้าวเหนียวและมีประโยชน์ในการส่งเสริมสุขภาพด้วย ในการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการตอบสนองของการคัดเลือกเพื่อเพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ด และศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ในประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ จำนวน 4 รอบ ปลูกทดสอบ ณ แปลงทดลองหมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปลายฤดูฝน ระหว่างเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน 2555 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า การคัดเลือกพันธุ์ด้วยวิธีดังกล่าวสามารถเพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดเฉลี่ยต่อรอบการคัดเลือกได้ถึง 0.43 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดเพิ่มขึ้นจาก 0.70 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ในประชากรเริ่มต้น (M_0) เป็น 2.20 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ในประชากรที่ผ่านการคัดเลือกในรอบที่ 4 (M_4) คิดเป็นร้อยละ 214 และยังสามารถเพิ่มผลผลิตทั้งน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือกและน้ำหนักฝักหลังปอกเปลือกต่อรอบของการคัดเลือกได้ถึง 129 และ 84.9 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ สำหรับ ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับ น้ำหนักผลผลิตก่อนปอกเปลือก น้ำหนักผลผลิตหลังปอกเปลือก จำนวนฝักดีต่อไร่ (0.91** 0.87** และ 0.76**ตามลำดับ) แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบกับ ความสูงต้น ความสูงฝัก วันปล่อยละอองเกสร และวันออกไหม (-0.89** -0.64** -0.92** และ-0.92**ตามลำดับ) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า สามารถเพิ่มความก้าวหน้าในการคัดเลือกเพื่อปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดของประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงได้ และประชากรดังกล่าวได้นำไปใช้ประโยชน์โดยเผยแพร่เป็นพันธุ์ผสมปล่อยและใช้เป็นแหล่งสกัดสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงต่อไป

คำสำคัญ: ความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์ สหสัมพันธ์ การปรับปรุงประชากร พันธุ์ผสมเปิด

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand 40002

[2] ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
Plant Breeding Research Center for Sustainable Agriculture, Khon Kaen University, Thailand 40002

* Corresponding author: kamol9@gmail.com

ABSTRACT: Population improvement of purple waxy corn by increasing high anthocyanin content in the kernels for development of functional food products is a strategy to add high value on glutinous waxy corn and promote health of consumers. The objective of this study was to evaluate the responses to four cycles of modified mass selection to increase the total anthocyanin contents in kernels and to study correlations among some characters in purple waxy corn populations. Five waxy corn populations were evaluated using a randomized complete block design with four replications at the Experimental Farm of Khon Kaen University during September to November 2012. The results indicated that the total anthocyanin yield was increased per cycle of 0.43 kilogram of fresh weight per Rai. The total anthocyanin contents yield in kernels was increased from 0.70 kilogram of fresh weight per Rai of the original population (M_0 cycle) to 2.20 kilogram of fresh weight per Rai of the fourth population (M_4 cycle) with the percentage of 214. The selection also increased whole ear weight and husked ear weight per cycle of selection of 129 and 84.9 kilogram per Rai, respectively. The total anthocyanin yield was positively correlated with, unhusked yield, husked yield and number of marketable ear weight (0.91** 0.87** and 0.76**, respectively, but negatively correlated with some agronomic traits such as plant height, ear height, days to silk and days to anthesis (-0.89** -0.64** -0.92** and -0.92**), respectively. The results of this study showed that the progress of selection to increase total anthocyanin content in kernels of purple waxy corn can be possible by modified mass selection scheme and these improved population can be use as an open pollinated variety and a source of parent inbred lines for new hybrid crosses of purple waxy corn.
Keywords: selection gain, correlations, population improvement, open pollinated variety

