การทดสอบหาสายพันธุ์พ่อแม่ที่เหมาะสมสำหรับสร้างข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยว

Identification of suitable parental lines for producing single cross waxy corn hybrid

พรชัย หาระโคตร[1], กมล เลิศรัตน์[1*], และ พลัง สุริหาร[1]

Bhornchai Harakotr[1], Kamol Lertrat[1*], and Bhalang Suriharn[1]

บทคัดย่อ: ความสำเร็จของการพัฒนาพันธุ์ลูกผสม ขึ้นอยู่กับการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่เหมาะสม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบหาสายพันธุ์พ่อแม่ สำหรับสร้างข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยว โดยการนำสายพันธุ์แท้ 11 สายพันธุ์ แบ่งเป็นสายพันธุ์แม่ 5 สายพันธุ์ และสายพันธุ์พ่อ 6 สายพันธุ์ สร้างลูกผสม โดยวิธี North Carolina mating design II ได้ลูกผสมเดี่ยวทั้งหมด 30 คู่ผสม ทำการประเมินในฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2552 ณ หมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) มี 3 ซ้ำ ผลจากการศึกษา พบว่า สายพันธุ์ HJ เหมาะสำหรับเป็นสายพันธุ์แม่ เนื่องจากมีค่าความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูง ในลักษณะผลผลิต และสายพันธุ์ DL และ BW เหมาะสำหรับเป็นสายพันธุ์พ่อ จากการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GGE-biplot พบว่า คู่ผสม HJ/BW และ HJ/NU-58 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้ ยังมีค่าความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ และค่าความดีเด่นของลูกผสมสูง รวมถึงมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี

คำสำคัญ: ความสามารถในการรวมตัว ความดีเด่นของลูกผสม GGE-biplot analysis Zea mays var. ceratina

Abstract: The success in developing hybrid varieties is depend on the choice of parental lines. The objective of this study was to identify suitable parental lines for producing single cross waxy corn hybrids. Eleven inbred lines, six males and five females were crossed in North Carolina mating design II. The 11 parental lines and their 30 crosses were evaluated using Randomized Complete Block (RCB) with three replications in the rainy season 2009 at Experimental Farm of Khon Kaen University. The result indicated that HJ inbred line is suitable for using as female parent, because it has high and positive GCA value for yield. DL and BW inbred lines are suitable for use as male parent. For GGE-biplot analysis based on yield, HJ/BW and HJ/NU-58 were the best potential hybrids, which exhibited high value of SCA, heterosis and good agronomic traits.

Keywords: combining ability, heterosis, GGE-biplot analysis, *Zea mays* var. *ceratina*

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

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

* Corresponding author: kamol9@gmail.com

บทนำ

ในปัจจุบันข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy or glutinous corn) เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสดที่มีบทบาท และเป็นที่ยอมรับในตลาดเพิ่มมากขึ้น มีการปลูกและบริโภคในประเทศไทย จีน (ตอนใต้) เวียดนาม เกาหลี ลาว และไต้หวัน โดยคาดว่ามีชาวเอเชียบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวไม่ต่ำกว่าปีละ 300-600 ล้านคน ดังนั้น บริษัทผลิตเมล็ดพันธุ์ระดับนานาชาติ ได้เล็งเห็นศักยภาพของตลาด ดังกล่าว จึงขยายการลงทุนและวิจัยเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวอย่างเต็มที่ (ปรัชญา, 2550) แต่ปัญหาที่สำคัญ คือ พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่เกษตรกรใช้ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ผสมเปิด และเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง ส่งผลให้มีความแปรปรวนในลักษณะผลผลิต และคุณภาพการรับประทาน รวมถึงอ่อนแอต่อโรค และแมลง ทำให้หลายๆ หน่วยงานได้เล็งเห็นความสำคัญของสภาพปัญหาดังกล่าว จึงมุ่งเน้นปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ผสมเปิดไปสู่พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เนื่องจากให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี และสม่ำเสมอ

