

พันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตร ในประชากรอ้อยลูกผสม K93-219 x KpK98-40

Inheritance of growth and agronomic traits in sugarcane hybrid population K93-219 x KpK98-40

จิราภรณ์ นาทา¹, พัชริน ส่องศรี^{1,2*}, นันทวุฒิ จงรังกลาง^{1,2} และ พีรญา กลมสาอาด³
Jiraporn Nata¹, Patcharin Songsri^{1,2*}, Nuntawoot Jongrunklang^{1,2}
and Peeraya Klomsa-ard³

บทคัดย่อ: ระบบการปรับปรุงพันธุ์อ้อยจะมีการประเมินโคลนพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการเพาะเมล็ดจำนวนค่อนข้างมาก หากมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะที่สำคัญ จะทำให้การคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่ดีเด่นนั้น มีความสำเร็จมากยิ่งขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินรูปแบบการกระจายตัวและความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตรของประชากรอ้อยลูกผสม K93-219 x KpK98-40 ดำเนินการวิจัย ณ แปลงทดลองบริษัทน้ำตาลมิตรผล (มิตรภูเวียง) ต.หนองเรือ อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น ตรวจวัดข้อมูลความสูงต้น จำนวนหน่อตอกอ จำนวนลำตอกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ค่าปริกซ์ การหักล้มของทรงกอ และการหลุดร่วงของกาบใบ จากผลการทดลอง พบว่า ประชากรอ้อยลูกผสมกลุ่มนี้มีการกระจายตัวสูงในลักษณะความสูงต้น จำนวนหน่อตอกอ จำนวนลำตอกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบผลผลิต และมีการกระจายตัวสูงของลักษณะการหักล้มของทรงกอ และการหลุดร่วงของกาบใบ เป็นลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญกับการเก็บเกี่ยว รวมทั้งมีความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของจำนวนลำตอกอ และค่าปริกซ์

คำสำคัญ: ปรับปรุงพันธุ์, ความดีเด่นเหนือพ่อแม่, การคัดเลือกพันธุ์, ความหลากหลายทางพันธุกรรม, องค์ประกอบผลผลิต

ABSTRACT: Sugarcane breeding programs typically commence by evaluating a large number of seedling derived from true seed. Information on inheritance of desirable traits is important to achievement in selection the superior hybrid genotypes. The objective of this study was to evaluate the segregating distribution and heterosis of growth and agronomics traits in sugarcane hybrid cross, K93-219 x KpK98-40. Field experiment was conducted at Mitr Phol Sugar Group (Mitr Phu Veing), Khon Kaen Province. The biometrical observations on the growth characters viz., stalk height,

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agriculture Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University,
Khon Kaen 40002

² ศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
Northeast Thailand Cane and Sugar Research Center, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

³ กลุ่มน้ำตาลมิตรผล (มิตรภูเวียง) อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น 40210
Mitr Phol Sugar Group (Mitr Phu Veing), Nong Ruea, Khon Kaen 40210

* Corresponding author: patcharinso@kku.ac.th

number of tiller per stool, stalk number per stool and stalk diameter (cm.) and total soluble solid (brix°). The agronomic traits, lodging score and free-trash score was recorded. The highest segregating distribution was found in yield components (stalk height, tiller number per stool and stalk number per stool), and suitable traits for harvesting (lodging and free-trash score). Stalk number per stool and brix° have been high mid-parents heterosis. Overall, the findings suggest for development of new varieties with improved yield and quality traits.

Keywords: Breeding, Heterosis, Selection, Genetic diversity, Yield component

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลและพลังงานทดแทน ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับที่ 2 ของโลกรองจากประเทศบราซิล ในอนาคตมีการขอตั้งโรงงานน้ำตาลเพิ่มขึ้นหลายแห่ง ทำให้โรงงานน้ำตาลภายในประเทศ มีการส่งเสริมเกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกอ้อยเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในระบบการผลิตอ้อย ยังประสบปัญหาเรื่องปริมาณของผลผลิตอ้อยที่ลดลงอย่างต่อเนื่องจากปริมาณอ้อยทั่วประเทศ 98.40 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2554/55 และลดลงเหลือ 94.14 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2558/59 เนื่องจากบางพื้นที่ประสบปัญหาภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วง และการระบาดของโรคใบขาวทำให้ต้นอ้อยเจริญเติบโตไม่ดี และส่งผลทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงซึ่งทำให้มูลค่าการส่งออกลดลงถึง 30,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ดังนั้นการพัฒนาพันธุ์อ้อยใหม่ ๆ หรือการปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงขึ้น และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีตรงตามความต้องการของเกษตรกรชาวไร่อ้อยจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น และเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืน

การปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้มีผลผลิตอ้อยและความหวานสูง เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะสนับสนุนอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายในประเทศให้สามารถแข่งขันกับประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลกได้ โดยพันธุ์อ้อยที่ปลูกจะต้องให้ผลผลิตอ้อยและน้ำตาลสูง ต้านทานต่อโรคและแมลง มีลักษณะ