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (glutinous corn; *Zea mays* L. var. *ceratina*) เป็นข้าวโพดที่ได้รับความนิยมบริโภคในหลายประเทศของทวีปเอเชีย อาทิเช่น จีน เกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวัน และเวียดนาม เป็นต้น ข้าวโพดข้าวเหนียวมีลักษณะเมล็ดที่ขุ่นทึบแสงและเหนียวนุ่ม มีแป้งชนิด amylopectin สูงจึงทำให้ข้าวโพดข้าวเหนียวได้รับความนิยมรับประทานเพิ่มมากขึ้น (Nuffer et.al., 1968 and Crookston, 1979) นอกจากองค์ประกอบหลักของเมล็ดที่ใช้ประโยชน์เป็นอาหารแล้วนั้น ข้าวโพดข้าวเหนียวยังอุดมไปด้วยสารพฤกษเคมี ชนิดต่างๆ ได้แก่ สารฟีนอลิก (phenolics) รวมทั้งสารต้านอนุมูลอิสระ (อิงฟ้า และคณะ, 2552; Hu and Xu, 2011) มีรายงานว่าสารพฤกษเคมีที่พบมากในข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงคือ สารแอนโทไซยานิน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะมีคุณสมบัติที่สูญเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายตามธรรมชาติ จึงมีส่วนสำคัญเกี่ยวกับการยับยั้งโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากอนุมูลอิสระได้ เช่น โรคเกี่ยวกับการทำงานของหัวใจ อีกทั้งยังมีสรรพคุณในการช่วยลดโอกาสในการเกิดมะเร็งชนิดเนื้องอก (Wang and Stoner, 2008) ช่วยควบคุมระดับน้ำตาล (Zafra et al., 2007) ลดความดันเลือดที่สูงในภาวะเบาหวาน (Ranilla et al., 2009) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโดยส่วนมากจะมุ่งเน้นเพื่อให้มีผลผลิตสูง ฝักขนาดใหญ่ และรสชาติที่ดี แต่ยังขาดการปรับปรุงสารพฤกษเคมี ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผลผลิต จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผู้บริโภคและเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร พบว่ามีการใช้ประโยชน์จากเมล็ด ไหม และซัง ของข้าวโพดมากขึ้น เนื่องจากเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมีและต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารสุขภาพอาทิเช่น การใช้ไหมข้าวโพดเพื่อแปรรูปเป็นชาไหมข้าวโพด และเครื่องสำอางในเชิงธุรกิจขนาดใหญ่ (Wan Rosli et al., 2011)โดยในปี 2010 เกาหลีใต้มีมูลค่าการส่งออกของชาไหมข้าวโพด 8.5 ล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ (Lee, 2011) จากความสำคัญดังกล่าวจึงเป็นทางเลือกให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนต่ำ ทำได้ง่าย และรวดเร็ว (กมล, 2536) การปรับปรุงประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยวิธีคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งพบว่าการตอบสนองของลักษณะฝักดกในประชากรเทียนหนองบัวจำนวน 4 รอบ สามารถเพิ่มจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยของประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 2.08 เพิ่มเป็น 2.27 ฝักต่อต้น ในประชากรที่ผ่านคัดเลือก (Kesornkeaw et al., 2009) เช่นเดียวกันกับการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเทียนขอนแก่นคอมพอสิตสามารถเพิ่มลักษณะฝักดก โดยทำให้

จำนวนฝักดกต่อต้นเพิ่มขึ้นจาก 1.56 เป็น 1.78 ฝักต่อต้น (ดนุพล, 2553) และในการศึกษาประชากรข้าวโพดหวานพิเศษพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นที่มีฝักคู่เพิ่มขึ้นจาก 389 ต้นต่อไร่ เป็น 1,333 ต้นต่อไร่ (ทัศนีย์, 2553) แต่ยังไม่มีการศึกษาด้วยวิธีการนี้ในข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง ดังนั้น การศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์และเพื่อศึกษาสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรปริมาณสารแอนโทไซยานินในประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ จำนวน 4 รอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับสร้างข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ผสมเปิดและใช้เป็นแหล่งพันธุกรรม สำหรับ สกัดสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมต่อไป