ความสำเร็จของการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมขึ้นอยู่กับการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่เหมาะสม โดยโอกาสที่จะได้ลูกผสมที่ดีมีเพียง 0.01 % เท่านั้น (Hallauer and Miranda, 1988) การพิจารณาสายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดี เริ่มต้นจากทดสอบความสามารถในการรวมตัวของสายพันธุ์แท้ ซึ่งลูกผสมที่ดีมาจากสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่าความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงที่สุด ในลักษณะนั้นๆ สำหรับค่าความสามารถในการรวมตัวเฉพาะมีความสัมพันธ์กับความดีเด่นของลูกผสม โดยมีค่าสูงในคู่ผสมที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม และมีค่าต่ำในคู่ผสมที่มีฐานพันธุกรรมใกล้เคียงกัน หรือมีความเกี่ยวดองเป็นเครือญาติกัน (Baker, 1978) นอกเหนือจากลักษณะข้างต้น ดังกล่าว นักปรับปรุงพันธุ์พืชยังต้องคำนึงถึงผลผลิตของสายพันธุ์แท้ ความต้องการของเกษตรกร และผู้บริโภคร่วมด้วย (Hallauer, 2001) ทำให้การตัดสินใจคัดเลือกคู่ผสมใดนั้น มีความซับซ้อนอยู่มาก ปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาโปรแกรมช่วยในการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์พืช คือ โปรแกรม GGE-bliplot software ซึ่งสามารถใช้ประเมินพันธุ์/คู่ผสมที่ดีที่สุดจากลักษณะเป้าหมายที่เราสนใจได้ (Yan and Kang, 2003) ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อทดสอบหาสายพันธุ์พ่อแม่ที่เหมาะสม สำหรับสร้างข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยว โดยใช้โปรแกรม GGE-biplot ช่วยในการตัดสินใจ

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ นำข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ จำนวน 11 สายพันธุ์ โดยแบ่งเป็นสายพันธุ์แม่ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ 101bt HJ BW 209BBQ และ 106wx พิจาณาจากผลผลิตเมล็ดพันธุ์ และสายพันธุ์พ่อ 6 สายพันธุ์ ได้แก่ HJ BW 209WS NU-58 DL และ 204W ซึ่งพิจารณาจากความสามารถในการปล่อยละอองเกสร สร้างลูกผสมตามแผนการผสมพันธุ์แบบ North Carolina mating design II ได้ลูกผสมเดี่ยวทั้งหมด 30 คู่ผสม ปลูกทดสอบร่วมกับพันธุ์การค้า 3 พันธุ์ ในฤดูฝน ปี พ.ศ. 2552 ณ หมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ข้อมูลที่บันทึก ประกอบด้วย น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก ความกว้างฝัก ความยาวฝัก อายุออกไหม ความสูงต้น และ %เนื้อ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ RCB เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) วิเคราะห์ความสามารถในการรวมตัว ค่าความดีเด่นของลูกผสม และใช้โปรแกรม GGE-biplot (Yan and Kang, 2003) ช่วยในการตัดสินใจคัดเลือกคู่ผสมที่ดี โดยพิจารณาในลักษณะน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก และ %เนื้อ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษา คือ น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก ความกว้างฝัก ความยาวฝัก %เนื้อ ความสูงต้น และอายุออกไหม พบว่า ทุกลักษณะ

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (**Table 1**)

ผลผลิตฝักสด

คู่ผสม HJ/204W 106wx/BW และ 209BBQ/HJ เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกสูงสุด สามอันดับแรก มีค่าเท่ากับ 2,548 2,324 และ 2,304 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ คู่ผสม HJ/DL HJ/204W และ HJ/BW เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกสูงสุดสามอันดับแรก มีค่าเท่ากับ 1,508 1,502 และ 1,477 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ

องค์ประกอบผลผลิต

คู่ผสม HJ/DL มีความกว้างฝักมากที่สุด คือ 4.57 ซม. คู่ผสม 106wx/BW มีความยาวฝักมากที่สุด คือ 18 ซม. และคู่ผสม HJ/BW มี % เนื้อสูงที่สุด คือ 66.90 %

ลักษณะทางการเกษตร

คู่ผสม 106wx/BW BW/HJ และ 101bt/HJ มีความสูงต้นสูงที่สุดสามอันดับแรก มีค่าเท่ากับ 185 181 และ 172 ซม. ตามลำดับ คู่ผสม 106wx/DL 106wx/204W และ 106wx/NU-58 มีอายุออกไหมเร็วที่สุดสามอันดับแรก มีค่าเท่ากับ 40 41 และ 41 วัน ตามลำดับ

ความดีเด่นของลูกผสม

คู่ผสมที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยพ่อแม่ (mid-parents heterosis; MPH) ในลักษณะน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก คือ 101bt/BW 106wx/BW และ BW/DL มีค่าเท่ากับ 337.72 297.72 และ 158.30 % ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก คือ 106wx/BW 101bt/BW และ 106wx/NU-58 มีค่าเท่ากับ 369.99 327.98 และ 205.72 % ตามลำดับ

