



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์พืช)

ปริญญา

การปรับปรุงพันธุ์พืช

คณะเกษตร กำแพงแสน

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง โครงสร้างความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมของประชากรอ้อย  
พลังงาน

The Genetics Variance-Covariance Structure of Energy-Cane Breeding Population

นามผู้วิจัย นางสาวชบา ทองไผ่ใหญ่

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( รองศาสตราจารย์ประเสริฐ นัตวชิระวงษ์, วท.ม. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( อาจารย์พัชรินทร์ ตัญญา, ประ.ด. )

ประธานสาขาวิชา

( รองศาสตราจารย์ธงชัย มาลา, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

สืบสินธุ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

โครงสร้างความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมของประชากรอ้อยพลังงาน

The Genetics Variance-Covariance Structure of Energy-Cane Breeding Population

โดย

นางสาวชบา ทองไผ่ใหญ่

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์พืช)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชบา ท่องไฟใหญ่ 2554: โครงสร้างความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทาง  
พันธุกรรมของประชากรอ้อยพลังงาน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
(การปรับปรุงพันธุ์พืช) สาขาการปรับปรุงพันธุ์พืช คณะเกษตร กำแพงแสน อาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์, วท.ม. 101 หน้า

การทดลองดำเนินการที่สถานีย่อยของศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย เขต  
1 อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี ทั้งในฤดูต้นฝนและปลายฝน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2551 จนถึง  
ตุลาคม พ.ศ. 2553 วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินพารามิเตอร์ทางด้านพันธุศาสตร์เชิง  
ปริมาณของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต และกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตน้ำตาลใน  
ประชากรของอ้อยพลังงานชุด TByEFC แต่ละฤดูปลูกใช้แผนการทดลองแบบ 9x9 triple lattice มี  
81 สิ่งทดลอง ที่จำแนกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มพ่อแม่พันธุ์ (25 พันธุ์) กลุ่มรุ่นลูก (54 พันธุ์) และกลุ่ม  
พันธุ์มาตรฐาน (2 พันธุ์) ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 10 เดือน ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อที่ 1  
การประเมินลักษณะทางการเกษตร 22 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวลำ (STKLN) เส้นผ่านศูนย์กลางลำ  
(STKDIA) น้ำหนักลำ (STKWT) จำนวนลำ (STKNO) ผลผลิตอ้อย (CYLD) ค่าบริกซ์ 8 เดือน  
(BRIX8M) ค่าบริกซ์ 10 เดือน (BRIX10M) และค่าบริกซ์จากห้องปฏิบัติการ (BRIXLB) ค่าโพล  
(POL) ปริมาณเส้นใย (FIBER) ความบริสุทธิ์ (PUR) ซีซีเอส (CCS) ผลผลิตน้ำตาล (SYLD) ความ  
ยาวปล้อง (INTLN) จำนวนปล้อง (INTNO) จำนวนใบ (LFNO) ความกว้างใบ (LFW) ความยาว  
ใบ (LFLN) สัดส่วนใบ (LFMOD) พื้นที่ใบเดี่ยว (SAREA) พื้นที่ใบต่อต้น (PAREA) และดัชนีพื้นที่  
ใบ (LAI) ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่า ความผันแปรทางพันธุกรรมมีค่าสูงสุดในทุกลักษณะ  
อัตราพันธุกรรมแนวกว้างมีค่าค่อนข้างสูงใน 5 ลักษณะ (LFW LFMOD FIBER SAREA และ  
STKDIA) อัตราพันธุกรรมแนวแคบมีค่าสูงในลักษณะ LFLN LFNO และ PAREA แต่ค่าต่ำใน  
ลักษณะผลผลิตน้ำตาลและองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาล ผลการทดลองจากการวิเคราะห์เส้นทางได้  
แสดงให้เห็นว่า STKNO ให้อิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อ CYLD สูงสุด ตามด้วย STKDIA และ  
STKWT โดยที่ CYLD ให้ค่าสหสัมพันธ์และอิทธิพลทางตรงเชิงบวกสูงต่อลักษณะผลผลิตน้ำตาล  
ดังนั้น หลักเกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยพลังงานจึงควรมุ่งเน้นที่ลักษณะ  
STKNO STKDIA และ STKWT

ลายมือชื่อนิติกร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Chaba Thongpaiyai 2011: The Genetics Variance-Covariance Structure of Energy-Cane Breeding Population. Master of Science (Plant Breeding), Major Field: Plant Breeding, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen. Thesis Advisor:  
Associate Professor Prasert Chatwachirawong, M.S. 101 pages.

The experiments were conducted at the sub-station of Cane and Sugar Industry Promotion Center Region 1, Panomtuan district, Kanchanaburi province in both early and late rainy season during September 2008 to November 2010. The objectives of this study were to estimate the quantitative genetic parameters of yield and components, and to determine the most effective factors on sugar yield in TByEFC energy-cane population. Each planting season used 9x9 triple lattice design with 81 entries that separated into 3 groups, viz. 25, 54 and 2 entries for parental, progeny and standard variety group, respectively. The sugarcane plants were harvested at 10 month after planting in both planted and the first ratoon crop-cycles. Twenty-two traits including stalk length (STKLN), stalk diameter (STKDIA), stalk weight (STKWT), the number of stalks (STKNO), cane yield (CYLD), brix value at 8, 10 months and at laboratory (BRIX8M, BRIX10M and BRIXLB), polarity (POL), fiber content (FIBER), purity (PUR), commercial cane sugar (CCS), sugar yield (SYLD), internode length (INTLN), the number of internodes (INTNO), the number of leaves (LFNO), leaf width (LFWD), leaf length (LFLN), leaf module (LFMOD), single leaf area (SAREA), plant leaf area (PAREA) and leaf area index (LAI), were measured. The results explored that genotypic variance had the largest amount in all traits. Broad-sense heritability were quite high in 5 triats (LFWD, LFMOD, FIBER, SAREA and STKDIA). Narrow-sense heritability had relative high in LFLN, LFNO and PAREA, but relative low in sugar yield and its component. Results obtained from path analysis revealed that STKNO gave the highest direct positive effect on CYLD, followed by STKDIA and STKWT. CYLD had high correlation and direct positive effect on sugar yield. Therefore, the criterion of variety selection in energy-cane breeding program should be focus on STKNO, STKDIA and STKWT.

---

Student's signature

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รศ. ประเสริฐ นัทรวิชัยพงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
หลัก ดร. พัทรินทร์ ตัญญา กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชาเอก ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการ  
เรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณ คุณสุรพล ถ้ากระแสน์ คุณรณยุทธ สัตยานิกม และคุณอดุลย์ พงษ์พัช  
ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเขต 1 จ. กาญจนบุรี ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ในการ  
ทดลองและช่วยเหลือในการดูแลแปลง ตลอดจนการวิเคราะห์คุณภาพอ้อย คุณวีระพล พลรักดี  
ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ที่กรุณาเอื้อเฟื้อพ่อแม่พันธุ์อ้อยที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (สช.) สำนักงาน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ (สวทช.) โดยสนับสนุนทุนพัฒนานุเคราะห์ระดับปริญญาโท-  
เอก

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และบรรดาพี่น้องทุกคน ที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือและ  
เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จได้ด้วยดี

ชบา ทองไผ่ใหญ่  
กันยายน 2554

## สารบัญ

### หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(8)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	
อุปกรณ์	17
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	28
สรุป	51
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	53
ภาคผนวก	56
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	101

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พันธุ์อ้อยลูกผสมชุด TByEFC05 จำนวน 54 พันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง	17
2	พันธุ์พ่อแม่ จำนวน 25 พันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง	18
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ Triple lattice	22
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของ 2 การทดลอง ในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1	23
5	ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิต	25
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแยกตามฤดูปลูก โดยแสดงนัยสำคัญทางสถิติของลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาลใน 22 ลักษณะ	30
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแยกตามฤดูปลูก โดยแสดงนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างระหว่างกลุ่มพันธุ์ (groups) พันธุ์พ่อแม่ (parents) รุ่นลูก (progenies) และพ่อแม่กับรุ่นลูก (parent vs progeny) ในลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาลใน 22 ลักษณะ	31
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม 2 ฤดูปลูก โดยแสดงนัยสำคัญทางสถิติของลักษณะลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาลใน 22 ลักษณะ	33
9	Expected Mean Square ที่เกิดจากลูกผสมอ้อยพลังงาน ในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบrix 8 10 และจากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ความบริสุทธิ์ ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง	35
10	ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ และองค์ประกอบของความแปรปรวนในลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตอ้อย	37

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ และองค์ประกอบความแปรปรวนในลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาล	38
12	อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง ( $H^2$ ) และแนวแคบ ( $h^2$ ) ในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง	39
13	อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง ( $H^2$ ) และแนวแคบ ( $h^2$ ) ในลักษณะค่าบริกซ์ 8 และ 10 เดือน และค่าบริกซ์จากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ความบริสุทธิ์ ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล	40
14	ค่าเปอร์เซ็นต์ความเค็มของลูกผสมในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบริกซ์ 8 และ 10 เดือน ค่าบริกซ์จากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ความบริสุทธิ์ ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง	42
15	อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ความยาวปล้อง จำนวนปล้อง และดัชนีพื้นที่ใบ ที่มีความสำคัญต่อผลผลิตอ้อย จากการวิเคราะห์เส้นทาง	44
16	อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ที่มีความสำคัญต่อดัชนีพื้นที่ใบ จากการวิเคราะห์เส้นทาง	46
17	อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของค่าบริกซ์ ความบริสุทธิ์ และปริมาณเส้นใย ที่มีความสำคัญต่อค่าโพล จากการวิเคราะห์เส้นทาง	48
18	อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของผลผลิตอ้อย และค่าโพล ที่มีความสำคัญต่อผลผลิตน้ำตาล จากการวิเคราะห์เส้นทาง	49

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความยาวลำ (STKLN)	57
ก2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำ (STKDIA)	57
ก3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะน้ำหนักลำ (STKWT)	58
ก4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนลำ (STKNO)	58
ก5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตอ้อย (CYLD)	59
ก6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าบrix 8 เดือน (BRIX8M)	59
ก7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าบrix 10 เดือน (BRIX10M)	60
ก8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าบrix จากห้องปฏิบัติการ (BRIXLB)	60
ก9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าโพล (POL)	61
ก10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะปริมาณเส้นใย (FIBER)	61
ก11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความบริสุทธิ์ (PUR)	62
ก12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะซีซีเอส (CCS)	62
ก13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตน้ำตาล (SYLD)	63
ก14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนใบ (LFNO)	63
ก15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความกว้างใบ (LFWD)	64
ก16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความยาวใบ (LFLN)	64
ก17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะสัดส่วนใบ (LFMOD)	65
ก18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะพื้นที่ใบเดี่ยว (SAREA)	65
ก19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะพื้นที่ใบต่อต้น (PAREA)	66
ก20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)	66
ก21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความยาวปล้อง (INTLN)	67
ก22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนปล้อง (INTNO)	67
ก23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวลำในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	68

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า	
ก24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	69
ก25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะน้ำหนักลำในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	70
ก26	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะจำนวนลำในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	71
ก27	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตอ้อยในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	72
ก28	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบrix 8 เดือนในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	73
ก29	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบrix 10 เดือนในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	74
ก30	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบrix จากห้องปฏิบัติการในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	75
ก31	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าโพลาไรเซชันในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	76
ก32	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะปริมาณเส้นใยในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	77
ก33	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความบริสุทธิ์ในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	78
ก34	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะซีซีเอสในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	79
ก35	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำตาลในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	80

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะจำนวนใบในอ้อยปลูก และอ้อย ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	81
ก37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความกว้างใบในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	82
ก38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวใบในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	83
ก39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะสัดส่วนใบในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	84
ก40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะพื้นที่ใบเดี่ยวในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	85
ก41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะพื้นที่ใบต่อต้นในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	86
ก42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะดัชนีพื้นที่ใบในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	87
ก43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวปล้องในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	88
ก44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะจำนวนปล้องในอ้อยปลูก และ อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน	89
ก45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง ลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย และค่าบrix 8 เดือน	90
ก46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบrix 10 เดือน และจาก ห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ความบริสุทธิ์ และซีซีเอส	92
ก47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำตาล จำนวนใบ ความ กว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ และพื้นที่ใบเดี่ยว	94

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก48	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะพื้นที่ใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง	96
ก49	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะผลผลิตอ้อย (CYLD) ความยาวลำ (STKLN) เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (STKDIA) น้ำหนักลำ (STKWT) จำนวนลำ (STKNO) ความยาวปล้อง (INTLN) จำนวนปล้อง (INTNO) และดัชนีพื้นที่ ใบ (LAI)	98
ก50	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) จำนวนใบ (LFNO) ความกว้างใบ (LFWD) ความยาวใบ (LFLN) สัดส่วนใบ (LFMOD) พื้นที่ใบ เดี่ยว (SAREA) และพื้นที่ใบต่อต้น (PAREA)	99
ก51	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะค่าโพล (POL) ค่าบริกซ์ (BRIX) และ ความบริสุทธิ์ (PUR)	99
ก52	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะผลผลิตน้ำตาล (SYLD) ผลผลิตอ้อย (CYLD) และค่าโพล (POL)	100

## สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ไดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่าง (a) ผลผลิตต่ออ้อยต่อเฮกตาร์ และค่าโพล กับผลผลิตน้ำตาลต่อเฮกตาร์ (b) ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ความยาวปล้อง จำนวนปล้อง และดัชนีพื้นที่ใบ กับผลผลิตอ้อยต่อเฮกตาร์ (c) จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และพื้นที่ใบต่อต้น กับดัชนีพื้นที่ใบ (d) ค่าบริกซ์ ความบริสุทธิ์ และปริมาณ เส้นใย กับค่าโพล โดย $b$ คือ อิทธิพลทางตรง และ $r$ คือ อิทธิพลรวม	26
2	ไดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ความยาวปล้อง จำนวนปล้อง และดัชนีพื้นที่ใบ กับผลผลิตอ้อย	43
3	ไดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และพื้นที่ใบต่อต้น กับดัชนีพื้นที่ใบ	45
4	ไดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะค่าบริกซ์ ความบริสุทธิ์ และปริมาณเส้นใย กับค่าโพล	47
5	ไดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ความยาวปล้อง จำนวนปล้อง และดัชนีพื้นที่ใบ กับผลผลิตอ้อย	49

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ERS	=	Early rainy season
LRS	=	Late rainy season
ERPC	=	Early rainy season plant cane
ERR1	=	Early rainy season ratoon cane
LRPC	=	Late rainy season plant cane
LRR1	=	Late rainy season ratoon cane
K	=	กาญจนบุรี (Kanchanaburi)
KU	=	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)
UT	=	อุทอง (U-Thong)
TBy	=	Tiphuyae and Banyang
TByEFC	=	Tiphuyae and Banyang Energy- and Forage-cane Clone

# โครงสร้างความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมของประชากรอ้อย

## พลังงาน

### The Genetics Variance-Covariance Structure of Energy-Cane Breeding

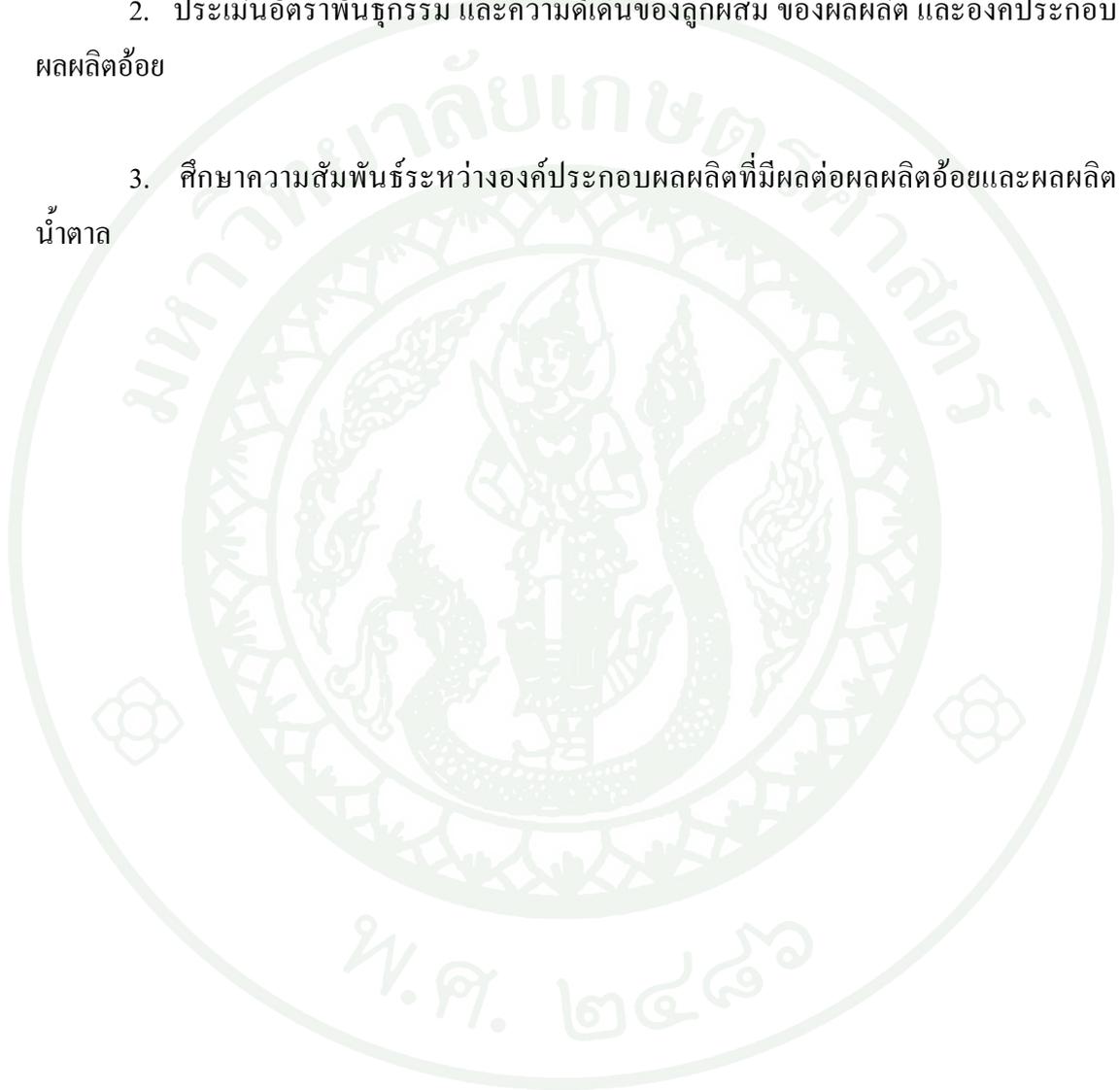
#### Population

#### คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งอ้อยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลโดยตรง และยังสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมในด้านอื่น ๆ เช่น การผลิตเอทานอล และใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ผลผลิตน้ำตาลทั่วโลกปี 2554/2555 จำนวน 172.370 ล้านตัน (165.68 ล้านตัน ในปี 2553/2554 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.0) เนื่องจากหลายประเทศจะมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (บราซิล ออสเตรเลีย และอินเดีย) ในขณะที่สถานการณ์น้ำตาลภายในประเทศไทย ผลผลิตน้ำตาลฤดูกล 2553/2554 รวมทั้งสิ้น 9.66 ล้านตัน ปัจจุบันพบว่ามีปัญหาในด้านผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่ต่ำ เนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น พันธุ์อ้อยให้ผลผลิตต่ำ ไม่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง และอ่อนแอต่อโรคและแมลง การปรับปรุงพันธุ์เป็นทางหนึ่งที่สามารถทำให้ผลผลิตและคุณภาพของอ้อยสูงขึ้น ซึ่งลักษณะทั้งสองนี้เป็นลักษณะทางปริมาณที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของผลผลิตอื่น ๆ อีกหลายลักษณะ โครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ได้พันธุ์อ้อยพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตและความหวานสูง และต้องการให้อ้อย มีปริมาณเส้นใยในระดับสูงกว่าอ้อยน้ำตาลที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป การพัฒนาพันธุ์อ้อยให้เจริญเติบโตเร็วและมีปริมาณเส้นใยสูง จำเป็นต้องใช้พันธุ์ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมมาจากอ้อยป่า (*Saccharum spontaneum*) ไปผสมพันธุ์กับอ้อยน้ำตาล (*Saccharum spp.*) ที่มีลักษณะดีเด่นด้านผลผลิตและความหวาน โดยคาดหวังว่าจะได้พันธุ์อ้อยใหม่ที่มีลักษณะที่ดีเด่นของอ้อยทั้งสองชนิดรวมกัน จะต้องมีลักษณะเฉพาะ คือ ปริมาณเส้นใยสูงอีกด้วย เพื่อใช้เป็นพันธุ์อ้อยพลังงาน

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาองค์ประกอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมเชิงปริมาณที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของประชากรอ้อยพลังงาน
2. ประเมินอัตราพันธุกรรม และความดีเด่นของลูกผสม ของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตอ้อย
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิตที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาล



## การตรวจเอกสาร

### ความสำคัญ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Sacharum spp.* ชื่อสามัญ sugarcane จัดอยู่ในวงศ์ Gramineae มีถิ่นกำเนิดและกระจายพันธุ์อยู่ที่เกาะนิวกินีในมหาสมุทรแปซิฟิก (ประเสริฐ และคณะ, 2547) ผลผลิตอ้อยที่ได้จากเกษตรกรเป็นวัตถุดิบที่นำเข้าโรงงานเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นน้ำตาลเป็นการเชื่อมโยงระหว่างภาคเกษตรกรรม และภาคอุตสาหกรรม ที่ก่อให้เกิดประโยชน์มากมายทั้งระบบการผลิต นอกจากจะให้น้ำตาลที่ใช้บริโภคเป็นอาหารแล้ว ยังสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ผลิตแอลกอฮอล์ และเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ น้ำตาลยังใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสารเคมีหลายชนิด เช่น ผงซักฟอก สารเคลือบผิว และสารประกอบทางเคมีหลายชนิด โรงงานน้ำตาลให้ผลผลิตพลอยได้อีกหลายอย่างล้วนมีคุณค่าอย่างมหาศาล เช่น ชานอ้อย (bagasse) ซึ่งนอกจากจะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานภายในโรงงานน้ำตาลแล้ว ยังสามารถใช้ผลิตเยื่อกระดาษ พลาสติก วัสดุก่อสร้าง หมึกพิมพ์ และปุ๋ย กากน้ำตาล (molasses) ใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางไม่น้อยกว่าน้ำตาล สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์และเลี้ยงยีสต์ และกากตะกอน (filter mud หรือ filter cake) สามารถใช้เป็นปุ๋ยได้เป็นอย่างดี

นอกจากคุณประโยชน์ดังกล่าวมาแล้ว อ้อยยังเป็นพืชปลูกง่ายให้ผลผลิตและผลตอบแทนสูง อ้อยมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพที่ขาดน้ำหรือมีน้ำมากเกินไป อ้อยเป็นพืชที่พิเศษกว่าพืชชนิดอื่น เมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้วสามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง นอกจากนี้ยังมีตลาดรับซื้อที่แน่นอน ส่วนราคาจำหน่ายใช้วิธีแบ่งจากรายได้สุทธิ โดยร้อยละ 70 เป็นของชาวไร่ และร้อยละ 30 เป็นของโรงงาน

### พฤกษศาสตร์ทั่วไปของอ้อย

อ้อยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocot plant) การจำแนกทางซีพจักรจัดเป็นพืชที่มีอายุหลายฤดู (perennial crop) พันธุ์อ้อยที่ใช้ปลูกในปัจจุบันเกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ปลูกกับพันธุ์ที่เป็นเครือญาติกัน

ราก มีระบบรากฝอย (fibrous root system) ในระยะแรกที่ลำต้นอ้อยงอกจะได้รับน้ำและอาหาร ส่วนใหญ่จากท่อนพันธุ์

ลำต้น อ้อยสามารถขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยใช้ส่วนของลำต้น (cutting , set หรือ seed cane) ลำต้นอ้อยมี 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่อยู่ใต้ดินและเหนือดิน ส่วนที่อยู่ใต้ดินเรียกว่า ตอหรือเหง้า ส่วนที่อยู่เหนือดินมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นส่วนที่รองรับใบและช่อดอก บริเวณลำต้นเหนือดินจะสังเกตเห็นข้อและปล้องอย่างชัดเจน

ใบ เกิดเรียงสลับกันบนลำต้น บางพันธุ์อาจเกิดเวียนรอบลำต้น ใบติดกับข้อของลำต้นตรงส่วนของฐานใบ โครงสร้างของใบประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ กาบใบ และแผ่นใบ กาบใบไม่มีเส้นกลางใบ มักมีสีเขียวอ่อนหรือม่วงแดง การที่กาบใบมีสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณเม็ดสีในกาบใบของอ้อยแต่ละพันธุ์ ขอบแผ่นใบมีลักษณะเป็นฟันเลื่อยเล็กทำให้ใบอ้อยมีความคมมาก รอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบด้านในมีลิ้นใบ (ligule) เป็นแผ่นบางยื่นออกจากกาบใบ และมีหูใบ (auricle) ยื่นแหลมออกมาเหนือส่วนของกาบใบ ด้านหลังรอยต่อระหว่างกาบใบกับแผ่นใบมีพื้นที่คล้ายสามเหลี่ยมทั้งสองด้านเรียกว่า dewlap

ดอก ช่อดอกอ้อยเรียกว่า arrow หรือ tassel เป็นแบบ panicle เกิดที่ปลายยอดของลำต้น ลักษณะช่อดอกมีแกนกลาง เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่ไวต่อช่วงแสง ถูกจัดว่าเป็นพืชวันสั้น (short day plant) จะออกดอกเมื่อเวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน อ้อยที่ปลูกในประเทศไทยจึงมักออกดอกในช่วงเดือนตุลาคมจนถึงเดือนมกราคม ปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของอ้อยได้แก่ อายุ อ้อย อุณหภูมิ และความชื้น

สามารถจำแนกประเภทของอ้อยออกเป็น อ้อยปลูกดั้งเดิม (*S. officinarum*) อ้อยป่าแถบร้อน (*S. spontaneum*) อ้อยอินเดีย (*S. barberi*) อ้อยจีน (*S. sinense*) อ้อยป่านิวกินี (*S. robustum*) และ *S. edule* (ประเสริฐ, 2547)

### ระยะการเจริญเติบโตของอ้อย

อ้อยมีระยะการเจริญเติบโตที่ต้องการปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ระยะการเจริญเติบโตของอ้อยแบ่งได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้ (ประเสริฐ, 2547)

1. งอก (germination phase) เริ่มตั้งแต่ปลูกจนถึงหน่อโผล่พ้นผิวดิน ใช้เวลา 2-3 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพของท่อนพันธุ์ และสภาพแวดล้อม ควรได้รับน้ำน้อยแต่บ่อยครั้ง และได้รับปุ๋ยพอประมาณ โดยเฉพาะไนโตรเจนและโพแทสเซียม ความสมบูรณ์ของท่อนพันธุ์มี

