

การจัดกลุ่มพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร

Waxy corn hybrid classification by multivariate analysis

กิตติ บุญเลิศนรินทร์^{1*} และ ชูศักดิ์ จอมพุก²

Kitti Boonlertnirun^{1*} and Choosak Jompuk²

บทคัดย่อ

การจำแนกกลุ่มพันธุ์ ช่วยให้เกษตรกรสามารถเลือกใช้พันธุ์ได้ตรงตามความต้องการ และเป็นประโยชน์สำหรับนักปรับปรุงพันธุ์พืชต่อการวางแผนและเลือกใช้พันธุ์ในงานปรับปรุงพันธุ์ การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร โดยปลูกทดสอบข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ลูกผสม 9 พันธุ์ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ใน 4 สภาพแวดล้อม และนำค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ จำนวน 17 ลักษณะ วิเคราะห์จัดกลุ่มพันธุ์ โดยวิธีวิเคราะห์กลุ่ม (cluster analysis) และวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis) ผลการทดลอง พบว่า การจัดกลุ่มโดยวิธีวิเคราะห์กลุ่ม จำแนกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยพันธุ์ KKU1116, KKU2901, PEK และ GR484 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยพันธุ์ KWSX91, TSW, NSW และ BW และกลุ่มที่ 3 มีเพียงพันธุ์ WPP พันธุ์เดียว ส่วนวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก สกัดตัวแปรจากลักษณะต่างๆ ของข้าวโพดรวมเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ และจัดกลุ่มพันธุ์จากรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลบนกราฟ 3 มิติ ได้หลายรูปแบบตามความสัมพันธ์ของแกนองค์ประกอบหลัก ความสอดคล้องกันของกลุ่มที่จัดกลุ่มโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม ขึ้นอยู่กับความแปรปรวนรวมของลักษณะที่ถูกสกัดไว้ในองค์ประกอบหลัก

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว การวิเคราะห์กลุ่ม การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

Abstract

Variety group classification helps the farmer to choose a favorite variety and has benefits for plant breeder to plan and choose it as germplasm in breeding program. The objective of this experiment was to classify waxy corn hybrids by multivariate analysis. Nine hybrid varieties were tested in 4 environments with randomized complete block design. Seventeen trait means were analyzed by cluster analysis and principal component analysis to be variety group classification. Group classification by cluster analysis classified hybrids to be 3 clusters. KKU1116, KKU2901, PEK and GR484 were classified in the 1st cluster whereas KWSX91, TSW, NSW and BW were classified in 2nd cluster. The 3rd cluster has only one variety as WPP. For principal component analysis, traits were extracted to 4 principal

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000

¹ Faculty of Agricultural Technology and Agro-industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140

* Corresponding author. E mail: kitti.b@rmutsb.ac.th

components and classified hybrids by 3 dimension graph to be various patterns according to principal component axis relationship. Synchronized of variety groups classified by cluster analysis and principal component analysis depended on total variance extracted in principal component.

Keywords: waxy corn, cluster analysis, principal component analysis

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อระบบการปลูกพืช ในเขตที่ราบลุ่มภาคกลาง บริเวณริมแม่น้ำ ซึ่งประสบปัญหาน้ำท่วมเกือบทุกปี เนื่องจากเป็นพืชอายุสั้น เกษตรกรปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยว หรือสลับกับพืชชนิดอื่น สามารถปลูกและเก็บเกี่ยวได้ 2-4 ฤดูปลูก/ปี ปัจจุบันพันธุ์ลูกผสมเป็นที่นิยมของเกษตรกร และมีความต้องการเมล็ดพันธุ์มากขึ้น เนื่องจากพันธุ์ลูกผสมสามารถเจริญเติบโตได้ดี ต้นสม่ำเสมอ และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พื้นเมือง เกษตรกรในแต่ละท้องถิ่นมีความต้องการพันธุ์ที่มีลักษณะต่างๆ กันตามความนิยม ดังนั้น การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ จึงมีความสำคัญต่อการส่งเสริม และเป็นข้อมูลให้เกษตรกรตัดสินใจเลือกพันธุ์ที่ต้องการ สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืช การนำพันธุ์จากแหล่งต่างๆ เพื่อใช้ผสมพันธุ์และพัฒนาเป็นพันธุ์ใหม่ อาจจำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบของลักษณะต่างๆ พร้อมกันหลายลักษณะในพืชหลายพันธุ์ จึงมีความซับซ้อนยิ่งขึ้นในการพิจารณา วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร (multivariate analysis) เป็นวิธีการทางสถิติที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืช (Khavari *et al.*, 2011) วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (cluster analysis) เพื่อจัดกลุ่มพันธุ์ตามลักษณะสัณฐาน เป็นวิธีที่ใช้ทั่วไปสำหรับศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยจัดกลุ่มพันธุ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน จึงเป็นประโยชน์ในการ

