การศึกษาความดีเด่นของพันธุ์อ้อยลูกผสมในลักษณะซีซีเอส

Study of Heterosis in CCS of Sugarcane Hybrids

ประทุมมา วงษ์วิลา,[1] เรวัต เลิศฤทัยโยธิน[2,3] และ อภิวิชย์ ทรงกระสินธุ์[3]*

Prathumma Wongwila, [1*] Rewat Lersrutaiyotin[2,3] and Aphiwit Songkrasin[3]

ABSTRACT

Heterosis and heterobeltiosis were studied in plant cane of sugarcane hybrids from 12 crosses, each cross had 10 hybrids. RCBD with 3 replications was used. Each plot was set for 1 row of 1.5 m. in length with 3 stools at Cane and Sugar Research and Development Center, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom province. The results revealed that the average percentage of hybrid having positive heterosis and heterobeltiosis were 57.5 and 43.3 percentage, respectively and the average percentage of hybrid having negative heterosis and heterobeltiosis were 31.7 and 45.8 percentage, respectively. The female parents having high percentage of crosses with significantly positive heterosis and heterobeltiosis were Kampheng Saen 00-92 (80.0 percentage) and KU 60-1 (65.0 percentage) The male parent having high percentage of crosses with significantly positive heterosis and heterobeltiosis was K 84-200 (90.0 and 76.7 percentage, respectively), white the male parent having low percentage of crosses in significantly positive heterosis and heterobeltiosis was Kampheng Saen 94-13 (25.0 and 5.0 percentage, respectively). Moreover, non-significant difference among crosses having the same female or male parents were observed in most of female and male parents, except Kamphaeng Saeng 01-41-5 as female parent and KU 60-1 as male parent.

Key words: sugarcane, heterosis , heterobeltiosis, CCS

บทคัดย่อ

การศึกษา heterosis และ heterobeltiosis ในอ้อยปลูกของพันธุ์อ้อยลูกผสมจำนวน 12 คู่ผสม คู่ผสมละ 10 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำ แต่ละแปลงย่อยมี 1 แถว ยาว 1.5 เมตร มี 3 กอ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของพันธุ์อ้อยลูกผสมทั้งหมดที่มีค่า heterosis และค่า heterobeltiosis ทางบวกเท่ากับ 57.5

[1*] สาขาการปรับปรุงพันธุ์พืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Plant Breeding Program, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140 Cane and Sugar Research and Development Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*] Corresponding author: Tel. 086-2464401, E-mail address: nuyaza@windowslive.com

และ 43.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของพันธุ์อ้อยลูกผสมทั้งหมดมีค่า heterosis และค่า heterobeltiosis ทางลบเท่ากับ 31.7 และ 45.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพันธุ์แม่และพ่อต่อการมี heterosis และ heterobeltiosis ในพันธุ์อ้อยลูกผสม พบว่าพันธุ์แม่ที่ให้พันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีค่า heterosis และค่า heterobeltiosis ทางบวก เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูง ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 00-92 เท่ากับ 80.0 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ มก.60-1 เท่ากับ 65.0 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าพันธุ์ K 84-200 เป็นพันธุ์พ่อที่ให้พันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีค่า heterosis และ heterobeltiosis ทางบวก เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูงเท่ากับ 90.0 และ 76.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำเท่ากับ 25.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่หรือพันธุ์พ่อต่างกัน ส่วนใหญ่ให้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์อ้อยลูกผสมที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นพันธุ์แม่กำแพงแสน 01-41-5 และพันธุ์พ่อ มก.60-1

คำสำคัญ: อ้อย ความดีเด่นของลูกผสม ความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า ซีซีเอส

คำนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาล และแอลกอฮอล์ (Zhou *et al*., 2005) แนวทางในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของอ้อยนั้น อาจมาจากการปรับปรุงวิธีการเขตกรรมให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือการปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ได้พันธุ์อ้อยที่ดีมีศักยภาพในการให้ผลผลิต หรือใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน โดยการปรับปรุงพันธุ์อ้อยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือต้องการเพิ่มผลผลิตทางปริมาณและด้านคุณภาพ (บุญชัย, 2546) การสร้างลูกผสมเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1hybrid) ที่มีลักษณะดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis or hybrid vigor) ในด้านผลผลิต ความแข็งแรง ความต้านทานโรคและแมลง (สุทัศน์ 2552; ไพศาล 2527) นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ให้ประสบผลสำเร็จคือ การคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ เพื่อถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมให้ลูกผสมที่ดีเด่นเหนือพ่อแม่ มาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผลิตลูกผสม (รังสฤษดิ์ 2539; Sher *et al.,* 2010) โดยมีการศึกษาความดีเด่นของพันธุ์ลูกผสมในพืชต่างๆ เช่น ทานตะวัน (จินตนา และคณะ, 2554; Ahmed *et al*., 2005) ถั่วพุ่มและถั่วฝักยาว (สรพงศ์, 2554) ข้าว (เทพสุดา และคณะ, 2553) และข้าวสาลี (Sharma and Singh, 1978) เป็นต้น ทั้งนี้ค่าซีซีเอสเป็นลักษณะทางคุณภาพที่สำคัญของอ้อยในการผลิตน้ำตาล ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาความดีเด่นของลูกผสมและความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่าในลักษณะซีซีเอส ทำให้ทราบพันธุ์พ่อแม่ ตลอดจน พันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้พันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีค่าซีซีเอสสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พันธุ์อ้อยลูกผสมจาก 12 คู่ผสม คู่ผสมละ 10 พันธุ์ รวม 120 พันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13) x พันธุ์กำแพงแสน 98-024 (Kps 98-024)

2. พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13) x พันธุ์กำแพงแสน 00-92 (Kps 00-92)

3. พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13) x พันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 (Kps 01-41-5)

4. พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13) x พันธุ์ K 84-200

5. พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13) x พันธุ์ มก.60-1 (KU 60-1)

6. พันธุ์กำแพงแสน 98-024 (Kps 98-024) x พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13)

7. พันธุ์กำแพงแสน 98-024 (Kps 98-024) x พันธุ์ มก.60-1 (KU 60-1)

8. พันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 (Kps 01-41-5) x พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13)

9. พันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 (Kps 01-41-5) x พันธุ์กำแพงแสน 98-024 (Kps 98-024)

10. พันธุ์ มก.60-1 (KU 60-1) x พันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 (Kps 01-41-5)

11. พันธุ์ มก.60-1 (KU 60-1) x พันธุ์ K 84-200

12. พันธุ์กำแพงแสน 00-92 (Kps 00-92) x พันธุ์ K 84-200

2. พันธุ์พ่อ 6 พันธุ์ คือ

1. พันธุ์กำแพงแสน 98-024 (Kps 98-024)
2. พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13)
3. พันธุ์กำแพงแสน 00-92 (Kps 00-92)
4. พันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 (Kps 01-41-5)
5. พันธุ์ มก.60-1 (KU 60-1)
6. พันธุ์ K 84-200

3. พันธุ์แม่ 5 พันธุ์ คือ

1. พันธุ์กำแพงแสน 98-024 (Kps 98-024)
2. พันธุ์กำแพงแสน 94-13 (Kps 94-13)
3. พันธุ์กำแพงแสน 00-92 (Kps 00-92)
4. พันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 (Kps 01-41-5)
5. พันธุ์ มก.60-1 (KU 60-1)

4. เครื่อง Saccharometer รุ่น NIR WII

5. ปลูกทดสอบประชากรพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1

ปลูกพันธุ์อ้อยลูกผสมจาก 12 คู่ผสม จำนวนคู่ผสมละ 10 พันธุ์ รวม 120 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบลอคสมบูรณ์ (Randomized complete block design) จำนวน 3 ซ้ำ แถวยาว 1.50 เมตร มี 3 กอต่อแถว แต่ละแปลงย่อยมี 1 แถว เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ 6 พันธุ์