ความสัมพันธ์กับความงอก ระยะงอกเป็นตัวกำหนดจำนวนกอดีหรือไม่ ถ้าความงอกดีก็จะมีจำนวนกอดี  
ต่อไร่มาก ซึ่งมีผลต่อผลผลิตอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยว

2. ระยะแตกกอ (tillering phase) เป็นลักษณะพิเศษของอ้อย เริ่มตั้งแต่อายุ 2-4 เดือน การแตกกอเกิดจากตาอ้อยที่อยู่บริเวณลำต้นใต้ดิน การเจริญเติบโตในระยะนี้ต้องการแสงแดดจัด อุณหภูมิสูง และต้องการน้ำมากกว่าระยะงอก ในระยะนี้อ้อยต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัส มากขึ้น ดังนั้นการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าควรทำในช่วงนี้ จำนวนหน่ออ้อยที่แตกในระยะนี้ จะเหลือลำต้นที่สามารถเก็บเกี่ยวเป็นผลผลิตได้เพียงครั้งเดียวโดยประมาณเมื่อถึงการเก็บเกี่ยว ระยะนี้เป็นตัวกำหนดจำนวนลำต้อกอ

3. ระยะย่างปล้อง (elongation phase) เป็นระยะที่ต่อเนื่องจากการแตกกอ เริ่มตั้งแต่อายุ 3-4 เดือนเป็นต้นไป อ้อยเจริญเติบโตได้เร็วที่สุดเมื่ออายุ 6-7 เดือน ต้องการแสงแดดจัดเพื่อการสังเคราะห์แสงให้ได้มากขึ้น อุณหภูมิสูง มีความต้องการน้ำมากกว่าระยะอื่น ๆ และต้องการปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด การขาดน้ำและปุ๋ยในระยะนี้จะทำให้ปล้องสั้น น้ำหนักต่อลำอ้อยลดลง ทำให้ผลผลิตอ้อยทั้งหมดลดลงด้วย การเจริญเติบโตในช่วงนี้จะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม

4. ระยะแก่และสุก (maturity and ripening phase) ระยะแก่ คือ ระยะที่อ้อยมีกาเจริญเติบโตช้ามาก สังเกตได้จากใบที่ส่วนยอดจะอยู่ชิดกันมากขึ้น จนกระทั่งคุณลักษณะเจริญออกมาจากจุดเดียวกัน ปล้องที่อยู่ที่อยู่ส่วนยอดของลำต้นจะสั้นลง ใบมีสีเหลืองอมเขียว ปริมาณน้ำตาลที่สังเคราะห์แสงได้จะสะสมไว้ในลำต้นมากขึ้นจนกระทั่งเข้าสู่ระยะสุก เป็นระยะที่อ้อยมีการสะสมน้ำตาลสูงสุด ระยะนี้ต้องการแสงแดดจัดเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงหรือสร้างน้ำตาลสะสมในลำต้น และต้องอุณหภูมิที่ต่ำหรืออากาศหนาวเย็น ซึ่งจะส่งเสริมการสร้างน้ำตาลและเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปยังลำต้น ถ้าอากาศหนาวติดต่อกันเป็นเวลานานจะส่งเสริมให้อ้อยหวานยิ่งขึ้น ระยะนี้ต้องการน้ำน้อยกว่า 3 ระยะแรก สภาพน้ำน้อยจะช่วยให้อ้อยมีความหวานมากขึ้น อ้อยไม่ต้องการปุ๋ยไนโตรเจนในระยะนี้ หากมีปุ๋ยไนโตรเจนเหลืออยู่ในดินมากจะทำให้ความหวานน้อยลง

การเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาลของอ้อยไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกัน ในขณะที่อ้อยเจริญเติบโตมากก็จะมี การสะสมน้ำตาลน้อย เมื่ออ้อยมีอายุมากขึ้นการเจริญเติบโตจะลดลงก็ทำให้มีการสะสมน้ำตาลมากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุ์และสภาพแวดล้อมมาเกี่ยวข้องอยู่ด้วยเสมอ

## การปรับปรุงพันธุ์อ้อย

อ้อยถูกจัดเป็นพืชผสมข้าม (cross-pollinated crop) มีโครโมโซมอยู่หลายชุด (polyploid) อ้อยแต่ละพันธุ์มีชื่อเรียกเฉพาะว่า โคลน (clone) โดยมีพันธุกรรมอยู่ในรูป heterozygous การดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์อ้อยมีขั้นตอนหลักๆ อยู่ 5 ขั้นตอน คือ (1) การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อย (2) การผสมพันธุ์ (3) การคัดเลือกพันธุ์ (4) การทดสอบพันธุ์ และ (5) การขยายปริมาณท่อนพันธุ์อ้อย โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้ (ประเสริฐ, 2547)

### 1. การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อย

เชื้อพันธุกรรมอ้อยนับว่ามีบทบาทสำคัญมากต่อการพัฒนาพันธุ์อ้อยใหม่ๆ โดยเชื้อพันธุกรรมนี้จะเป็นแหล่งรวบรวมของยีนที่ควบคุมลักษณะการแสดงออกต่างๆ เช่น ผลผลิต ความหวาน องค์ประกอบผลผลิต การต้านทานโรคและแมลง เป็นต้น ดังนั้น หากสามารถรวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อยได้มากเท่าไร ก็ย่อมเป็นผลดีต่อโครงการปรับปรุงพันธุ์มากด้วย แต่นักปรับปรุงพันธุ์ก็จำเป็นต้องแยกแยะเชื้อพันธุกรรมให้มีปริมาณน้อยที่สุด เชื้อพันธุกรรมที่มีจำนวนน้อยนี้ต้องมีพันธุกรรมที่ครอบคลุมลักษณะที่สนใจมากที่สุด ซึ่งจะช่วยลดงบประมาณในการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมได้มาก

## 2. การผสมพันธุ์อ้อย

การผสมพันธุ์เป็นขั้นตอนในการรวบรวมพันธุกรรมที่ดีเด่นที่มีอยู่ในอ้อยหลายๆ พันธุ์ ให้มาอยู่ภายใน อ้อยพันธุ์เดียวกัน ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องใช้เชื้อพันธุกรรมอ้อยที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมอย่างมาก การผสมพันธุ์จะดำเนินการได้ก็ต่อเมื่ออ้อยออกดอกเท่านั้น โดยทั่วไป พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์จะมีความสามารถในการออกดอกได้แตกต่างกัน ในพื้นที่หนึ่งจึงมักเห็นอ้อยบางพันธุ์ออกดอก ขณะที่อ้อยบางพันธุ์อาจไม่ออกดอก ในเรื่องนี้ปัจจัยของสภาพอากาศมีผลต่อการออกดอกของอ้อยอย่างมาก ปัจจัยสภาพอากาศที่มีผลต่อการออกดอกของอ้อยได้แก่ อุณหภูมิ ช่วงแสง และความชื้น เป็นต้น ในขั้นตอนนี้การผสมอ้อยนี้ นอกจากการออกดอกของอ้อยแล้ว ช่วงเวลาที่อ้อยออกดอกมีความสำคัญด้วย หากอ้อยออกดอกไม่พร้อมกันนักปรับปรุงพันธุ์ก็ไม่สามารถนำอ้อยมาผสมกันได้

## 3. การคัดเลือกพันธุ์อ้อย

### 3.1 การคัดเลือกพันธุ์อ้อยแบบสายต้นเดี่ยว

การคัดเลือกพันธุ์อ้อยแบบสายต้นเดี่ยว เป็นงานที่ค่อนข้างหนัก นักปรับปรุงพันธุ์อ้อยจะต้องคัดเลือกสายต้นอ้อยอย่างละเอียด โดยทั่วไปจะพิจารณาจากลักษณะภายนอก เช่น จำนวนลำเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ทรงกอ ลักษณะการเป็นโรค ใ้กลางลำ ค่าบริกซ์ เป็นต้น ในขั้นตอนนี้จะต้องคัดเลือกอ้อยในระดับต้นกล้าที่บางครั้งมีมากกว่า 1 แสนสายต้น ให้เหลืออ้อยจำนวนหนึ่งซึ่งคาดว่า จะมีอ้อยพันธุ์ที่อยู่ภายในกลุ่ม โดยทั่วไปมักคัดเลือกไว้ประมาณร้อยละ 1-5 จะเหลืออ้อยประมาณ 1,000-5,000 สายต้น

### 3.2 การคัดเลือกพันธุ์อ้อยแบบสายต้นต่อแถว

การคัดเลือกพันธุ์ในขั้นนี้ต่อเนื่องจากการคัดเลือกพันธุ์แบบต้นเดี่ยว โดยนำอ้อยที่คัดได้จำนวน 1,000-5,000 สายต้น ปลูกแบบสายต้นต่อแถว โดยทั่วไปใช้แผนการทดลองบล็อกไม่สมบูรณ์ (incomplete block design) หรือแบบไม่มีซ้ำ เช่น Augmented RCB เป็นต้น ใช้ขนาดแปลงย่อยประมาณ 6-10 เมตร เก็บข้อมูลโดยการพิจารณาผลผลิตอ้อย จำนวนลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความสูงลำต้น ค่าบริกซ์ เป็นต้น ในขั้นตอนนี้จะคัดเลือกสายต้นจนเหลือประมาณ 100-200 สายต้น สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบพันธุ์ภายในสถานี และในท้องถิ่นต่อไป

#### 4. การทดสอบพันธุ์อ้อย

การทดสอบพันธุ์อ้อยมี 2 ขั้นตอนหลัก คือ (1) การทดสอบพันธุ์อ้อยภายในสถานี และ (2) การทดสอบพันธุ์อ้อยในท้องถื่นหรือแปลงเกษตรกร เป็นการทดสอบผลผลิตของพันธุ์อ้อยในระดับแปลงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ เพื่อให้แน่ใจว่าพันธุ์อ้อยใหม่นั้นให้ผลผลิตและคุณภาพสูงตามเป้าหมายที่ได้วางเอาไว้

##### 4.1 การทดสอบพันธุ์อ้อยภายในสถานี

การทดสอบพันธุ์อ้อยภายในสถานี หมายถึง การทดสอบพันธุ์อ้อยระยะแรกโดยนักปรับปรุงพันธุ์อ้อยเอง ซึ่งในขณะนี้ยังมีสายพันธุ์อ้อยอยู่เป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องดำเนินการภายในสถานีทดสอบพันธุ์ของหน่วยงาน โดยมากมักใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCB) ทำ 3-4 ซ้ำ ใช้พันธุ์อ้อยทดสอบประมาณ 15-20 พันธุ์ โดยมีพันธุ์มาตรฐานรวมด้วย ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 60 ตารางเมตร (ระหว่างแถว 1.5 เมตร แถวยาว 8 เมตร จำนวน 5 แถว) เก็บข้อมูลลักษณะผลผลิตอ้อยจำนวนลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความสูงลำต้น ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล เป็นต้น

##### 4.2 การทดสอบพันธุ์อ้อยในท้องถื่น

การทดสอบในระยษนี้เพื่อศึกษาการปรับตัวของพันธุ์อ้อย ว่ามีพันธุ์ใดบ้างให้ผลผลิตและคุณภาพดีเด่นในเขตไหน ซึ่งเมื่อทราบก็จะสามารถขยายปริมาณท่อนพันธุ์และส่งเสริมให้กับเกษตรกรได้ทันที รูปแบบของการทดลองและเก็บข้อมูลเหมือนการทดสอบพันธุ์อ้อยภายในสถานี การที่ต้องทำการทดสอบหลายสภาพแวดล้อมเนื่องจากอ้อยแต่ละพันธุ์ปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้แตกต่างกัน ดังนั้นหากพบว่าอ้อยพันธุ์หนึ่งเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมใด ก็สามารถส่งเสริมอ้อยพันธุ์นั้นในสภาพแวดล้อมนั้นได้ทันที ส่วนพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตเด่นหลายสภาพแวดล้อมก็สามารถขยายพื้นที่การส่งเสริมให้กว้างขวางมากขึ้น

## 5. การขยายปริมาณท่อนพันธุ์อ้อย

เป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนแนะนำพันธุ์อ้อยให้กับเกษตรกร หากการทดสอบพันธุ์อ้อยทราบแล้วว่าอ้อยพันธุ์ใดให้ผลผลิตสูงก็สามารถนำท่อนพันธุ์อ้อยมาขยายส่งเสริมให้กับเกษตรกรได้โดยตรง

### อ้อยพลังงาน

อ้อยพลังงาน คือ พันธุ์อ้อยที่ให้ความหวานและยังให้ชีวมวลสูง แต่มีลักษณะแตกต่างจากอ้อยที่ให้ความหวานปกติ ตรงขนาดของลำที่เล็กกว่า ปริมาณเส้นใยที่สูงกว่า แดกกอได้ดี ไร่ต่อได้นาน ทนแล้ง ทนน้ำท่วม และทนดินเค็ม ทนต่อแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่าพันธุ์ปกติ (ประเสริฐ, 2551)

