

ความแม่นยำในการทำนายค่าซี.ซี.เอส. ของอ้อยโดยใช้องค์ประกอบของซี.ซี.เอส.

Precision of Cane C.C.S. Prediction Using Its Components

สาริธ ตนะดุลย์ และ ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์¹

Saroch Tanadul and Prasert Chatwachirawong

ABSTRACT

In sugarcane improvement program, there are a number of cane progenies derived from crosses between superior parental clones. In early stage of selection, cane progenies are grown as individual plant per hill. The breeder then selects them based on high yield and commercial cane sugar (C.C.S.). Cane yield is more sensitive to environments as compared to C.C.S. value. Thus the breeder can select high C.C.S. clones in early stage of cane breeding. However, to assess for C.C.S. is tedious. An alternative is to predict the C.C.S. from its components, viz. brix, Pol, fibre and purity. Three objectives of this study are, (i) to determine effect of female parent on precision of C.C.S. prediction, (ii) to examine major components effecting C.C.S. prediction in plant and ratoon cane, and (iii) to develop appropriate equations to predict C.C.S. value. Results from this study indicated that Pol and brix combined with Pol are appropriate variables for C.C.S. prediction both in planted cane and ratoon cane. Brix with Pol equation provided only slightly higher R^2 value than Pol equation. Thus Pol equation should be a better equation for C.C.S. prediction. Female parents were found influential on the C.C.S. precision, but not when C.C.S. was predicted from Pol.

Key words : C.C.S. prediction, sugarcane

บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยมักมีสายพันธุ์อ้อย
อยู่เป็นจำนวนมากที่ได้มาจากการผสมพันธุ์ระหว่าง

พ่อแม่พันธุ์อ้อยที่ดี ในระยะแรกของการคัดเลือก นัก
ปรับปรุงพันธุ์อ้อยมักจะปลูกลูกผสมแยกเป็นต้นต่อหลุม
แล้วคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและค่า
ซี.ซี.เอส.สูง ผลผลิตอ้อยเป็นลักษณะที่อ่อนไหวต่อ

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

สภาพแวดล้อมที่แปรเปลี่ยน แต่ค่าซี.ซี.เอส.มีเสถียรภาพมากกว่าและมีอัตราทางพันธุกรรมสูงกว่าด้วย นักปรับปรุงพันธุ์จึงนิยมคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่มีค่าซี.ซี.เอส.สูงในระยะแรกของการปรับปรุงพันธุ์ อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์หาค่าซี.ซี.เอส.ใช้เวลานานมาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแนวทางหนึ่งซึ่งน่าจะทำได้คือ คัดเลือกจากองค์ประกอบของซี.ซี.เอส. ได้แก่จากค่าบrixซ์ โพล เยื่อใย และความบริสุทธิ์ การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ (i) หาอิทธิพลของสายพันธุ์แม่ที่มีต่อความถูกต้องของการทำนายค่าซี.ซี.เอส.ในลูก (ii) ตรวจสอบองค์ประกอบของซี.ซี.เอส.ที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการทำนายค่าซี.ซี.เอส.ในอ้อยปลูกและอ้อยตอ และ (iii) แสดงสมการที่เหมาะสมสำหรับทำนายค่าซี.ซี.เอส. ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ค่าโพล และบrixซ์กับโพล เป็นสมการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำนายค่าซี.ซี.เอส.ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ แต่สมการของบrixซ์กับโพลมี R^2 สูงกว่าสมการของโพลเพียงเล็กน้อย ดังนั้นสมการของโพลจึงเป็นสมการตัวแปรเดียวที่เหมาะสมสำหรับทำนายค่าซี.ซี.เอส.ได้ ในกรณีอิทธิพลของสายพันธุ์แม่ที่มีต่อการทำนายค่าซี.ซี.เอส. พบว่าลูกที่เกิดจากสายพันธุ์แม่แต่ละพันธุ์ให้ความแม่นยำในการทำนายค่าซี.ซี.เอส.แตกต่างกัน แต่ถ้าทำนายด้วยสมการของค่าโพลจะมีความแม่นยำใกล้เคียงกัน

คำนำ

โครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยมีหน้าที่หลักในการพัฒนาอ้อยสายพันธุ์ใหม่ให้ทั้งผลผลิตและคุณภาพสูง ในขั้นตอนการผสมพันธุ์อ้อยจะได้สายพันธุ์อ้อยเป็นจำนวนมาก การคัดเลือกในระยะนี้มักกระทำเฉพาะลักษณะที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมได้น้อย เช่น ความต้านทานโรค ซี.ซี.เอส. (commercial cane sugar, C.C.S.) ฯลฯ ค่าซี.ซี.เอส.เป็นหน่วยของ