คู่ผสมที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าพ่อแม่ที่ดี (high-parents heterosis; HPH) ในลักษณะน้ำหนักสดทั้งเปลือก คือ 101bt/BW 106wx/BW และ 106wx/NU-58 มีค่าเท่ากับ 261.12 198.11 และ 120.84 % ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก คือ 106wx/BW 101bt/BW และ 106wx/NU-58 มีค่าเท่ากับ 282.22 229.09 และ 203.50 % ตามลำดับ

ความสามารถในการรวมตัว

สายพันธุ์แม่ที่มีค่าความสามารถในการรวมตัวทั่วไปในลักษณะน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกและหลังปอกเปลือกสูงที่สุด คือ HJ มีค่าเท่ากับ 177.16 และ 164.47 ตามลำดับ สำหรับสายพันธุ์พ่อ คือ DL มีค่าเท่ากับ 168.87 และ 122.21 ตามลำดับ

คู่ผสมที่มีค่าความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในด้านน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกสูงที่สุด สามอันดับแรก คือ 106wx/BW 209BBQ/HJ และ BW/204W มีค่าเท่ากับ 412.54 399.46 และ 364.75 ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกสูงที่สุดสามอันดับแรก คือ BW/204W BW/HJ และ 101bt/HJ มีค่าเท่ากับ 255.74 251.26 และ 250.41 ตามลำดับ

การตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์โดยใช้โปรแกรม GGE-biplot

การเปรียบเทียบคู่ผสมที่ดีที่สุด โดยใช้โปรแกรม GGE-biplot แสดงใน **Figure 1** โดยจุดศูนย์กลางแสดงตำแหน่งคู่ผสมที่ดีที่สุด กล่าวคือ เป็นคู่ผสมที่มีค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ทำการศึกษาและเสถียรภาพสูง ดังนั้นคู่ผสมที่มีผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรก คือ HJ/DL (V11) 101bt/DL (V5) 101bt/BW (V2) HJ/BW (V8) และ HJ/NU-58 (V10) เมื่อพิจารณาเฉพาะผลผลิตพบว่าคู่ผสม HJ/DL 101bt/DL และ 101bt/BW มีผลผลิตสูง ถ้าพิจารณา % เนื้อร่วมด้วยพบว่า คู่ผสม HJ/BW และ HJ/NU-58 เป็นคู่ผสมที่มีผลผลิต และ %เนื้อสูง อย่างไรก็ตาม การคัดเลือกคู่ผสมใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของนักปรับปรุงพันธุ์ (Yan and Fregeau-Reid, 2008) ถ้าต้องการคัดเลือกพันธุ์เพื่อผลผลิตสูงสำหรับเกษตรกรควรเลือกคู่ผสม HJ/DL 101bt/DL และ 101bt/BW แต่ถ้าวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์เพื่อผู้บริโภคควรเลือกคู่ผสม HJ/BW และ HJ/NU-58 ที่มี %เนื้อสูง แต่ผลผลิตต่ำกว่าคู่ผสมข้างต้น นอกจากนี้โปรแกรม GGE-biplot ยังสามารถใช้คัดเลือกพันธุ์ โดยพิจารณาจากหลายๆ ลักษณะ (genotype by multiple traits) ไปพร้อมๆ กันโดยใช้ดรรชนีการคัดเลือก (selection index) การประเมินความใกล้ชิดของลักษณะที่คัดเลือก

Table 1 Means, general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), mid-parents heterosis (MPH) and high-parents heterosis (HPH) estimates for yields, yield components and agronomic traits for parental lines and top ten hybrids in the rain season 2009.

