การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวหลายสภาพแวดล้อมในประเทศไทย
Multi-Location Trials of Waxy Corn Varieties in Thailand

พลัง สุริหาร และ กมล เลิศรัตน์

Bhalang Suriharn and Kamol Lertrat

Abstract

Multi-location trials are required for yield performance and stability evaluation of breeding lines. The objective of this study was to evaluate yield performance, stability and agronomic traits of different waxy corn varieties during the rainy season 2006 in Thailand. Twenty-one waxy corn varities were grown at thirteen different locations in the rainy season in/order to determine their performance and stability. A Randomized Complete Block Design with three replications was used. Data on yield and agronimic traits were collected, A combined analysis of variance showed highly significant ($P < 0.01$) genotype, location and genotype x location effects on yield and agronomic traits. For GGE biplot methodology, based on yields, wx 005 was the most stable genotype.

Keywords: Breeding, GGE biplot, Stability, Yield performance

บทคัดย่อ

การทดสอบพันธุ์พืชในหลายสถานที่เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อประเมินศักยภาพและเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์พืช วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ คือ เพื่อประเมินศักยภาพของผลผลิตและเสถียรภาพผลผลิต ลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว ฤดูฝน 2549 ในประเทศไทย ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียว 21 พันธุ์ ใน 13 สถานที่ทดสอบในฤดูฝน เพื่อประเมินศักยภาพและเสถียรภาพของพันธุ์ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ทำ 4 ซ้ำ ข้อมูลที่บันทึกประกอบด้วยผลผลิตฝักและลักษณะทางการเกษตร ผลจากการทำ combined analysis of variance พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างพันธุ์, สถานที่ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ สำหรับวิธี GGE biplot พบว่า พันธุ์ wx 005 เป็นพันธุ์ก่อนการค้าที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์, ศักยภาพผลผลิต, เสถียรภาพ, GGE biplot

ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

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

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) เป็นข้าวโพดพื้นบ้านที่ปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่มีข้อจำกัด คือ อ่อนแอต่อโรคหลายชนิดและไม่มีความสม่ำเสมอในเรื่องในเรื่องของผลผลิต ความสูงต้นและอายุเก็บเกี่ยว เป็นต้น ดังนั้นในปัจจุบันเกษตรกรไทยได้นิยมปลูกข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมกันมากขึ้น เนื่องจากให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี มีความแข็งแรง และมีความสม่ำเสมอ อีกทั้งยังเป็นที่ต้องการของตลาด ส่งผลให้พื้นที่ปลูกข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมเพิ่มมากยิ่งขึ้น และพื้นที่เป้าหมายในการใช้พันธุ์ลูกผสมก็มีความหลากหลายในเรื่องของสภาพแวดล้อมต่างๆ มากยิ่งขึ้น เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น ปริมาณน้ำฝน และความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นต้น ข้าวโพดพันธุ์ดีต้องมีการปรับตัวที่ดี ในหลายสภาพแวดล้อม กล่าวคือ ต้องมีผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพของผลผลิตดี อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของการตอบสนองของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อมหรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (genotype by environment interactions) เป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นปัญหาในการคัดเลือกพันธุ์ของนักปรับปรุงพันธุ์พืช นักปรับปรุงพันธุ์จึงจำเป็นต้องมีงานทดสอบพันธุ์พืชในหลายสภาพแวดล้อมเพื่อประเมินศักยภาพผลผลิตและเสถียรภาพของพันธุ์พืช (Allard and Bradshaw, 1964; Fehr, 1987)