ปริมาณน้ำตาลคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักอ้อย ค่าซี.ซี.เอส.คำนวณได้จากสูตรที่แสดงเป็นความสัมพันธ์ของลักษณะบrixซ์ (brix) โพล (Pol) ความบริสุทธิ์ (purity) และเยื่อใย (fibre) การคำนวณค่าซี.ซี.เอส.ของสายพันธุ์อ้อยต้องใช้ทั้งแรงงานและค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก เพื่อวัดองค์ประกอบซี.ซี.เอส.เหล่านั้นในสภาพแปลงทดลองและห้องปฏิบัติการ ดังนั้น การหาตัวแปรองค์ประกอบซี.ซี.เอส.ที่สำคัญตัวใดตัวหนึ่งที่จะสามารถใช้ทำนายค่าซี.ซี.เอส.ได้อย่างแม่นยำ จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้แผนงานการปรับปรุงพันธุ์อ้อยเพื่อซี.ซี.เอส.มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสามารถลดจำนวนสายพันธุ์อ้อยในระยะแรกลงได้มาก Cox *et al.* (1994) ได้รายงานไว้ว่า ค่าซี.ซี.เอส.เป็นลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมแนวแคบ (narrow-sense heritability) ระดับปานกลางจนถึงสูง (0.6 หรือมากกว่า) และมีความแปรปรวนของพันธุกรรมแบบบวก (additive genetic variance) มากกว่าความแปรปรวนที่ไม่เป็นแบบบวก (non-additive genetic variance) แสดงว่า ค่าซี.ซี.เอส.เป็นลักษณะที่ค่อนข้างมีเสถียรภาพในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง จึงเป็นลักษณะที่สามารถคัดเลือกได้ในระยะแรกของการปรับปรุงพันธุ์ ในส่วนขององค์ประกอบซี.ซี.เอส. ได้มีรายงานของ Kang *et al.* (1983) พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปี (genotype x year interaction) ของบrixซ์และความบริสุทธิ์มีค่าน้อยมาก แสดงว่าลักษณะทั้งสองมีความผันแปรต่อสภาพแวดล้อมน้อย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Milligan *et al.* (1990)

การวิจัยครั้งนี้ได้แยกวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 กลุ่มในกลุ่มแรก แยกตามพันธุ์อ้อยที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ในการผสมเกสร ส่วนกลุ่มที่ 2 แยกตามชนิดอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยรวมทุกชนิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์แม่ที่มีต่อการทำนายค่าซี.ซี.เอส.ในชั่วลูก 2) ศึกษาองค์

ประกอบซี.ซี.เอส.ที่มีอิทธิพลต่อการทำนายค่า ซี.ซี.เอส.ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 3) หาสมการทั่วไปที่ใช้สำหรับทำนายค่าซี.ซี.เอส.ในอ้อยแต่ละชนิด

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมข้อมูลจากรายงานการทดสอบสายพันธุ์อ้อยระหว่างปี 2527 ถึง 2535 ของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 37 การทดลองโดยใช้ค่าซี.ซี.เอส. และองค์ประกอบที่ใช้คำนวณค่าซี.ซี.เอส. (บrix โพล ไฟเบอร์ และความบริสุทธิ์) ข้อมูลที่ได้ถูกแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 แยกตามชนิดอ้อยเป็นอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยรวมทั้ง 3 ชนิดโดยไม่คำนึงถึงพันธุ์อ้อย และกลุ่มที่ 2 แยกตามสายพันธุ์อ้อยที่ได้จากการผสมพันธุ์ที่มีพันธุ์แม่ร่วมกัน ได้แก่ UT1 Q67 F160 F172 Co775 และ CP34-79 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SAS แต่ละกลุ่มได้เขียนชุดคำสั่งเพื่อจัดการข้อมูลและวิเคราะห์หรีเกรสชันตัวแปรเดียวและสองตัวแปร สมการที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination, R^2)