### ลักษณะเด่นของอ้อยพลังงาน

1. ผลผลิตสูง ตามรายงานในต่างประเทศผลผลิตจะสูงกว่าอ้อยน้ำตาล 30-60 เปอร์เซ็นต์ เจริญเติบโตเร็วมาก ในอ้อยปลูกเก็บเกี่ยวได้ภายในเวลา 10 เดือน ส่วนในอ้อยต่อเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ 8 เดือนเป็นต้นไป ดังนั้น ภายใน 2 ปีสามารถเก็บเกี่ยวได้ 3 ครั้ง
2. มีปริมาณเส้นใย 20-40 เปอร์เซ็นต์ น้ำอ้อยมีค่าบrix อยู่ระหว่าง 12-20 องศาบrix ซึ่งมีศักยภาพที่นักปรับปรุงพันธุ์สามารถพัฒนาอ้อยพลังงานพันธุ์ใหม่ที่เพิ่มความหวานให้มากกว่านี้ได้
3. มีความสามารถในการไว้ต่อได้นาน ปลูกครั้งเดียว แต่สามารถเก็บเกี่ยวได้มากกว่า 5 ครั้ง สามารถแตกกอได้ดีมากถึง 30-50 ลำต่อกอ ในขณะที่อ้อยผลิตน้ำตาลแตกกอเพียง 4-8 ลำ/กอเท่านั้น
4. มีความสามารถในการทนแล้ง ทนน้ำท่วม และทนดินเค็มได้ดีกว่าอ้อยที่ใช้ผลิตน้ำตาล จึงสามารถส่งเสริมให้ปลูกได้ทั่วประเทศ โดยเฉพาะในดินที่มีปัญหาตามที่กล่าวมาแล้ว
5. ต้านทานต่อแมลงได้ดี โดยเฉพาะหนอนเจาะลำต้น เนื่องจากลำต้นมีปริมาณเส้นใยสูง และผิวลำต้นแข็งมาก และที่กาบใบมักมีขนอยู่มากแมลงจึงไม่ชอบเข้าทำลาย

ลักษณะปรากฏเป็นลักษณะที่สิ่งมีชีวิตแสดงออกมาสามารถมองเห็น ทดสอบหรือวัดได้ ซึ่งลักษณะปรากฏนี้จะเกิดจากการแสดงออกของลักษณะพันธุกรรม (genotype) ที่จะแสดงออกในระดับต่างกันเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

### องค์ประกอบของลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏที่แสดงออกมาเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของลักษณะพันธุกรรม (genotype) สภาพแวดล้อม (environment) และปฏิกริยาร่วมระหว่างลักษณะพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (genotype by environment interaction) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (กฤษฎา, 2544; สมชัยและพีระศักดิ์, 2546)

$$P = G + E + GE$$

โดยกำหนดให้ P = ลักษณะปรากฏ (phenotype)  
 G = ลักษณะทางพันธุกรรม (genotype)  
 E = สภาพแวดล้อม (environment)  
 GE = ปฏิกริยาร่วมระหว่างลักษณะพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (genotype by environment interaction)

### ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ

กฤษฎา (2546) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมมีผลกระทบอย่างมากในการคัดเลือกพืช เพราะความแตกต่างกันของพืชแต่ละต้นภายในประชากร ( $V_p$ ) เป็นผลรวมของความแตกต่างทางพันธุกรรมของพืชแต่ละต้น ( $V_G$ ) ของความแตกต่างของสภาพแวดล้อมของสถานที่ปลูก ( $V_E$ ) และปฏิกริยาร่วมระหว่างลักษณะพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ( $V_{GE}$ ) นั่นคือ

$$V_p = V_G + V_E + V_{GE}$$

กล่าวคือ ความแปรปรวนเนื่องมาจากลักษณะที่แสดงออกเห็นได้ด้วยตาเปล่า (phenotypic variance,  $V_p$ ) เป็นผลมาจากอิทธิพลของพันธุกรรม (genotypic variance,  $V_g$ ) และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (environment variance,  $V_e$ ) ร่วมกัน (พีระศักดิ์, 2525) โดยหลักการแล้ว ถ้าความแปรปรวนในลักษณะใดเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลทางพันธุกรรมมาก ลักษณะนั้นจะคัดเลือกได้ง่ายหรือใช้เป็นตัวตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์ได้ดี เมื่อเทียบกับลักษณะหนึ่งซึ่งความแปรปรวนเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อม ความแปรปรวนหรือความแตกต่างกันของลักษณะต่าง ๆ ที่แสดงออก เป็นเนื่องมาจากพันธุกรรมของพืชร่วมกับของสภาพแวดล้อม หรือสัดส่วนความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลของพันธุกรรม ซึ่งสามารถถ่ายทอดได้จากชั่วหนึ่งไปยังอีกชั่วหนึ่ง และจากปฏิกริยาร่วมดังกล่าว พืชที่แสดงออกต่างกันไม่จำเป็นที่ต้องมีพันธุกรรมที่ต่างกัน และในทางกลับกัน พืชที่มีพันธุกรรมต่างกัน อาจแสดงออกได้เหมือน ๆ กัน (สมชัยและพีระศักดิ์, 2546)

#### ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variability)

เนื่องจากลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของพืชเป็นส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงปริมาณ แต่ละลักษณะควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (polygenes) ยีนแต่ละตัวมีการแสดงออกไม่เด่นชัดและแสดงบทบาทที่เป็น minor genes สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีนโบทิปของพืชเป็นอย่างมาก ตัวอย่างลักษณะทางปริมาณเหล่านี้ ได้แก่ ผลผลิต ความสูง เเปอร์เซ็นต์น้ำมันและโปรตีน ความต้านทานต่อโรคและแมลงหลายชนิด ลักษณะเหล่านี้จำเป็นต้องมีการชั่ง ตวง หรือวัด เนื่องจากมีการกระจายตัวที่ต่อเนื่อง ไม่อาจแยกกลุ่มหรือชนิดได้อย่างชัดเจน เช่นในกรณีลักษณะคุณภาพ เช่น สีดอก การเกิดโรคหรือไม่เกิดโรค ต้นสูงหรือต้นเตี้ย ตัวอย่างในกรณีของผลผลิต ไม่อาจจำแนกได้อย่างชัดเจนได้ว่าผลผลิตเท่าใดถือว่าเป็นพวกผลผลิตสูง พวกผลผลิตปานกลาง และพวกที่มีผลผลิตต่ำ ดังนั้นการนำเสนอตัวเลขเชิงปริมาณจึงต้องใช้ตัววัดหรือพารามิเตอร์ (parameters) ทางสถิติเข้าช่วย ตัววัดเหล่านี้ เช่น ค่าเฉลี่ย (mean) ความแปรปรวน (variance) และความแปรปรวนร่วม (covariance) อย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบกันว่ายีนที่ควบคุมลักษณะทางปริมาณแต่ละตัว ก็มีพันธุกรรมที่ควบคุมและมีการถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกในลักษณะเดียวกันกับยีนที่ควบคุมลักษณะทางคุณภาพ (รังสฤษฎี, 2539)

## องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรม (components of genetic variance)

แม้ว่าการศึกษาพันธุกรรมที่ควบคุม ตลอดจนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะทางปริมาณ จะเป็นการศึกษาถึงการแสดงออกของยีนโนไทป์ หรือการศึกษาถึงค่า genotypic value (G) ของยีนที่ควบคุมอยู่ก็ตาม แต่จากพื้นฐานความรู้ด้านพันธุศาสตร์ปริมาณ (quantitative genetics) โดยงานของ Fisher (1918) เป็นต้นมา ทำให้ทราบลักษณะทางปริมาณของยีนโนไทป์ที่แสดงออกนั้น สามารถตรวจวัดได้จากฟีโนไทป์ (phenotype) ที่แสดงออกมา โดยที่ค่า phenotypic value ที่วัดได้ก็คือการแสดงออกของยีนโนไทป์หนึ่งในสิ่งแวดล้อมที่เจริญเติบโตอยู่ ดังนั้นค่าที่แสดงออกมาให้วัดได้นั้นจึงเป็นค่าที่แสดง phenotypic value ของพืชแต่ละต้น ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1) ส่วนที่เป็นผลมาจากพันธุกรรม (genotypic value, G) และ 2) ส่วนเบี่ยงเบนที่เป็นผลจากอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environmental deviation, E) ซึ่งจากการศึกษาของ Mather (1949) ได้เขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวไว้ดังนี้

$$P = G + E$$

### อัตราพันธุกรรม

อัตราพันธุกรรม คือ สัดส่วนของค่าความแปรปรวนอันเนื่องมาจากการแสดงออกของยีน หรืออิทธิพลทางพันธุกรรม ( $\sigma^2_G$ ) เทียบกับความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ ( $\sigma^2_P$ ) ที่เกิดขึ้นทั้งหมด (สุทนต์, 2539) ดังนั้น อัตราพันธุกรรมจึงเป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการปรับปรุงลักษณะนั้น ๆ ว่ามีโอกาสเพิ่มหรือลดลักษณะนั้นได้มากน้อยเพียงไร เนื่องจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมขึ้นอยู่กับความถี่และปฏิกริยาของยีน (พีระศักดิ์, 2525) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0-1.0 หรือ 0-100 % ถ้าค่าอัตราพันธุกรรมสูง เราสามารถคาดการณ์ได้ว่า ลักษณะนั้นสามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกได้สูง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านพันธุกรรมที่สามารถปรับปรุงพันธุ์ได้โดยการคัดเลือก ในขณะที่ลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ หมายความว่าลักษณะดังกล่าวขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ค่าอัตราพันธุกรรมเป็นการอธิบายว่า การถ่ายทอดลักษณะของพืช จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุกรรมหรืออิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ค่าอัตราพันธุกรรมสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และ ค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบ

อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad-sense heritability,  $H^2$ ) เป็นการคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมจากสัดส่วนของค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งหมด ( $V_G = V_A + V_D + V_I$ ) ต่อค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ

$$H^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2}$$

อัตราพันธุกรรมแบบแคบ (narrow-sense heritability,  $h^2$ ) เป็นการคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมจากสัดส่วนของค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (additive gene,  $V_A$ ) ต่อค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2}$$

ซึ่งในกรณีนี้ การถ่ายทอดลักษณะไปยังลูกหลานได้นั้น เป็นส่วนของความแปรปรวนที่เกิดจากการแสดงออกของยีนในเชิงผลบวก (additive variance)

### ประโยชน์ของอัตราพันธุกรรม

1. เป็นตัวบอกปริมาณความแปรปรวนทางพันธุกรรม
2. ใช้ทำนายความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะ
3. ใช้เป็นหลักในการเลือกใช้วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสม คือ ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าสูงก็อาจใช้วิธีการคัดเลือกแบบง่าย ๆ ได้ แต่ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าต่ำ อาจใช้การทดสอบในรุ่นลูกเข้าช่วย (พีระศักดิ์, 2525)

## การประมาณอัตราพันธุกรรมวิธีรีเกรสชัน

การวิเคราะห์ค่าอัตราพันธุกรรมจากรีเกรสชันของลักษณะในลูกต่อลักษณะในพ่อแม่ (regression of off-spring on parent) ข้อมูลลักษณะปรากฏในลูกและในพ่อแม่ถูกบันทึกเพื่อนำไปคำนวณค่ารีเกรสชันระหว่างลักษณะในลูกต่อลักษณะในพ่อหรือแม่ เช่น ลักษณะในพ่อกับลักษณะลูกเพศผู้ (sire-son) ลักษณะในพ่อกับลักษณะในลูกเพศเมีย (sire-daughter) ลักษณะในแม่กับลักษณะในลูกเพศผู้ (dam-son) และลักษณะในแม่กับลักษณะในลูกเพศเมีย (dam-daughter) นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมจากรีเกรสชันระหว่างลักษณะในลูกต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะในพ่อและแม่

ค่าอัตราพันธุกรรมจากรีเกรสชันของลักษณะในลูกต่อลักษณะในพ่อหรือแม่

$$h^2 = 2 b_{O,P}$$

ค่าอัตราพันธุกรรมจากรีเกรสชันของลักษณะในลูกต่อลักษณะในพ่อแม่ (ค่าเฉลี่ย)

$$h^2 = b_{O,P}$$

การศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ขององค์ประกอบผลผลิตบางลักษณะ เช่น จำนวนใบ จำนวนลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความสูงลำต้น ความยาวลำ จำนวนปล้อง น้ำหนักลำ ความยาวใบ ความกว้างใบ และพื้นที่ใบ ซึ่งลักษณะเหล่านี้มีผลต่อการคัดเลือกพันธุ์ สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้การคัดเลือกพันธุกรรมโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ค่าที่ได้จากการคำนวณจะอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง 1.0 หากค่าสหสัมพันธ์เป็นลบ แสดงว่าทั้งสองลักษณะมีความสัมพันธ์ตรงกันข้าม คือ เมื่อลักษณะหนึ่งมีค่าสูงขึ้นอีกลักษณะหนึ่งจะมีค่าลดลง แต่ถ้าค่าสหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก แสดงว่าทั้งสองลักษณะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อลักษณะหนึ่งมีค่าสูงขึ้น อีกลักษณะหนึ่งจะมีค่าสูงขึ้นด้วย และถ้าหากค่าสหสัมพันธ์มีค่าเป็นศูนย์จะมีความหมายว่า ทั้งสองลักษณะไม่มีความสัมพันธ์กัน การคำนวณค่าสหสัมพันธ์ (r) สามารถหาได้จากสมการ

$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}}$$

เมื่อ X = ตัวแปรอิสระ

Y = ตัวแปรปรวนตาม

ค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ช่วยให้สามารถวางแผนการปรับปรุงพันธุ์พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### ความดีเด่นของลูกผสม

ความหมายของความดีเด่นของลูกผสม (heterosis)

ความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) หรือ hybrid vigor หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ลูกผสมมีลักษณะแข็งแรง เจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง มีการต้านทานโรค ต้านทานต่อความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมและมีลักษณะอื่น ๆ ดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ การแสดงออกของความดีเด่นของลูกผสมสืบเนื่องมาจากยีนอยู่ในสภาพ heterozygous พบเสมอในลูกผสมของพืชผสมข้าม โดยเฉพาะอย่างยิ่งลูกผสมข้ามจากพันธุ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ความดีเด่นของลูกผสมจะแสดงออกในระดับที่มากขึ้นแตกต่างกันไป บางกรณีอาจไม่แสดงออกเลย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางพันธุกรรมของพ่อแม่ ถ้าพ่อแม่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันมาก ความดีเด่นของลูกผสมมักแสดงออกมามาก (สุทัศน์, 2539) การผสมพันธุ์ระหว่างเครือญาติหรือการผสมเลือดชิดและการผสมตัวเอง (inbreeding) นั่นคือมีจีโนไทป์ที่คล้ายคลึงกันเนื่องจากได้รับการถ่ายทอดยีนจากบรรพบุรุษร่วมกัน (สมศักดิ์, 2543) จะมีผลต่อความแปรปรวนทางพันธุกรรมและทำให้ลูกที่ได้แสดงลักษณะที่อ่อนแอ ให้ผลผลิตต่ำ และมีลักษณะต่าง ๆ ต่ำลง ซึ่งเรียกว่า การเสื่อมถอยเนื่องจากการผสมเลือดชิด (inbreeding depression) (สุทัศน์, 2539)

### การวิเคราะห์เส้นทาง

การวิเคราะห์เส้นทางได้ถูกเสนอโดย Wright (1934) มีจุดประสงค์เพื่อดูความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละเส้นทางนั้นเราสามารถหาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเหล่านั้นว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากน้อยแค่ไหน หลักการวิเคราะห์เส้นทางอาศัยหลักการวิเคราะห์รีเกรสชันเส้นตรงที่มีต่อตัวแปรปรวนอิสระหลายตัว (สุรพล, 2536)

สุรพงษ์ (2532) ศึกษาอิทธิพลของฤดูปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย 5 พันธุ์ พบว่าอ้อยแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างกัน โดยการปลูกในฤดูต้นฝนให้ลักษณะจำนวนลำต่อกอ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละพันธุ์ แต่กลับแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละพันธุ์ เมื่อปลูกในฤดูปลายฝน

พร้อมพรรณ และคณะ (2540) พบว่า จำนวนลำต่อกอ และจำนวนกอต่อไร่มีอิทธิพลต่อการกำหนดจำนวนลำต่อไร่ในอ้อยปลูก อ้อยต่อ 1 และต่อ 2 โดยจำนวนลำต่อไร่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยสูงสุด รองลงมาคือ ความสูงลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ตามลำดับ โดยที่จำนวนลำต่อไร่ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยสูงขึ้นในอ้อยต่อ ค่าโพลมีอิทธิพลต่อซีซีเอสสูงในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 2 ส่วนเชื้อใยให้อิทธิพลกับซีซีเอสเป็นลบทั้งในอ้อยปลูก อ้อยต่อ 1 และต่อ 2 ผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับผลผลิตน้ำตาลและซีซีเอสมีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำตาลในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1

Alexander (1985) รายงานว่า อ้อยพลังงานมีความสามารถในการยืดยาวในระยะย่างปล้องมากกว่าอ้อยน้ำตาลถึง 3 เท่า และมีการแตกหน่อสูง

ต่ออ้อยพลังงานมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในการทนทานสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อโรคได้ Prine (1991)

Milligan *et al.* (1990) ศึกษาอิทธิพลของชนิดอ้อย (อ้อยปลูก อ้อยต่อ1 และอ้อยต่อ2) ที่มีผลต่อความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต พบว่า ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางมีความสำคัญต่อน้ำหนักลำมากกว่าความยาวลำและความหนาแน่นลำ ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำตาลสูง จึงควรเน้นที่ผลผลิตอ้อยและจำนวนลำเป็นเกณฑ์ และอาจกล่าวได้ว่า พันธุ์ที่มีการแตกกอดีจะสามารถมีโอกาสให้ผลผลิตได้ดีกว่าพันธุ์อื่น

Milligan *et al.* (1990) พบว่า ผลผลิตอ้อยเป็นลักษณะที่มีความสำคัญสูงสุดที่จะบ่งชี้ถึงผลผลิตน้ำตาลซูโครสในอ้อย จำนวนลำเป็นลักษณะที่มีความสำคัญต่อผลผลิตอ้อยมากที่สุด ในส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความยาวลำ และความหนาแน่นของลำ พบว่ามีความสำคัญต่อน้ำหนักลำ โดยที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำมีความสำคัญมากกว่าความยาวลำ และความหนาแน่นลำตามลำดับ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. พันธุ์อ้อยลูกผสมจำนวน 54 พันธุ์ (ตารางที่ 1) ได้จากอ้อย 28 คู่ผสม จากโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อย อาคารถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สนับสนุนโดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 25 พันธุ์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 พันธุ์อ้อยลูกผสมชุด TByEFC05 จำนวน 54 พันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง

รหัสพันธุ์	โคลน	รหัสพันธุ์	โคลน	รหัสพันธุ์	โคลน
E01	TByEFC05-0033	E28	TByEFC05-0079	E55	TByEFC05-0873
E03	TByEFC05-1455	E30	TByEFC05-1103	E57	TByEFC05-0105
E05	TByEFC05-0335	E31	TByEFC05-1454	E59	TByEFC05-1339
E06	TByEFC05-1332	E32	TByEFC05-0080	E61	TByEFC05-0853
E07	TByEFC05-1406	E34	TByEFC05-0948	E62	TByEFC05-1395
E09	TByEFC05-0122	E35	TByEFC05-1052	E64	TByEFC05-0611
E10	TByEFC05-0510	E37	TByEFC05-1451	E65	TByEFC05-0035
E12	TByEFC05-1044	E38	TByEFC05-0356	E66	TByEFC05-0069
E14	TByEFC05-0836	E39	TByEFC05-0318	E68	TByEFC05-1083
E15	TByEFC05-1037	E41	TByEFC05-0799	E69	TByEFC05-1343
E17	TByEFC05-0049	E42	TByEFC05-1635	E70	TByEFC05-1000
E18	TByEFC05-0609	E44	TByEFC05-1430	E72	TByEFC05-1317
E20	TByEFC05-0895	E45	TByEFC05-1340	E73	TByEFC05-1076
E21	TByEFC05-0820	E47	TByEFC05-0487	E74	TByEFC05-1030
E22	TByEFC05-0668	E48	TByEFC05-0677	E76	TByEFC05-0087
E24	TByEFC05-0048	E50	TByEFC05-0390	E77	TByEFC05-0587
E25	TByEFC05-1211	E51	TByEFC05-0203	E79	TByEFC05-0310
E27	TByEFC05-0661	E54	TByEFC05-0810	E80	TByEFC05-1557

ตารางที่ 2 พันธุ์พ่อแม่ จำนวน 25 พันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง

รหัสพันธุ์	โคลน	รหัสพันธุ์	โคลน	รหัสพันธุ์	โคลน
E02	TBy22-1192	E26	KU60-3	E56	TByEFC04-0008
E04	TByEFC04-0109	E29	TByEFC04-0027	E60	TByEFC04-0013
E08	TBy20-2248	E33	Ehaew	E63	TBy20-1300
E11	UT1	E36	TByEFC04-0009	E67	TByEFC04-0015
E13	TByEFC04-0020	E40	TByEFC04-0119	E71	91-2-056
E16	TBy20-0732	E43	TByEFC04-0019	E75	TByEFC04-0083
E19	KU60-1	E46	TByEFC04-0069	E78	TByEFC04-0024
E23	TBy20-0556	E49	TByEFC04-0132	E81	K84-200
E26	KU60-3	E52	TByEFC04-0118		

2. อ้อยพันธุ์มาตรฐานสำหรับปลูกเปรียบเทียบ จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ LK92-11 และ K88-92
3. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ ไม้วัดความสูง เครื่องชั่งน้ำหนัก สายวัดความยาว เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ hand refractometer เป็นต้น
4. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

## วิธีการ

### 1. การวางแผนการทดลอง

การปลูกทดสอบดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองของศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเขต 1 อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี การทดลองใช้แผนการทดลองแบบ 9 x 9 triple lattice ประกอบด้วยอ้อย 81 พันธุ์ เป็นสิ่งทดลอง (พันธุ์อ้อยพลังงานลูกผสมชุด TByEFC05 จำนวน 54 พันธุ์ พันธุ์พ่อแม่ 25 พันธุ์ และพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์) ปลูกแบบแถวเดี่ยว ทำใน 2 ฤดูปลูก (ฤดูต้นฝน และ ฤดูปลายฝน) ทำ 3 ซ้ำ ใช้แปลงย่อยขนาด 7.5 ตารางเมตร (ระยะระหว่างร่อง 1.5 เมตร แถวยาว 5 เมตร) ใช้ท่อนพันธุ์อ้อย 3 ตา จำนวน 15 ท่อนต่อแปลงย่อย ปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์อ้อยอายุ 8 เดือน ใ้ปุ๋ย 21-0-0 ในอัตรา 10 กก./ในโตรเจนต่อไร่ ให้น้ำชลประทาน และกำจัดวัชพืช เก็บเกี่ยวผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตเมื่ออ้อยอายุ 10 เดือน

### 2. การเก็บข้อมูล

#### 2.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อย เก็บข้อมูลดังนี้

2.1.1 ความสูงลำต้น (stalk height, STKHT, ซม.) วัดความสูงของลำอ้อยจากโคนถึงตำแหน่งกอใบสูงสุด โดยสุ่มต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลทุกเดือนและที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (stalk diameter, STKDIA, ซม.) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำที่กลางลำต้น โดยสุ่มวัดต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.1.3 ความยาวลำ (stalk length, STKLN, ซม.) วัดความยาวลำอ้อยจากโคนถึงตำแหน่งจุดหักธรรมชาติ โดยสุ่มวัดต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.1.4 น้ำหนักลำ (stalk weight, STKWT, กก.ต่อลำ) ชั่งน้ำหนักลำ โดยสุ่มต้นอ้อยจำนวน 1 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.1.5 จำนวนลำ (number of stalk, STKNO, ลำต่อเสกตาร) นับจำนวนลำภายในแต่ละแปลงย่อย แล้วคำนวณเป็นจำนวนลำต่อเสกตาร เก็บข้อมูลที่อายุ 10 เดือน

2.1.6 ผลผลิตอ้อย (cane yield, CYLD, ต้นต่อเสกตาร) ชั่งน้ำหนักอ้อยทั้งหมดที่เกี่ยวเกี่ยวได้ในแต่ละแปลงย่อย แล้วคำนวณผลผลิตเป็นต้นต่อเสกตาร เก็บข้อมูลที่อายุ 10 เดือน

2.1.7 จำนวนใบ (number of leaves, LFNO, ใบต่อต้น) นับจำนวนใบเขียวตั้งแต่ตำแหน่งคอบสูงสุดลงมาจนถึงใบที่มีสีเขียวมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ โดยสุ่มต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อายุ 8 และ 10 เดือน

2.1.8 ความกว้างใบ (leaf width, LFWD, ม.) วัดความกว้างใบตำแหน่งที่กว้างที่สุด โดยสุ่มวัดต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อายุ 8 และ 10 เดือน

2.1.9 ความยาวใบ (leaf length, LFLN, ม.) วัดความยาวใบจากรอยต่อกาบใบจนถึงปลายใบ โดยสุ่มวัดต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อายุ 8 และ 10 เดือน

2.1.10 สัดส่วนใบ (leaf module, LFMOD) เป็นสัดส่วนของความยาวใบ (LFLN) หารด้วยความกว้างใบ (LFWD)

2.1.11 พื้นที่ใบต่อต้น (leaf area per stalk, PAREA, ตร.ม.) เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนพื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้น โดยทำการสุ่มวัดจากตัวแทน 5 ต้นภายในแปลงย่อย

2.1.12 พื้นที่ใบเดี่ยว (single leaf area, SAREA, ตร.ม.) เป็นค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้น (PAREA) หารด้วยจำนวนใบอ้อยทั้งหมด โดยทำการสุ่มวัดจากตัวแทน 5 ต้นภายในแปลงย่อย

2.1.13 ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index, LAI) เป็นสัดส่วนพื้นที่ใบอ้อยทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่ดิน

2.1.14 ความยาวปล้อง (internode length, INTLN, ซม.) วัดความยาวระหว่างข้อปล้องบนกับข้อปล้องล่างบริเวณกลางลำ โดยสุ่มวัดต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 8 และ 10 เดือน

2.1.15 จำนวนปล้อง (internode number, INTNO, ปล้องต่อลำ) นับจำนวนปล้องตั้งแต่โคนต้นจนถึงตำแหน่งกอใบสูงสุด โดยสุ่มต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 8 และ 10 เดือน

## 2.2 ผลผลิตน้ำตาลและองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาล

2.2.1 ค่าบrix (BRIX, องศาบrix) วัดค่าบrix โดยใช้ hand refractometer สุ่มต้นอ้อยที่เป็นตัวแทนจำนวน 5 ลำภายในแปลงย่อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 8 และ 10 เดือน

2.2.2 ค่าบrix จากห้องปฏิบัติการ (BRIXLB, องศาบrix) ส่งตัวอย่างอ้อยที่สุ่มจำนวน 10 ลำ ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพอ้อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.2.3 ปริมาณเส้นใย (FIBER, เปอร์เซ็นต์) ส่งตัวอย่างอ้อยที่สุ่มจำนวน 10 ลำ ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพอ้อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.2.4 ค่าโพลาไรตี้ (polarity, POL, เปอร์เซ็นต์) ส่งตัวอย่างอ้อยที่สุ่มจำนวน 10 ลำ ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพอ้อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.2.5 ความบริสุทธิ์ (purity, PUR, เปอร์เซ็นต์) ส่งตัวอย่างอ้อยที่สุ่มจำนวน 10 ลำ ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพอ้อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.2.6 ซีซีเอส (commercial cane sugar, CCS) ส่งตัวอย่างอ้อยที่สุ่มจำนวน 10 ลำ ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพอ้อย เก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 10 เดือน