เมื่ออ้อยอายุ 11 เดือน สุ่มตัวอย่างอ้อยจำนวน 3 ลำที่แก่ในแต่ละแถว (แปลงย่อย) มาวิเคราะห์ค่าซีซีเอส โดยใช้เครื่อง Saccharometer รุ่น NIR WII

เพื่อศึกษาความดีเด่นของลูกผสม (Heterosis) และความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า (Heterobeltiosis) จากสูตร

$$\text{Heterosis (\%)} = \frac{(F1 - MP)}{MP} \times 100$$

$$\text{Heterobeltiosis (\%)} = \frac{(F1 - HP)}{HP} \times 100$$

เมื่อ F1 คือค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 1

MP คือค่าเฉลี่ยของพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อ

HP คือค่าเฉลี่ยของพันธุ์แม่หรือพันธุ์พ่อที่ดีกว่า (Sharma and Singh, 1978; Ahmed *et al*., 2005)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ด้วยโปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 3.1.0 (Venables *et al*., 2014; ชูศักดิ์, 2552)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ซีซีเอสของพันธุ์แม่ พันธุ์พ่อ และค่าเฉลี่ยของพันธุ์ลูกผสม

ในพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อจำนวน 6 พันธุ์ที่ใช้ในการศึกษา (Table 1) พบว่าพันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 มีค่าซีซีเอสสูงสุด เท่ากับ 15.06 รองลงมาได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 94-13 เท่ากับ 14.93 ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 00-92 มีค่าซีซีเอสต่ำสุด เท่ากับ 13.09

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยซีซีเอสของพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อในแต่ละคู่ผสม (Table 1) พบว่าคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 01-41-5 และคู่ผสม มก. 60-1 กับกำแพงแสน 01-41-5 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 15.00 และ 14.22 ตามลำดับ และคู่ผสมกำแพงแสน 00-92 กับ K 84-200 และคู่ผสมกำแพงแสน มก. 60-1 กับ K 84-200 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.11 และ 13.25 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยซีซีเอสของพันธุ์ลูกผสมของคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200 และคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 กับกำแพงแสน 00-92 ให้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์อ้อยลูกผสมจำนวน 10 พันธุ์สูงสุด เท่ากับ 15.08 และ 14.84 ตามลำดับ ส่วนคู่ผสมที่มีค่าเฉลี่ยซีซีเอสของพันธุ์ลูกผสมต่ำสุด ได้แก่ คู่ผสมกำแพงแสน 98-024 กับ มก. 60-1 และคู่ผสมกำแพงแสน 01-41-5 กับกำแพงแสน 94-13 เท่ากับ 13.24 และ 13.51 ตามลำดับ

ค่า heterosis และค่า heterobeltiosis ของคู่ผสม

เมื่อพิจารณาค่า heterosis ของคู่ผสม (Table 1) พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 8 คู่ผสม โดยเป็นค่าบวก 7 คู่ผสมและค่าลบจำนวน 1 คู่ผสม และเมื่อพิจารณาค่า heterobeltiosis ของคู่ผสมพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 5 คู่ผสม โดยเป็นค่าบวก 2 คู่ผสม และค่าลบจำนวน 3 คู่ผสม คู่ผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด 3 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม มก. 60-1 กับ K 84-200 คู่ผสมกำแพงแสน 00-92 กับ K 84-200 และคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200 โดยมีค่า heterosis เท่ากับ 10.67 9.62 และ 7.50 ตามลำดับ และมีค่า heterobeltiosis เท่ากับ 9.59 9.49 และ 0.98 ตามลำดับ