ผลและวิจารณ์

การทำนายค่าซี.ซี.เอส.โดยใช้ตัวแปรองค์ประกอบซี.ซี.เอส. (บrix โพล ไฟเบอร์ และความบริสุทธิ์) ได้ทำการวิเคราะห์หรีเกรสชันตัวแปรเดียวและสองตัวแปรในอ้อย แยกตามสายพันธุ์อ้อยรุ่นลูกที่มีแม่พันธุ์ร่วมกัน สำหรับศึกษาอิทธิพลของแม่พันธุ์ที่มีต่อความแม่นยำในการทำนายค่าซี.ซี.เอส. อีกกลุ่ม

วิเคราะห์หรีเกรสชันหนึ่ง สอง และสามตัวแปรที่แยกตามชนิดอ้อยคือ อ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยรวมทั้ง 3 ชนิด สำหรับศึกษาผลของชนิดอ้อยที่มีอิทธิพลต่อการทำนายค่าซี.ซี.เอส. โดยสมการหรีเกรสชันใดให้ค่า R^2 สูงจะถือว่าเป็นสมการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำนายค่าซี.ซี.เอส.

การทำนายค่าซี.ซี.เอส.แยกตามชนิดอ้อย

ผลการวิเคราะห์หรีเกรสชันที่มีตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวแสดงใน Table 1 พบว่า ลักษณะโพลมีค่า R^2 สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับบrix ความบริสุทธิ์ และเยื่อใย โดยในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 อ้อยตอ 2 และอ้อยรวมทั้ง 3 ชนิด มีค่า R^2 ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 91.06 89.63 88.22 และ 88.19 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พร้อมพรรณ และคณะ (2540) ที่พบว่าค่าโพลกับซี.ซี.เอส.มีความสัมพันธ์กันสูงในอ้อยทุกชนิด ส่วนบrixและความบริสุทธิ์มีค่า R^2 แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดอ้อยโดยมีค่าค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 31.39-68.23 และ 16.87-67.82 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ขณะที่เยื่อใยมีค่า R^2 ต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกลักษณะ ดังนั้น โพลจึงเป็นลักษณะองค์ประกอบซี.ซี.เอส.ที่มีความสำคัญสูงสุด การทำนายค่าซี.ซี.เอส.จึงควรใช้ค่าโพลเป็นหลัก ส่วนค่าบrixก็สามารถใช้ได้บ้าง แต่จะมีความแม่นยำในการทำนายค่าซี.ซี.เอส.น้อยกว่าค่าโพล

ผลการวิเคราะห์หรีเกรสชัน 2 ตัวแปรแสดงใน Table 2 พบว่า ในกลุ่มที่มีค่าบrix โพล และความบริสุทธิ์ มี R^2 มากกว่า 80 เปอร์เซนต์ โดยคู่ของค่าบrixกับโพลมีค่าสูงสุดเป็น 97.15 90.70 91.27 และ 90.30 เปอร์เซนต์ ในอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยรวมทั้ง 3 ชนิด ตามลำดับ โพลกับความบริสุทธิ์ก็ให้ R^2 ระดับสูงใกล้เคียงกับบrixกับโพลมีค่าเป็น 96.53 89.93 91.22 และ 89.22 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ค่าบrixกับโพลจึงเป็นสมการ 2 ตัวแปร

Table 1 Simple linear regression equations of C.C.S. on each of 4 different components and R² in plantcane, first ratoon, second ratoon, and all of the three crops.

Cane crop	C.C.S. on brix (BR)	R ² (%)	C.C.S. on Pol (PO)	R ² (%)
Plant cane	C.C.S. = -1.41 + 0.73(BR)	49.36	C.C.S. = -2.12 + 0.88(PO)	91.06
Ratoon 1	C.C.S. = -1.23 + 0.72(BR)	68.23	C.C.S. = -1.21 + 0.83(PO)	89.63
Ratoon 2	C.C.S. = -2.20 + 0.73(BR)	31.39	C.C.S. = -3.49 + 0.94(PO)	88.22
All three crops	C.C.S. = -0.92 + 0.70(BR)	58.88	C.C.S. = -1.38 + 0.84(PO)	88.19
	C.C.S. on fibre (FI)		C.C.S. on purity (PU)	
Plant cane	C.C.S. = 12.93 + 0.07(FI)	0.37	C.C.S. = -13.13 + 0.31(PU)	63.41
Ratoon 1	C.C.S. = 13.53 - 0.07(FI)	0.51	C.C.S. = 2.65 + 0.12(PU)	16.87
Ratoon 2	C.C.S. = 15.16 - 0.17(FI)	1.48	C.C.S. = -7.98 + 0.25(PU)	67.82
All three crops	C.C.S. = 13.61 - 0.03(FI)	0.09	C.C.S. = -3.74 + 0.20(PU)	24.02

ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทำนายซี.ซี.เอส.ของอ้อยทุกชนิด เชื้อไขกับบริกซ์ และเชื้อไขกับความบริสุทธิ์ มีค่า R² คำนวณเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่น ๆ แต่เชื้อไขกับโพลให้ R² สูง มีค่าเป็น 94.31 90.68 88.57 และ 89.50 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากค่าโพลมีอิทธิพลสูงต่อซี.ซี.เอส.ในสมการรีเกรสชันตัวแปรเดียว (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบค่า R² ระหว่างอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยรวมทั้ง 3 ชนิด พบว่าในอ้อยปลูกกับอ้อยตอมีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน โดยอ้อยปลูกให้ค่า R² สูงกว่าอ้อยตอในเกือบทุกคู่ของลักษณะ ยกเว้นค่าบริกซ์กับเชื้อไขที่มีอ้อยตอ1 สูงกว่า และเชื้อไขกับความบริสุทธิ์ที่มีอ้อยตอ2 สูงกว่า แสดงว่า ความผันแปรของการทำนายค่าซี.ซี.เอส.ของอ้อยตอจะมีค่าสูงกว่าอ้อยปลูก ดังนั้นการทำนายค่าซี.ซี.เอส.ในอ้อยแต่ละชนิดจึงควรใช้สมการที่แตกต่างกัน แต่ถ้าต้องการใช้สมการสำหรับอ้อยทั่วไปควรใช้สมการรีเกรสชันที่ได้จากอ้อยรวมทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากให้ค่า R² อยู่ระดับสูงในเกือบทุกคู่ลักษณะ ยกเว้นคู่ของบริกซ์กับเชื้อไข และเชื้อไขกับความบริสุทธิ์เท่านั้นที่ให้ค่าต่ำ เมื่อพิจารณาสมการ 3 ตัวแปรดังแสดงใน Table 3 พบว่า ในเกือบทุกสมการมี

R² สูงกว่า 90 เปอร์เซนต์ ยกเว้นค่าบริกซ์กับความบริสุทธิ์กับเชื้อไขที่มี R² เพียง 74.98 และ 77.46 ในอ้อยตอ 1 และอ้อยรวมทั้ง 3 ชนิด ตามลำดับ

การทำนายค่าซี.ซี.เอส.แยกตามพันธุ์อ้อย

การวิเคราะห์รีเกรสชันเส้นตรงแยกตามพันธุ์อ้อยถูกผสมที่เกิดจากแม่พันธุ์อ้อยเดียวกันจำนวน 6 พันธุ์ แสดงใน Table 4 พบว่า โพลเป็นองค์ประกอบที่สามารถใช้ทำนายซี.ซี.เอส.ได้ดีที่สุดในอ้อยทุกพันธุ์ เช่นเดียวกับที่แยกตามชนิดอ้อย โดย R² ของอ้อยพันธุ์ UT1 Q67 F160 F172 Co775 และ CP34-79 มีค่าเป็น 92.64 34.59 95.84 81.07 72.42 และ 92.21 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนบริกซ์และความบริสุทธิ์มีค่า R² อยู่ในช่วงระหว่าง 23.17-82.93 และ 18.15-71.75 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนลักษณะเชื้อไข พบว่า ให้ค่า R² ต่ำมากโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-9.32 เปอร์เซนต์ เท่านั้น ลักษณะโพล บริกซ์ และความบริสุทธิ์ในอ้อยต่างพันธุ์กันมีค่า R² ที่แตกต่างกัน แสดงว่าอ้อยที่มีสายพันธุ์แม้ร่วมกันมีอิทธิพลต่อการทำนายซี.ซี.เอส. การใช้สมการเพื่อทำนายค่าซี.ซี.เอส.ของอ้อยแต่ละพันธุ์จะมีความแม่นยำแตกต่างกัน ในสมการที่มีองค์

Table 2 Multiple linear regression equations of C.C.S. on 2 out of 4 different components and R² in plantcane, first ratoon, second ratoon, and all of the three crops.