ทางการเกษตรที่ดี เช่น ทนทานต่อการหักล้ม ไม่ออกดอก กาบใบหลุดร่วงง่าย และมีการปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกอ้อยที่สำคัญในแต่ละภูมิภาค อย่างไรก็ตามในระบบการปรับปรุงพันธุ์อ้อย มีขั้นตอนต่างๆ หลายขั้นตอนจึงอาจทำให้ใช้เวลานานประมาณ 10-12 ปี เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ (อุดม และคณะ, 2555) โดยเฉพาะขั้นตอนการประเมินและคัดเลือกพันธุ์ ถือว่าเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากในระยะแรกขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด (seedling) หรือระยะการคัดเลือกที่ 1 (selection stage I) ซึ่งมีจำนวนโคลนพันธุ์ของอ้อยลูกผสมจำนวนมาก และยังมีการกระจายตัวสูง และมีปฏิกริยาสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมสูง จากการศึกษาของ Zhou (2013) พบว่า ในการคัดเลือกพันธุ์ในขั้นที่ 1 มีจำนวนประชากรมาก (250,000 ต้น) จาก 1,500 คู่ผสม แต่มีการคัดเลือกไว้เพียง 20,000 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 8 เท่านั้น ซึ่งให้เห็นว่ามีการคัดเลือกประชากรลูกผสมไว้น้อยมาก และเป็นการคัดเลือกโดยดูจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา ซึ่งมีโอกาสทำให้การคัดเลือกมีความผิดพลาด และมีความเสี่ยงต่อประชากรลูกผสมที่มีลักษณะดีถูกคัดทิ้งสูง

ทั้งนี้หากมีการบันทึกข้อมูลในลักษณะที่คัดเลือกในช่วงต้นๆ รวมทั้งเข้าใจรูปแบบการกระจายตัว และการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไว้ ทำให้ทราบถึงโอกาสของความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยเพื่อให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการ รวมทั้งลักษณะที่อัตราพันธุ์กรรมสูงและมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตอ้อย ซึ่งจะเป็นเกณฑ์สนับสนุนในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต (Sanghera, 2014) ดังนั้นการวิจัยใน

ครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการกระจายตัวและความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตรของประชากรอ้อยลูกผสมระหว่าง K93-219 x KpK98-40 ในระยะที่ปลูกด้วยเมล็ด (stage I; seedling stage) เพื่อให้ นักปรับปรุงพันธุ์ได้ทราบลักษณะที่สามารถคัดเลือกได้ตั้งแต่ชั่วรุ่นต้นๆ และสามารถนำข้อมูลไปเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์อ้อยในอนาคต

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในสภาพไร่ ที่แปลงทดลองบริษัทมิตรผล (มิตรผลภูเวียง) ต.หนองเรือ อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น โดยทำการทดลองในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2557 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 โดยใช้พันธุ์อ้อยลูกผสมระหว่าง K93-219 ที่มีลักษณะเด่นคือให้ผลผลิตสูง (17.7 ตันต่อไร่) และมีความสามารถไวต่อดีเป็นพันธุ์แม่ กับพันธุ์ KpK98-40 ซึ่งมีลักษณะเด่นคือค่าความหวานสูง (13-14 ซีซีเอส) ใช้เป็นพันธุ์พ่อ ปลูกคัดเลือกขั้นที่ 1 มีประชากรอ้อยลูกผสมทั้งหมด 1,029 โคลน นำเมล็ดอ้อยลูกผสมดังกล่าวเพาะชำลงในถุงเพื่อเจริญเป็นต้นกล้า และเมื่ออายุได้ 1 เดือนย้ายต้นกล้างลงแปลงปลูก ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

การปลูกและการจัดการแปลงทดลอง

ก่อนปลูกเตรียมแปลงโดยการไถดะ 1 ครั้ง ไถพรวน 2 ครั้ง จากนั้นใช้จอบหมุนเพื่อพรวนดินให้ละเอียดยิ่งขึ้น และไถซักร่องปลูกลึกประมาณ 20 เซนติเมตร ระยะปลูก 0.75 x 1.5 เมตร ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 4-5 เดือนหลังปลูกสูตร 21-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ หลังปลูกให้น้ำตามร่อง เมื่ออ้อยมีอายุ 3 เดือน ให้น้ำโดยใช้ระบบน้ำหยด (drip irrigation) ตามระยะปลูกของอ้อย ให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ตามความเหมาะสมของสภาพความชื้นดิน ทำการกำจัดวัชพืช 3 ครั้ง โดยครั้งแรกใช้แรงงานคน

เมื่ออ้อยอายุ 2 เดือนหลังปลูก และครั้งที่ 2 ที่อายุ 4 เดือน หลังปลูก และครั้งที่ 3 ที่อายุ 6 เดือน กำจัดวัชพืชด้วยสารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน 80% WP อัตรา 400-500 กรัม ต่อไร่ 60-80 ลิตร ฉีดพ่นในส่วนพื้นที่ที่มีวัชพืชขึ้นอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของอ้อย

การเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูลความสูงต้นที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือน โดยวัดความสูงของลำต้นหลักจากระดับผิวดินถึงตำแหน่งคอใบของทุกกอโดยใช้ไม้เมตร บันทึกข้อมูลหน่วยเป็นเซนติเมตร จำนวนหน่อต่อกอ ที่อายุ 4 เดือน ตรวจนับจำนวนหน่อที่มีแผ่นใบแล้วของทุกกอ (Shanthi et al., 2008) จำนวนลำต่อกอ ที่อายุ 9 เดือน ตรวจนับจำนวนลำที่มีการงอกปล้องของทุกกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ที่อายุ 9 เดือน วัดบริเวณกลางลำต้นหลักของทุกกอด้วยเครื่อง Electronic digital caliper ยี่ห้อ (STARNIC, China) บันทึกข้อมูลหน่วยเป็นเซนติเมตร ประเมินการหักล้มของทรงกอ ที่อายุ 10 เดือน โดยใช้ไม้ครึ่งวงกลม เพื่อบอกองศาของการหักล้ม มีค่าคะแนนการหักล้มดังนี้ (1 เท่ากับ ตั้งตรง ลักษณะทรงกอมีการตั้งตรงอยู่ระหว่าง 80-100 องศา, 2 เท่ากับ กึ่งหักล้ม ลักษณะทรงกอมีค่าองศาของการหักล้มอยู่ระหว่าง 45- 70 องศา และ 3 เท่ากับ หักล้ม ลักษณะทรงกอมีค่าองศาของการหักลมน้อยกว่า 45 องศา) การหลุดร่วงของกาบใบที่อายุ 10 เดือน (1 เท่ากับ หลวม คือกาบใบแห้งหลุดจากลำต้น มากกว่าหนึ่งในสามของลำ, 2 เท่ากับ หลวมปานกลาง คือกาบใบแห้งเมื่อดึงจึงหลุดจากลำต้น และ 3 เท่ากับ แน่นหรือเหนียว คือกาบใบแห้งยึดติดกับลำต้น) และ ค่าปริมาตรที่อายุ 11 และ 14 เดือนเจาะตรงบริเวณกลางลำของลำต้นหลักของทุกกอ และวัดความหวานของอ้อยโดยตรงในไร่ ด้วยเครื่องวัดความหวาน (Digital brix refractometer) รุ่น PAL-1 ยี่ห้อ (ATAGO, Japan) ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือดังกล่าว บันทึกข้อมูลหน่วยเป็นองศาปริมาตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพื้นฐานของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนหน่อตอก จำนวนลำตอก เส้นผ่านศูนย์กลางลำ การหักล้มของทรงกอ การหลุดร่วงของกาบใบ และค่าปริมาตร เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด-สูงสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากร (coefficient of variation; CV.) และทำการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น 10 อันตรภาคชั้น (class interval) โดยใช้ค่า $[(\text{สูงสุด} - \text{ต่ำสุด})/10]$ เพื่อดูการกระจายตัวของลูกผสมจากการกราฟแจกแจงความถี่ (histogram) คำนวณค่าพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะคือ ความดีเด่นเหนือพ่อ-แม่ (heterosis) โดยใช้สมการ Mid-parent heterosis (%) = $[F_1 - (MP/MP) \times 100]$ (Sharma and Singh, 1978 อ้างใน Ahmed et al., 2005)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความหลากหลายและการกระจายตัวของลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตรในประชากรอ้อยลูกผสม

ลักษณะความสูงต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การกระจายตัวของลักษณะความสูงต้น ในประชากรอ้อยลูกผสม K93-219 x KpK98-40 จำนวน 1,029 โคลนพันธุ์ (Table 1) พบว่า ที่อายุ 3 เดือน ประชากรอ้อยลูกผสมมีความสูงต้นสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 34.0 และ 2.1 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.2 เซนติเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 44.6 นอกจากนี้ ที่อายุ 6 พบว่า ประชากรอ้อยลูกผสมมีความสูงต้นสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 175.0 และ 15.0 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.1 เซนติเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว

ของประชากรค่อนข้างสูงร้อยละ 36.1 ในทำนองเดียวกัน ที่อายุ 9 เดือน พบว่า ประชากรอ้อยลูกผสมมีความสูงต้นสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 273.0 และ 23.0 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.4 เซนติเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างสูงร้อยละ 35.6

ประเมินรูปแบบการกระจายตัวของความสูงต้น โดยการจัดจำแนกกลุ่ม แบ่งออกเป็น 10 อันตรภาคชั้น ที่อายุ 3 เดือน พบว่า มีการกระจายตัวของกราฟเป็นแบบปกติ ประชากรอ้อยลูกผสมส่วนใหญ่มีความสูงต้น อยู่ในช่วง 15.0-18.1 เซนติเมตร (Figure 1a) ในทำนองเดียวกัน ความสูงต้น ที่อายุ 6 เดือน พบว่า มีการกระจายตัวของกราฟเป็นแบบปกติ ประชากรส่วนใหญ่มีความสูงต้นอยู่ในช่วง 79.1-95.0 เซนติเมตร (Figure 1b) และเช่นเดียวกันที่อายุ 9 เดือน พบว่า การกระจายตัวของกราฟเป็นแบบปกติ ประชากรส่วนใหญ่มีความสูงต้นอยู่ในช่วง 98.1-123.0 เซนติเมตร (Figure 1c) ในทำนองเดียวกันจากการศึกษาของ Durai et al. (2015) รายงานว่าการกระจายตัวของลักษณะความสูงต้นเป็นแบบปกติและไม่มีความแตกต่างกัน

การศึกษาลักษณะความสูงต้นของประชากรอ้อยลูกผสม ชี้ให้เห็นว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างสูงซึ่งสอดคล้องกับ Singh and Singh (1999) ได้รายงานไว้ว่า ลักษณะความสูงต้นของอ้อย 16 พันธุ์ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวสูงร้อยละ 25 ชี้ให้เห็นว่าการคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ลักษณะความสูงต้น อาจจะทำให้การคัดเลือกพันธุ์ประสบความสำเร็จ ซึ่งแตกต่างจาก Tadesse et al. (2014) ได้ให้ข้อสรุปไว้ว่า ลักษณะความสูงต้นของอ้อยสายพันธุ์ C86-12, C90-501, C86-165, C132-81, C120-78, C1051-73, B78-505, B80-250, SP70-1284 และ C86-56 มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวค่อนข้างต่ำร้อยละ 12.01 ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจจะเกิดจากความแตกต่างของประชากรที่ใช้ในการศึกษานั้นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะความสูงต้นมีค่าความดีเด่นของลูกผสม