เลือกใช้เชื้อพันธุ์ในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ (Van Beuningen and Busch, 1977) วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis) ใช้เพื่อลดมิติของตัวแปร โดยการรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเข้าเป็นตัวแปรใหม่ โดยยังคงความแปรปรวนรวมของตัวแปรเดิม และเรียกตัวแปรใหม่ว่าองค์ประกอบหลัก (กัลยา, 2551) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis) มีการนำมาใช้จัดกลุ่มพันธุ์ข้าวโพดและการคัดเลือกพันธุ์ โดยวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจากลักษณะต่างๆ เช่น คุณภาพการบริโภคสำหรับข้าวโพดหวาน (Haihe *et al.*, 2005) องค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพแป้งในข้าวโพด (Jie *et al.*, 2009) และลักษณะการทนทานต่อโรค (Dauda and Olakajo, 2007) เป็นต้น องค์ประกอบหลักที่ได้ สามารถนำมาแสดงผลด้วยกราฟ จึงเห็นโครงสร้างของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น และจำแนกกลุ่มพันธุ์ตามลักษณะขององค์ประกอบหลักได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากแหล่งพันธุ์ต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร จากลักษณะทางการเกษตร เพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุ์สำหรับการสกัดสายพันธุ์แท้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อไป

วิธีการศึกษา

พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ใช้ทดสอบ จำนวน 9 พันธุ์ จาก 6 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เหนียวสวรรค์

(NSW) พันธุ์เทียนสวรรค์ (TSW) และ พันธุ์จีอาร์ 484 (GR484) ของบริษัท กรุงเทพมหานครเมล็ดพันธุ์ จำกัด พันธุ์เคดับบริวเฮสเอ็กซ์ 91 (KWSX91) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พันธุ์เคเคยู 1116 (KKU1116) และเคเคยู 2901 (KKU2901) ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น พันธุ์บิ๊กไวท์ 852 (BW) ของบริษัท อีสท์ เวสต์ ซีดส์ จำกัด พันธุ์ไวท์ปุมปุย 004 (WPP) ของบริษัท เจียไต๋ จำกัด และพันธุ์ ดร.เป็ก (PEK) ของบริษัท สวิท ซีดส์ จำกัด

ปลูกทดสอบพันธุ์ข้าวโพด ข้าวเหนียว ใน 2 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา และแปลงพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แต่ละสถานที่ดำเนินการ 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงกันยายน และฤดูแล้ง ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม แต่ละฤดูปลูกวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 2 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองปลูก 2 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ก่อนปลูก ใส่ปุ๋ยรองพื้นด้วยปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าด้วย 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ที่ระยะ 20 วันหลังปลูก กำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมีอตราซีนคุมวัชพืชก่อนงอก และวิธีกลเมื่อมีวัชพืชงอกขึ้นใหม่

บันทึกลักษณะต่างๆ ของข้าวโพดที่ใช้ศึกษา ได้แก่ ผลผลิต เก็บเกี่ยวที่อายุ 20 วันหลังวันออกไหม 50% บันทึกน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือก (GY) น้ำหนักฝักหลังปอกเปลือก (TDY) น้ำหนักฝักดีหลังปอกเปลือก (MDY) ความยาวฝัก (EL) ความยาวฝัก

เฉพาะส่วนที่ติดเมล็ด (SEL) ความกว้างฝัก (EW) จำนวนเมล็ดต่อแถว (NSR) ความสูงต้น (PH) ความสูงฝักแรก (EH) ขนาดลำต้น (STD) จำนวนใบ (LNO) ความยาวใบ (LL) ความกว้างใบ (LW) อายุวันปรียละของเกสรหรือวันออกดอกตัวผู้ 50% ของจำนวนต้นในแถว (TAD) อายุวันออกไหม 50 % ของจำนวนต้นในแถว (SID) ความเขียวใบวัดด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ SPAD 502 ที่ระยะออกไหม (LGR1) และที่ระยะเก็บเกี่ยวฝักสด (LGR3)