Cane crop	C.C.S. on brix and Pol	R ² (%)	C.C.S. on brix with fibre	R ² (%)
Plant cane	$C.C.S. = 1.42 - 0.51(BR) + 1.27(PO)$	97.15	$C.C.S. = -0.33 + 0.79(BR) - 0.20(FI)$	52.11
Ratoon 1	$C.C.S. = -0.33 - 0.22(BR) + 1.00(PO)$	90.70	$C.C.S. = -1.09 + 0.71(BR) - 0.01(FI)$	68.24
Ratoon 2	$C.C.S. = 0.22 - 0.33(BR) + 1.13(PO)$	91.27	$C.C.S. = -0.56 + 0.72(BR) - 0.13(FI)$	32.29
All three crops	$C.C.S. = 0.09 - 0.29(BR) + 1.09(PO)$	90.30	$C.C.S. = -0.52 + 0.70(BR) - 0.04(FI)$	59.00
C.C.S. on brix and purity			C.C.S. on Pol and fibre	
Plant cane	$C.C.S. = -21.52 + 0.59(BR) + 0.27(PU)$	94.19	$C.C.S. = -0.48 + 0.92(PO) - 0.22(FI)$	94.31
Ratoon 1	$C.C.S. = -10.91 + 0.71(BR) + 0.11(PU)$	74.69	$C.C.S. = -0.01 + 0.83(PO) - 0.11(FI)$	90.68
Ratoon 2	$C.C.S. = -20.02 + 0.63(BR) + 0.24(PU)$	90.87	$C.C.S. = -2.47 + 0.94(PO) - 0.01(FI)$	88.57
All three crops	$C.C.S. = -14.79 + 0.66(BR) + 0.17(PU)$	76.45	$C.C.S. = -0.19 + 0.85(PO) - 0.12(FI)$	89.50
C.C.S. on Pol and purity			C.C.S. on fibre and purity	
Plant cane	$C.C.S. = -9.17 + 0.70(PO) + 0.12(PU)$	96.53	$C.C.S. = -13.48 + 0.03(FI) + 0.31(PU)$	63.50
Ratoon 1	$C.C.S. = -3.17 + 0.82(PO) + 0.03(PU)$	89.93	$C.C.S. = 3.35 - 0.11(FI) + 0.13(PU)$	18.21
Ratoon 2	$C.C.S. = -6.74 + 0.74(PO) + 0.08(PU)$	91.22	$C.C.S. = -6.76 - 0.10(FI) + 0.25(PU)$	68.31
All three crops	$C.C.S. = -4.52 + 0.79(PO) + 0.05(PU)$	89.22	$C.C.S. = -3.06 - 0.11(FI) + 0.20(PU)$	25.14

Table 3 Multiple linear regression equations of C.C.S. on 3 out of 4 different components and R² in plantcane, first ratoon, second ratoon and all of the three crops.

Cane crop	C.C.S. on brix, Pol and purity	R ² (%)	C.C.S. on brix, Pol and fibre	R ² (%)
Plant cane	$C.C.S. = 1.30 - 0.51(BR) + 1.27(PO) + 0.00(PU)$	97.15	$C.C.S. = 2.27 - 0.46(BR) + 1.26(PO) - 0.16(FI)$	98.93
Ratoon 1	$C.C.S. = -0.53 - 0.22(BR) + 1.03(PO) + 0.00(PU)$	90.70	$C.C.S. = 1.59 - 0.30(BR) + 1.11(PO) - 0.14(FI)$	92.48
Ratoon 2	$C.C.S. = 0.72 - 0.35(BR) + 1.15(PO) - 0.01(PU)$	91.27	$C.C.S. = 1.24 - 0.33(BR) + 1.12(PO) - 0.08(FI)$	91.62
All three crops	$C.C.S. = -0.12 - 0.28(BR) + 1.08(PO) + 0.00(PU)$	90.31	$C.C.S. = 1.78 - 0.33(BR) + 1.14(PO) - 0.14(FI)$	99.25
C.C.S. on brix, purity and fibre			C.C.S. on Pol, purity and fibre	
Plant cane	$C.C.S. = -20.43 + 0.64(BR) + 0.25(PU) - 0.18(FI)$	96.43	$C.C.S. = -7.13 + 0.75(PO) - 0.11(PU) - 0.17(FI)$	98.61
Ratoon 1	$C.C.S. = -10.52 + 0.71(BR) + 0.12(PU) - 0.06(FI)$	74.98	$C.C.S. = 2.49 + 0.82(PO) + 0.01(PU) - 0.12(FI)$	91.20
Ratoon 2	$C.C.S. = -19.09 + 0.62(BR) + 0.24(PU) - 0.07(FI)$	91.12	$C.C.S. = -5.77 + 0.74(PO) + 0.08(PU) - 0.08(FI)$	91.53
All three crops	$C.C.S. = -14.14 + 0.66(BR) + 0.18(PU) - 0.10(FI)$	77.46	$C.C.S. = -3.70 + 0.80(PO) + 0.05(PU) - 0.13(FI)$	90.87

Table 4 Simple linear regression equations of C.C.S. on each of 4 different components and R² on seven maternal sugarcane varieties.