วิธีการศึกษา

การสร้างและปรับปรุงประชากรที่ศึกษา

สร้างประชากรพื้นฐานโดยผสมข้ามระหว่างข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ลูกผสมเมล็ดสีขาวและซังสีขาวพันธุ์การค้าจากประเทศจีน กับข้าวโพดไร่พันธุ์ผสมเปิดที่มีเมล็ดสีม่วงและซังสีม่วงเป็นเชื้อพันธุกรรมที่ได้รับจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่พิษณุโลก คัดเลือกเฉพาะเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง จากนั้นจึงนำไปผสมข้ามกับประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวของ มหาวิทยาลัยขอนแก่นภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติสร้างประชากรพื้นฐานจากการผสมข้าม ณ แปลงทดลองของหมวดพืชผัก สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้เมล็ดพันธุ์ชั่วรุ่นที่ 1 ทำการคัดเฉพาะเมล็ดขุ่นในระยะฝักแห้งแล้วทดสอบชนิดแป้งข้าวเหนียวโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide) คัดเฉพาะเมล็ดที่ย้อมติดสีแดงแล้วคัดเลือกฝักที่มีเมล็ดสีม่วง แดง เท่านั้น เพื่อใช้สร้างประชากรพื้นฐานต่อไป

การปรับปรุงประชากรโดยวิธีคัดเลือกหมู่แบบประยุกต์

ใช้ประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง KKU-KND ได้จากการปรับปรุงประชากรเป็นประชากรเริ่มต้น (M_0) คัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ ซึ่งแต่ละรอบ ทำการคัดเลือกประชากรจำนวน 500-1,000 ต้น จาก 8,000 ต้น พื้นที่ปลูก 1 ไร่ โดยคัดเลือก 2 ระยะ คือ 1) การคัดเลือกก่อนการผสม โดยคัดในระยะต้นที่มีสีม่วงซ่อเกสรตัวผู้สีม่วงแดง และ เส้นกลางใบสีม่วงเข้ม ครอบฝักด้วยซองกระดาษก่อนไหมโผล่โดยทำเครื่องหมายต้นที่คัดเลือกไว้เมื่อถึงระยะถ่ายละอองเกสรหรือประมาณ 50-55 วันหลังการปลูก รวบรวมละอองเกสรจากต้นที่คัด แล้วผสมภายในกลุ่มต้นที่คัดไว้เท่านั้น 2) ระยะฝักแก่คัดเลือกเก็บเฉพาะต้นที่คัดเลือกไว้ มีลักษณะต้นแข็งแรงไม่ล้ม ฝักปลายปิด เมล็ดติดเต็มและมีการเรียงแถวของเมล็ดดี มีสีม่วงเข้มและใช้ Royal Horticultural Society Color Charts เปรียบเทียบเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสี ตากแดดจนเมล็ดแห้งจึงกะเทาะเมล็ดรวมกันและนำมาทดสอบกับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์เลือกเฉพาะเมล็ดที่เปลี่ยนเป็นสีแดงเพื่อนำไปใช้เป็นประชากรที่ผ่านการคัดเลือกรอบที่หนึ่ง (M_1)โดยในการคัดเลือกรอบต่อไป ทำเช่นเดียวกัน คือ ปลูกและคัดเลือกซ้ำอีกจำนวน 4 รอบ ได้ประชากรที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 5 ประชากร (M_0 , M_1 ,M_2 ,M_3 , และ M_4)

การทดสอบเปรียบเทียบประชากร

ทดสอบประชากรทั้ง 5 ที่คัดเลือกด้วยวิธีคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ในเดือนกันยายนถึง เดือนพฤศจิกายน2555 ณ แปลงทดลองหมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน4ซ้ำ มีพันธุ์การค้าเมล็ดสีม่วง จำนวน 1 พันธุ์และพันธุ์ลูกผสมกึ่งการค้า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวก่ำหวาน 1 และ ข้าวก่ำหวาน 2 เป็นพันธุ์ทดสอบ รวมทั้งสิ้น 8 หน่วยทดลองๆ ละ 6แถว ยาวแถวละ 5 เมตรระยะปลูก 80 x 25 เซนติเมตร และอัตราปลูก 1 ต้นต่อหลุม และเก็บเกี่ยว ระยะฝักสดสองแถวกลาง หลังจาก

แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 4 : 65-71 (2555).