โดยทั่วไป นักปรับปรุงพันธุ์จะทำการประเมินความดีเด่นของพันธุ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากหลายสถานที่ทดสอบและมีการวิเคราะห์เสถียรภาพของผลผลิต ซึ่งมีวิธีที่ใช้ในการประเมินเสถียรภาพของผลผลิต ตัวอย่าง เช่น partitioning of variance, the traditional stability regression model, nonparametric statistics, and multivariate techniques, particularly the pattern analysis and the Additive Main Effects and Multiplicative Interaction (AMMI) model (Eberhart and Russell, 1966; Gauch and Furnas, 1991; Nachit et al., 1992; Romagosa and Fox, 1993) อย่างไรก็ตาม แต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป (McLaren, 1994) และเมื่อไม่นานมานี้ เทคนิค a genotype and genotype x environment interaction (GGE biplot) ถูกเสนอขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ประเมินศักยภาพของผลผลิตและเสถียรภาพของพันธุ์พืช (Yan, 1999; Yan et al., 2001) ซึ่งโปรแกรมที่ใช้สามารถคำนวณและแสดงผลเป็นรูปกราฟได้ (Yan, 1999; Yan et al., 2000; Yan et al., 2001) และยังง่ายในการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ อย่างไรก็ตามทุกวิธีต้องการข้อมูลจากการทดสอบพันธุ์ในหลายสภาพแวดล้อมเพื่อประเมินศักยภาพและเสถียรภาพของผลผลิต ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ คือ เพื่อประเมินศักยภาพและเสถียรภาพของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวฝักสดพันธุ์การค้าและพันธุ์ก่อนการค้าในหลายสถานที่ โดยใช้ GGE biplot

อุปกรณ์และวิธีการ

สายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย 21 พันธุ์ ในฤดูฝน โดยเป็นพันธุ์การค้าและพันธุ์ก่อนการค้าที่ได้จากหน่วยงานและบริษัทต่างๆ ดังใน Table 1 พื้นที่เป้าหมายในการทดสอบพันธุ์มีทั้งหมด 13 สถานที่ ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (เชียงใหม่), มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา (น่าน), บริษัทกรุงเทพอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์จำกัด (สุโขทัย), มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ขอนแก่น), มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (อุบลราชธานี), ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (นครราชสีมา), บริษัท สวีทซีดส์ จำกัด (สระบุรี), บริษัท เจียไต๋ จำกัด (กาญจนบุรี), บริษัท ฮอทิเจนเนติคส์ รีเสิร์ช เอส. อี. เอเชีย จำกัด (สุพรรณบุรี), บริษัท แปซิฟิก เมล็ดพันธุ์ จำกัด (สระบุรี), ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท (ชัยนาท), ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา (สงขลา) และมหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย (นครศรีธรรมราช)

Table 1 Waxy corn varieties used in rainy season.

Entry no.	Varieties	Source
1	Rajamangala Phitsanulok	Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok
2	wx 004	Chia Tai Company Limmited
3	wx 005	Chia Tai Company Limmited
4	Big white 852	Hortigenetics Research (S.E. Asia) Company Limited
5	Sweet white 25	Hortigenetics Research (S.E. Asia) Company Limited
6	Dr. Pek	Sweet Seeds Company Limited
7	sw 4060	Sweet Seeds Company Limited
8	sw 6001	Sweet Seeds Company Limited
9	kwsx 91	National Corn and Sorghum Research Center
10	kwsx 107	National Corn and Sorghum Research Center
11	kwpsx 7253/local	National Corn and Sorghum Research Center
12	PACW 44	Pacific Seeds Company Limited
13	PACW 73	Pacific Seeds Company Limited
14	CNW 4901	Chai Nat Field Crops Research Center
15	TS 1	Bangkok Seeds Industry Company Limited
16	CP Fancy 1	Bangkok Seeds Industry Company Limited
17	GR 479 WL	Bangkok Seeds Industry Company Limited
18	GR 4748 WL	Bangkok Seeds Industry Company Limited
19	2901	Khon Kaen University
20	2904	Khon Kaen University
21	2916	Khon Kaen University

ทำการปลูกทดสอบพันธุ์ ใน ฤดูฝน ปี 2549 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) ทำ 3 ซ้ำ ในแต่ละแปลงย่อยมี 4 แถว แต่ละแถว ยาว 5 เมตร ระยะปลูกเท่ากับ 25 x 75 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุได้ 14 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น เมื่อข้าวโพดอายุได้ 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ผสม อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยเป็นแถวและกลบโคนต้น พร้อมกับกำจัดวัชพืช และเมื่อข้าวโพดอายุได้ 40 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีโรยข้างโคนต้น พร้อมกลบโคน ข้อมูลที่บันทึกประกอบด้วย น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก ความยาวฝัก ความกว้างฝัก อายุออกไหม อายุปล่อยละอองเกสร ความสูงต้นและความสูงฝัก