นำค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ของข้าวโพดข้าวเหนียวทั้ง 9 พันธุ์ วิเคราะห์จัดกลุ่มพันธุ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร (multivariate analysis) 2 วิธี คือ

1. วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (cluster analysis) เริ่มโดยการวัดความต่างของพันธุ์ ด้วยวิธี squared euclidian distance matrix ความต่างของพันธุ์แต่ละคู่คำนวณได้จากสูตร $D_{rs} = [\sum (X_{ri} - X_{sj})^2]^{1/2}$ เมื่อ X_{ri} และ X_{sj} คือ พันธุ์ที่ r^{th} และ s^{th} วัดจากลักษณะหรือตัวแปร j^{th} จากค่าความต่างของพันธุ์แต่ละคู่เปรียบเทียบ สร้าง dendrogram ด้วยวิธี unweighted pair group method using arithmetic average (UPGMA) (Sneath and Sokal, 1973).

2. วิธีวิเคราะห์หาองค์ประกอบหลัก (principal component analysis) โดยกำหนดให้ลักษณะต่างๆ ของข้าวโพด 17 ลักษณะเป็นตัวแปรเพื่อสกัดสร้างชุดตัวแปรในองค์ประกอบหลักให้เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปรเดิม และกำหนดจำนวนองค์ประกอบหลักจากองค์ประกอบที่มีค่า eigenvalues มากกว่า 1 และผลรวมร้อยละของค่าแปรปรวนเกินร้อยละ 80 (กัลยา, 2551) จากนั้นคัดเลือกตัวแปรที่มีค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละองค์ประกอบเกิน 0.20 ขึ้นไปเป็นองค์ประกอบสำคัญ

ส่วนตัวแปรที่มีค่าถ่วงน้ำหนักน้อยกว่า 0.20 ไม่นำมาพิจารณา นำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแต่ละด้าน กำหนดชื่อองค์ประกอบ เพื่อใช้จำแนกพันธุ์ด้วยกราฟ 3 มิติ โดยใช้องค์ประกอบหลัก 3 ตัว ที่มีค่า eigenvalues สูงสุด เป็นแกน X ,Y และ Z ตามลำดับ

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ เฉพาะลักษณะสำคัญและมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า พันธุ์ PEK ให้ผลผลิตสูงสุดทั้งลักษณะน้ำหนักก่อนปอกเปลือกและน้ำหนักฝักดีหลังปอกเปลือก คือ 14.51 และ 9.49 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 1) ขณะที่ พันธุ์ TSW ให้ผลผลิตต่ำที่สุด มีน้ำหนักก่อนปอกเปลือกและน้ำหนักฝักดีหลังปอกเปลือก 10.45 และ

6.66 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ พันธุ์ TSW เป็นพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก มีความยาวฝัก และเส้นผ่าศูนย์กลางฝัก 14.5 และ 3.5 ซม. ตามลำดับ พันธุ์ WPP มีลักษณะฝักป้อมสั้น มีเส้นผ่าศูนย์กลางฝักกว้างที่สุด 5.4 ซม. และมีจำนวนแฉวมากที่สุด 16.5 แฉว แต่มีฝักสั้นที่สุด 13.3 ซม. พันธุ์ GR484, PEK และ KCU1116 เป็นพันธุ์ที่มีฝักยาว มีความยาวฝักพอๆ กัน คือ 18.2, 17.9 และ 17.4 ซม. ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน พันธุ์ GR484 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะทรงต้นสูง มีความสูงต้นและความสูงฝักสูงที่สุด 163.0 และ 77.9 ซม. ตามลำดับ (Table 1) พันธุ์ KCU2901, WPP และ KCU1116 มีลักษณะต้นเตี้ย มีความสูงต้น 122.9, 123.5 และ 124.0 ซม. ตามลำดับ ทั้ง 3 พันธุ์ มีอายุออกดอกเร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนพันธุ์ BW มีอายุออกดอกช้าที่สุด

Table 1 Mean performance of ninewaxy com hybrids for yield, yield components and agronomic traits.

