การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์เพื่อเพิ่มลักษณะฝักดกในประชากรข้าวโพดเทียนขอนแก่นคอมโพสิต

Modified mass selection for prolificacy in small ear waxy corn khon kaen composite population

ดนุพล เกษไธสง[1], กมล เลิศรัตน์[1*], และพลัง สุริหาร[1]

Danupol Ketthaisong[1], Kamol Lertrat[1*], and Bhalang Suriharn[1]

บทคัดย่อ: การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเทียนเพื่อเพิ่มลักษณะฝักดก เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ จำนวน 4 รอบ ในลักษณะฝักดก หลังการคัดเลือกพันธุ์ภายใต้ความหนาแน่นสูง โดยประเมินผลผลิตที่ระดับความหนาแน่นต่ำและสูง คือ 10,000 และ 20,000 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ในฤดูฝนระหว่าง เดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2552 ณ แปลงทดลองหมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการทดลอง พบว่า การทดสอบที่ความหนาแน่นสูง มีจำนวนฝักต่อต้นเพิ่มขึ้นจาก 1.42 ฝัก ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น เป็น 1.55 ฝัก ในรอบคัดเลือกที่ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่อรอบการคัดเลือกพันธุ์ คือ 0.05 ฝักต่อต้น รวมทั้งมีจำนวนฝักดีต่อไร่ น้ำหนักฝักสดก่อนปอก และหลังปอกเปลือกสูงกว่าความหนาแน่นต่ำ คือ 72.8 60.4 และ 65.9 % ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความก้าวหน้าการคัดเลือก การปรับปรุงประชากร ความหนาแน่นประชากร Zea mays var. ceratina

Abstract: Population improvement for prolificacy is a way to increase fresh ear yield per area of small ear waxy corn. The objective of this study was to evaluate response to four cycles of modified mass selection for prolificacy in the Small Ear Waxy Corn Khon Kaen Composite population, selected at high population density of planting (20,000 plants rai^{-1}). The original population and improved populations were evaluated at two levels of plant densities (10,000 and 20,000 plants rai^{-1}) on fresh ear yield, yield component and agronomic traits in the rainy season during July-September, 2009 at Khon Kaen University's vegetable research farm. The results indicated that the number of ears per plant increase from 1.42 in cycle 0 to 1.55 in cycle 4 with average rate of gain per cycle of 0.05 ears per plant at high plant density. And its response was higher than at low plant density for yield of marketable ears per rai, un-husked ear weight and husked ear weight with percent increase of 72.8, 60.4 and 65.9 %, respectively.
Keywords: response to selection, improved population, population density, *Zea mays* var. *ceratina*

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural and Resource, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

* Corresponding author: kamol9@gmail.com

บทนำ

ข้าวโพดเทียน (small ear waxy corn) เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสด ที่จัดอยู่ในกลุ่มข้าวโพดข้าวเหนียว ซึ่งมีขนาดฝักยาวประมาณ 10-14 ซม. และความกว้างฝักประมาณ 2-3 ซม. (กรมวิชาการเกษตร, 2539) มีการปลูกแพร่หลายในท้องถิ่นของประเทศไทย ปัจจุบันข้าวโพดชนิดนี้เริ่มเป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีคุณภาพการรับประทานดี รวมทั้งมีรสชาติหวานอยู่ในเนื้อแป้ง ประกอบกับฝักขนาดมีเล็กรับประทานง่าย สามารถใช้จัดวางหรือตกแต่งบนจานอาหารได้อย่างสะดวก การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเทียน สามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนฝักต่อต้น รวมทั้งมีความหลากหลายของสีเมล็ด คือ สีเหลือง ขาว และม่วง มีความแข็งแรงของลักษณะลำต้น และใช้ปลูกได้ตลอดทั้งปี ซึ่งหากพันธุ์ ดังกล่าว สามารถปลูกให้มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับมีลักษณะการติดฝักดก แนวทางดังกล่าวนี้ เป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ของเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ได้รวบรวมเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเทียน ข้าวโพดหวาน และประชากรข้าวโพดเทียนเหลืองขอนแก่น เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างประชากรพื้นฐาน และปรับปรุงประชากรโดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ (modified mass selection) จำนวน 4 รอบ ภายใต้ความหนาแน่นของประชากรสูง ซึ่งหลังจากการคัดเลือกพันธุ์ครั้งนี้สำเร็จ ข้าวโพดเทียนจากประชากรนี้ สามารถใช้เป็นแหล่งของการสกัดสายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะฝักดก และใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด เพื่อแนะนำให้กับเกษตรกร และผู้สนใจต่อไป โดยการทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ จำนวน 4 รอบ เพื่อเพิ่มลักษณะฝักดกในประชากรข้าวโพดเทียนขอนแก่นคอมโพสิต