เหนือพอมแม่ค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Tadesse et al. (2014) กล่าวว่าลักษณะความสูงมีค่าอัตราทางพันธุกรรมต่ำ ซึ่งอาจจะมีผลทำให้การคัดเลือกลักษณะดังกล่าวมีประชากรที่ให้ค่าความสูงที่โดดเด่นน้อย ดังนั้นการใช้ลักษณะความสูงต้นในการคัดเลือกในประชากรลูกผสมในการศึกษาครั้งนี้อาจจะคัดเลือกพันธุ์ในลักษณะนี้ได้น้อย และอาจจะมีการคัดเลือกลักษณะอื่นๆ ควบคู่ไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Singh et al. (2002) พบว่า ความสูงต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกบวกกับการให้ผลผลิตของอ้อย

ลักษณะจำนวนหน่อ จำนวนลำตอก และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐานของจำนวนหน่อตอกในประชากรอ้อยลูกผสม ที่อายุ 4 เดือน พบว่าประชากรอ้อยลูกผสมมีจำนวนหน่อตอกสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 38.0 และ 2.0 หน่อตอก ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.5 หน่อตอก และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างสูงร้อยละ 34.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประชากรอ้อยลูกผสมมีจำนวนหน่อตอกค่อนข้างกระจายตัว รวมทั้งลูกผสมกลุ่มนี้มีจำนวนหน่อตอกเฉลี่ยสูง นอกจากนี้จำนวนลำตอก ที่อายุ 9 เดือน พบว่า ประชากรอ้อยลูกผสมมีจำนวนลำตอกสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 25.0 และ 1.0 ลำตอก ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.9 ลำตอก และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างสูง ร้อยละ 39.5 และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ พบว่า ประชากรอ้อยลูกผสมมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 4.6 และ 0.3 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 เซนติเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรร้อยละ 19.5 (Table 1) ทั้งนี้เส้นผ่านศูนย์กลางลำเป็นลักษณะสำคัญสำหรับการเก็บเกี่ยว หากมีขนาดลำใหญ่เหมาะสำหรับการใช้คนตัด แต่ถ้าหากมีขนาดลำเล็กอาจจะเหมาะสำหรับการใช้รถตัด แต่ตรงกันข้ามกับ Mawla et al. (2014) รายงานว่า ขนาดลำใหญ่ลดการหักล้ม

ของทรงกอ และทำให้การใช้รถตัดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ลักษณะจำนวนหน่อตอก จำนวนลำตอก และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ เป็นลักษณะที่สำคัญในการคัดเลือกลูกผสมที่มีผลผลิตสูง (Murthy, 2007)

ประเมินรูปแบบการกระจายตัวของจำนวนหน่อตอก จำนวนลำตอก และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ โดยการจัดจำแนกกลุ่ม แบ่งออกเป็น 10 อันตรภาคชั้น พบว่า จำนวนหน่อตอก ที่อายุ 4 เดือน มีการกระจายตัวของกราฟเป็นแบบปกติ ประชากรอ้อยลูกผสมส่วนใหญ่มีจำนวนหน่อตอก อยู่ในช่วง 12.9-16.4 หน่อตอก ถือได้ว่าประชากรส่วนใหญ่มีจำนวนหน่อตอกมาก (Figure 2a) จำนวนลำตอก ที่อายุ 9 เดือน พบว่า มีการกระจายตัวของกราฟเป็นแบบเบ้ขวา ส่วนใหญ่มีจำนวนลำตอก อยู่ในช่วง 5.9-8.2 ลำตอก (Figure 2b) และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ที่อายุ 9 เดือน พบว่า มีการกระจายตัวของกราฟเป็นแบบเบ้ซ้าย ประชากรส่วนใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำ อยู่ในช่วง 3.0-3.3 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดลำปานกลาง-ใหญ่ (Figure 2c)

ลักษณะค่าปริกซ์หรือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพื้นฐานของค่าปริกซ์ในประชากรอ้อยลูกผสม ที่อายุ 11 เดือน (ตุลาคม) พบว่า มีค่าปริกซ์สูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 25.0 และ 5.8 องศาปริกซ์ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.6 องศาปริกซ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างต่ำร้อยละ 17.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าปริกซ์มีการกระจายตัวน้อยเช่นเดียวกัน ที่อายุ 14 เดือน (มกราคม) พบว่า มีค่าปริกซ์สูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 26.5 และ 7.2 องศาปริกซ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.1 องศาปริกซ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างต่ำร้อยละ 12.4 ในทำนองเดียวกัน Durai et al. (2015) พบว่า ค่าปริกซ์มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวค่อนข้างต่ำเพียงร้อยละ 1 ทั้งนี้อาจจะเกิดจากการเลือกพ่อแม่ในการสร้าง

คู่ผสม เช่นเดียวกัน จากการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะและการคัดเลือกแบบตระกูลของอ้อยลูกผสมชั้นที่ 1 ภายใต้สภาพพื้นที่นา พบว่าค่าบรีดจ์มีสัมประสิทธิ์การกระจายตัวค่อนข้างต่ำร้อยละ 6.03 (ปรัชญา และคณะ, 2560) (Table 1)