นำข้อมูลทั้งหมดที่เก็บได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติแยกกันในแต่ละสภาพแวดล้อม จากนั้นทดสอบ homogeneity of error variances โดยใช้วิธี Bartlett's test (Gomez and Gomez 1984) แล้วทำ combined analysis of variance ในทุกลักษณะ และวิเคราะห์เสถียรภาพ (Stability analyses) ของพันธุ์ โดยใช้เทคนิค the genotype main effect plus genotype by environment interaction effect (GGE) biplot (Yan

et al., 2000, 2001) โดยโปรแกรม GGE biplot นำมาใช้ เพื่อศึกษาศักยภาพของค่าเฉลี่ยและเสถียรภาพของพันธุ์ข้าวโพด โดยพันธุ์ที่ดีที่สุดนั้นจะมีค่า PC1 สูง (มีความสามารถในการให้ผลผลิตสูง) และ ควรมีค่า PC2 ต่ำ (มีเสถียรภาพสูง) (Yan, 1999; Yan et al., 2000)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตองค์ประกอบผลผลิต ลักษณะฝัก และลักษณะทางการเกษตร ทั้งฤดูฝนและหนาว พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระหว่างพันธุ์ (G), สถานที่ (L) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ (G x L interaction) (Table 2)

Table 2 Combine analysis of variance for twenty-one varieties at thirteen locations in rainy season.

source of variation	DF	Yield (kg/rai)		Ear charaters (cm)		Days to		Height (cm)	
		Husk ear	Husked ear	Length	Diameter	Tassel	Silk	Plant	Ear
Location, L	12	13,815,400.9**	6,114,890.5**	84.2**	4.9**	54.0**	655.3**	44,588.7**	19,603.3**
Rep/L	26	56,938.7	24,789.2	2.7	0.1	10.2	7.2	741.0	240.1
Genotype	20	1,179,218.5**	1,041,105.8**	70.2**	5.2**	69.4**	79.1**	11,726.6**	4,366.5**
G x L	240	167,596.5**	84,038.3**	2.6**	0.3**	3.6**	4.7**	392.9**	195.0**
Pool error	520	24,677.1	14,182.7	1.2	0.1	1.5	1.8	114.6	59.6
CV (%)		10.1	10.9	6.5	8.4	2.8	3.0	5.8	8.0

****, * Significantly different at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.**

ความแตกต่างของสภาพแวดล้อม

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกมีช่วงอยู่ระหว่าง 863.7-2,389.4 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกมีช่วงอยู่ระหว่าง 601.0-1,609.9 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าเฉลี่ยความยาวฝักมีช่วงอยู่ระหว่าง 4.16-5.00 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยาวของฝักมีช่วงอยู่ระหว่าง 14.86-18.38 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยวันออกดอกมีช่วงอยู่ระหว่าง 39.3-51.4 วัน ค่าเฉลี่ยวันออกไหมมีช่วงอยู่ระหว่าง 41.0-52.7 วัน ค่าเฉลี่ยความสูงต้นมีช่วงอยู่ระหว่าง 136.7-230.1 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความสูงฝักมีช่วงอยู่ระหว่าง 57.2-118.7 เซนติเมตร (Table 3) ซึ่งเห็นได้ว่าสถานที่ทั้ง 13 สถานที่ที่เลือกนำมาทดสอบมีความแตกต่างกันมาก

ผลผลิตฝักสด

พันธุ์ที่มีน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกเฉลี่ยสูงสุด 3 พันธุ์แรก คือ พันธุ์ sw 4060 (1,845.7 กิโลกรัมต่อไร่) PACW 73 (1,819.1 กิโลกรัมต่อไร่, พันธุ์การค้า) และ PACW 44 (1,775.5 กิโลกรัมต่อไร่, พันธุ์การค้า) ตามลำดับ (Table 4) โดยทั้งสามพันธุ์นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์การค้า wx 004, Big white 852, Sweet white 25, TS1 และ CP fancy1 ให้ผลผลิต 1,558.6, 1,597.3, 1,427.7, 1,152.5 และ 1,501.6 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักฝักสดหลังปอกเฉลี่ยสูงสุด 3 พันธุ์แรก คือพันธุ์ PACW 73 (1,367.1 กิโลกรัมต่อไร่, พันธุ์การค้า) PACW 44 (1,365.1 กิโลกรัมต่อไร่, พันธุ์การค้า) และ wx 005 (1,298.5

Table 3 Means for yields and agronomic traits of twenty-one varieties at the individual test locations in rainy season.