ข้าวโพดออกไหม และสลัดละอองเกสร 18-20 วัน โดยประเมินลักษณะผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร จำนวน 12 ลักษณะ คือ ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ด จำนวนฝักดีต่อไร่ น้ำหนักผลผลิตก่อนปอกเปลือก น้ำหนักผลผลิตหลังปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเฉือน ความกว้างฝัก ความยาวฝัก ความสูงฝัก ความสูงต้น วันออกไหม และอายุวันสลัดละอองเกสร วิเคราะห์ความแปรปรวนของทุกลักษณะที่ทำการศึกษา ตามแผนการทดลองแบบ RCB (Gomez and Gomez, 1984) ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และประเมินความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์ โดยใช้ simple linear regression และเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ในเมล็ด

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด

เก็บฝักสดอายุประมาณ 20 วันหลังการผสมเกสร เก็บเกี่ยวฝักออกจากต้น แล้วใส่กล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งไว้ทันที จากนั้น เฉือนเอาเนื้อบริเวณกลางฝักจุ่มในไนโตรเจนเหลว การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะสุ่มเมล็ดจำนวน 100 เมล็ดไปชั่งน้ำหนักสด

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (total anthocyanin content; TAC) ตามวิธีของ Giusti and Wrolstad (2001)ซึ่งใช้สารโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ pH 1.0 และโซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 4.5 นำสารสกัดเจือจางไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ A_{530} และ A_{700} นาโนเมตรโดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบ (blank) พร้อมจดบันทึกไว้ คำนวณค่าการดูดกลืนแสงที่แท้จริงของตัวอย่างจากสมการ A = (Alvis-max - A700)pH 1.0 - (Alvis-max - A700)pH 4.5

จากนั้นคำนวณหาปริมาณสารแอนโทไซยานินที่มีอยู่ในตัวอย่างจากสมการ Monomeric anthocyanin pigment (mg/liter) = (A x MW x DF X 1000)/(ε x 1) เมื่อ MW คือ มวลโมเลกุลของ cyaniding-3-glucoside(=449.2), DF คือ Dilution factor ของตัวอย่าง และ ε คือ ค่า molar absorptivity (=26900)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

การตอบสนองของประชากรที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ จำนวน 4 รอบ ใน 12 ลักษณะที่ทำการศึกษา พบว่า รอบของการคัดเลือกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในลักษณะของปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ด น้ำหนักผลผลิตก่อนปอกเปลือก น้ำหนักผลผลิตหลังปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเฉือน ความสูงต้น วันสลัดละอองเกสร และวันออกไหม ในขณะที่ความกว้างฝัก และความสูงฝัก มีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในลักษณะความยาวฝัก และ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเฉือน (Table 1) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์สามารถเพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดได้ โดยมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตสารแอนโทไซยานินในเมล็ด 0.70 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ เป็น 2.20 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ ผลผลิตก่อนปอกเปลือกเพิ่มขึ้นจาก 2,657 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 3,198 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตหลังปอกเพิ่มขึ้นจาก 1,655 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 2,027 กิโลกรัมต่อไร่ในประชากรเริ่มต้น (M_0) และประชากรรอบคัดเลือกที่ 4 (M_4) ตามลำดับ แต่พบว่าความสูงต้นลดลงจาก 238 เซนติเมตร เป็น 208เซนติเมตรและความสูงฝักจาก 129 เซนติเมตร ลดเหลือ 111 เซนติเมตร นอกจากนี้พบว่าอายุการปล่อยละอองมีอายุสั้นลงจาก 49 วัน เป็น 41 วัน เช่นเดียวกันกับการออกไหมลดลงจาก 50 วัน เป็น 42 วัน (Table 1) สอดคล้องกับการรายงานของทัศนีย์ (2553) ว่า เมื่อจำนวนต้นฝักคู่เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และอายุออกไหมสั้นลง

การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์

ความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์ในประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงรอบที่ 4 (M_4)สามารถเพิ่มความเข้มของสีม่วงซึ่งเป็นลักษณะที่คัดเลือกโดยตรง

ความเข้มของสีม่วงในเมล็ดระยะฝักสดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)ตามรอบการคัดเลือก ทำให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อรอบการคัดเลือกเท่ากับ 0.43 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ และมีผลผลิตสารแอนโทไซยานินทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 0.70 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ ในประชากรเริ่มต้น (M_0) เป็น 2.20 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ หรือมีเปอร์เซ็นต์การตอบสนองคิดเป็นร้อยละ 214.3 ในประชากรรอบคัดเลือกที่ 4 สอดคล้องกับการศึกษาของ Kesornkeaw et al. (2009) ซึ่งรายงานว่าการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์สามารถเพิ่มจำนวนฝักต่อต้นได้ ทำให้ความถี่ของยีนที่ต้องการสะสมเพิ่มขึ้นในแต่ละรอบ เช่นเดียวกับการศึกษาดนุพล(2553)ในประชากรข้าวโพดเทียนขอนแก่นคอมโพสิตสามารถเพิ่มลักษณะฝักดกต่อต้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ ทัศนีย์ (2553) พบว่าในประชากรข้าวโพดหวานพิเศษเพื่อเพิ่มลักษณะฝักคู่หรือฝักดก สามารถเพิ่มผลผลิตของประชากรข้าวโพดหวานพิเศษได้

สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

การศึกษาสหสัมพันธ์ของสารแอโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดกับลักษณะอื่นๆ พบว่า ผลผลิตสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ด มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับ จำนวนฝักดีต่อไร่ น้ำหนักผลผลิตก่อนปอกเปลือก หนักผลผลิตหลังปอกเปลือก แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบกับความสูงต้น ความสูงฝัก วันปล่อยละอองเกสร และวันออกไหม (Table 2) แสดงให้เห็นว่าในการปรับปรุงประชากรนี้ เมื่อปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ความสูงต้น ความสูงฝัก อายุการปล่อยละออง อายุออกไหมสั้นลง ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร ในการใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงแต่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น

สรุป

การศึกษาการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ในประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 4รอบสามารถเพิ่มผลผลิตสารแอนโทไซยานินในเมล็ดในระยะรับประทานฝักสดผลผลิตสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ด เพิ่มขึ้นจาก 0.70 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ ในประชากรเริ่มต้นเป็น 2.20 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่ โดยมีปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดต่อรอบการคัดเลือกเท่ากับ 0.43 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อไร่หรือมีเปอร์เซ็นต์การตอบสนองคิดเป็นร้อยละ 214.3 ในประชากรรอบคัดเลือกที่ 4 และ ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับ จำนวนฝักดีต่อไร่ น้ำหนักผลผลิตก่อนปอกเปลือก หนักผลผลิตหลังปอกเปลือก แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบกับ ความสูงต้น ความสูงฝัก อายุการปล่อยละอองและอายุออกไหม การดำเนินงานในครั้งนี้ได้ ประชากรที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ในรอบที่ 4 มีปริมาณสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น และมีผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ อายุออกไหมสั้นลงกว่าประชากรเริ่มต้น ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีสารแอนโทไซยานินสูงขึ้น แต่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นมีศักยภาพที่ดีสามารถเผยแพร่เป็นพันธุ์ผสมปล่อยสำหรับเกษตรกร และใช้เป็นแหล่งในการสกัดสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมที่มีสารแอนโทไซยานินสูง ต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานและศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์. 2536. การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้าม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

ดนุพล เกษไธสง. 2553. การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ เพื่อเพิ่มจำนวนฝักคู่ในประชากรข้าวโพดเทียนคอมโพสิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

ทัศนีย์ จำรัสกุล.2553. การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ เพื่อเพิ่มจำนวนฝักคู่ในข้าวโพดหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ขอนแก่น.

อิงฟ้า คำแพง,อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐาเลาหกุลจิตต์. 2552. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารพฤกษเคมีในข้าวและธัญพืช 4 ชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40:93-96.

Crookston, R.K. 1979. The story of waxy corn maize varieties, uses and history. Crops and Soils 32: 11-13.

Giusti, M.M., and R.E. Wrolstad. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: Current Protocal in Food Analytical Chemistry (R.E. Wrolstad., ed.) Jone Willy & Sons Inc., New York, pp. F1.2.1-F1.2.13.

Gomez, K.A., and A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Ed, John Wiley and Sons. Singapore.

Hu, C., J. Zawistowski, W. Ling, and D.D. Kitts. 2003. Black rice (*Oryza sativa* L. *indica*) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 5271-5277.

Hu,Q.P., and J.G. Xu.2011. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59: 2026-2033.

Kesornkeaw, P., K. Lertrat, and B. Suriharn. 2009. Response to four cycle of mass selection for prolificacy at low and high population density in small ear waxy corn. Asian Journal of Plant Science 8: 425-432.

Lee T.Y. 2011. Hallyu stars boost food brand sales in Korea. Retrieved October 11th Available:http://view.koreaherald.com/kh/view.php?ud=20111011000799&cpv=0. Accessed Dec. 1, 2012.