วิธีการศึกษา

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเทียนเพื่อเพิ่มลักษณะฝักดก เริ่มจากการสร้างประชากรพื้นฐานโดยผสมข้ามระหว่างข้าวโพดเทียน ข้าวโพดหวาน และข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 25 พันธุ์/สายพันธุ์ จากนั้นปล่อยให้มีการผสมเกสรอย่างสุ่ม (random mating) จำนวน 2 รอบ เพื่อใช้เป็นประชากรพื้นฐาน (M_0) และปรับปรุงประชากรโดยการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ จำนวน 4 รอบ ภายใต้ความหนาแน่นของประชากรสูง (20,000 ต้นต่อไร่) ซึ่งดัดแปลงจาก Kesornkeaw et al. (2009) จนกระทั่งได้ประชากรที่ผ่านการคัดเลือก คือ M_1 M_2 M_3 และ M_4 ตามลำดับ ปลูกทดสอบผลผลิตในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2552 ณ แปลงทดลองหมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ split-plot in randomized complete block จำนวน 4 ซ้ำ มีปัจจัยหลัก 2 ระดับ คือ ความหนาแน่น 10,000 และ 20,000 ต้นต่อไร่ ปัจจัยรอง 4 ระดับ คือ ประชากร M_0 M_1 M_2 M_3 และ M_4 ดูแลรักษา และให้ปุ๋ยตามวิธีมาตรฐาน เก็บเกี่ยวฝักสดเมื่ออายุ 16 วัน หลังวันออกไหม 50 % บันทึกข้อมูล ลักษณะผลผลิต ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรบางประการ วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลในทุกลักษณะที่ศึกษา และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ใช้ค่าเฉลี่ยแต่ละรอบการคัดเลือกประเมินความก้าวหน้าของลักษณะที่คัดเลือกโดยตรง คือ จำนวนฝักต่อต้น และลักษณะอื่นๆ โดยใช้ simple regression ของค่าเฉลี่ยแต่ละลักษณะกับจำนวนรอบ (Gomez and Gomez, 1984)

ผลและวิจารณ์การศึกษา

การตอบสนองของประชากรที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ในรอบที่ 4 (M_4) ซึ่งทดสอบในสภาพความหนาแน่นต่ำและสูง พบว่า จำนวนฝักต่อต่อต้น จำนวนฝักดีต่อไร่ น้ำหนักฝักหลังปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ดสด ความสูงต้น และความสูงฝัก มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**Table 1**) โดยที่ความหนาแน่นต่ำ และสูง มีจำนวนฝักต่อต้น คือ 1.73 และ 1.55 ฝักต่อต้น จำนวนฝักดีต่อไร่ คือ 17,257 และ

Table 1 Response of small ear waxy corn populations to population density on yields, yield components and some agronomic traits.