variety	¹ GY (ton.ha ⁻¹)	MDY (ton.ha ⁻¹)	EL (cm)	EW (cm)	NSR (row)	PH (cm)	EH (cm)	TAD (day)	SID (day)
NSW	12.13	7.93	16.6	4.0	13.2	152.4	68.3	48.1	49.5
BW	13.39	8.40	15.9	4.3	12.6	131.1	63.1	50.1	52.1
WPP	12.48	8.63	13.3	5.4	16.5	123.5	61.9	46.9	48.1
PEK	14.51	9.49	17.9	4.1	12.9	149.5	75.6	47.4	49.0
GR484	12.79	8.74	18.2	4.1	12.9	163.0	77.9	48.3	49.9
KWSX91	11.46	6.43	16.5	4.3	13.3	151.8	74.5	48.1	49.6
KCU1116	12.44	8.24	17.4	4.1	14.1	124.0	59.5	46.4	48.5
KCU2901	13.03	7.94	16.5	3.9	12.5	122.9	67.0	46.9	48.9
TSW	10.45	6.66	14.5	3.5	13.2	143.0	71.1	47.8	49.1
mean	12.52	8.05	16.3	4.2	13.5	140.1	68.8	47.8	49.4
LSD _{.05}	1.79	1.25	0.90	0.23	0.87	12.66	9.21	1.41	1.57
LSD _{.01}	2.36	1.61	1.19	0.32	1.15	16.72	12.16	1.86	2.08

¹ GY = green yield, MDY = maketable dehusk yield, EL = ear length, EW = ear width, NSR = number of seed rows per ear, PH = plant height, EH = ear height, TAD = tassel date, SID = silking date

การจัดกลุ่มพันธุ์โดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม

การวัดความต่างของพันธุ์ด้วยวิธี squared euclidean distance เป็นการพิจารณาลักษณะต่างๆ ของพันธุ์โดยภาพรวม โดยเปรียบเทียบเป็นคู่ คู่ที่มีลักษณะโดยรวมคล้ายกันจะมีค่าความต่าง หรือค่า squared euclidean distance น้อย (Table 2) เช่น พันธุ์ KKU1116 และ KKU2901 มีค่าความต่าง 5.55 น้อยที่สุด แสดงว่ามีลักษณะต่างๆ โดยรวมคล้ายคลึงกันมาก รองลงมา คือ KWSX91 และ TSW มีค่า

ความต่าง 13.32 ขณะที่ WPP มีค่าความต่างสูงเมื่อจับคู่เปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆ จึงมีลักษณะต่างๆ โดยรวมแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ เมื่อนำค่าความต่างของทุกคู่ การเปรียบเทียบสร้าง dendrogram ด้วยวิธี UPGMA ที่ดัชนีความต่าง 20 สามารถจำแนกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวได้เป็น 3 กลุ่ม (Figure 1) กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย KKU1116, KKU2901, PEK และ GR484 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย KWSX91, TSW, NSW และ BW และกลุ่มที่ 3 มีเพียง WPP พันธุ์เดียว

Table 2 Squared euclidean distance between nine waxy corn hybrid varieties based on 17 traits.

	BW	WPP	PEK	GR484	KWSX91	KKU1116	KKU2901	TSW
NSW	26.81	50.56	41.71	30.44	25.26	38.88	36.11	18.47
BW		47.32	38.41	26.44	27.42	36.72	28.83	35.29
WPP			54.58	58.92	41.67	39.29	44.00	46.74
PEK				16.11	33.58	32.40	22.50	57.72
GR484					18.73	36.62	27.79	41.67
KWSX91						30.96	23.83	13.32
KKU1116							5.55	38.32
KKU2901								31.04

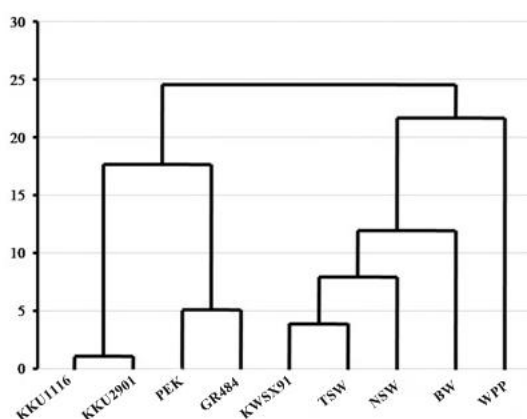


Figure 1 UPGMA dendrogram for 9 waxy corn hybrid varieties based on the Euclidean distance matrix.