2.2.7 ผลผลิตน้ำตาลซูโครส (sugar yield, SYLD, ตันต่อเฮกตาร์) ซึ่งเป็นผลคูณของผลผลิตอ้อยกับปริมาณซูโครสในอ้อย ดังนี้

$$SYLD = CYLD \times SC$$

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ดำเนินการในทุกลักษณะตามแผนการทดลองแบบ Triple lattice (ตารางที่ 3) และวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) ของทั้ง 2 ฤดูปลูก ในอ้อยปลูกและอ้อยต่อปีที่ 1 (ตารางที่ 4) ตามวิธีของสุรพล (2536)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ Triple lattice

Source of variance	d.f.	Mean square
Replications	r-1	
Entries	k <sup>2</sup> -1	MSG
Blocks/replication	r(k-1)	MSB(R)
Error	(k-1)(rk-k-1)	MSE

เมื่อ r = จำนวนซ้ำ  
k = จำนวนบล็อก

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของ 2 การทดลอง ในอ้อยปลูกและอ้อยต่อที่ 1

Source of variance	d.f.	Mean square
Crops	c-1	
Seasons	(s-1)	
Crop x Season	(c-1)(s-1)	
Replications / (Crops and Seasons)	cs(r-1)	
Entries	$k^2-1$	MS1
Crop x Entry	$(c-1)(k^2-1)$	MS2
Season x Entry	$(s-1)(k^2-1)$	MS3
Crop x Season x Entry	$(c-1)(s-1)(k^2-1)$	MS4
Blocks / (Crop Season and Replication)	csr(k-1)	MSB
Pooled error	$cs(k-1)(rk-k-1)$	MSE

เมื่อ c = จำนวนต่ออ้อย  
s = จำนวนฤดูปลูก  
r = จำนวนซ้ำ  
k = จำนวนบล็อก

### 3.2 การวิเคราะห์อัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรม สามารถคำนวณได้เป็น 2 รูปแบบ คือ อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง (broad- sense heritability,  $H^2$ ) เป็นสัดส่วนของความผันแปรที่เกิดจากพันธุกรรม (genetic variance) กับความผันแปรของลักษณะปรากฏ (phenotypic variance) และอัตราพันธุกรรมแนวแคบ (narrow- sense heritability,  $h^2$ ) เป็นความผันแปรของอิทธิพลพันธุกรรมแบบบวก (additive genetic variance) กับความผันแปรของลักษณะปรากฏ การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมจากรีเกรสชันของลักษณะในลูกต่อลักษณะในพ่อแม่

ค่าอัตราพันธุกรรมจากรีเกรสชันของลักษณะในลูกต่อลักษณะในพ่อหรือแม่

$$h^2 = 2 b_{O,P}$$

ค่าอัตราพันธุกรรมจากรีเกรสชันของลักษณะในลูกต่อลักษณะในพ่อแม่ (ค่าเฉลี่ย)

$$h^2 = b_{O,P}$$

### 3.3 ความดีเด่นของลูกผสม (heterosis)

คำนวณโดยการเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่ (mid-parent heterosis) แสดงเป็นสูตรดังนี้

$$\text{Heterosis} = 100 \times [(F_1 - MP)/MP]$$

เมื่อ  $F_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ทำการเก็บข้อมูลในลูกผสม และ  $MP$  คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะเดียวกันของพ่อแม่

### 3.4 การวิเคราะห์เส้นทาง (path analysis)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ใช้วิธี Pearson product-moment (Steel and Torrie, 1960) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}}$$

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และรีเกรสชัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบผลผลิตต่าง ๆ จากกลุ่มขององค์ประกอบผลผลิตที่มีความสัมพันธ์กัน ที่เสนอโดย Milligan (1990) เพื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทาง

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทาง ทำโดยการนำข้อมูลของกลุ่มองค์ประกอบผลผลิตที่มีความสัมพันธ์กัน หาค่าอิทธิพลรวมด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิต และหาค่าอิทธิพลทางตรงด้วยการวิเคราะห์สมการรีเกรสชัน

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง คำนวณตามสมการ (สุรพล, 2536) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิต

ความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์
$X_1$ กับ $Y$	
อิทธิพลทางตรงของ $X_1$	$b_1$
อิทธิพลทางอ้อมของ $X_1$ ผ่าน $X_2$	$r_{12} \cdot b_2$
อิทธิพลรวม	$r_{1y}$

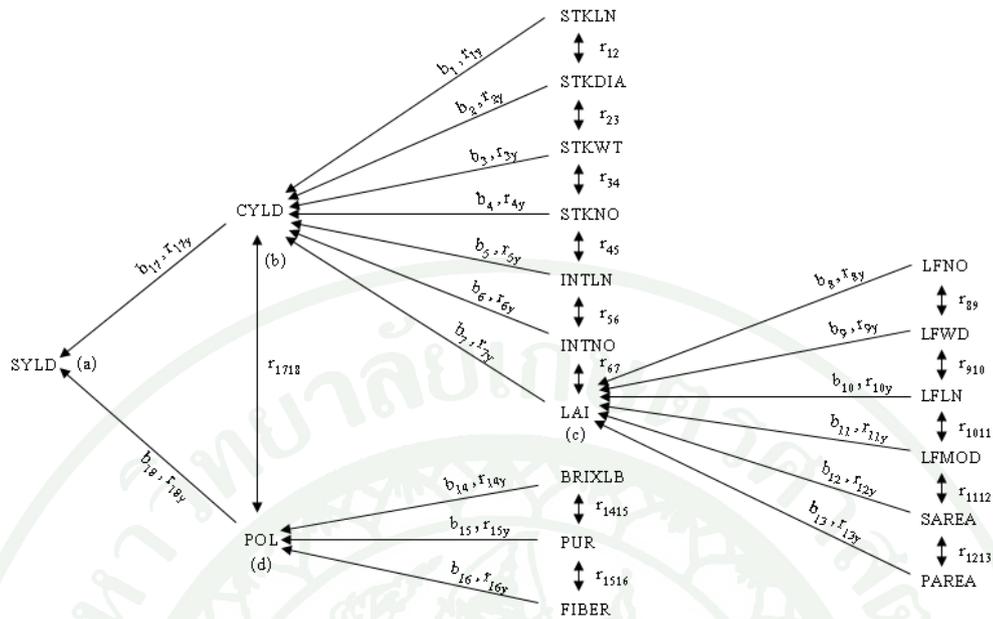
เมื่อ  $b_1$  ,  $b_2$  = ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของสมการรีเกรสชันระหว่าง  $X_1$  และ  $X_2$  กับ  $Y$

$r_{12}$  ,  $r_{1y}$  = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง  $X_1$  กับ  $X_2$  และ  $X_1$  กับ  $Y$

สัมประสิทธิ์มาตรฐานของสมการรีเกรสชันระหว่างลักษณะ คำนวณตามสมการเมตริกซ์

ดังนี้

$$\begin{bmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{12} & r_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$$



ภาพที่ 1 โค้ดแอมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่าง (a) ผลผลิตอ้อยต่อเฮกตาร์ และค่าโพล กับผลผลิตน้ำตาลต่อเฮกตาร์ (b) ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ความยาวปล้อง จำนวนปล้อง และดัชนีพื้นที่ใบ กับผลผลิตอ้อยต่อเฮกตาร์ (c) จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และพื้นที่ใบต่อต้น กับดัชนีพื้นที่ใบ (d) ค่าริคซ์ ความบริสุทธิ์ และปริมาณเส้นใย กับค่าโพล โดย b คือ อิทธิพลทางตรง และ r คือ อิทธิพลรวม

4. สถานที่ทำการทดลอง

ทดสอบพันธุ์ที่แปลงทดลองของศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเขต 1

อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี

5. ระยะเวลาทำการทดลอง

ระยะเวลาในการทดลอง เดือนกันยายน 2551- เดือนตุลาคม 2553

## 6. แหล่งทุนสนับสนุน

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (สวทช.) โดยสนับสนุนทุนพัฒนาบุคลากรระดับปริญญาโท-เอก



## ผลและวิจารณ์

### การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การทดลองดำเนินการ 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน ในอ้อยปลูกและอ้อยต่อที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ 9x9 Triple Lattice เก็บข้อมูลลักษณะทางการเกษตร 22 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวลำ (STKLN) เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (STKDIA) น้ำหนักลำ (STKWT) จำนวนลำ (STKNO) ผลผลิตอ้อย (CYLD) ค่าบrix 8 เดือน (BRIX8M) ค่าบrix 10 เดือน (BRIX10M) ค่าบrix จากห้องปฏิบัติการ (BRIXLB) ค่าโพล (POL) ปริมาณเส้นใย (FIBER) ค่าความบริสุทธิ์ (PUR) ซีซีเอส (CCS) ผลผลิตน้ำตาล (SYLD) จำนวนใบ (LFNO) ความกว้างใบ (LFW) ความยาวใบ (LFLN) ลัดส่วนใบ (LFMOD) พื้นที่ใบเดี่ยว (SAREA) พื้นที่ใบต่อต้น (PAREA) ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ความยาวปล้อง (INTLN) และจำนวนปล้อง (INTNO) สามารถแยกส่วนความแปรปรวนตามแผนการทดลอง เป็นความแปรปรวนที่เกิดจากพันธุ์ (genotype) ระหว่างกลุ่มพ่อแม่กับรุ่นลูก (among groups) กลุ่มพันธุ์พ่อแม่ (among parents) กลุ่มรุ่นลูก (among progenies) และกลุ่มพันธุ์พ่อแม่กับกลุ่มรุ่นลูก (parent vs progeny) ประเมินองค์ประกอบทางพันธุกรรม และวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแปรปรวนรวมในแต่ละลักษณะ ดังนี้

### ข้อมูลจำแนกตามฤดูปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแยกตามฤดูปลูก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และตารางผนวกที่ 23-44 พบว่าอิทธิพลของชนิดอ้อย (crop, C) แสดงนัยสำคัญทางสถิติทั้งฤดูต้นฝนและปลายฝนในลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIXLB POL CCS SYLD LFW LFLN SAREA PAREA INTLN และ INTNO แสดงนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะฤดูต้นฝนในลักษณะ BRIX10M และแสดงนัยสำคัญทางสถิติฤดูปลายฝนในลักษณะ LFNO LFMOD และ LAI

อิทธิพลของพันธุ์ (genotype, G) แสดงนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะ STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M FIBER SYLD LFW LFLN LFMOD SAREA PAREA และ LAI แสดงนัยสำคัญทางสถิติฤดูต้นฝนในลักษณะ STKLN และ INTLN และแสดงนัยสำคัญทางสถิติฤดูปลายฝนในลักษณะ POL CCS และ LFNO

ส่วนปฏิสัมพันธ์ของชนิดอ้อยกับพันธุ์ (crop x genotype, CxG) มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะ STKNO LFWD LFMOD SAREA และ LAI มีนัยสำคัญทางสถิติฤดูต้นฝนในลักษณะ CYLD และมีนัยสำคัญทางสถิติฤดูปลายฝนในลักษณะ STKWT BRIX10M LFLN และ PAREA

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแยกในแต่ละฤดูปลูกของความแตกต่างระหว่างกลุ่มพันธุ์ (group) พันธุ์พ่อแม่ (parents) รุ่นลูก (progenies) และพ่อแม่กับรุ่นลูก (parent vs progeny) แสดงไว้ในตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ 23-44 พบว่าอิทธิพลของความแตกต่างระหว่างกลุ่มพันธุ์ มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะ STKDIA STKWT STKNO BRIX10M POL FIBER CCS LFWD LFLN LFMOD SAREA และ PAREA และมีนัยสำคัญทางสถิติฤดูปลายฝนในลักษณะ CYLD BRIX8M BRIXLB SYLD และ LFNO

อิทธิพลของความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อแม่ (parents) มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M FIBER LFNO LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA และ LAI โดยมีนัยสำคัญทางสถิติฤดูต้นฝนในลักษณะ INTLN และมีนัยสำคัญทางสถิติฤดูปลายฝนในลักษณะ POL CCS และ SYLD

อิทธิพลของความแตกต่างระหว่างรุ่นลูก (progenies) มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะ STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M FIBER SYLD LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA LAI และ INTLN มีนัยสำคัญทางสถิติฤดูต้นฝนในลักษณะ STKLN และมีนัยสำคัญทางสถิติฤดูปลายฝนในลักษณะ POL CCS LFNO และ INTNO

อิทธิพลของความแตกต่างระหว่างพ่อแม่กับรุ่นลูก (parent vs progeny) มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะ STKNO BRIX10M POL LFWD LFMOD SAREA และ PAREA และมีนัยสำคัญทางสถิติฤดูปลายฝนในลักษณะ STKDIA CYLD BRIX8M BRIXLB CCS และ LFNO

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแยกตามฤดูปลูก โดยแสดงนัยสำคัญทางสถิติ ของลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตน้ำตาลใน 22 ลักษณะ

Sources of variation	STKLN		STKDIA		STKWT		STKNO		CYLD		BRX8M	
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS
Crops (C)	**	**	**	*	**	**	**	**	*	*	**	*
Genotypes (G)	*	ns	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**
CxG	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	*	ns	ns	ns
	BRX10M		BRXLB		POL		FIBER		PUR		CCS	
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS
Crops (C)	**	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	*	**
Genotypes (G)	**	**	ns	ns	ns	*	**	**	ns	ns	ns	**
CxG	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	SYLD		LFNO		LFWD		LFLN		LFMOD		SAREA	
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS
Crops (C)	*	**	ns	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
Genotypes (G)	*	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CxG	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	**	*	*	**	**
	PAREA		LAI		INTLN		INTNO					
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS				
Crops (C)	**	**	ns	**	*	*	*	*				
Genotypes (G)	**	**	**	**	*	ns	ns	ns				
CxG	ns	**	*	**	ns	ns	ns	ns				