Factor	Ears per plant (ears)	Marketable ears (ear rai-1)	Un-husked ear weight (kg rai-1)	Husked ear weight (kg rai-1)	Kernel fresh weight per ear (g)	Ear width (cm.)	Ear length (cm.)	Plant height (cm.)	Ear height (cm.)	Day to tasseling	Day to silking
density (A)											
1	1.70 a1/	17,016 b	1,078 b	746 b	50.0 a	3.1	12.3 a	165.4	89.5	44	44
2	1.47 b	29,399 a	1,730 a	1,238 a	44.4 b	3.1	11.8 b	166.1	92.1	44	44
F-test (A)	**	**	**	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns
Cycle (B) low density											
M0	1.63 ab	16,257 d	1,124	777 d	59.2 a	3.2	12.4	160.1 cd	80.1 d	44	44
M1	1.63 bc	16,345 d	1,011	734 de	53.8 b	3.2	12.0	163.7 bcd	89.2 bcd	45	45
M2	1.76 a	17,611 d	1,156	826 d	48.7 bc	3.1	12.9	174.4 a	97.1 ab	44	44
M3	1.76 a	17,608 d	1,033	652 de	41.6 d	3.0	12.2	160.8 cd	86.5 cd	44	44
M4	1.73 ab	17,257 d	1,065	739 e	45.7 cd	3.1	12.2	167.8 abc	94.0 abc	44	44
Cycle (B) high density											
M0	1.42 de	28,378 c	1,671	1,188 bc	51.8 b	3.2	11.9	164.6 bc	86.6 cd	44	44
M1	1.35 e	27,035 c	1,723	1,241 abc	42.2 d	3.2	11.1	172.6 ab	96.0 ab	44	42
M2	1.45 de	29,037 bc	1,796	1,286 ab	44.0 cd	3.0	12.0	167.9 abc	93.9 abc	45	44
M3	1.57 cd	31,466 a	1,702	1,173 c	40.5 d	2.9	11.9	154.8 d	84.1 d	44	44
M4	1.55 bc	31,081 ab	1,755	1,304 a	43.7 cd	3.1	12.1	170.6 ab	99.8 d	46	46
F-test (B)	**	**	ns	**	**	ns	ns	**	**	ns	ns
F-test (AB)	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Grand mean	1.603	23,208	1403.8	991.89	47.1	3.1	12.1	165.7	90.8	43	44
c.v. (%)	5.46	6.10	7.87	6.86	7.49	6.61	5.07	3.87	6.83	4.19	3.25
b-value[2/]	0.03**	326.30**	-9.84	-15.90	-1.79**	-0.04**	-0.03	1.25	2.52	-0.15	-0.10
b-value[3/]	0.05**	983.70**	14.70*	16.49*	-3.92**	-0.06**	0.105*	-0.58	1.45	0.45	0.61

ns : Non-significant. * Significant at P < 0.05, ** Significant at P < 0.01

[1/] Mean with common letter within the same column is not significant by LSD at 95 %

[2/] Regression coefficient at low population density

[3/] Regression coefficient at high population density

31,081 ฝักต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งพบว่า การเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ สามารถเพิ่มจำนวนฝักดีทั้งหมดต่อไร่ ให้กับประชากรข้าวโพดเทียนขอนแก่นคอมโพสิตได้ เนื่องจากการมีลักษณะฝักดกสามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยของจำนวนฝักต่อพื้นที่ของประชากรให้สูงขึ้น (Lonnquist, 1967) ซึ่งลักษณะฝักดกนั้น มีความเกี่ยวข้องอย่างยิ่งกับผลผลิต (Maita and Coors, 1996) รวมทั้งลักษณะดังกล่าว ถูกควบคุมด้วยยีนหลาย ตำแหน่ง และสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออก แม้จะคัดเลือกจากประชากรที่มีฝักดกก็ตาม ซึ่งการติดฝักจะผันแปรตามความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ (de Leon et al., 2005) มีการถ่ายทอดแบบปริมาณแต่การแสดงออกของจำนวนฝักเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง จึงสามารถจัดกลุ่มจำนวนฝักต่อต้นได้ และมีการกระจายตัวในทุกรุ่น ดังนั้น จึงพบการกระจายตัวของจำนวนฝักแม้จะคัดเลือกจากต้นที่มีลักษณะฝักดกก็ตาม (Hallauer, 1974)

ความก้าวหน้าของการคัดเลือกพันธุ์ พบว่า ลักษณะที่คัดเลือกโดยตรง คือ จำนวนฝักต่อต้น เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งสองสภาพความหนาแน่น (**Table 1**) โดยมีค่าเฉลี่ยต่อรอบการคัดเลือกพันธุ์ คือ 0.03 และ 0.05 ฝักต่อต้น ที่ความหนาแน่นต่ำและสูงตามลำดับ เช่นเดียวกับ การศึกษาในประชากรข้าวโพดเทียนเหลืองขอนแก่น พบว่า การคัดเลือกลักษณะฝักดกในสภาพความหนาแน่นสูง มีความก้าวหน้าดีกว่าในสภาพความหนาแน่นต่ำ (Kesornkeaw et al., 2009) แต่ในประชากรข้าวโพด Golden Glow พบว่า ความก้าวหน้าในการคัดเลือกจะลดลง เมื่อประชากรมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น (de Leon and Coors, 2002) ส่วนการตอบสนองต่อระดับความหนาแน่นของ ประชากรจาก 10,000 เป็น 20,000 ต้นต่อไร่ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยสามารถเพิ่มจำนวนฝักดีต่อไร่ น้ำหนักฝักสดก่อน และหลังปอกเปลือก (**Table 2**) ซึ่งเพิ่มจำนวนฝักจาก 17,016 เป็น 29,399 ฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักดีก่อนปอกเปลือกจาก 1,078 เป็น 1,729 กก.ต่อไร่ และน้ำหนักฝักดีหลังปอกเปลือกจาก 746 เป็น 1,238 กก.ต่อไร่ มีค่าเพิ่มขึ้น คือ 72.8 60.4

Table 2 Effect of population density on yields, yield components and some agronomic traits.