Variety	C.C.S. on brix	R ² (%)	C.C.S. on Pol	R ² (%)
UT1	C.C.S. = -4.33 + 0.88(BR)	82.93	C.C.S. = -2.10 + 0.89(PO)	92.64
Q67	C.C.S. = 0.51 + 0.64(BR)	23.17	C.C.S. = 2.07 + 0.66(PO)	34.59
F160	C.C.S. = -6.10 + 0.93(BR)	64.19	C.C.S. = -2.96 - 0.92(PO)	95.84
F172	C.C.S. = 3.68 + 0.45(BR)	38.09	C.C.S. = -0.11 + 0.76(PO)	81.07
Co775	C.C.S. = -2.79 + 0.79(BR)	57.58	C.C.S. = -0.93 + 0.82(PO)	72.42
CP34-79	C.C.S. = -3.70 + 0.83(BR)	61.93	C.C.S. = -1.77 + 0.84(PO)	92.21
C.C.S. on fibre			C.C.S. on purity	
UT1	C.C.S. = 13.68 - 0.02(FI)	0.02	C.C.S. = -27.04 + 0.47(PU)	55.05
Q67	C.C.S. = 13.39 - 0.03(FI)	0.03	C.C.S. = -1.20 + 0.17(PU)	18.15
F160	C.C.S. = 11.97 - 0.11(FI)	0.78	C.C.S. = -13.65 + 0.32(PU)	71.75
F172	C.C.S. = 9.82 + 0.29(FI)	9.32	C.C.S. = -1.74 + 0.17(PU)	27.18
Co775	C.C.S. = 13.69 - 0.03(FI)	0.04	C.C.S. = -11.78 + 0.03(PU)	38.08
CP34-79	C.C.S. = 13.01 - 0.09(FI)	1.23	C.C.S. = -9.57 + 0.27(PU)	54.89

Table 5 Multiple linear regression equations of C.C.S. on 2 out of 4 different components and R² on progenies of seven maternal parents.

Variety	C.C.S. on brix and Pol	R ² (%)	C.C.S. on brix and fibre	R ² (%)
UT1	C.C.S. = -0.41 - 0.42(BR) + 1.27(PO)	93.74	C.C.S. = -3.59 + 0.88(BR) - 0.07(FI)	82.57
Q67	C.C.S. = -1.52 + 0.06(BR) + 0.70(PO)	34.64	C.C.S. = -1.52 + 0.66(BR) - 1.16(FI)	24.01
F160	C.C.S. = -0.14 - 0.35(BR) + 1.17(PO)	97.79	C.C.S. = -6.70 + 0.93(BR) - 0.00(FI)	64.19
F172	C.C.S. = 1.10 - 0.36(BR) + 1.12(PO)	88.24	C.C.S. = 2.46 + 0.42(BR) + 0.17(FI)	41.29
Co775	C.C.S. = 0.06 - 0.18(BR) + 0.97(PO)	72.86	C.C.S. = -2.63 + 0.79(BR) - 0.02(FI)	57.83
CP34-79	C.C.S. = -0.48 - 0.16(BR) + 0.96(PO)	92.82	C.C.S. = -4.79 + 0.83(BR) - 0.09(FI)	63.07
C.C.S. on brix and purity			C.C.S. on Pol and fibre	
UT1	C.C.S. = -19.31 + 0.70(BR) + 0.22(PU)	90.53	C.C.S. = -0.93 + 0.89(PO) - 0.11(FI)	93.10
Q67	C.C.S. = -9.48 + 0.54(BR) + 0.14(PU)	34.33	C.C.S. = 3.51 + 0.68(PO) - 0.17(FI)	35.59
F160	C.C.S. = -19.97 + 0.64(BR) + 0.24(PU)	97.67	C.C.S. = -1.97 + 0.94(PO) - 0.12(FI)	96.85
F172	C.C.S. = -20.48 + 0.61(BR) + 0.25(PU)	92.24	C.C.S. = -0.10 + 0.76(PO) - 0.00(FI)	81.08
Co775	C.C.S. = -16.70 + 0.65(BR) + 0.20(PU)	72.91	C.C.S. = 0.39 + 0.83(PO) - 0.14(FI)	73.58
CP34-79	C.C.S. = -19.53 + 0.68(BR) + 0.22(PU)	94.99	C.C.S. = -0.89 + 0.89(PO) - 0.06(FI)	94.26
C.C.S. on Pol and purity			C.C.S. on fibre with purity	
UT1	C.C.S. = -7.99 + 0.80(PO) + 0.09(PU)	93.58	C.C.S. = -25.79 - 0.26(FI) + 0.48(PU)	57.41
Q67	C.C.S. = 1.58 + 0.64(PO) + 0.01(PU)	34.62	C.C.S. = -1.58 - 0.53(FI) + 0.24(PU)	24.94
F160	C.C.S. = -7.10 + 0.76(PO) + 0.08(PU)	97.78	C.C.S. = -13.03 - 0.13(FI) + 0.33(PU)	72.90
F172	C.C.S. = -7.88 + 0.70(PO) + 0.11(PU)	91.07	C.C.S. = -1.87 + 0.14(FI) + 0.15(PU)	29.26
Co775	C.C.S. = -3.62 + 0.76(PO) + 0.04(PU)	72.88	C.C.S. = -11.13 - 0.26(FI) + 0.32(PU)	41.56
CP34-79	C.C.S. = -4.92 + 0.75(PO) + 0.06(PU)	93.44	C.C.S. = -10.45 - 0.21(FI) + 0.31(PU)	60.11