การเปรียบเทียบค่า heterosis และ heterobeltiosis ของซีซีเอสระหว่างคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เดียวกัน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เดียวกัน (Table 1) พบว่า คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่กำแพงแสน 94-13 จำนวน 5 คู่ผสม ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคู่ผสม เช่นเดียวกับคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่กำแพงแสน 98-024 และพันธุ์แม่ มก. 60-1 ที่มีจำนวน 2 คู่ผสม แต่คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคู่ผสมกำแพงแสน 01-41-5 กับกำแพงแสน 98-024 และคู่ผสมกำแพงแสน 01-41-5 กับกำแพงแสน 94-13

เมื่อพิจารณาค่า heterosis พบว่า คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีนัยสำคัญทางสถิติ 3 คู่ผสม จาก 5 คู่ผสม โดยเป็นทางบวกทั้งหมด ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 และ มก. 60-1 พบนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 คู่ผสม โดยคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 เป็นทางบวก 1 คู่ผสม และทางลบ 1 คู่ผสม ในขณะที่พันธุ์ มก. 60-1 เป็นทางบวกทั้ง 2 คู่ผสม แต่คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 98-024 ไม่พบคู่ผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 00-92 มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวก

เมื่อพิจารณาค่า heterobeltiosis พบว่า คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีนัยสำคัญทางสถิติเพียง 1 คู่ผสม จาก 5 คู่ผสม โดยเป็นทางลบ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 98-024 กำแพงแสน 01-41-5 และ มก. 60-1 พบนัยสำคัญทางสถิติ 1 คู่ผสมจาก 2 คู่ผสม โดยพันธุ์แม่กำแพงแสน 98-024 และกำแพงแสน 01-41-5 มีนัยสำคัญทางสถิติทางลบ ส่วนพันธุ์ มก. 60-1 มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวก ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 00-92 มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวก

การเปรียบเทียบค่า heterosis และ heterobeltiosis ของซีซีเอสระหว่างคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเดียวกัน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเดียวกัน (Table 2) พบว่า คู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อ K 84-200 จำนวน 3 คู่ผสม ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคู่ผสม เช่นเดียวกับคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 กำแพงแสน 98-024 และ

กำแพงแสน 01-41-5 ที่มีจำนวน 2 คู่ผสม แต่คู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็น มก. 60-1 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคู่ผสมกำแพงแสน 94-13 กับ มก. 60-1 และคู่ผสมกำแพงแสน 98-024 กับ มก. 60-1

เมื่อพิจารณา ค่า heterosis พบว่า คู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์ K 84-200 และพันธุ์ กำแพงแสน 98-024 มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกทั้ง 3 คู่ผสม และ 2 คู่ผสม ตามลำดับ คู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 และกำแพงแสน 01-41-5 พบนัยสำคัญทางสถิติ 1 คู่ผสมจาก 2 คู่ผสม โดยพันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีนัยสำคัญทางลบ ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวก ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์มก. 60-1 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 00-92 มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวก

เมื่อพิจารณา ค่า heterobeltiosis พบว่า คู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์ K 84-200 มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวก 2 คู่ผสม จาก 3 คู่ผสม ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีนัยสำคัญทางสถิติทางลบทั้ง 2 คู่ผสม ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์ มก. 60-1 พบนัยสำคัญทางสถิติทางลบ 1 คู่ผสม จาก 2 คู่ผสม ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 98-024 และกำแพงแสน 01-41-5 ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 คู่ผสม และคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 00-92 ก็ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติ

ค่า heterosis และ heterobeltiosis ของพันธุ์อ้อยลูกผสมในแต่ละคู่ผสม

เมื่อพิจารณาค่า heterosis ของพันธุ์ในแต่ละคู่ผสม (Table 3) พบว่า คู่ผสมที่จำนวนพันธุ์ที่มีนัยสำคัญทางบวกสูงสุด ได้แก่คู่ผสม มก. 60-1 กับ K 84-200 เท่ากับ 10 พันธุ์ รองลงมาได้แก่คู่ผสม กำแพงแสน 94-13 กับ K 84-200 เท่ากับ 9 พันธุ์ และคู่ผสมกำแพงแสน 00-92 กับ K 84-200 เท่ากับ 8 พันธุ์ เมื่อพิจารณาค่า heterobeltiosis ของพันธุ์ในแต่ละคู่ผสม พบว่าคู่ผสมที่มีจำนวนพันธุ์ที่มีนัยสำคัญทางบวกสูงสุด ได้แก่ คู่ผสม มก. 60-1 กับ K 84-200 เท่ากับ 10 พันธุ์ รองลงมาได้แก่คู่ผสม กำแพงแสน 00-92 กับ K 84-200 เท่ากับ 8 พันธุ์

เมื่อพิจารณาค่า heterosis พันธุ์อ้อยลูกผสมทั้งหมด (Table 3) พบว่า มีพันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกจำนวน 69 พันธุ์จาก 120 พันธุ์ คิดเป็น 57.5 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าพันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางลบจำนวน 38 พันธุ์ คิดเป็น 31.7 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์อ้อยลูกผสมที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 13 พันธุ์ คิดเป็น 10.8 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาค่า heterobeltiosis พบว่า มีพันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางบวก จำนวน 52 พันธุ์จาก 120 พันธุ์ คิดเป็น 43.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ใกล้เคียงกับพันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางลบจำนวน 55 พันธุ์จาก 120 พันธุ์ คิดเป็น 45.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์อ้อยลูกผสมที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติมีจำนวน 13 พันธุ์ คิดเป็น 10.8 เปอร์เซ็นต์

ค่า heterosis และ heterobeltiosis ของพันธุ์อ้อยลูกผสมในแต่ละคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เดียวกัน

จาก Table 4 พบว่า พันธุ์แม่ทุกพันธุ์ของคู่ผสมในการศึกษา มีพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติของค่า heterosis ทั้งทางบวกและทางลบ แต่ทั้งนี้พบว่าคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 00-92 และ มก.60-1 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกสูงถึง 80.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 และกำแพงแสน 98-024 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกปานกลางเท่ากับ 58.0 และ 50.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกที่ต่ำเท่ากับ 30.0 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาค่า heterobeltiosis (Table 4) พบว่า คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 00-92 และ มก. 60-1 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกเท่ากับ 80.0 และ 65.0

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 และกำแพงแสน 98-024 พบนัยสำคัญทางสถิติของพันธุ์ลูกผสมทางบวกเท่ากับ 40.0 และ30.0 เปอร์เซ็นต์ คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่เป็นพันธุ์กำแพงแสน 01-41-5 พบนัยสำคัญทางสถิติของพันธุ์ลูกผสมทางบวกเท่ากับ 25.0 เปอร์เซ็นต์

ค่า heterosis และ heterobeltiosis ของพันธุ์อ้อยลูกผสมในแต่ละคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเดียวกัน

จาก Table 5 พบว่า พันธุ์พ่อทุกพันธุ์ของคู่ผสมในการศึกษา มีพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติของค่า heterosis ทั้งทางบวกและทางลบ แต่ทั้งนี้พบว่าคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์ K 84-200 กำแพงแสน 00-92 และกำแพงแสน 98-024 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกสูงถึง 90.0 70.0 และ 60.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์มก. 60-1 และกำแพงแสน 01-41-5 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกปานกลางเท่ากับ 50.0 และ 40.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกที่ต่ำเท่ากับ 25.0 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาค่า heterobeltiosis (Table 5) พบว่า พันธ์พ่อที่เป็นพันธุ์ K 84-200 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางบวกสูงถึง 76.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์ กำแพงแสน 98-024 กำแพงแสน 00-92 และ มก. 60-1 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกปานกลางเท่ากับ 55.0 50.0 และ 35.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนคู่ผสมที่มีพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์กำแพงแสน 94-13 และกำแพงแสน 01-41-5 มีสัดส่วนพันธุ์ลูกผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกที่ต่ำเท่ากับ 5.0 และ 25.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของพันธุ์อ้อยลูกผสมทั้งหมดที่มีค่า heterosis และค่า heterobeltiosis ทางบวก เท่ากับ 57.5 และ 43.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของพันธุ์อ้อยลูกผสมทั้งหมดมีค่า heterosis และค่า heterobeltiosis ทางลบเท่ากับ 31.7 และ 45.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. พันธุ์แม่ที่ให้พันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีค่า heterosis และค่า heterobeltiosis ทางบวก เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูง ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 00-92 เท่ากับ 80.0 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ มก.60-1 เท่ากับ 80.0 และ 65.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. พันธุ์ K 84-200 เป็นพันธุ์พ่อที่ให้พันธุ์อ้อยลูกผสมที่มีค่า heterosis และ heterobeltiosis ทางบวก เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูงเท่ากับ 90.0 และ 76.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์กำแพงแสน 94-13 มีเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำเท่ากับ 25.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. คู่ผสมที่มีพันธุ์แม่หรือพันธุ์พ่อต่างกันส่วนใหญ่ให้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์อ้อยลูกผสมที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นพันธุ์แม่กำแพงแสน 01-41-5 และพันธุ์พ่อ มก.60-1

Table 1 Comparison of hybrid means, level of significance in heterosis and heterobeltiosis and number of significant hybrids in heterosis and heterobeltiosis in CCS of 12 crosses of sugarcane hybrids having the same female parents

Crosses	Means in CCS				Level of significance[1/]	
	Female	Male	Parents mean	Hybrid mean	Heterosis	Heterobeltiosis
Kps 94-13 × Kps 98-024	14.93	13.25	14.09	14.75 ab[2/]	4.67 *	-1.22 ns
Kps 94-13 × Kps 00-92	14.93	13.09	14.01	14.84 ab	5.91 **	-0.62 ns
Kps 94-13 × Kps 01-41-5	14.93	15.06	15.00	14.57 abc	-2.85 ns	-3.27 ns
Kps 94-13 × K 84-200	14.93	13.12	14.03	15.08 a	7.50 **	0.98 ns
Kps 94-13 × KU 60-1	14.93	13.38	14.16	14.35 abc	1.36 ns	-3.90 **
Kps 98-024× Kps 94-13	13.25	14.93	14.09	13.95 bcd	-0.97 ns	-6.54 **
Kps 98-024 × KU 60-1	13.25	13.38	13.32	13.24 d	-0.57 ns	-1.05 ns
Kps 01-41-5 × Kps 94-13	15.06	14.93	15.00	13.51 cd	-9.88 **	-10.27 **
Kps 01-41-5 × Kps 98-024	15.06	13.25	14.16	14.82 ab	4.70 *	-1.59 ns
KU 60-1 × Kps 01-41-5	13.38	15.06	14.22	14.76 ab	3.82 *	-1.97 ns
KU 60-1 × K 84-200	13.38	13.12	13.25	14.66 ab	10.67 **	9.59 **
Kps 00-92 × K 84-200	13.09	13.12	13.11	14.37 abc	9.62 **	9.49 **

[1/]*, ** Significant at level 0.05 and 0.01 respectively, ns non- significant

[2/]Means within a column followed by a same letter are not significantly different at the 5% level by LSD.