การจัดกลุ่มพันธุ์โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก พบว่า มี 4 องค์ประกอบหลักที่ค่า eigenvalues มากกว่า 2 และครอบคลุมความแปรปรวนของตัวแปรทั้งหมดสูง 84.3 % (Table 3) โดยองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) มีค่า eigenvalues 4.97 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 29.21% องค์ประกอบหลักนี้ประกอบด้วยลักษณะที่เกี่ยวข้องกับขนาดฝัก ได้แก่ ความยาวฝัก ความยาวฝักเฉพาะส่วนที่ติดเมล็ด ความกว้างฝัก และจำนวนแถวเมล็ด องค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2) องค์ประกอบหลักที่ 3 (PC3) และองค์ประกอบหลักที่ 4 (PC4) มีค่า eigenvalues 4.42, 2.88 และ 2.06 ตามลำดับ และสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 26.01 16.97 และ 12.11% ตามลำดับ องค์ประกอบหลักที่ 2 เกี่ยวข้องกับผลผลิต ไดแก่น้ำหนักฝักก่อนและหลังลอกเปลือก และน้ำหนักฝักดี องค์ประกอบหลักที่ 3 เกี่ยวข้องกับลักษณะของต้น ได้แก่ ความสูงต้น ความสูงฝัก จำนวนใบและความยาวใบ ส่วนองค์ประกอบหลักที่ 4 เกี่ยวข้องกับอายุออกดอก ได้แก่ อายุวันโปรยละอองเกสรและอายุวันออกไหม ลักษณะที่ประกอบรวมกันเป็นองค์ประกอบหลักในข้าวโพดข้าวเหนียวสอดคล้องกับการจัดกลุ่มข้าวโพดหวานพันธุ์ผสมเปิดซึ่งจำแนกองค์ประกอบหลักเป็น อายุออกดอก ลักษณะต้นและใบ ขนาดของช่อดอกเพศผู้ และลักษณะฝัก (Revilla and Tracy, 1995) และใน

ข้าวโพดไร่พื้นเมืองจำแนกองค์ประกอบหลักเป็น องค์ประกอบของลักษณะใบและต้น องค์ประกอบของลักษณะดอก และองค์ประกอบของลักษณะฝัก (Siopongco *et al.*, 1999) แต่ขนาดความแปรปรวนขององค์ประกอบหลักอาจแตกต่างกันได้ ขึ้นกับความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ ของพันธุ์ข้าวโพด และลักษณะในองค์ประกอบหลักอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อลักษณะหรือตัวแปรที่ศึกษามีความแตกต่างกัน (Khavari *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2011)

เมื่อนำองค์ประกอบหลักพล็อตเป็นกราฟ 3 มิติ (Figure 2) ประกอบด้วยแกน PC1 , PC2 และ PC3 ซึ่งอธิบายขนาดฝัก ผลผลิต และขนาดต้น โดยคงความแปรปรวนของลักษณะไว้ 72.19 % ทำให้เห็นความแตกต่างของพันธุ์ได้ชัดเจนขึ้น และสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ เช่น K KU1116 และ K KU2901 มีลักษณะต่างๆ คล้ายคลึงกัน พันธุ์ WPP มีลักษณะขนาดฝัก แตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ อย่างชัดเจน TSW และ KWSX91 มีลักษณะคล้ายกันและให้ผลผลิตต่ำ NSW และ GR484 มีขนาดฝักและลักษณะต้นคล้ายกันกับ PEK แต่ให้ผลผลิตต่ำกว่า เป็นต้น ด้วยการหลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทำให้สามารถอธิบายลักษณะกลุ่มพันธุ์ได้ง่ายขึ้น จึงเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์พืช (Okporie, 2008) และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการพิจารณาตัดสินใจเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความต้องการในเบื้องต้นก่อนพิจารณารายละเอียดของพันธุ์ในกลุ่มที่ต้องการ

Table 3 Eigenvalues and their contribution to total variation extracted by principal component analysis for performance of nine waxy corn hybrids.