ประกอบซี.ซี.เอส.เพียงตัวแปรเดียวควรเลือกใช้สมการที่มี R^2 สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยที่สมการใดมีค่า R^2 สูงก็ย่อมมีความแม่นยำมาก จากผลการวิเคราะห์พบว่า โพลมีค่า R^2 สูงกว่าองค์ประกอบซี.ซี.เอส.ชนิดอื่น จึงควรใช้โพลสำหรับทำนายซี.ซี.เอส.ที่ได้จากสายพันธุ์ลูกผสมที่มีพันธุ์แม่ร่วมกันคือ UT1 F160 F172 CP34-79 ส่วนค่าบริกซ์สามารถใช้ทำนายได้เฉพาะอ้อยรุ่นลูกที่เกิดจาก UT1 เท่านั้น

สมการรีเกรสชันที่มีองค์ประกอบซี.ซี.เอส. 2 ลักษณะแสดงใน Table 5 ลักษณะโพล บริกซ์ และความบริสุทธิ์ที่วิเคราะห์ร่วมกันมีค่า R^2 สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์เกือบทั้งหมด ยกเว้นพันธุ์ Q67 และ Co775 ที่มีค่าต่ำกว่า ส่วนสมการอื่นที่มีเชื้อไขอยู่ร่วมในสมการมีค่า R^2 สูงขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับสมการ

ที่มีลักษณะเชื้อไขเพียงตัวแปรเดียวในสมการ (Table 1 มีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.02-9.32 เปอร์เซ็นต์) โดยค่าบริกซ์กับเชื้อไข โพลกับเชื้อไข และเชื้อไขกับความบริสุทธิ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 24.01-82.57 35.59-96.85 และ 24.94-72.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าการเพิ่มขึ้นของ R^2 สมการสองตัวแปรเกิดจากอิทธิพลของลักษณะอื่นๆ มากกว่าอิทธิพลของเชื้อไขเอง

Figure 1 ค่าซี.ซี.เอส.ที่สุ่มได้เปรียบเทียบกับสมการทำนายตัวแปรเดียวของบริกซ์ โพล ความบริสุทธิ์ และสมการสองตัวแปรของบริกซ์กับโพลของอ้อยปลูกจำนวน 120 ค่า สมการตัวแปรเดียวที่ทำนายจากบริกซ์กับความบริสุทธิ์เบี่ยงเบนมาก เมื่อเทียบกับสมการตัวแปรเดียวของโพลและสมการสองตัวแปรบริกซ์กับโพล สมการตัวแปรเดียวของโพลมีความเบี่ยงเบนใกล้เคียง