ประเมินรูปแบบการกระจายตัวโดยการจัดจำแนกกลุ่ม แบ่งออกเป็น 10 อันตรภาคชั้น พบว่าค่าบรีดจ์ ที่อายุ 11 เดือน มีการกระจายตัวของกราฟเป็นแบบปกติ ประชากรอ้อยลูกผสมส่วนใหญ่มีค่าบรีดจ์ อยู่ในช่วง 15.5-17.3 องศาบรีดจ์ (Figure 3a) แต่ที่อายุ 14 เดือน พบว่า มีลักษณะการแสดงออกของกราฟเป็นแบบเบ้ซ้าย ประชากรส่วนใหญ่มีค่าบรีดจ์อยู่ในช่วง 20.8-22.6 องศาบรีดจ์ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าประชากรส่วนใหญ่มีค่าบรีดจ์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการตรวจวัดค่าบรีดจ์ในช่วงต้นหีบ และประชากรร้อยละ 63.0 มีค่าบรีดจ์มากกว่า 20 องศาบรีดจ์ แสดงให้เห็นว่าลูกผสมกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ให้ความหวานเร็ว (Figure 3b)

ลักษณะการหักล้มของทรงกอและการหลุดร่วงของกาบใบ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพื้นฐานของการหักล้มของทรงกอ และการหลุดร่วงของกาบใบในประชากรอ้อยลูกผสม ที่อายุ 10 เดือน พบว่า มีค่าคะแนนการหักล้มสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 3 และ 1 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งค่าคะแนน 3 คือมีลักษณะของทรงกอหักล้ม และ 1 คะแนน คือมีลักษณะของทรงกอตั้งตรง และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างสูงร้อยละ 48.4 ทั้งนี้หากอ้อยมีการหักล้มระหว่างช่วงอายุจะส่งผลให้ผลผลิตลดลง และลดการสะสมน้ำตาล (Singh et al., 2002) นอกจากนี้การหลุดร่วงของกาบใบ พบว่า มีค่าคะแนนสูงสุด และต่ำสุดเท่ากับ 3 และ 1 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งค่าคะแนน 3 คือ กาบใบแห้งยึดติดกับลำต้น และ 1 คะแนน คือ หลวมหรือมีกาบใบแห้งหลุดจากลำต้นมากกว่าหนึ่งในสามของลำ และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของประชากรค่อนข้างสูงร้อยละ 33.7 ทั้งนี้หากอ้อยมี

การกาบใบหลวม หรือหลุดร่วงง่ายจะช่วยลดการเผาไหม้ขณะเก็บเกี่ยว ซึ่งช่วยลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และลดสิ่งเจือปนเมื่อเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัด (Table 1)

ประเมินรูปแบบการกระจายตัวโดยการจัดจำแนกกลุ่ม แบ่งออกเป็น 3 อันตรภาคชั้น เพื่อดูการหักล้มของทรงกอ และการหลุดร่วงของกาบใบที่อายุ 10 เดือน พบว่า ประชากรอ้อยลูกผสมส่วนใหญ่มีค่าคะแนนการหักล้มของทรงกอ อยู่ในอันตรภาคชั้นที่ 1 หรือมีลักษณะทรงกอตั้งตรง จำนวน 538 โคลนพันธุ์ หรือคิดเป็นร้อยละ 52.0 (Figure 4a) นอกจากนี้การหลุดร่วงของกาบใบ พบว่า ประชากรอ้อยลูกผสมส่วนใหญ่มีค่าคะแนนการหลุดร่วงของกาบใบอยู่ในอันตรภาคชั้นที่ 2 หรือมีลักษณะกาบใบหลวมปานกลาง จำนวน 543 โคลนพันธุ์ หรือคิดเป็นร้อยละ 53.0 (Figure 4b)

ความดีเด่นลูกผสมเหนือพ่อแม่ของลักษณะการเจริญเติบโตและลักษณะทางารเกษตรในประชากรอ้อยลูกผสม

ความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) ใช้บรรยายถึงการกระตุ้นให้เกิดความดีเด่นของลูกผสม อันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของความไม่คงตัวทางพันธุกรรม (heterozygosity) ใช้อธิบายผลดีของการผสมพันธุ์พืช จากการประเมินความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่าบรีดจ์ พบว่า ความสูงต้นที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือน มีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ร้อยละ 33.8, -18.56 และ 0.4 ตามลำดับ (Figure 1a, 1b และ 1c) และจำนวนหน่อต่อกอมีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ร้อยละ 22.60 (Figure 2a) จำนวนลำต่อกอมีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ร้อยละ 37.42 และประชากรอ้อยลูกผสมทั้งหมดร้อยละ 54.0 มีจำนวนลำต่อกอมากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (Figure 2b) และเส้นผ่านศูนย์กลางลำมีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ร้อยละ

-19.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประชากรอ้อยลูกผสมมีความดีเด่นของลูกผสมน้อยกว่าพ่อแม่ผู้ร้อยละ 19.3 (Figure 2c)

ลักษณะของพ่อแม่ที่แตกต่างกันจะทำให้ค่าความเด่นเหนือพ่อแม่สูง จากการศึกษาของ McCord and Irey (2016) เมื่อประเมินค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของพันธุกรรมแบบกว้างและแบบแคบในอ้อยลูกผสม 13 คู่ผสม พบว่า ความสูงต้นมีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ร้อยละ -28.7 ถึง -3 และลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำมีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ร้อยละ -21.6 ถึง -1.0 ทั้งนี้เนื่องจากอ้อยมีโครโมโซมหลายชุด และมีความซับซ้อนที่แตกต่างกัน บางครั้งอาจเกิดจากความแตกต่างของชุดโครโมโซมที่ทำให้ความดีเด่นแสดงออกมาในทางลบ เช่นเดียวกัน Ishaq and Olaoye (2008) จากการศึกษาการแสดงออกของประชากรอ้อยลูกผสม 5 คู่ผสม ในสภาวะขาดน้ำและไม่ขาดน้ำ พบว่า ในสภาวะที่ไม่ขาดน้ำทุกคู่ผสมมีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำในทางลบ

ค่าบrixที่อายุ 11 เดือน (ตุลาคม) มีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ร้อยละ 6.12 (Figure 3a) และที่อายุ 14 เดือน (มกราคม) มีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ค่อนข้างต่ำร้อยละ 0.19 (Figure 3b) ในทำนองเดียวกันจากการศึกษาของ Ishaq and

Olaoye (2008) พบว่า ค่าบrixของประชากรอ้อยลูกผสมในสภาวะที่ไม่ขาดน้ำ บางคู่ผสมมีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของค่าบrixในทางลบ และบางคู่ผสม เช่น Co453 x F141 และ Co45 x Co331 มีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ค่อนข้างต่ำร้อยละ 0.13 และ 8.61 ทั้งนี้ค่าบrixเป็นการประเมินเบื้องต้นถึงค่าความหวาน หรือปริมาณน้ำตาล แต่ถ้าให้ถูกต้องแม่นยำจะต้องตรวจวัดค่าซีเอสซึ่งจะทำการคัดเลือกขั้นต่อไป

การประเมินความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ของลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ การหักล้มของทรงกอ และการหลุดร่วงของกาบใบ พบว่า การหักล้มของทรงกอมีค่าความเด่นเหนือพ่อแม่ร้อยละ 72.80 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประชากรลูกผสมมีลักษณะการหักล้มของทรงกอมากกว่าพ่อแม่ร้อยละ 72.80 (Figure 4a) ซึ่งการหักล้มของทรงกอมีผลในทางลบต่อผลผลิต จากการศึกษาผลของการหักล้มของอ้อยเมื่อปลูกในระบบชลประทาน โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตในการทำนาย พบว่า การหักล้มของอ้อยส่งผลให้ผลผลิตน้ำตาลลดลงถึงร้อยละ 21.0 (Heerden et al., 2015) นอกจากนี้การหลุดร่วงของกาบใบพบว่า มีค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ร้อยละ 1.80 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลูกผสมกลุ่มนี้มีการติดแน่นของกาบใบเหนือพ่อแม่เพียงร้อยละ 1.80 (Figure 4b)

Table 1 Maximum (Max), Mean, Minimum (Min), Standard deviation (SD) and Coefficient of variation (CV.) of sugarcane hybrid K93-219 x KpK98-40 (N = 1,029)

Characters	Max	Mean	Min	SD	CV (%)
Stalk height (cm.) at 3 months	34.0	16.2	2.1	7.2	44.6
Stalk height (cm.) at 6 months	175.0	79.1	15.0	28.5	36.1
Stalk height (cm.) at 8 months	273.0	120.4	23.0	42.8	35.6
No. of tiller/stool at 4 months	38.0	17.5	2.0	6.0	34.5
Stalk no./stool at 9 months	25.0	8.9	1.0	3.5	39.5
Stalk diameter (cm.) at 9 months	4.6	2.9	0.3	0.5	16.7
Brix° at 11 months	25.0	16.6	5.8	2.9	17.3
Brix° at 14 months	26.5	21.1	7.2	2.6	12.4
Lodging score at 10 months	3.0	1.7	1.0	0.8	48.4
Free-trash score at 10 months	3.0	2.0	1.0	0.7	33.7

SD; Standard deviation

CV; Coefficient of variation indicated that of the diversity of segregation in each trait and calculated by (SD/mean) x 100

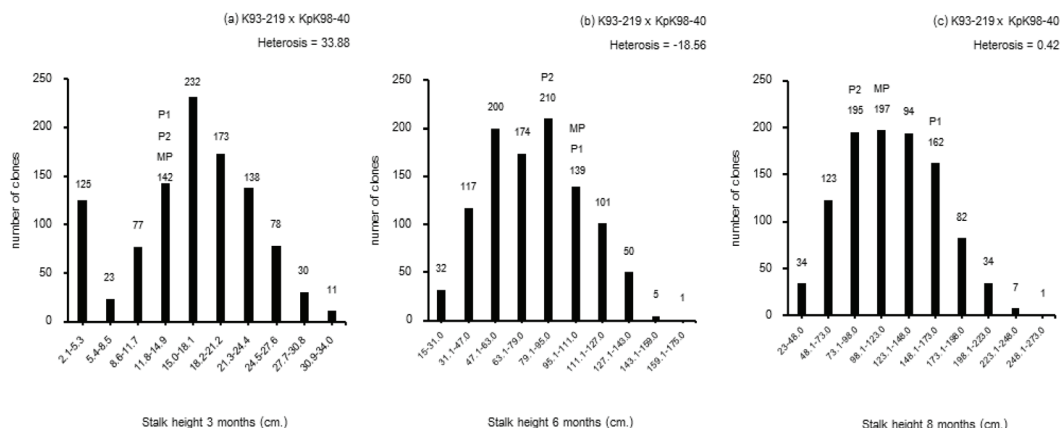


Figure 1 Frequency distribution of stalk height (cm.) at 3 months (a), 6 months (b) and 9 months (c) in sugarcane hybrid between K93-219 x KpK98-40
MP (Mid-parent), P1 (female parent) and P2 (male parent)
Number above the bars is number of clones in each class interval.
Mid-parent heterosis (%) = $[F1 - (MP/MP) \times 100]$