Varieties	Husk ear weight (kg rai^{-1})		Husked ear weight (kg rai^{-1})		Ear diameter (cm)		Ear length (cm)		Plant height (cm)		Silking date (day)		Kernel weight (%)	
Parents	mean	GCA	mean	GCA	mean	GCA	mean	GCA	mean	GCA	mean	GCA	mean	GCA
Females														
101bt	600	-30.87	440	-13.31	3.0	0.09	9.0	-0.93	89	-10.57	50	-0.53	47	1.84
HJ	1,328	177.16	744	164.47	3.9	0.24	12.0	0.73	112	4.69	48	0.47	51	3.75
BW	593	-121.97	387	-89.86	3.0	-0.03	8.2	-0.94	104	-5.30	50	2.08	65	-3.66
209BBQ	1,171	-97.20	692	-90.96	3.2	-0.12	14.4	0.48	133	2.37	45	-0.09	51	-0.21
106wx	780	72.88	378	29.67	3.1	-0.18	9.5	0.66	102	8.81	48	-1.92	52	-1.72
Males														
HJ	1,671	80.19	808	-85.33	3.7	0.03	12.7	-0.21	128	16.02	49	1.32	48	1.76
BW	1,390	-82.97	970	65.25	2.9	0.05	8.0	-0.10	107	1.72	49	0.59	66	1.59
209WS	1,108	-150.47	717	-38.45	3.6	0.23	12.3	0.08	134	6.36	49	0.46	49	-2.20
NU-58	870	-122.97	383	-49.37	3.4	0.18	10.5	0.49	127	-1.65	46	-1.08	48	0.83
DL	1,012	168.87	649	122.21	4.0	-0.28	10.1	-0.46	114	-5.33	45	-0.81	71	-2.34
204W	1,208	107.37	718	-14.31	3.6	-0.22	11.1	0.21	126	-17.12	45	-0.48	60	0.35

แก่นเกษตร ปีที่ 37 ฉบับพิเศษ : 21-26 (2552).

Table 1 Means, general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA), mid-parents heterosis (MPH) and high-parents heterosis (HPH) estimates for yields, yield components and agronomic traits for parental lines and top ten hybrids in the rain season 2009. (Continue)

Variety	Husk ear weight (kg rai^{-1})				Husked ear weight (kg rai^{-1})				Ear diameter (cm)				Ear length (cm)				Plant height (cm)				Silking date (day)				Kernel weight (%)			
Hybrid	mean	MPH	HPH	SCA	mean	MPH	HPH	SCA	mean	MPH	HPH	SCA	mean	HPH	MPH	SCA	mean	MPH	HPH	SCA	mean	MPH	HPH	SCA	mean	MPH	HPH	SCA
101bt/HJ	2,164	90.6	29.5	193.03	1,348	116.0	66.8	250.41	4.3	28.4	16.2	0.11	14.9	37.8	17.9	0.67	173	59.51	34.90	12.08	44	-11.49	-12.08	-0.60	56	18.29	15.89	-5.78
101bt/BW	2,167	337.7	261.1	358.89	1,448	328.0	229.1	199.83	4.5	150.6	48.9	0.26	15.8	85.1	75.2	1.39	158	61.81	47.82	11.88	42	-14.48	-14.77	-1.20	60	7.35	-8.28	-1.62
101bt/DL	2,194	172.2	116.8	134.35	1,323	143.0	103.9	17.67	4.4	25.4	10.1	0.49	15.1	58.0	49.7	1.05	138	36.50	21.37	-1.23	43	-9.86	-14.09	0.53	61	3.54	-14.42	3.08
HJ/BW	2,127	147.6	60.1	110.86	1,477	201.3	98.6	51.35	4.4	28.4	12.9	0.02	16.4	64.0	37.0	0.36	164	49.66	46.21	2.45	45	-6.53	-8.11	0.80	67	14.75	1.98	3.21
HJ/NU-58	2,107	91.7	58.6	130.86	1,404	167.5	88.7	92.67	4.2	16.0	9.5	-0.24	16.5	46.9	37.9	-0.13	167	39.70	31.70	8.66	43	-7.14	-9.09	0.47	65	31.04	27.06	1.87
HJ/DL	2,233	90.9	68.2	-34.38	1,508	115.8	102.7	25.09	4.6	16.6	15.1	0.54	15.1	36.8	25.9	-0.61	155	36.80	35.88	0.01	43	-7.19	-9.79	-0.13	60	-2.29	-16.15	-0.06
HJ/204W	2,548	100.9	91.9	341.82	1,503	105.6	102.0	156.31	4.4	19.3	14.7	0.35	17.4	50.4	45.1	1.02	137	15.43	9.19	-5.37	42	-8.96	-11.19	-1.13	58	4.82	-2.85	-4.42
BW/DL	2,074	158.3	104.9	104.95	1,280	147.1	97.2	50.92	3.2	-6.7	-18.5	-0.52	14.2	55.8	41.4	0.23	145	33.21	27.24	0.17	45	-4.93	-9.40	0.26	54	-21.62	-24.81	1.18
BW/204W	2,272	152.2	88.0	364.75	1,348	144.0	87.7	255.74	4.3	31.6	20.6	0.48	16.8	73.5	50.6	2.09	149	29.69	18.21	15.96	44	-6.67	-10.74	-0.74	60	-4.31	-8.46	4.82
106wx/BW	2,324	297.4	198.1	412.54	1,444	370.0	282.2	152.75	4.1	35.6	32.6	0.13	18.0	104.9	88.8	2.03	185	77.13	72.68	19.11	42	-14.38	-15.54	-0.48	57	-2.44	-12.55	-0.85
Varity check 1	1,965				1,066				4.1				16.4				130				42				59			
Varity check 2	1,696				1,263				4.2				16.5				164				44				49			
Varity check 3	2,690				2,043				5.1				19.8				216				47				61			
F-test	**				**				**				**				**				**				**			
$LSD_{(0.05)}$	216.94				140.20				0.25				1.11				3.30				1.30				3.3322			
% CV	7.81				8.08				3.90				4.77				1.39				1.80				3.57			