Neuffer, M.G., L. Jones, and M.S. Zuber. 1968. The mutants of maize. The Crop Science Society of America. 74p.

Ranilla, L.G., E. Apostolidis, M.I. Genovese, F.M. Lajolo, and K. Shetty. 2009. Evaluation of indigenous grains from the Peruvian Andean region for anti-diabetes and anti-hypertension potential using in vitro methods. Journal of Medicinal Food 12: 704-713.

Wang L.S., and G.D. Stoner. 2008. Anthocyanins and their role in cancer prevention. Cancer Letter 269: 281-290.

Wan R., W.I., Nurhanan, A.R., Farid, C. Ghazali, and S.S.J. Mohsin. 2010. Effect of sodium hydroxide and sodium hypochlorite on morphology and mineral concentration of *Zea mays* hairs (cornsilk). Annals of Microscopy 10: 1-10.

Zafra-Stone S., T. Yasmin, M. Bagchi, A. Chatterjee, J.A. Vinson, and D. Bagchi. 2007. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. Molecular nutrition food research 51: 675-683.

Table 1 Means of total anthocyanin content (TAC) in kernels, yield, yield components and agronomic traits of four cycles oby the modified mass selection scheme in purple waxy corn population in the late rainy season 2012.

Cycles	TAC (kg FW Rai^{-1})	Number of marketable ears (kg Rai^{1})	Unhusked ear wt (kg Rai^{1})	Husked ear wt (kg Rai^{-1})	Ear diameter (cm)	Ear length (cm)	Cut	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Days to silking	Days to anthesis
M_0	0.70	2,093	2,657	1,655	4.10	18.4	62.9	238	129	51	50
M_1	1.26	2,149	2,732	1,741	4.30	17.2	63.6	227	121	49	47
M_2	1.48	2,120	2,843	1,855	4.30	17.6	64.9	220	117	46	45
M_3	1.78	2,296	2,942	1,845	4.40	17.0	69.2	214	115	44	44
M_4	2.20	2,451	3,198	2,027	4.40	18.0	67.2	207	111	43	42
Mean	1.49	2,222	2,874	1,824	4.30	17.60	65.6	221	118	46	45
F-test	**	**	**	**	*	ns	ns	**	*	**	**
LSD 0.05	0.17	156.7	64.8	95.4	0.30	1.80	5.6	4.9	12.3	1.2	1.3
C.V.	7.70	8.4	1.5	3.4	4.10	6.70	5.6	1.4	6.7	1.6	1.9
b-value	0.43**	86.3**	129**	84.9**	0.07	-0.01	61.3**	-7.4**	-4.2	-2.0**	1.9**

ns, *, ** Non-significant and significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

1/ 6.25 Rai = 1 ha.

2/ b-values are significantly different from zero

Table 2 Correlation coefficients between total anthocyanin content in kernel, yield components and some agronomics traits of purple waxy corn population in cycle 4 by modified mass selection scheme.

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0.91**									
3	0.87**	0.83**								
4	0.76**	0.78**	0.58 ns							
5	0.64**	0.59 ns	0.49*	0.61**						
6	-0.16 ns	-0.06 ns	-0.009 ns	-0.29 ns	-0.24 ns					
7	0.82**	0.70**	0.76**	0.63**	0.50*	0.2 ns				
8	-0.89**	-0.86**	-0.69**	-0.62**	-0.54*	0.19 ns	-0.62**			
9	-0.64**	-0.57**	-0.39 ns	-0.57 ns	-0.35 ns	0.54*	-0.44 ns	0.66**		
10	-0.92**	-0.83**	-0.80**	-0.64*	-0.55*	0.15 ns	-0.81**	0.89**	0.67**	
11	-0.92**	-0.85**	-0.80**	-0.61**	-0.53*	0.10 ns	-0.80**	0.90**	0.68**	0.97**

ns, *, ** Non-significant and significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

1 = Total anthocyanin content yield in kernel
2 = Husk weigh
3 = Husked weight
4 = Number of marketable ears per Rai
5 = Ear diameter
6 = Ear length
7 = Percentage of cut kernel
8 = Plant height
9 = Ear height
10 = Days to silking
11 = Days to anthesis