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแยกตามฤดูปลูก โดยแสดงนัยสำคัญทางสถิติ ของความแตกต่างในกลุ่มพันธุ์ (groups) พันธุ์พ่อแม่ (parents) รุ่นลูก (progenies) และพ่อแม่กับรุ่นลูก (parent vs progeny) ในลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตน้ำตาลใน 22 ลักษณะ

Sources of variation	STKLN		STKDIA		STKWT		STKNO		CYLD		BRIX8M	
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS
Among groups	ns	ns	**	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**
Among parents	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Among progenies	*	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Parent vs progeny	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	**	ns	**	ns	**
	BRIX10M		BRIXLB		POL		FIBER		PUR		CCS	
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS
Among groups	**	**	ns	**	*	**	**	**	ns	ns	*	**
Among parents	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	ns	**
Among progenies	**	**	ns	ns	ns	*	**	**	ns	ns	ns	**
Parent vs progeny	**	**	ns	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	**
	SYLD		LFNO		LFWD		LFLN		LFMOD		SAREA	
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS
Among groups	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Among parents	ns	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Among progenies	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Parent vs progeny	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	**	**	**	**
	PAREA		LAI		INTLN		INTNO					
	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS	ERS	LRS				
Among groups	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
Among parents	**	**	**	**	**	ns	ns	ns				
Among progenies	*	**	**	**	*	*	ns	*				
Parent vs progeny	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns				

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

## ข้อมูลรวมทั้ง 2 ฤดูปลูก

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม 2 ฤดูปลูก ในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตน้ำตาล ได้ผลแสดงไว้ในตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ 45-48 ซึ่งพบว่า อิทธิพลของฤดูปลูก (season, S) มีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะ STKLN STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M BRIXLB LFWD LFLN LFMOD SAREA LAI INTLN และ INTNO อิทธิพลของชนิดอ้อย (crop, C) มีนัยสำคัญทางสถิติในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น FIBER และ PUR ปฏิสัมพันธ์ของฤดูปลูกกับชนิดอ้อย (season x crop, SxC) มีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะ STKDIA STKWT BRIX8M BRIX10M LFNO LFLN LFMOD SAREA PAREA และ LAI อิทธิพลของพันธุ์ (genotype, G) มีนัยสำคัญทางสถิติในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น PUR ในส่วนของปฏิสัมพันธ์ของฤดูปลูกกับพันธุ์ (season x genotype, SxG) มีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะ STKNO LFWD LFLN LFMOD SAREA และ LAI ปฏิสัมพันธ์ของชนิดอ้อยกับพันธุ์ (crop x genotype, CxG) มีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะ STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX10M LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA และ LAI และปฏิสัมพันธ์ของฤดูปลูกกับชนิดอ้อยกับพันธุ์ (season x crop x genotype, SxCxG) มีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะ STKNO LFWD SAREA และ LAI

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม 2 ฤดูปลูก โดยแสดงนัยสำคัญทางสถิติของลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตน้ำตาลใน 22 ลักษณะ

Sources of variation	Agronomic traits							
	STKLN	STKDIA	STKWT	STKNO	CYLD	BRIX8M	BRIX10M	BRIXLB
Season (S)	**	ns	ns	**	**	**	**	*
Crops (C)	**	**	**	**	**	**	**	**
SxC	ns	**	**	ns	ns	**	**	ns
Genotypes (G)	**	**	**	**	**	**	**	*
SxG	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
CxG	ns	*	**	**	**	ns	**	ns
SxCxG	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
	POL	FIBER	PUR	CCS	SYLD	LFNO	LFWD	LFLN
Season (S)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
Crops (C)	**	ns	ns	**	**	**	**	**
SxC	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
Genotypes (G)	**	**	ns	**	**	**	**	**
SxG	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**
CxG	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
SxCxG	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
	LFMOD	SAREA	PAREA	LAI	INTLN	INTNO		
Season (S)	**	*	ns	**	**	**		
Crops (C)	**	**	**	*	**	**		
SxC	**	**	**	**	ns	ns		
Genotypes (G)	**	**	**	**	**	**		
SxG	**	*	ns	**	ns	ns		
CxG	**	**	*	**	ns	ns		
SxCxG	ns	*	ns	*	ns	ns		

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

## องค์ประกอบของความแปรปรวน

การประเมินองค์ประกอบทางพันธุกรรมสามารถประเมินได้จากความแปรปรวนที่เกิดขึ้นของ G SxG CxG และ SxCxG (ตารางที่ 9) พบว่า ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เกิดจากอิทธิพลของพันธุ์ในลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M BRIXLB POL FIBER PUR CCS SYLD LFNO LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA LAI INTLN และ INTNO มีค่าเท่ากับ 272.15 38.41 18.95 4,986.81 399.37 170.87 64.38 77.95 102.95 205.55 5.93 79.30 549.49 11.09 24.95 83.77 16.92 1.71 80.66 16.85 5.57 และ 104.10 ตามลำดับ ส่วนความแปรปรวนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของ SxG ในลักษณะ STKLN STKWT STKNO CYLD PUR SYLD LFNO LFLN LFMOD LAI INTLN และ INTNO มีค่าเท่ากับ 90.61 1.17 531.07 42.92 0.50 28.92 3.76 5.86 1.29 3.78 5.89 และ 0.54 ตามลำดับ ในขณะที่ลักษณะ STKDIA BRIX08M BRIX10M BRIXLB POL FIBER CCS LFWD SAREA และ PAREA มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นศูนย์ แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของ SxG ในลักษณะดังกล่าวมีน้อยมาก ความแปรปรวนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของ CxG ในลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M BRIXLB POL PUR CCS SYLD LFNO LFWD LFLN SAREA PAREA LAI INTLN และ INTNO มีค่าเท่ากับ 328.06 1.70 17.65 2,584.63 169.18 52.70 47.73 15.92 28.44 1.45 23.28 76.24 9.80 0.48 15.01 0.19 15.82 26.10 18.67 และ 89.47 ตามลำดับ ในขณะที่ลักษณะ FIBER และ LFMOD มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นศูนย์ แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของ CxG ในลักษณะ FIBER และ LFMOD มีน้อยมาก และความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ของ SxCxG ในลักษณะ STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M FIBER PUR CCS SYLD LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA LAI INTLN และ INTNO มีค่าเท่ากับ 3.16 1,988.50 202.81 30.91 14.09 6.84 1.27 2.91 256.85 5.96 15.80 3.28 0.44 59.31 19.36 15.58 และ 25.01 ตามลำดับ ในขณะที่ลักษณะ STKLN STKDIA BRIXLB POL และ LFNO มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นศูนย์ แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของ SxCxG ในลักษณะ STKLN STKDIA BRIXLB POL และ LFNO มีน้อยมาก

**ตารางที่ 9** Expected Mean Square ที่เกิดจากลูกผสมอ้อยพลังงาน ในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบrix 8 และ 10 เดือน และค่าบrixจากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ความบริสุทธิ์ ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง

Expected Mean Square	Agronomic traits										
	STKLN (cm)	STKDIA (x10 <sup>-3</sup> cm)	STKWT (x10 <sup>-3</sup> kg)	STKNO (x10 <sup>5</sup> st.ha <sup>-1</sup> )	CYLD (t ha <sup>-1</sup> )	BRX8M (x10 <sup>-2</sup> %)	BRX10M (x10 <sup>-2</sup> %)	BRXLB (x10 <sup>-2</sup> %)	POL (x10 <sup>-2</sup> %)	FIBER (x10 <sup>-2</sup> %)	PUR (%)
Var (sea)	328.60	0.05	0.00	8,129.78	51.03	0.00	65.07	30.67	2.70	0.00	1.16
Var (crop)	1,285.60	12.31	101.94	1,288.15	63.23	0.00	0.00	433.07	230.99	0.00	0.00
Var (sea*crop)	0.00	0.00	1.36	86.64	0.00	481.74	217.47	0.00	0.00	0.00	0.93
Var (rep (sea*crop))	67.63	0.76	1.15	52.18	0.00	0.00	6.16	7.67	0.63	4.51	12.52
Var (gen)	272.15	38.41	18.95	4,986.81	399.37	170.87	64.38	77.95	102.09	205.55	5.93
Var (sea*gen)	90.61	0.00	1.17	531.07	42.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
Var (crop*gen)	328.06	1.70	17.65	2,584.63	169.18	52.70	47.73	15.29	28.44	0.00	1.45
Var (sea*crop*gen)	0.00	0.00	3.16	1,988.50	202.81	30.91	14.09	0.00	0.00	6.84	1.27
Var (blk (sea*crop*rep))	355.21	0.00	3.81	405.67	86.44	55.67	23.43	84.07	99.15	49.70	8.49
Var (error)	678.64	66.35	19.56	3,326.89	441.59	186.49	136.97	207.75	294.57	249.25	23.26
	CCS (x10 <sup>-2</sup> %)	SYLD (x10 <sup>-2</sup> t ha <sup>-1</sup> )	LFNO (x10 <sup>-2</sup> no.st <sup>1</sup> )	LFWD (x10 <sup>-2</sup> cm)	LFLN (cm)	LFMOD	SAREA (x10 <sup>5</sup> sq.m)	PAREA (x10 <sup>5</sup> sq.m)	LAI (x10 <sup>-3</sup> )	INTLN (x10 <sup>-2</sup> cm)	INTNO (x10 <sup>-2</sup> cm)
Var (sea)	0.00	25.00	0.00	1.36	0.66	2.64	0.00	0.00	24.10	347.72	85.04
Var (crop)	117.83	336.27	109.43	37.24	129.19	0.45	5.03	0.00	0.00	30.70	145.21
Var (sea*crop)	0.00	0.00	71.04	0.00	31.40	3.10	0.12	87.19	12.70	0.00	0.00
Var (rep (sea*crop))	13.11	29.22	21.21	0.04	0.58	0.00	0.01	14.73	1.90	4.55	19.68
Var (gen)	79.30	549.49	11.09	24.95	83.77	16.92	1.71	80.66	16.85	5.57	104.10
Var (sea*gen)	0.00	28.92	3.76	0.00	5.86	1.29	0.00	0.00	3.78	5.89	0.54
Var (crop*gen)	23.28	76.04	9.80	0.48	15.01	0.00	0.19	15.82	26.10	18.67	89.47
Var (sea*crop*gen)	2.91	256.85	0.00	5.96	15.80	3.28	0.44	59.31	19.36	15.85	25.01
Var (blk (sea*crop*rep))	72.35	185.41	21.39	1.36	1.74	0.69	0.15	27.47	9.39	13.81	96.77
Var (error)	234.27	787.09	140.82	6.28	49.51	5.64	0.59	136.85	40.57	62.58	365.51

เมื่อแยกองค์ประกอบความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตย่อยพบว่า องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO CYLD LFNO LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA LAI INTLN และ INTNO ให้ความผันแปรของลักษณะปรากฏ (phenotypic variance,  $\sigma_p^2$ ) เท่ากับ 538.04 447.29 307.77 731.90 592.92 296.01 271.99 102.28 188.56 196.48 114.80 400.02 270.18 และ 185.82 ตามลำดับ ความผันแปรทางพันธุกรรม (genotypic variance,  $\sigma_g^2$ ) เท่ากับ 272.15 384.10 189.50 498.68 399.37 110.86 249.48 83.77 169.19 170.70 80.66 168.45 55.66 และ 104.10 ตามลำดับ ความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่าง GxC ( $\sigma_{gc}^2$ ) มีค่าเท่ากับ 164.03 8.51 88.25 129.23 84.59 49.02 2.38 7.51 0.00 9.74 7.91 130.49 93.33 และ 44.73 ตามลำดับ ความแปรปรวนปฏิสัมพันธ์ของ GxS ( $\sigma_{gs}^2$ ) มีค่าเท่ากับ 45.31 0.00 5.83 26.55 21.46 18.78 0.00 2.93 6.47 0.00 0.00 18.88 29.43 และ 0.27 ตามลำดับ ความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ของ GxSxC ( $\sigma_{gsc}^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.00 0.00 7.89 49.71 50.70 0.00 14.90 3.95 8.19 11.10 14.83 48.40 39.62 และ 6.25 ตามลำดับ ส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ( $\sigma_e^2$ ) มีค่าเท่ากับ 56.55 55.29 16.30 27.72 36.80 117.35 5.23 4.13 4.70 4.95 11.40 33.81 52.15 และ 30.46 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบความแปรปรวนในแต่ละลักษณะ พบว่า ความแปรปรวนของพันธุกรรม มีมากกว่าในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น จำนวนใบ แสดงว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะดังกล่าวมาก โดยเฉพาะลักษณะ STKNO CYLD และ STKLN มีความแปรปรวนต่อพันธุกรรมมาก ซึ่งมากกว่าความผันแปรจากแหล่งอื่น ๆ จึงตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมน้อยกว่า ตรงกันข้ามกับรายงานของ สันติ (2547) ที่พบว่า ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน มีมากในเกือบทุกลักษณะ โดยเฉพาะลักษณะ STKWT และ DENSITY

ตารางที่ 10 ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ และองค์ประกอบของความแปรปรวนในลักษณะ  
ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตย่อย