Table 2 Comparison of hybrid means, level of significance in heterosis and heterobeltiosis and number of significant hybrids in heterosis and heterobeltiosis in CCS of 12 crosses of sugarcane having the same male parents

Crosses	Means in CCS				Level of significance[1/]	
	Female	Male	Parents mean	Hybrid mean	Heterosis	Heterobeltiosis
Kps 94-13 × K 84-200	14.93	13.12	14.03	15.08 a[2/]	7.50 **	0.98 ns
KU 60-1 × K 84-200	13.38	13.12	13.25	14.66 ab	10.67 **	9.59 **
Kps 00-92 × K 84-200	13.09	13.12	13.11	14.37 abc	9.62 **	9.49 **
Kps 98-024× Kps 94-13	13.25	14.93	14.09	13.95 bcd	-0.97 ns	-6.54 **
Kps 01-41-5 × Kps 94-13	15.06	14.93	15.00	13.51 cd	-9.88 **	-10.27 **
Kps 94-13 × Kps 98-024	14.93	13.25	14.09	14.75 ab	4.67 *	-1.22 ns
Kps 01-41-5 × Kps 98-024	15.06	13.25	14.16	14.82 ab	4.70 *	-1.59 ns
Kps 94-13 × Kps 01-41-5	14.93	15.06	15.00	14.57 abc	-2.85 ns	-3.27 ns
KU 60-1 × Kps 01-41-5	13.38	15.06	14.22	14.76 ab	3.82 *	-1.97 ns
Kps 94-13 × KU 60-1	14.93	13.38	14.16	14.35 abc	1.36 ns	-3.90 **
Kps 98-024 × KU 60-1	13.25	13.38	13.32	13.24 d	-0.57 ns	-1.05 ns
Kps 94-13 × Kps 00-92	14.93	13.09	14.01	14.84 ab	5.91 **	-0.62 ns

[1/]*, ** Significant at level 0.05 and 0.01 respectively, ns non- significant

[2/]Means within a column followed by a same letter are not significantly different at the 5% level by LSD.

Table 3 Number and percentage of significant hybrids in heterosis and heterobeltiosis in CCS of 12 crosses of sugarcane

Crosses	Number of hybrids					
	Heterosis			Heterobeltiosis		
	Significantly[1/] positive	Significantly negative	Non Significant	Significant positive	Significantly negative	Non Significant
Kps 94-13 × Kps 98-024	6	3	1	6	4	0
Kps 94-13 × Kps 00-92	7	2	1	5	3	2
Kps 94-13 × Kps 01-41-5	2	6	2	2	6	2
Kps 94-13 × K 84-200	9	0	1	5	4	1
Kps 94-13 × KU 60-1	5	3	2	2	6	2
Kps 98-024× Kps 94-13	5	4	1	1	9	0
Kps 98-024 × KU 60-1	5	3	2	5	3	2
Kps 01-41-5 × Kps 94-13	0	10	0	0	10	0
Kps 01-41-5 × Kps 98-024	6	4	0	5	4	1
KU 60-1 × Kps 01-41-5	6	2	2	3	5	2
KU 60-1 × K 84-200	10	0	0	10	0	0
Kps 00-92 × K 84-200	8	1	1	8	1	1
Total hybrids	69	38	13	52	55	13
Percentage[2/]	57.5	31.7	10.8	43.3	45.8	10.8

[1/] Significant at level 0.05

[2/] Percentage = $\frac{\text{number of significant hybrids}}{\text{total number of hybrids (120)}} \times 100$

Table 4 Comparison of number and percentage of significant hybrids in heterosis and heterobeltiosis in CCS of 12 crosses of sugarcane having the same female parents

Female parents	Number of crosses	Number of significant hybrids[1/]			
		Heterosis		Heterobeltiosis	
		positive	negative	positive	negative
Kamphaeng Saen 94-13	5				
Number of hybrids		29	14	20	23
Percentage[2/]		58.0	28.0	40.0	46.0
Kamphaeng Saen 98-024	2				
Number of hybrids		10	7	6	12
Percentage[2/]		50.0	35.0	30.0	60.0
Kamphaeng Saen 01-41-5	2				
Number of hybrids		6	14	5	14
Percentage[2/]		30.0	70.0	25.0	70.0
KU 60-1	2				
Number of hybrids		16	2	13	5
Percentage[2/]		80.0	10.0	65.0	25.0
Kamphaeng Saen 00-92	1				
Number of hybrids		8	1	8	1
Percentage[2/]		80.0	10.0	80.0	10.0