Trait	PC			
	1	2	3	4
-----Component score coefficient-----				
GY ¹	.036	.264	-.047	.056
MDY	-.003	.313	-.014	-.019
TDY	-.057	.316	.037	.028
EL	.207	.057	.023	-.039
SEL	.214	.070	-.012	.019
ED	-.226	.136	.041	.040
NSR	-.213	.063	.049	-.120
PH	.070	-.020	.296	-.055
EH	.070	-.086	.315	-.076
LGR ₁	.061	-.056	.050	-.063
LGR ₃	-.035	-.021	.012	-.019
TAD	-.021	.022	-.017	.378
SID	.021	.023	-.099	.407
STD	-.081	-.129	.000	.191
LNO	-.114	.049	.311	-.108
LL	-.071	.033	.268	.107
LW	.168	.089	-.065	-.176
Eigenvalues	4.97	4.42	2.88	2.06
% of variance	29.21	26.01	16.97	12.11

GY = green yield, MDY = maketable dehusk yield, TDY = total dehusk yield, EL = ear length, SEL = seed ear length, EW = ear width, NSR = number of seed rows per ear, PH = plant height, EH = ear height, LGR₁ = leaf greenness at silking stage, LGR₃ = leaf greenness at milky stage measured by chlorophyll meter (SPAD 502), TAD = tassel date, SID = silking date, STD = stem diameter, LNO = leaf number, LL = leaf length and LW = leaf width.

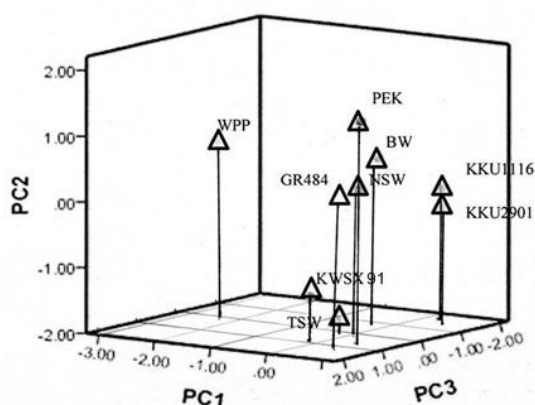


Figure 2 The distribution pattern of 9 waxy corn hybrid varieties on 3 principal components, PC1, PC2 and PC3.

การจัดกลุ่มโดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม ทำให้เห็นโครงสร้างของกลุ่มได้อย่างชัดเจน เพราะเป็นการพิจารณาลักษณะต่างๆ โดยภาพรวม จึงไม่ทราบตัวแปรที่แตกต่างกันของสมาชิกในกลุ่ม ขณะที่การจัดกลุ่มด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก สามารถจำแนกกลุ่มของพันธุ์ได้เช่นเดียวกัน โดยพิจารณาจากรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลบนกราฟ 3 มิติ ซึ่งมีแกนหลัก 3 แกน จากองค์ประกอบหลัก 3 ตัว (Figure 2) ซึ่งทำให้เห็นความแตกต่างของพันธุ์ และยังจำแนกความแตกต่างของพันธุ์ได้จากองค์ประกอบหลักแต่ละตัว เนื่องจากองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) เป็นตัวแทนของลักษณะขนาดฝักแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ WPP มีขนาดฝักแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ อย่างชัดเจน องค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2) เป็นตัวแทนของลักษณะผลผลิต แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ TSW และ KWSX91 มีผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ และองค์ประกอบหลักที่ 3 (PC3) เป็นตัวแทนของขนาดต้น แสดงให้เห็นว่า KKU1116 และ KKU2901 มีลักษณะขนาด

ต้นคล้ายกันและแยกกลุ่มจากพันธุ์อื่น การพิจารณาจากกราฟ 3 มิติ ยังพิจารณาองค์ประกอบร่วมกัน 2 แกนพร้อมกันได้ เช่น WPP มีขนาดฝัก (PC1) แตกต่างจาก BW และ PEK แต่ทั้งสามพันธุ์ให้ผลผลิต (PC2) แตกต่างกันไม่มากนัก เป็นต้น และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบหลักทั้ง 3 แกน พร้อมกัน สามารถจัดกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย KWSX91 กับ TSW กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย KKU1116 และ KKU2901 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย BW NSW GR484 และ PEK กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย WPP ซึ่งการจัดกลุ่มส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกับกลุ่มย่อย ที่จำแนกโดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม เนื่องจากการสกัดองค์ประกอบหลัก เป็นการรวมลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน เข้าเป็นตัวแปรใหม่ที่มีจำนวนน้อยกว่าตัวแปรเดิม และองค์ประกอบหลักที่สกัดได้ ยังคงความแปรปรวนของตัวแปรเดิมไว้ (กัลยา, 2551) ยกเว้น GR484 กับ PEK เมื่อจำแนกโดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