** Significantly different at 0.01 levels of probability

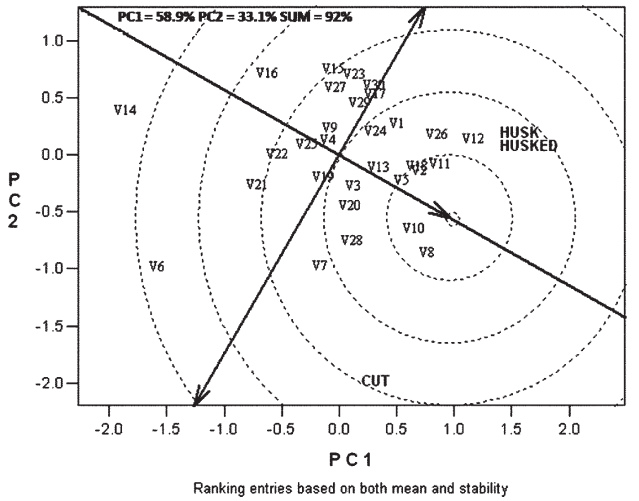

Figure 1 GGE-biplot of 30 waxy corn hybrids (V1-V30) for husk ear weight, husked ear weight and percent kernel weight in rainy season 2009.

ซึ่งสามารถใช้ในการคัดเลือกโดยอ้อม และศึกษาความแตกต่างของวิธีการคัดเลือกพันธุ์ (Yan and Kang, 2003)

จากการทดสอบ พบว่า ทุกคู่ผสมมีผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ทดสอบที่ 3 แต่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และมี % เนื้อสูงกว่าทำให้สามารถลดระยะเวลาในการปลูก และเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางการตลาด (Hallauer, 2001) นอกเหนือจากการพิจารณาผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรแล้ว การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดรับประทานฝักสดจะต้องพิจารณา ทางด้านคุณภาพของผลผลิตร่วมด้วย ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญเช่นเดียวกับลักษณะอื่นๆ และพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวจะได้รับการยอมรับจากเกษตรกรและผู้บริโภค จะต้องมีผลผลิตสูง และคุณภาพการรับประทานดี

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า สายพันธุ์แท้ HJ มีความเหมาะสมเป็นสายพันธุ์แม่ เนื่องจากมีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปในลักษณะผลผลิตสูง และมีผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูง สำหรับสายพันธุ์แท้ BW และ DL มีความเหมาะสมเป็นสายพันธุ์พ่อ จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GGE-biplot พบว่า คู่ผสม HJ/BW และ HJ/NU-58 มีศักยภาพของผลผลิตสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2550. ข้าวโพดข้าวเหนียว-ข้าวโพดเทียนพันธุ์ใหม่ ผลงานเด่นจากไบโอเทค ทางเลือกใหม่ สร้างรายได้ยั่งยืนแก่เกษตรกร. เทคโนโลยีชาวบ้าน 20: 30-31.

Baker, L.R. 1978. Issue in diallel analysis. Crop Science 18: 533-536.

Hallauer A.R. 2001. Specialty Corns. Second Edition. CRC PRESS, New York.

Hallauer A.R. and J.B. Miranda. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding, 2nd ed. Iowa State University. Press, Ames.

Yan W. and J. Fregeau-Reid. 2008. Breeding line selection base on multiple traits. Crop Science 48: 417-413.

Yan W. and M.S. Kang. 2003. GGE Biplot Analysis; A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists. CRC PRESS. Washington, D.C.