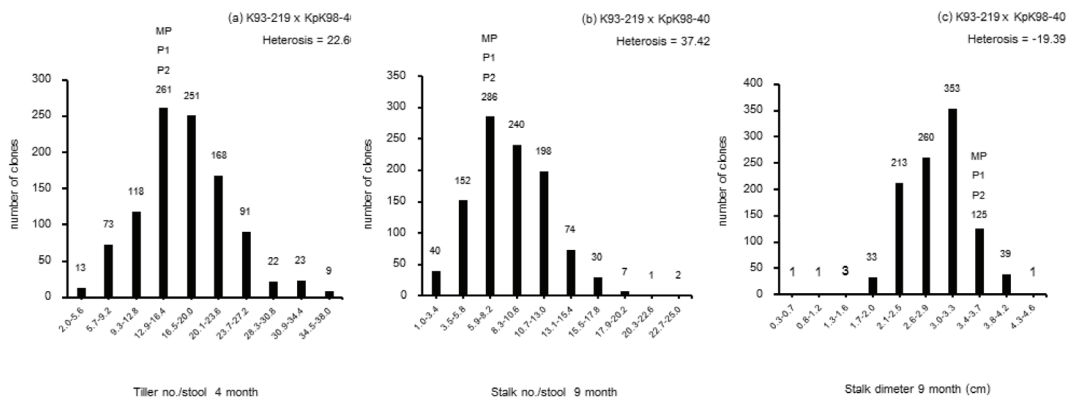


Figure 2 Frequency distribution of tiller no./stool at 4 months (a), stalk no./stool and stalk diameter at 9 months (b, c) in sugarcane hybrid between K93-219 x KpK98-40
MP (Mid-parent), P1 (female parent) and P2 (male parent)
Number above the bars is number of clones in each class interval.
Mid-parent heterosis (%) = $[F1 - (MP/MP) \times 100]$

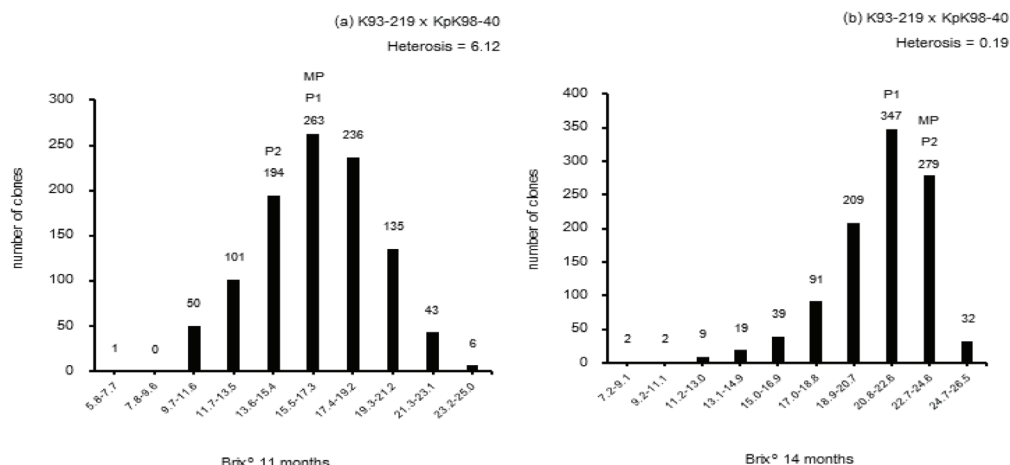


Figure 3 Frequency distribution of brix° at 11 months (a) and 14 months (b) in sugarcane hybrid between K93-219 x KpK98-40

MP (Mid-parent), P1 (female parent) and P2 (male parent)

Number above the bars is number of clones in each class interval.

Mid-parent heterosis (%) = $[F1 - (MP/MP) \times 100]$

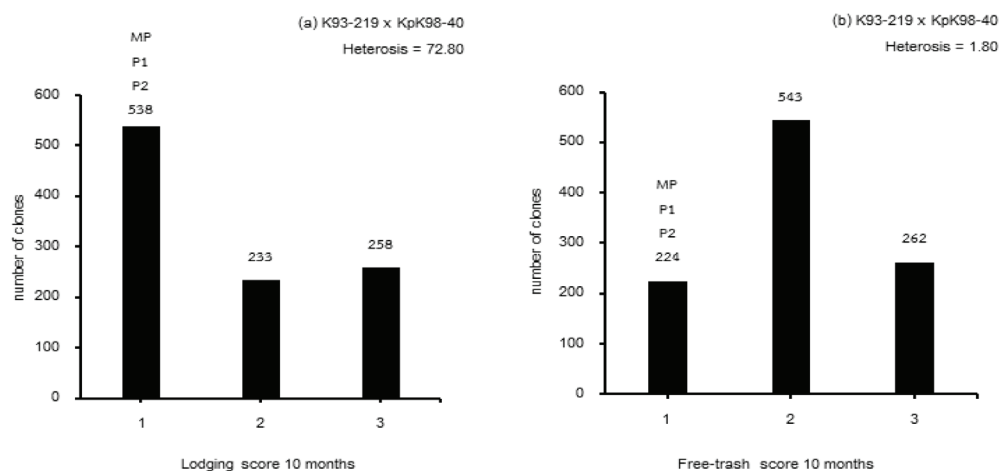


Figure 4 Frequency distribution of lodging score (a) and free-trash score (b) in sugarcane hybrid between K93-219 x KpK98-40 at 10 months

MP (Mid-parent), P1 (female parent) and P2 (male parent)

Number above the bars is number of clones in each class interval.