		Yield (kg/rai)		Ear charaters (cm)		Days to		Height (cm)	
	Locations	Husk ear	Husked ear	Diameter	Length	Tassel	Silk	Plant	Ear
1	KKU	1,516.4	965.1	4.29	16.59	1.4	41.5	185.8	95.9
2	MJU	1,825.9	1,237.3	4.51	17.14	46.6	47.0	205.1	105.7
3	SWS	1,185.7	825.0	4.56	16.57	45.5	45.9	192.8	113.8
4	SK	1,670.9	1,164.4	4.68	16.92	42.7	43.3	190.6	103.1
5	CT	1,283.0	878.1	4.46	17.84	43.7	44.3	204.0	100.8
6	EWS	1,425.1	1,053.5	4.94	16.00	41.0	41.0	221.4	118.7
7	IAS	2,308.7	1,609.9	4.57	18.21	42.1	42.5	230.1	117.2
8	NAN	1,358.8	1,088.1	4.40	15.91	51.4	52.7	187.7	101.3
9	SW	1,535.0	1,099.8	4.91	16.89	47.0	47.2	155.1	79.3
10	CN	1,987.4	1,381.0	4.32	18.16	39.3	41.6	186.4	96.9
11	UBU	964.5	690.4	4.16	15.02	43.0	43.5	158.9	75.1
12	PAC	2,389.4	1,591.5	5.00	18.38	41.9	42.6	165.6	89.7
13	NST	863.7	601.0	4.19	14.86	41.8	45.8	136.7	57.2
	Means	1562.7	1091.2	4.54	16.81	43.7	44.5	186.2	96.5
	LSD (0.05)	381.87	251.97	2.63	0.51	5.11	4.29	43.56	24.80

KKU = Khon Kaen, MJU = Chiang-mai, SWS = Saraburi, SK = Songkhla, CT = Kanchanaburi, EWS = Suphanburi, IAS = Sukhothai, NAN = Nan, SW = Nakhon Ratchsima, CN = Chai Nat, UBU = Ubon Rajathanee, PAC = Saraburi, NST = Nakhon Si Thammarat

กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์การค้า wx 004, Big white 852, Sweet white 25, TS1 และ CP fancy1 ให้ผลผลิต 1,558.6, 1,180.8, 1,077.4, 747.8 และ 1,052.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 4)

ลักษณะทางการเกษตร

ในฤดูฝนพันธุ์ที่ปล่อยละอองเกสรและออกไหม่เร็วสุด 3 พันธุ์แรก คือ พันธุ์ 2916, 2901 และ 2904 ตามลำดับ (Table 4) พันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงสุดคือ พันธุ์ GR 479 WL, CP fancy 1 และ wx 005 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ที่มีความสูงฝักสูงสุด คือ พันธุ์ GR 479 WL, PACW 73 และ wx 005 ตามลำดับ (Table 4)

การประเมินเสถียรภาพของผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร โดยใช้ GGE-biplot

การเปรียบเทียบพันธุ์ที่ดีที่สุด โดยอาศัยหลักการของ GGE-biplot ในลักษณะน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดหลังปอก อายุออกไหมและความสูงต้น โดยใช้โปรแกรม GGE-biplot ในฤดูฝน แสดงใน Fig. 1 โดยแต่ละรูปจุดศูนย์กลางของแต่ละรูปจะแสดงตำแหน่งของพันธุ์ที่ดีที่สุด กล่าวคือ เป็นพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยของลักษณะ และมีเสถียรภาพสูง ดังนั้น พันธุ์ที่มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักหลังปอกสูง หรือผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพสูงสุด 3 พันธุ์แรก คือ พันธุ์ PACW73 (13, พันธุ์การค้า), PACW44 (12, พันธุ์การค้า) และ wx 005 (3) ตามลำดับ (Fig. 1a and b) โดยพันธุ์ก่อนการค้า (wx 005) มีผลผลิตและเสถียรภาพสูงกว่าพันธุ์การค้า wx 004 (2), Big white 852 (4),

Table 4 Means for yields and agronomic traits over locations, ranks of individual waxy corn varieties in rainy season.