Population density	Ears per plant (ears)	Marketable ears (ear rai^{-1})	Un-husked ear weight (kg rai^{-1})	Husted ear weight (kg rai^{-1})	Kernel fresh weight per ear (g)	Ear width (cm.)	Ear length (cm.)	Plant height (cm.)	Ear height (cm.)	Day to tasseling	Day to silking
10,000 plant rai^{-1}	1.70	17,016	1,078	746	49.8	3.11	12.3	165.4	89.5	44	44
20,000 plant rai^{-1}	1.47	29,399	1,729	1,238	44.4	3.06	11.8	166.1	92.1	44	44
Grand mean	1.59	23,208	1,404	992	47.1	3.09	12.1	165.7	90.8	44	44
Increase or reduction (%)	-13.5	+72.8	+60.4	+65.9	-10.8	-1.6	-4.4	+0.4	+2.8	0	0
LSD ($P \leq 0.05$)	0.06	922.00	72.09	99.36	2.30	ns	0.40	ns	ns	ns	ns

ns : Non-significant

และ 65.9 % ตามลำดับ แต่มีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้นลดลงจาก 1.70 เป็น 1.47 ฝักต่อต้น น้ำหนักเนื้อต่อฝักจาก 49.8 เป็น 44.4 กรัมต่อฝัก และความยาวฝักจาก 12.3 เป็น 11.8 ซม. มี%การลดลง คือ 13.5 10.8 และ 4.4 % ตามลำดับ ส่วนความสูงต้น และฝักไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของประชากร ซึ่งพันธุ์ข้าวโพดที่ได้คัดเลือกในสภาพความหนาแน่นสูง สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี และปลูกได้ในหลายสภาพแวดล้อม (Russell and Eberhart, 1968)

สรุป

การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบในสภาพความหนาแน่นสูงของประชากรข้าวโพดเทียนขอนแก่นคอมโพสิต สามารถเพิ่มลักษณะฝักดกได้ โดยเพิ่มจำนวนฝักต่อต้น และจำนวนฝักดีต่อไร่ ทั้งในสภาพความหนาแน่นต่ำ และสูง สำหรับความหนาแน่นสูงมีจำนวนฝักต่อต้นเพิ่มขึ้นจาก 1.43 ฝัก ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (M_0) เป็น 1.55 ฝัก ในรอบที่คัดเลือกที่ 4 (M_4) และมีค่าเฉลี่ยต่อรอบการคัดเลือกพันธุ์สูงกว่าความหนาแน่นต่ำ คือ 0.05 ฝักต่อต้น นอกจากนี้ ยังทำให้ลักษณะที่ไม่ได้คัดเลือกโดยตรงสูงขึ้นเช่นกัน คือ จำนวนฝักดีต่อไร่ น้ำหนักฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือก ความสูงต้น และความสูงฝัก ซึ่งมีค่า%การเพิ่มขึ้น คือ 72.8 60.4 65.9 0.4 และ 2.8 % ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2539. พันธุ์พืชไร่. โรงพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ.

de Leon N. and J. G. Coors. 2002. Twenty four cycles of mass selection for prolificacy in the Golden Glow maize population. Crop Science 42: 325-333.

de Leon N., J.G. Coors, S.M Kaeppler and G.J.M. Rosa. 2005. Genetic control of prolificacy and related traits in the Golden Glow maize population: I. phenotypic analysis. Crop Science 45: 1361-1369.

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

Hallauer, A.R. 1974. Heritability of prolificacy in maize. The Journal of Heredity 65: 163-168.

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

Lonnquist, J.H. 1967. Mass selection for prolificacy in corn. Der Züchter 37: 185-188.

Maita, R. and J.G. Coors. 1996. Twenty cycles of biparental mass selection for prolificacy in the open pollinated maize population Golden Glow. Crop Science 36: 1527-1532.

Russell, W.A. and S.A. Eberhart. 1968. Testcross of one and two ear type of cornbelt maize inbreds. II. Stability of performance in difference environments. Crop Science 8: 248-251.