Mid-parent heterosis (%) = $[F1 - (MP/MP) \times 100]$

Score of lodging (1-3), 1(Erect cane 80-100°), 2 (Lodged cane 45-70°) and 3 (Recumbent cane < 45°)

Score of free-trash (1-3), 1 (Free-trash), 2 (Moderately free-trash) and 3 (Non free-trash)



Figure 5 The morphology of the selected clones in sugarcane hybrid between K93-219 x KpK98-40 at 3 months



Figure 6 The morphology of the selected clones in sugarcane hybrid between K93-219 x KpK98-40 at 6 months



Figure 7 The morphology of the selected clones in sugarcane hybrid between K93-219 x KpK98-40 at 8 months

สรุป

การทดลองสามารถสรุปได้ว่า ประชากรย่อย ลูกผสม K93-219 x KpK98-40 มีการกระจายตัวสูง ในลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบผลผลิต และมีการกระจายตัวสูงในลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญกับการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การหักล้มของทรงกอ และการหลุดร่วงของกาบใบ ซึ่งเป็นลักษณะสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์น่าจะนำมาใช้พิจารณา ร่วมในการคัดเลือกพันธุ์ รวมทั้งความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลักษณะจำนวนลำต่อกอ และค่าปริมาตร ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผลผลิตย่อย และผลผลิตน้ำตาล นอกจากนี้ประชากรร้อยละ 52.0 มีลักษณะทรงกอตั้งตรง และกาบใบหลุดร่วงปานกลาง ที่เป็นลักษณะทางเกษตรที่ดี สะดวกต่อการจัดการ และการเก็บเกี่ยว

เอกสารอ้างอิง

- ปรัชญา แก้วกล้า, เดช วัฒนชัยยิ่ง และวีระพล พลรัตน์. 2560. บทความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะและการคัดเลือกแบบตระกูลของอ้อยลูกผสมชั้นที่ 1 ภายใต้สภาพพื้นที่นา. แก่นเกษตร. 46 ฉบับพิเศษ 1: 182-187.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2560. แหล่งข้อมูล: <https://bit.ly/2tQpCGZ> ค้นเมื่อ 1 มกราคม 2560
- อุดม เลียบวัน, อติศักดิ์ คำนวนศิลป์, วลลิกา สุชาโต, อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, วัฒนศักดิ์ ชุมพูนิช, สุณี ศรีสิงห์, สำราญ พ่วงสกุล, ประชาถำทอง, อุดมศักดิ์ ดอนมีสุข และ วาสนา วันดี. 2555. อ้อยพันธุ์อุทุมพร 84-11. แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 3: 15-21.
- 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. Journal of Science and Technology. 27: 1-8.
- Durai, A. A., M. N. Premachandran, P. Govindaraj, P. Malathi, and R. Viswanathan. 2015. Variability in breeding pool of sugarcane (*Saccharum* spp.) for yield, quality and resistance to different biotic and abiotic stress factors. Sugar Tech. 17: 107-115.
- Heerden, P. D. R., A. Singels., A. Paraskevopoulos, and R. Rossler. 2015. Negative effects of lodging on irrigated sugarcane productivity – An experimental and crop modeling assessment. Field Crops Research. 180: 135-142.
- Ishaq, M. N and G. Olaoye. 2008. Expression of heterosis in sugarcane genotypes under moisture stressed condition. African Journal of General Agriculture. 4: 99-105.
- Mawla, A. H. A., E. M. Arif., B. E. Hemayda, and M. E. Mohamed. 2014. Field evaluation and crop condition related sugarcane mechanical harvesting. Egyptian Journal of Agricultural Research. 92: 257-269.
- Mccord, P. H and M. S. Irey. 2016. The effects of genetics distance on mid-parent heterosis in sugarcane. Journal of American Society of Sugar Cane Technologists. Presentation abstracts, June 2016. pp. 41-72.

- Murthy, N. 2007. Genetic variability and character association for yield and quality parameters in sugarcane. *J Journal of Maharashtra agricultural universities*. 32: 343-346.
- Sanghera, G. S., V. Tyagi, and K. S. Thind. 2014. Genetic variability for cane yield, earliness and quality traits in sugarcane under subtropical region of India. *International Journal of Current Research*. 6: 7763-7765.
- Singh, G., S. C. Chapman., P.A. Jackson, and R.J. Lawn. 2002. Lodging reduce sucrose accumulation of sugarcane in the wet and dry tropics. *Australian Journal of Agricultural Research*. 53: 1183-1195.
- Singh, R. K., and G. P. Singh. 1999. Effect of early evaluation of genotypes on genetic variability repeatability and predictability in plant and ratoon crops of sugarcane. *Sugar Tech*. 1: 128–131.
- Tadesse, F., T. Negi., A. Getaneh., Z. Dilnesaw., N. Ayele, and Y. Teferi. 2014. Genetic variability and heritability of ten exotic sugarcane genotypes at Wonji Sugar Estate of Ethiopia. *Global Advanced Research Journal of Physical and Applied Sciences* 3: 30-41.
- Zhou, M. 2013. Conventional sugarcane breeding in South Africa: progress and future prospects. *Plant Sciences* 4: 189-197.