Entries	Varieties	Yield (kg/rai)		Ear charaters (cm)		Days to		Height (cm)	
		Husk ear	Husked ear	Length	Diameter	Tassel	Silk	Plant	Ear
1	Rajamangala Phitsanulok	1,333.6 (20)	877.1 (20)	4.33 (14)	16.62 (15)	44.7 (5)	45.7 (6)	195.3 (6)	103.5 (5)
2	wx 004	1,558.6 (10)	1,130.9 (9)	5.28 (1)	14.13 (20)	43.6 (11)	44.5 (9)	175.1 (16)	85.8 (19)
3	wx 005	1,759.7 (4)	1,298.5 (3)	5.08 (3)	17.69 (5)	44.9 (4)	46.0 (4)	210.1 (3)	109.6 (3)
4	Big white 852	1,597.3 (8)	1,180.8 (7)	4.72 (6)	16.77 (11)	44.6 (6)	45.4 (7)	183.7 (13)	92.9 (14)
5	Sweet white 25	1,427.7 (17)	1,077.4 (11)	4.59 (10)	16.46 (17)	44.5 (7)	46.1 (3)	176.7 (15)	86.7 (17)
6	Dr. Pek	1,592.5 (9)	1,141.4 (8)	4.39 (13)	18.13 (3)	42.3 (18)	42.9 (18)	181.3 (14)	97.0 (12)
7	sw 4060	1,845.7 (1)	1,263.5 (4)	4.72 (7)	17.08 (7)	44.4 (8)	45.1 (8)	169.6 (17)	78.0 (20)
8	sw 6001	1,673.2 (7)	1,108.3 (10)	4.62 (9)	16.77 (12)	43.7 (10)	43.6 (15)	157.9 (21)	73.9 (21)
9	kwsx 91	1,489.1 (16)	1,010.3 (14)	4.41 (11)	16.64 (14)	43.0 (14)	43.8 (13)	189.5 (8)	100.7 (9)
10	kwsx 107	1,373.7 (19)	920.2 (19)	4.41 (12)	16.72 (13)	43.3 (12)	44.2 (11)	188.6 (10)	100.5(10)
11	kwpsx 7253/local	1,552.4 (11)	1,056.3 (12)	4.33 (15)	17.08 (8)	45.0 (3)	45.8 (5)	200.5 (4)	106.8 (4)
12	PACW 44	1,775.5 (3)	1,365.1 (2)	4.87 (4)	18.21 (2)	42.9 (15)	43.9 (12)	193.5 (7)	101.1 (8)
13	PACW 73	1,819.1 (2)	1,367.1 (1)	5.10 (2)	18.13 (4)	43.9 (9)	44.5 (10)	200.1 (5)	110.3 (2)
14	CNW 4901	1,509.7 (14)	979.4 (15)	4.77 (5)	16.82 (10)	42.8 (16)	43.6 (16)	189.2 (9)	101.9 (7)
15	TS1	1,152.5 (21)	747.8 (21)	3.74 (21)	13.51 (21)	45.7 (2)	47.3 (1)	188.1 (11)	100.0 (11)
16	CP fancy1	1,501.6 (15)	1,052.8 (13)	4.21 (19)	17.10 (6)	42.7 (17)	43.6 (17)	210.3 (2)	102.5 (6)
17	GR 479 WL	1,699.3 (6)	1,196.8 (6)	4.31 (16)	19.85 (1)	46.5 (1)	47.0 (2)	224.5 (1)	114.7 (1)
18	GR 4748 WL	1,722.3 (5)	1,245.5 (5)	4.72 (8)	16.87 (9)	43.0 (13)	43.8 (14)	184.5 (12)	93.3 (13)
19	2901	1,514.9 (12)	960.7 (18)	4.15 (20)	16.33 (18)	42.0 (20)	42.6 (20)	163.8 (19)	89.6 (16)
20	2904	1,512.1 (13)	971.6 (16)	4.28 (17)	15.46 (19)	42.1 (19)	42.9 (19)	165.1 (18)	91.8 (15)
21	2916	1,405.4 (18)	963.0 (17)	4.23 (18)	16.56 (16)	41.2 (21)	42.3 (21)	162.6 (20)	86.2 (18)
	Means	1571.2	1091.2	4.54	16.81	43.7	44.5	186.2	96.5
	LSD (0.05)	251.40	190.59	1.75	0.51	1.96	2.15	17.13	12.35