และมีความใกล้เคียงกับ KKU1116 และ KKU2901 มากกว่า ซึ่งอาจเนื่องจากมีลักษณะอื่นที่คล้ายกันมากแต่ไม่ได้ถูกรวมในองค์ประกอบหลักที่ใช้เป็นแกนหลัก ดังนั้นความสอดคล้องของการจัดกลุ่มด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กับการจัดกลุ่มพันธุ์โดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มจึงขึ้นอยู่กับความแปรปรวนรวมของลักษณะที่ถูกสกัดไว้ในองค์ประกอบหลัก

สรุป

การจัดกลุ่มพันธุ์โดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มพิจารณาจัดกลุ่มจากภาพรวมของตัวแปรทั้งหมดสามารถจำแนกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวได้เป็น 3 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย KKU1116, KKU2901, PEK และ GR484 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย KWSX91, TSW, NSW และ BW และกลุ่มที่ 3 มีเพียง WPP ส่วนการจัดกลุ่มพันธุ์โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยพิจารณาองค์ประกอบหลัก 3 แกนพร้อมกัน สามารถจัดกลุ่มพันธุ์ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย KWSX91 กับ TSW กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย KKU1116 และ KKU2901 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย BW, NSW, GR484 และ PEK กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย WPP การจัดกลุ่มพันธุ์โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักยังมีข้อดีเมื่อต้องการจำแนกกลุ่มพันธุ์โดยพิจารณาเพียงองค์ประกอบหลักเพียง 1 หรือ 2 องค์ประกอบทำให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถตัดสินใจเลือกพันธุ์จากลักษณะที่ต้องการได้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง

แห่งชาติ แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเกษตรยั่งยืนแห่งมหาวิทยาลัยขอนแก่น สถาบันวิจัยสืวรรคโลก บริษัทกรุงเทพอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ จำกัด ที่สนับสนุนเมล็ดพันธุ์สำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2551. การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 589 น.
- Dauda, T.O. and S. A. Olajojo . 2007. Principal Component Analysis of Striga-Tolerant Maize Varieties . *Res. J. of Agron.*, 1: 94-98.
- Haihe, D., L. Fenghua, Z. Xu, L. Chenjun, Q.Fand and Y.Zhaoshun. 2005. The application of principal components analysis and Q-type cluster analysis. *Journal of Shenyang Agricultural University.*, 40: 53-57.
- Jie, Z., S. JunLiang, L. GuangLei, G. HaiYan and L. XinHua. 2009. Characteristics of corn variety using principal components analysis and Q-type cluster analysis. *Journal of Shenyang Agricultural University.*, 40 : 53-57.
- Khavari, K.S., K. Mostafavi, E. Zandipour and A. Heidarian. 2011. Multivariate analysis of agronomic traits of new corn hybrids (*Zea may* L.) *Int. J. of Agri.Scie.*,1: 314-322.
- Li, X., Y. Wang, M. Gou and M. Cheng. 2011. Relationship between maize yield and ear characters under supplementary irrigation with catchment rainfall. *Advanced. Biomedical Engineering.*, 1: 324-327.

- Okporie, E. O. 2008. Characterization of maize (*Zea mays* L.) germplasm with principal component analysis. *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension.*, 7 : 66 -71.
- Revilla, P. and W.F. Tracy. 1995. Morphological characterization and classification of open pollinated sweet corn cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120: 112-118.
- Siopongco, L.B., N.C. Altoveros, V.M.V. Cruz and M.L.H.Villavicencio. 1999. Morphological Diversity in NPGRL's Local Corn Collection. *Phillipp. J. Crop Sci.*, 24: 103-113.
- Sneath, P. and R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy, Freeman , San Francisco
- Van Beuningen, L.T. and R.H. Busch. 1997. Genetic diversity among North American spring wheat cultivars: III. Cluster analysis based on quantitative morphological traits. *Crop. Sci.*, 37: 981-988.