แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ : 449-454 (2555). KHON KAEN AGR. J. 40 SUPPLMENT : 449-454 (2012).

ความสามารถในการรวมตัวของสายพันธุ์แท้ข้าวโพดหวานที่มีขนาดฝักแตกต่างกันในลักษณะผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

Combining ability of super sweet corn inbred lines with different ear sizes for yield and agronomic traits

จิระ วรจินดา[1], กมล เลิศรัตน์[1,2*], และ พลัง สุริหาร[1,2]

Jira Worrajinda[1], Kamol Lertrat[1,2*], and Bhalang Suriharn[1,2]

บทคัดย่อ: ความแตกต่างกันทางพันธุกรรมของสายพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสม งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถในการรวมตัวของสายพันธุ์แท้ข้าวโพดหวาน จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ ฝักขนาดเล็ก 4 สายพันธุ์ และฝักขนาดใหญ่ 4 สายพันธุ์ ที่สกัดจากประชากร KKU-WTMsh และ KKU-WSHCsh ตามลำดับ มาผสมแบบพบกันหมด ได้ลูกผสมเดี่ยว ทั้งหมด 56 คู่ผสม แบ่งเป็น กลุ่มฝักเล็ก x ฝักเล็ก (SxS) 12 คู่ผสม กลุ่มฝักเล็ก x ฝักใหญ่ (SxL) 16 คู่ผสม กลุ่มฝักใหญ่ x ฝักเล็ก (LxS) 16 คู่ผสม และกลุ่มฝักใหญ่ x ฝักใหญ่ (LxL) 12 คู่ผสม ดำเนินการทดลอง ในฤดูฝน ปี 2554 ณ หมวดพืชผัก วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ และเปรียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Orthogonal comparison ผลการศึกษา พบว่า จำนวนฝักเก็บเกี่ยว ผลผลิตทั้งเปลือก ผลผลิตปอกเปลือก ความสูงต้น ความสูงฝัก อายุปล่อยละอองเกสร และอายุออกไหม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ($p \leq 0.01$) กลุ่มคู่ผสม LxS ให้ผลผลิตทั้งเปลือกและปอกเปลือกสูง เท่ากับ 2,653 และ 1,940 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มคู่ผสม LxL เท่ากับ 2,767 และ 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เนื่องจาก กลุ่มคู่ผสม LxS ให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวสูง เท่ากับ 11,861 ฝักต่อไร่ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่ม LxL เท่ากับ 9,565 ฝักต่อไร่ จึงจัดเป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีฝักดก ดังนั้น การพัฒนาลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ใหม่ เพื่อเพิ่มจำนวนฝักต่อต้น สามารถทำได้โดยการผสมข้ามระหว่างประชากรที่มีความแตกต่างกันของขนาดฝัก

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์ ผสมแบบพบกันหมดและพันธุ์ลูกผสม

Abstract: Genetic divergence of line is the main factor to improve hybrid varieties. The objective of this study was to determine combining ability of 8 sweet corn inbred lines. Four inbred lines with small ears (S) and four inbred lines with large ears (L) extracted from KKU-WTMsh and KKU-WSHCsh populations, respectively. They were crossed in a diallel fashion to

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

[2] ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
Plant Breeding Research Center for Sustainable Agriculture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

* Corresponding author: kamol9@gmail.com

produce 56 F_1 hybrids, and the hybrids were classified into four groups including S x S group (12 hybrids), S x L group (16 hybrids), L x S ears group (16 hybrids) and L x L ears group (12 hybrids). The 56 hybrids were evaluated in a randomized complete block design with three replications in the rainy season 2011 at Experimental Farm of Khon Kaen University, and orthogonal comparison was used to compare the differences among hybrid groups. The result found that there were highly significant difference ($p \leq 0.01$) among the hybrid groups on number of harvestable ears, un-husked ear weight, husked ear weight, plant height, ear height, days to pollination and days to silking. LxS group had yields of 2,653 and 1,940 kg rai^{-1} for husked ears and unhusked ears respectively, and the yields were not statistically different from 2,767 and 1,950 kg rai^{-1} of LxL group. According to the number of the harvestable ears, LxS group was more prolific than the LxL group and the corresponding yields were 11,861 and 9,565 kg rai^{-1}, respectively ($p \leq 0.01$). Therefore, the development of new single cross hybrids in order to increase number of ear per plant could be achieved through the cross breeding between the population with different ear sizes.