Sweet white 25 (5), TS1 (15) และ CP fancy1 (16) (Fig. 1a and b) แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ก่อนการค้าบางตัวมีศักยภาพและเสถียรภาพของผลผลิตที่ดีซึ่งน่าจะสามารถเข้ามาทดแทน พันธุ์การค้าหรือพันธุ์เก่าได้ อย่างไรก็ตามในการคัดเลือก พันธุ์ข้าวโพดฝักสด อาจไม่ได้ใช้เพียงผลผลิตหรือองค์ประกอบของผลผลิต เท่านั้น แต่ยังต้องใช้ลักษณะทางด้านคุณภาพ ความต้านทานต่อโรคและแมลงประกอบด้วย นอกจากนี้แล้วถ้าพิจารณาในประเด็นการปรับตัวการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ปรับตัวได้อย่างกว้างขวาง หรือพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีอาจมีข้อดี คือ สามารถใช้พันธุ์ได้อย่างกว้างขวาง แต่อาจจะไม่ได้หมายความว่าปลูกได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์เพื่อปรับตัว ให้เฉพาะกับพื้นที่ก็เป็นอีกวัตถุประสงค์หนึ่งที่มีความสำคัญ

กลุ่มพันธุ์ที่ออกไหมช้าและมีเสถียรภาพคือ TS1 (15), kwpsx 7253/local (11), GR 479 WL (17), wx 005 (3), Big white 852 (4) และ Sweet white 25 (5) (Fig. 1c) สำหรับกลุ่มพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงสุดและมีเสถียรภาพ คือ พันธุ์ GR 479 WL (17), CP แฟนซี 1 (16), wx 005 (3) ตามลำดับ (Fig. 1d) ในการคัดเลือกพันธุ์ทั้งลักษณะความสูงและอายุออกไหมก็เป็นลักษณะที่จำเป็นต้องพิจารณานอกเหนือจากผลผลิต โดยพันธุ์ที่ดีควรที่จะมีมีอายุออกไหมและความสูงที่สม่ำเสมอ กล่าวคือ เมื่อนำไปปลูกที่สถานที่อื่นแล้วไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ดังนั้น การดูพันธุ์ที่มีเฉพาะเสถียรภาพที่ดี โดยอาศัยหลักการของ GGE-biplot คือ พันธุ์ที่มีค่า PC2 ต่ำหรือมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