[1/]Significant at level 0.05

[2/]Percentage = $\frac{\text{number of significant hybrids}}{\text{number of hybrids (number of crosses} \times 10)} \times 100$

Table 5 Comparison number and percentage of significant hybrids in heterosis and heterobeltiosis in CCS of 12 crosses of sugarcane having the same male parents

Male parents	Number of crosses	Number of significant hybrids[1/]			
		Heterosis		Heterobeltiosis	
		positive	negative	positive	negative
K 84-200	3				
Number of hybrids		27	1	23	5
Percentage[2/]		90.0	3.3	76.7	16.7
Kamphaeng Saen 94-13	2				
Number of hybrids		5	14	1	19
Percentage[2/]		25.0	70.0	5.0	95.0
Kamphaeng Saen 98-024	2				
Number of hybrids		12	7	11	8
Percentage[2/]		60.0	35.0	55.0	40.0
Kamphaeng Saen 01-41-5	2				
Number of hybrids		8	8	5	11
Percentage[2/]		40.0	40.0	25.0	55.0
KU 60-1	2				
Number of hybrids		10	6	7	9
Percentage[2/]		50.0	30.0	35.0	45.0
Kamphaeng Saen 00-92	1				
Number of hybrids		7	2	5	3
Percentage[2/]		70.0	20.0	50.0	30.0

[1/]Significant at level 0.05

[2/]Percentage = $\frac{\text{number of significant hybrids}}{\text{number of hybrids (number of crosses} \times 10)} \times 100$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ห้องปฏิบัติการ และคำแนะนำในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

จินตนา จั่นเจิม, ชูศักดิ์ จอมพุก และ บุบผา คงสมัย. 2554. ความดีเด่นของลูกผสมเปอร์เซ็นต์น้ำมัน และปริมาณอัลฟาโทโคฟีรอลในทานตะวันลูกผสม, น. 13-20. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2522. สถิติการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วย R. ภาควิชาพืชไร่นา คณะ

เกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

เทพสุดา รุ่งรัตน์, สุทัศน์ จุลศรีไกวัล, ดำเนิน กาละดี และ ม.ล. อโณทัย ชุมสาย. 2553. ความดีเด่นของผลผลิตและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องในข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างข้าวพันธุ์ดีของไทยกับข้าวสายพันธุ์เกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ

บุญชัย หัสรังค์. 2546. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าบริกซ์ในส่วนต่างๆของลำต้นอ้อยเพื่อการคัดเลือกพันธุ์อ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. โรงพิมพ์ไทยนำ, สงขลา.

รังสฤษฏ์ กาวีต๊ะ. 2539. เอกสารประกอบคำสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชขั้นสูง 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2552. การปรับปรุงพันธุ์พืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรพงค์ เบญจศรี. 2554. การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมระหว่างถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 21 ฉบับที่ 2 หน้า 329-336.

Ahmed, S., M.S. Khan, M.S. Swati, G.S. Shah, and I.H. Khalil. 2005. A study heterosis and inbreeding depression in sunflower. Songklanakarin. J. Sci. Techno. 27(1): 1-8.

Venables, W.N., D.M. Smith and the R Development Core Team. 2014. An Introduction to R. Available Source: http://www.R-project.org, May 4, 2014

Sharma, G.S. and R.B. Singh. 1978. Heterosis and inbreeding depression in crosses of wheat varieties of different height groups. Indian J. Agric. Sci. 48(9): 510-515.

Sher, A., S.M. Khan and M. Saleem. 2010. Heterosis for the improvement of oil quality in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Pak. J. Bot. 42(2): 1003-1008.

Zhou, H., Z.H. Deng, J.Luo, and M.Q. Zhang. 2005. Analysis on combining ability for the energy sugarcane breeding. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis 27(2): 214-220.

Received 27 May 2014

Accepted 22 December 2014