Key words : breeding, diallel cross and hybrid variety

บทนำ

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L. *saccharata*) เป็นพืชอุตสาหกรรม ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2550 มีพื้นที่ปลูก 236,130 ไร่ (สดใส และคณะ, 2554) สามารถส่งออกในรูปแช่แข็งทั้งเมล็ด 10,825 ตัน คิดเป็นมูลค่า 405 ล้านบาท และบรรจุกระป๋อง 158,517 ตัน คิดเป็นมูลค่า 4,906 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2554) ทำให้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างต่อเนื่อง และโครงการปรับปรุงพันธุ์ส่วนใหญ่ มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยการเพิ่มขนาดฝักให้ใหญ่ขึ้น (กมล และสราวุฒิ, 2541; Kaukis and Davis, 1986; Lertrat and Pulam, 2007) นอกจากนี้ ยังมีการวิจัย เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวาน ให้มีขนาดฝักเล็กลง จำนวนฝักต่อต้นเพิ่มขึ้น อายุเก็บเกี่ยวสั้น และมีคุณภาพการบริโภคดี เพื่อเพิ่มความหลากหลายของพันธุ์ ผลผลิต และผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะสวยงาม และสะดวกในการบรรจุหีบห่อ (กมล และสราวุฒิ, 2543; คมสัน, 2544) การพัฒนาพันธุ์ลูกผสม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาการรวมตัวระหว่างสายพันธุ์พ่อและแม่ในลักษณะที่สนใจ เพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสม อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาการรวมตัวของลูกผสม ที่เกิดจากสายพันธุ์แท้ที่ถูกพัฒนามาจากฐานพันธุกรรมที่มีขนาดฝักแตกต่างกัน ดังนั้น การศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการรวมตัวของลูกผสม ที่พัฒนามาจากประชากรข้าวโพดหวานที่มีขนาดฝักแตกต่างกัน ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปกำหนดกลยุทธ์ ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น และมีขนาดฝักที่แตกต่างหลากหลายกันต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การสร้างพันธุ์แท้ การสร้างลูกผสมเดี่ยว และการทดสอบพันธุ์ลูกผสม

การสร้างพันธุ์แท้

พัฒนาสายพันธุ์แท้จากประชากร KKU-WTMsh และ KKU-WSHCsh ใช้วิธีผสมตัวเองร่วมกับคัดเลือกแบบจดประวัติ โดยปลูกแบบฝักต่อแถว เป็นจำนวน 4 ชั่ว ดำเนินการ ระหว่างปี พ.ศ. 2552 ถึง 2553 ณ หมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ DKA DKB1 DKB2 และ DKC ที่มีขนาดฝักใหญ่ (กว้าง 4 ซม. X

ยาว 14 ซม.) จากประชากร KKU-WSHCsh และสายพันธุ์ MS37 MS59 MS88 และ MS136 ที่มีขนาดฝักเล็ก (กว้าง 3 ซม. X ยาว 9 ซม.) จากประชากร KKU-WTMsh เพื่อไปใช้ในการสร้างลูกผสมเดี่ยวต่อไป

การสร้างลูกผสมเดี่ยว

นำข้าวโพดหวานสายพันธุ์แท้ทั้งหมด 8 สายพันธุ์ มาผสมแบบพบกันหมด (Diallel cross) ในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2554 ณ หมวดพืชผัก ได้พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวทั้งหมด 56 คู่ผสม โดยแบ่งเป็นกลุ่มลูกผสมเดี่ยว 4 กลุ่ม คือ 1) ระหว่างขนาดฝักเล็กกับขนาดฝักเล็ก (SxS) จำนวน 12 คู่ผสม 2) ระหว่างขนาดฝักเล็กกับขนาดฝักใหญ่ (SxL) จำนวน 16 คู่ผสม 3) ระหว่างขนาดฝักใหญ่กับขนาดฝักเล็ก (LxS) และ 4) ระหว่างขนาดฝักใหญ่กับขนาดฝักใหญ่ (LxL) จำนวน 12 คู่ผสม

การทดสอบพันธุ์ลูกผสม

ปลูกทดสอบลูกผสมเดี่ยวและสายพันธุ์แท้ทั้งหมด 64 พันธุ์/สายพันธุ์ ในฤดูฝน ปี 2554 ณ หมวดพืชผัก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละแปลงย่อย มี 2 แถว แต่ละแถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 80x25 ซม. ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุได้ 14 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม เก็บเกี่ยวผลผลิตฝักสด หลังจากข้าวโพดผสมเกสรแล้ว ประมาณ 18 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.2 ตร.ม.