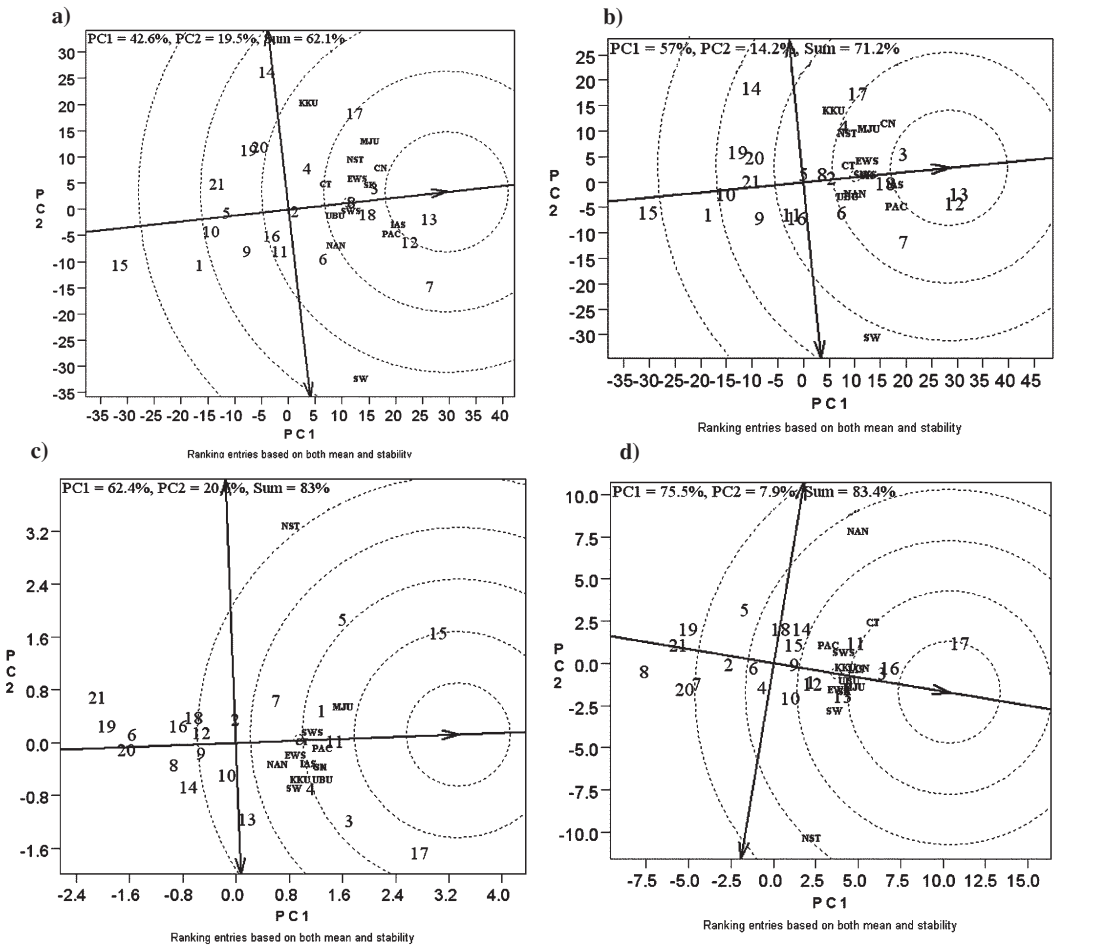

Fig. 1 GGE-biplot for husk ear weight (a), husked ear weight (b), days to silk (c) and plant height (d) of 21 waxy corn varieties (1-21) across the test environments in rainy season.

สรุป

จากผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าผลผลิตองค์ประกอบผลผลิต ลักษณะฝักและลักษณะทางการเกษตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ระหว่างพันธุ์ของข้าวโพดข้าวเหนียว, สถานที่ทดสอบ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสถานที่ และจากการวิเคราะห์ด้วย GGE-biplot พบว่าพันธุ์ก่อนการค้าที่มีศักยภาพและเสถียรภาพของผลผลิตสูงสุด คือ พันธุ์ wx 005 โดยพันธุ์ก่อนการค้านี้ ดีกว่าพันธุ์การค้า wx 004, Big white 852, Sweet white 25, TS1 และ CP fancy1 ดังนั้น จากผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้แนะนำพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ดีให้กับเกษตรกรผู้ที่สนใจปลูกได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติและศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype x environment interactions in plant breeding. Crop Science 4: 503-507.

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6: 36-40.

Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development, Volume 1,Theory and technique. Macmillan Publishing Company, New York.

Gauch, H.G. and R.E. Furnas. 1991. Statistical analysis of yield trials with MATMODEL. Agronomy Journal 83: 916-920.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistic Procedure for Agricultural Research. John Wiley & Sons, New York.

McLaren, C.G. 1994. Combining statistics and crop models for improved plant breeding strategies, pp. 41-47. In Aggarwal, P.K., R.B. Matthews, M.J. Kropff, and H.H. van Laar (eds), SARP Research Proceeding. International Rice Research Institue, Los Banos, Philipines.

Nachit, M.M. G. Nachit, H. Ketata, H.G. Gauch, and R.W. Zobel. 1992. Use of AMMI and linear regression models to analyze genotype-environment interaction in durum wheat. Theoretical and Applied Genetics 83: 597-601.

Romagosa, I. and P.N. Fox. 1993. Genotype x environment interaction and adaptation, pp. 373-390. In Hayward, M.D., N.O. Bosemark, and I. Romagosa (eds.), Plant Breeding: Principles and Prospects. Plant Breeding Series. London: Chapman & Hall.

Yan, W. 1999. A study on the methodology of yield trial data analysis-with special reference to winter wheat in Ontario. PhD diss., University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.

Yan, W. L.A. Hunt, Q. Sheng, and Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on GGE biplot. Crop Science 40: 597-605.

Yan, W. P.L. Cornelius, J. Crossa, and L.A. Hunt. 2001. Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. Crop Science 41: 656-663.