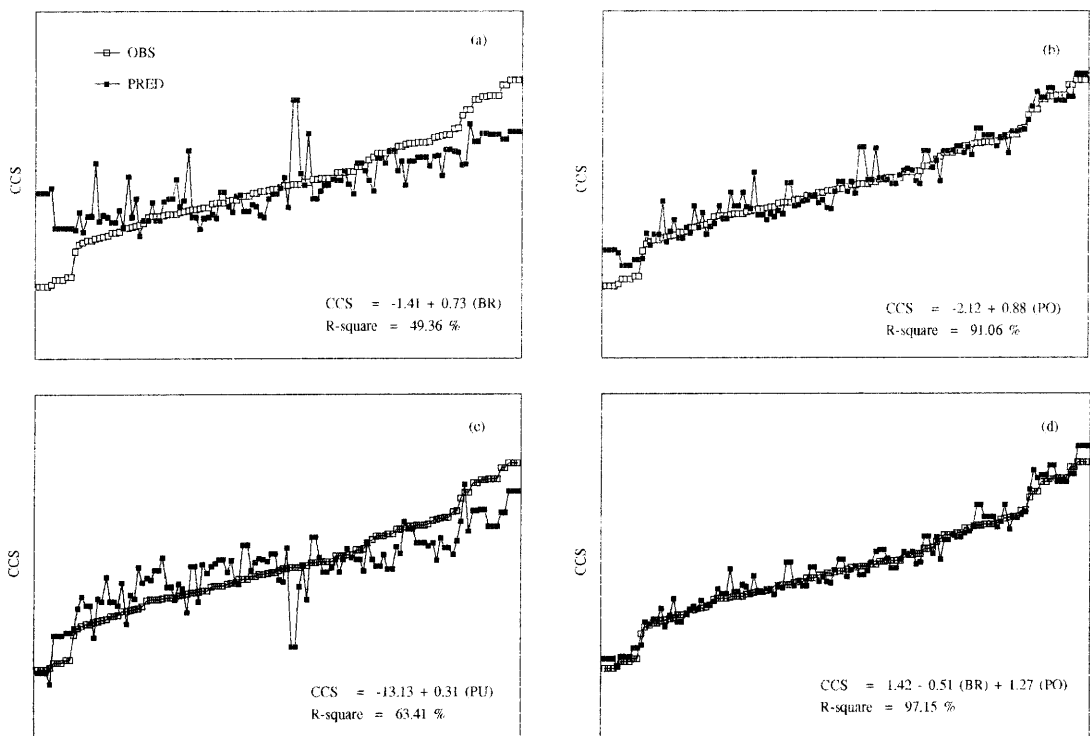


Figure 1 Randomized 120 C.C.S. values (OBS) compared with predicted values (PRED) from (a) brix equation, (b) Pol equation, (c) purity equation, and (d) brix with Pol equation.

กับสมการสองตัวแปรกับพหุนามกำลังหนึ่ง
เป็นลักษณะที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำนายค่าซี.ซี.เอส

สรุป

ในอ้อยทุกชนิดและสายพันธุ์อ้อยที่มีแม่พันธุ์ร่วมกัน โพลเป็นองค์ประกอบของซี.ซี.เอส.ที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำนายค่าซี.ซี.เอส.สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบซี.ซี.เอส.อื่นๆ พันธุ์แม่มีอิทธิพลต่อความแม่นยำของการทำนายค่าซี.ซี.เอส.แตกต่างกัน อ้อยโดยทั่วไปมีสมการที่เหมาะสมสำหรับทำนายค่าซี.ซี.เอส.คือ $C.C.S. = -1.38 + 0.84 (PO)$ และ $C.C.S. = 0.09 - 0.29 (BR) + 1.09 (PO)$

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม และสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้ให้ข้อมูลสำหรับใช้ในการ

เอกสารอ้างอิง

- พร้อมพรรณ เสรีวิชยสวัสดิ์, สุพิภา ศิริสุนทร, และ ประเสริฐ นัทรวิระวงษ์. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย์.) 31 : 20-27.
- Cox, M.C., D.M. Hogarth, and P.B. Hansen. 1994. Breeding and selection for high early season sugar content in a sugarcane (*Saccharum spp.* hybrids) improvement program. Aust. J. Agric. Res. 45 : 1569-1575.
- Kang, M.S., J.D. Miller, and P.Y.P. Tai. 1983. Genetic and phenotypic path analysis and heritability in sugarcane. Crop Sci. 23 : 643-647.
- Milligan, S.B., K.A. Gravois, K.P. Bischoff, and F.A. Martin. 1990. Crop effects on broad-sense heritabilities and genetic variances of sugarcane yield components. Crop Sci. 30 : 344-349.