ข้อมูลที่บันทึกประกอบไปด้วย ลักษณะผลผลิต คือ ผลผลิตทั้งเปลือก และผลผลิตปอกเปลือก ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต คือ จำนวนฝักเก็บเกี่ยว และลักษณะทางการเกษตร คือ ความสูงต้น ความสูงฝัก อายุปล่อยละอองเกสร และอายุออกไหม

วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษาทั้งหมด ตามแผนการทดลองแบบ RCB ใช้โปรแกรม PROC GLM (SAS, 1996) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มลูกผสม โดยวิธี Orthogonal comparison

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษา คือ จำนวนฝักเก็บเกี่ยว ผลผลิตทั้งเปลือก ผลผลิตปอกเปลือก ความสูงต้น ความสูงฝัก อายุปล่อยละอองเกสร และอายุออกไหม พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (**Table 1**) กลุ่มคู่ผสม LxL LxS SxL และ SxS ให้ผลผลิตทั้งเปลือก เท่ากับ 2,767 2,653 2,521 และ 1,757 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มคู่ผสม พบว่า กลุ่มคู่ผสม SxL กับ LxS แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และกลุ่มคู่ผสม SxL กับ LxL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ แต่ในกลุ่มคู่ผสม LxS กับ LxL ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ **(Table 2)**

กลุ่มคู่ผสม LxL LxS SxL และ SxS ให้ผลผลิตปอกเปลือก เท่ากับ 1,950 1,940 1,815 และ 1,278 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มคู่ผสม พบว่า กลุ่มคู่ผสม SxL กับ LxS แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และ กลุ่มคู่ผสม SxL กับ LxL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ แต่ในกลุ่มคู่ผสม LxS กับ LxL ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ **(Table 2)** เห็นได้ว่า ผลผลิตของกลุ่มคู่ผสม LxS นั้น ไม่แตกต่างกับกลุ่มคู่ผสม LxL แสดงว่า กลุ่มคู่ผสม LxL และ LxS ให้ผลผลิตสูงเท่ากัน และมากกว่ากลุ่มคู่ผสม SxL และ SxS ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Johnson and Hayes (1940), Cowan (1943) and Green (1948) ที่รายงานว่าการรวมตัวระหว่างสายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง (H) และ ต่ำ (L) จะให้ ผลผลิตของคู่ผสม HxL ไม่แตกต่างกับคู่ผสม HxH เช่นกัน ทั้งนี้ Lamkey and Hallauer (1986) กล่าวว่า ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างกลุ่มที่มีพันธุกรรมแตกต่างกันนั้น อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนที่ดีในทิศทางไม่เท่ากัน ซึ่งอยู่คนละตำแหน่งเข้ามาเสริมกันในลูกผสม โดยน่าจะมาจากผลบวกของยีนที่มีลักษณะเป็น pleiotropic จึงสามารถทำให้กลุ่มคู่ผสม LxS มีผลผลิตสูงได้ ซึ่งพบว่า ผลผลิต 5 อันดับแรกจากทั้งหมด 56 คู่ผสม มี 3 คู่ผสมจากกลุ่ม

คู่ผสม LxS ที่ให้ผลผลิตทั้งเปลือกสูงสุด และ 4 คู่ผสมที่ให้ผลผลิตปอกเปลือกสูงสุด แต่อย่างไรก็ตาม Lonnquist (1953) พบว่า คู่ผสมที่มาจากสายพันธุ์แท้ที่มีผลผลิตที่แตกต่างกัน มักมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมสูง ดังนั้น การคัดเลือกสายพันธุ์แท้ที่มีผลผลิตสูงเป็นเกณฑ์นั้น ย่อมมีความถี่ของยีนที่ดีอยู่สูง จึงทำให้มีโอกาสที่จะได้ลูกผสมที่ดีสูงเช่นกัน (กฤษฎา, 2544)

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะองค์ประกอบผลผลิต พบว่า กลุ่มคู่ผสม SxS LxS SxL และ LxL มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยว เท่ากับ 14,176 11,861 11,819 และ 9,565 ฝักต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มคู่ผสม LxS กับ LxL นั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ **(Table 2)** แสดงว่า การที่กลุ่มคู่ผสม LxS มีผลผลิตสูงนั้น เนื่องจาก มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อพื้นที่สูง ซึ่งลักษณะฝักดกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิต ซึ่งมีศักยภาพในการช่วยเพิ่มผลผลิต นอกจากลักษณะอื่นๆ (Maita and Coors, 1996; Jampatong et al, 2000) ชี้ให้เห็นโอกาสในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมฝักขนาดกลางที่มีจำนวนฝักต่อต้นเพิ่มขึ้น และมีผลผลิตสูง ซึ่งขนาดความกว้างฝักของ LxS และ LxL เท่ากับ 4.4 และ 4.6 เซนติเมตร ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ข้อมูลไม่ได้แสดง) นอกจากนี้ Miller et al. (1995) ยังรายงานว่า พันธุ์ข้าวโพดที่มีฝักดกนั้น จะมีเสถียรภาพของผลผลิตดีกว่าพันธุ์ข้าวโพดที่มีฝักเดี่ยว เมื่อมีการทดสอบความแปรปรวนในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย อีกทั้งยังมีประโยชน์ต่องานปรับปรุงพันธุ์พืช ซึ่งการรวมตัวของสายพันธุ์ที่มีฐานพันธุกรรมแตกต่างกัน นอกจากจะมีผลต่อระดับความดีเด่นของคู่ผสมแล้วนั้น ยังจะได้แหล่งพันธุกรรมใหม่ที่ต่างจากเดิมในชั่วรุ่นหลังๆ ของสายพันธุ์ เนื่องจาก มีค่าความแปรปรวนสูง (Moll et al., 1965)

สรุป

จากการศึกษาความสามารถในการรวมตัวของสายพันธุ์แท้ที่มีฐานพันธุกรรมของขนาดฝักที่แตกต่างกัน กลุ่มคู่ผสม LxS ให้ลักษณะทางผลผลิตและจำนวนฝักเก็บเกี่ยวที่สูง เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีฝักดก เห็นได้ว่า การพัฒนาพันธุ์จากประชากรที่มีความแตกต่างกันของขนาดฝัก ถือเป็นแนวทางการสร้างความแตกต่างจากพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวของข้าวโพดหวานที่มีฝักขนาดใหญ่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์ และสราวุฒิ บุศรากุล. 2541. รายงานการวิจัย เรื่อง การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานเพื่อการอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กมล เลิศรัตน์ และสราวุฒิ บุศรากุล. 2543. รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดซูเปอร์สวีทฝักขนาดเล็กเพื่อใช้รับประทานสด II. สร้างประชากรข้าวโพดเทียนหวานเมล็ดสดสีขาวและสีเหลือง. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กระทรวงพาณิชย์. 2554. สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย. สืบค้นข้อมูลจาก: http://www2.ops3.moc.go.th/. เมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน 2554.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการคิดและแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 237 หน้า.

คมสันต์ อำนวยสิทธิ์. 2544. ข้าวโพดหวานฝักเล็กพันธุ์เทียนหวานพิษณุโลก. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 19:58-65.

สดใส ช่างสลัก โกศล เกิดโภคทรัพย์ สมชาย โพธิสาร และสมชัย ลิ่มอรุณ. 2554. การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมในไร่กสิกร ปี 2553. หน้า. 147-151. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 35 วันที่ 24-27 พฤษภาคม 2554. โรงแรมมารวย การ์เด้น, กรุงเทพฯ.

Cowan, J.R. 1943. The value of double cross hybrids involving inbreds of similar and diverse genetic origin. Sci. Agric. 23 : 287-296.

Green, J.M. 1948. Inheritance of combining ability in maize hybrids. J. Am. Soc. Agron. 40:58-63.

Johnson, I.J. and H.K. Hayes. 1940. The value in hybrid combinations of inbred lines of corn selected from single crosses by the pedigree method of breeding. J. Am. Soc. Agron. 32:479-485.

Jampatong, S., L.L. Darrah, G.F.Krause and B.D. Barry. 2000. Effect of one- and two-eared selection on stalk strength and other characters in maize. Crop Sci. 40:605-611.

Kaukis, K. and D.W. Davis. 1986. Sweet corn breeding. Pp.. 475-519. In: M.J. Bassett (ed.). Breeding- vegetable crops. AVI, Westport, Conn.

Lamkey, K.R., and A.R. Hallauer. 1986. Performance of high x high, high x low, and low x low crosses of lines from the BSSS maize synthetic. Crop Sci. 26:1114-1118.

Lertrat, K. and T. Pulum. 2007. Breeding for increase sweetness in sweet corn. Intl. J. Plant Breeding. 1:27-30.

Lonnquist, J.H. 1953. Heterosis and yield of grain in maize. Agron. J. 45:539-542.

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

Miller, L.C., B.L. Vasilas, R.W. Taylor, T.A. Evans and C.M. Gempesaw. 1995. Plant population and hybrid considerations for dry land corn production on drought susceptible soils. Can. J. Plant Sci. 75:87-91.

Moll, R.H., J.H. Lonquist, J.V. Fortuno and E.C. Johnson. 1965. The Relationship of heterosis and genetic divergence in maize. Genetics. 52:139-144.

SAS. 1996. SAS User's Guide: Statistics. NC: SAS Institute.

Table 1. ANOVA for yield and agronomic traits of 8 by 8 diallel cross in rainy season 2011

Source of variation	df	No. of ears (ear rai^{-1})	De-husked ear weight (kg rai^{-1})	Husked ear weight (kg rai^{-1})	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Days to tasselling (days)	Days to silking (days)
Replications	2	2,772,449	1,276,273 **	561,601**	362.98**	336.11**	20.54**	30.15**
Treatments	63	13,299,627**	1,112,500**	567,961**	1,422.95**	733.85**	14.11**	19.86**
Error	126	1,013,799	68,938	30,055	54.7	50.73	1.98	1.83
C.V. %		8.58	11.28	10.39	4.83	9.20	3.07	2.96

** Significantly different at the 0.01 levels of probability.

Table 2. Means±SE for orthogonal contrast for 4 single cross groups with yield and agronomic traits in the rainy season 2011

Contrast	No. of ears (ear rai^{-1})	De-husked ear weight (kg rai^{-1})	Husked ear weight (kg rai^{-1})	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Days to tasselling (days)	Days to silking (days)
SxS[1/] vs.	14,176±282 :	1,757±50 :	1,278±29 :	138±2 :	65±2 :	45±0.3 :	43±0.3 :
SxL[2/]	11,861±389**	2,521±92**	1,815±59**	160±2**	80±2**	45±0.2	45±0.2**
	14,176±282 :	1,757±50 :	1,278±29 :	138±2 :	65±2 :	45±0.3 :	43±0.3 :
SxS vs. LxS	11,819±364**	2,653±92**	1,940±54**	167±2**	88±2**	45±0.2	45±0.2**
	14,176±282 :	1,757±50 :	1,278±29 :	138±2 :	65±2 :	45±0.3 :	43±0.3 :
SxS vs. LxL	9,565±357**	2,767±97**	1,950±73**	168±2**	89±2**	47±0.4**	48±0.3**
	11,861±389 :	2,521±92 :	1,815±59 :	160±2 :	80±2 :	45±0.2 :	45±0.2:
SxL vs. LxS	11,819±364*	2,653±92*	1,940±54**	167±2**	88±2**	45±0.2	45±0.2
	11,861±389 :	2,521±92 :	1,815±59 :	160±2 :	80±2 :	45±0.2 :	45±0.2:
SxL vs. LxL	9,565±357**	2,767±97**	1,950±73**	168±2**	89±2**	47±0.4**	48±0.3**
	11,819±364 :	2,653±92 :	1,940±54 :	167±2 :	88±2 :	45±0.2 :	45±0.2:
LxS vs. LxL	9,565±357**	2,767±97	1,950±73	168±2	89±2	47±0.4**	48±0.3**

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

[1/] = Inbred lines extracted from KKU-WTMsh population (small ear size). [2/] = Inbred lines extracted from KKU-WSHCsh population (large ear size)