Variance components	Agronomic traits						
	STKLN	STKDIA (x10 <sup>-4</sup> )	STKWT (x10 <sup>-4</sup> )	STKNO (x10 <sup>6</sup> )	CYLD	LFNO (x10 <sup>-3</sup> )	LFWD (x10 <sup>-3</sup> )
$\sigma_g^2$	272.15	384.10	189.50	498.68	399.37	110.86	249.48
$\sigma_{gc}^2$	164.03	8.51	88.25	129.23	84.59	49.02	2.38
$\sigma_{gs}^2$	45.31	0.00	5.83	26.55	21.46	18.78	0.00
$\sigma_{gsc}^2$	0.00	0.00	7.89	49.71	50.70	0.00	14.90
$\sigma_e^2$	56.55	55.29	16.30	27.72	36.80	117.35	5.23
$\sigma_p^2$	538.04	447.90	307.77	731.90	592.92	296.01	271.99
	LFLN	LFMOD (x10 <sup>-1</sup> )	SAREA (x10 <sup>-7</sup> )	PAREA (x10 <sup>-5</sup> )	LAI (x10 <sup>-3</sup> )	INTLN (x10 <sup>-3</sup> )	INTNO (x10 <sup>-2</sup> )
$\sigma_g^2$	83.77	169.19	170.70	80.66	168.45	55.66	104.10
$\sigma_{gc}^2$	7.51	0.00	9.74	7.91	130.49	93.33	44.73
$\sigma_{gs}^2$	2.93	6.47	0.00	0.00	18.88	29.43	0.27
$\sigma_{gsc}^2$	3.95	8.19	11.10	14.83	48.40	39.62	6.25
$\sigma_e^2$	4.13	4.70	4.95	11.40	33.81	52.15	30.46
$\sigma_p^2$	102.28	188.56	196.48	114.80	400.02	270.18	185.82

เมื่อแยกองค์ประกอบความแปรปรวนของผลผลิตน้ำตาล (SYLD) และองค์ประกอบผล  
ผลิตน้ำตาล (BRX8M BRX10M BRXLB POL FIBER PUR และ CCS) พบว่า ความ  
แปรปรวนของพันธุกรรมเป็นองค์ประกอบหลักของความแปรปรวนของลักษณะปรากฏในทุก  
ลักษณะ โดยที่ BRX8M BRX10M BRXLB POL FIBER PUR CCS และ SYLD ให้ค่าเท่ากับ  
1.71 0.64 0.78 1.02 2.06 5.93 0.79 และ 5.49 ตามลำดับ ส่วนความแปรปรวนปฏิสัมพันธ์ของ GxC  
( $\sigma_{gc}^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.26 0.24 0.08 0.14 0.00 0.73 0.12 และ 0.38 ตามลำดับ ความแปรปรวนของ  
ปฏิสัมพันธ์ของ GxS ( $\sigma_{gs}^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.25 0.00 และ 0.14 ตามลำดับ  
ความแปรปรวนปฏิสัมพันธ์ของ GxSxC ( $\sigma_{gsc}^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.08 0.04 0.00 0.00 0.02 0.32 0.01 และ  
0.64 ตามลำดับ ส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ( $\sigma_e^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.16 0.11 0.17 0.25  
0.21 1.94 0.20 และ 0.66 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ความแปรปรวนปฏิสัมพันธ์ของ GxC มีค่าสูง  
รองลงมาจากความแปรปรวนทางพันธุกรรม ในลักษณะ BRX08M และ BRX10M และความ

แปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ในลักษณะ BR1XLB POL FIBER PUR CCS และ SYLD มีค่าสูง รองลงมาจากความแปรปรวนทางพันธุกรรม (ตารางที่ 11)

**ตารางที่ 11** ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ และองค์ประกอบของความแปรปรวนในลักษณะ ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาล

Variance components	Agronomic traits							
	BR1X8M	BR1X10M	BR1XLB	POL	FIBER	PUR	CCS	SYLD
$\sigma_g^2$	1.71	0.64	0.78	1.02	2.06	5.93	0.79	5.49
$\sigma_{gc}^2$	0.26	0.24	0.08	0.14	0.00	0.73	0.12	0.38
$\sigma_{gs}^2$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.14
$\sigma_{gsc}^2$	0.08	0.04	0.00	0.00	0.02	0.32	0.01	0.64
$\sigma_e^2$	0.16	0.11	0.17	0.25	0.21	1.94	0.20	0.66
$\sigma_p^2$	2.20	1.03	1.03	1.41	2.28	9.16	1.11	7.32

องค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะปรากฏในลักษณะผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล องค์ประกอบผลผลิตอ้อยและน้ำตาล มีความแตกต่างกันของลำดับความสำคัญของความแปรปรวน และสัดส่วนขององค์ประกอบความแปรปรวน อย่างไรก็ตาม ความแปรปรวนของพันธุกรรมมีแนวโน้มที่จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในเกือบทุกลักษณะ ดังนั้น โดยภาพรวมขององค์ประกอบความแปรปรวนที่ได้จากการทดลอง พบว่า การแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ในอ้อยได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมในระดับที่สูง และปฏิสัมพันธ์ของ GxC มีอิทธิพลค่อนข้างสูง ตรงกันข้ามกับรายงานของ Milligan *et al.* (1990a) และ Gravois and Milligan (1992) ที่พบว่า องค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ คือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน รองลงมาคือ ความแปรปรวนทางพันธุกรรม

## อัตราพันธุกรรม

การประเมินอัตราพันธุกรรม (heritability) ของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อย แสดงไว้ในตารางที่ 12 โดยพบว่า อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง (broad-sense heritability,  $H^2$ ) ของลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO CYLD LFNO LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA LAI INTLN และ INTNO มีค่าเท่ากับ 0.51 0.86 0.62 0.68 0.67 0.37 0.92 0.82 0.90 0.87 0.70 0.42 0.21 และ 0.56 ตามลำดับ ในขณะที่อัตราพันธุกรรมแนวแคบ (narrow-sense heritability,  $h^2$ ) มีค่าเท่ากับ -0.04 0.06 -0.05 -0.18 -0.18 0.51 0.20 0.60 0.12 0.37 0.50 0.13 0.21 และ 0.42 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า LFWD LFMOD SAREA และ STKDIA ให้อัตราพันธุกรรมแนวกว้างค่อนข้างสูงกว่าลักษณะอื่น สอดคล้องกับรายงานของ Kang *et al.* (1983) ที่พบอัตราพันธุกรรมแนวกว้างสูงในทุกลักษณะ โดยมีค่าระหว่าง 0.77-0.94 แต่ลักษณะดังกล่าวให้อัตราพันธุกรรมแนวแคบต่ำมาก เป็นที่น่าสังเกตว่า อัตราพันธุกรรมแนวกว้างของ INTLN มีค่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะองค์ประกอบผลผลิตอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกสูง ซึ่งตรงกันข้ามกับ LFWD ที่ให้อัตราพันธุกรรมแนวกว้างสูงสุด

**ตารางที่ 12** อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง ( $H^2$ ) และแนวแคบ ( $h^2$ ) ในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง

Parameters	STKLN	STKDIA	STKWT	STKNO	CYLD	LFNO	LFWD
$H^2$	0.51	0.86	0.62	0.68	0.67	0.37	0.92
$h^2$	-0.04	0.06	-0.05	-0.18	-0.18	0.51	0.20
	LFLN	LFMOD	SAREA	PAREA	LAI	INTLN	INTNO
$H^2$	0.82	0.90	0.87	0.70	0.42	0.21	0.56
$h^2$	0.60	0.12	0.37	0.50	0.13	0.21	0.42

อัตราพันธุกรรมแนวกว้างของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตน้ำตาล มีค่าค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อย โดยพบว่าอัตราพันธุกรรมแนวกว้างของ BRIX8M BRIX10M BRIXLB POL FIBER PUR CCS และ SYLD มีค่าเท่ากับ 0.81 0.69 0.85 0.80 0.90 0.64 0.77 และ 0.76 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Kang *et al.* (1983) ในขณะที่อัตราพันธุกรรมแนวแคบมีค่าค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 0.42 0.28 0.36 0.11 1.06 -0.20 0.01 และ -0.26 ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

**ตารางที่ 13** อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง ( $H^2$ ) และแนวแคบ ( $h^2$ ) ในลักษณะค่าบrix 8 และ 10 เดือน และค่าบrix จากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ความบริสุทธิ์ ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล

Parameters	BRIX8M	BRIX10M	BRIXLB	POL	FIBER	PUR	CCS	SYLD
$H^2$	0.81	0.69	0.85	0.80	0.90	0.64	0.77	0.76
$h^2$	0.42	0.28	0.36	0.11	1.06	-0.20	0.01	-0.26

#### ความดีเด่นของลูกผสม

การวิเคราะห์ความดีเด่นของลูกผสม ให้ช่วงเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลูกผสมในลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO CYLD BRIX8M BRIX10M BRIXLB POL FIBER PUR CCS SYLD LFNO LFWD LFLN LFMOD SAREA PAREA LAI INTLN และ INTNO เท่ากับ (-4.22 ถึง 15.41) (-22.46 ถึง 28.03) (-30.34 ถึง 48.33) (-38.36 ถึง 79.48) (-16.94 ถึง 35.64) (-5.42 ถึง 8.69) (-2.58 ถึง 5.56) (-1.26 ถึง 6.42) (-3.21 ถึง 11.33) (-11.15 ถึง 24.34) (-2.09 ถึง 3.42) (-6.15 ถึง 15.55) (-3.01 ถึง 25.31) (0.28 ถึง 6.71) (-19.72 ถึง 33.75) (-1.20 ถึง 1.92) (-23.66 ถึง 27.66) (-17.46 ถึง 37.19) (-11.52 ถึง 45.40) (-11.05 ถึง 59.20) (-5.32 ถึง 5.91) และ (-1.00 ถึง 8.88) ตามลำดับ (ตารางที่ 14) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความดีเด่นของลูกผสมในทุกลักษณะ พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.16 -5.08 -4.39 -1.37 1.29 0.05 0.60 1.68 2.24 1.42 0 1.85 7.58 4.72 -1.34 0.95 -0.63 1.34 8.09 12.84 -1.08 และ 3.12 ตามลำดับ โดยที่ความดีเด่นของลูกผสมบนพ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด (heterosis on the best parent) ในเกือบทุกลักษณะเป็นลบ ยกเว้น ลักษณะ LFNO ที่ให้ค่าเป็นบวก ความดีเด่นของลูกผสมบนต้นแม่พันธุ์ (heterosis on female parent) ในลักษณะ STKLN STKNO CYLD FIBER SYLD LFNO LFLN LFMOD LAI INTLN และ INTNO ที่ให้ค่าเป็นบวก ความดีเด่นของลูกผสมบนต้นพ่อพันธุ์ (heterosis on male parent) ในลักษณะ STKDIA STKWT

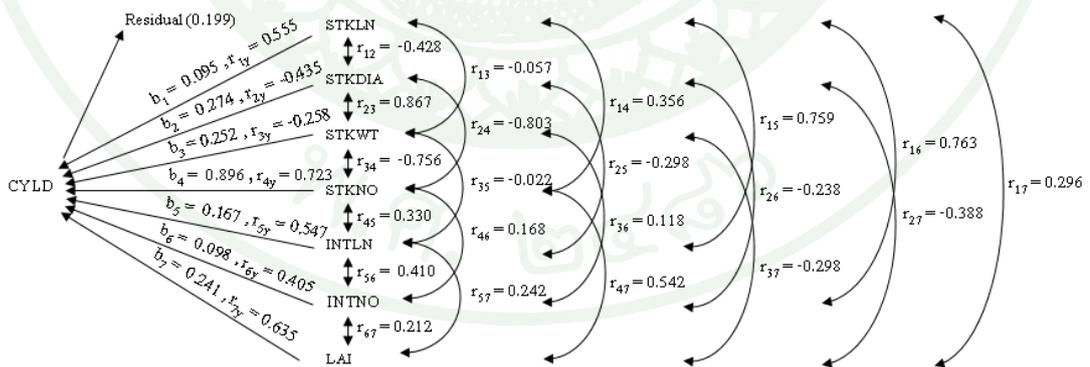
BRIX8M BRIX10M BRIXLB POL PUR CCS LFNO LFWL LFLN SAREA PAREA และ INTNO ที่ให้ค่าเป็นบวก และความดีเด่นของลูกผสมบนค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (heterosis on the mid-parents) ในเกือบทุกลักษณะเป็นบวก ยกเว้น ลักษณะ STKDIA STKWT STKNO และ LFMOD ให้ค่าเป็นลบ (ตารางที่ 14) การที่คู่ผสมพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ให้ความดีเด่นของลูกผสมในลักษณะส่วนใหญ่เป็นลบ อาจเกิดจากหลายสาเหตุ คือ 1) อ้อยเป็นพืชที่มีพันธุกรรมสลับซับซ้อน เกิดการผสมพันธุ์จากพืชหลากหลายชนิด (species) ซึ่งลูกที่ได้มักเป็นพวก aneuploid ที่ยังมีชีวิตอยู่ได้ จึงทำให้ลูกที่ได้มีลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ออกมามาก (Stevenson, 1965) และ 2) อ้อยที่ใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ส่วนใหญ่อาจเกิดจากการผสมพันธุ์แล้วคัดเลือกเมื่อพันธุ์ใดดี ก็จะขยายปริมาณท่อนพันธุ์แล้วส่งเสริมทันที ดังนั้นเชื้อพันธุกรรมเหล่านี้ อาจจะมีค่าของยีนที่พึงประสงค์อยู่เป็นจำนวนไม่มากนัก จึงทำให้อ้อยรุ่นลูกมีลักษณะที่ไม่ดีกระจายออกมามากกว่า ซึ่งตรงกับรายงานของ Hogarth (1971) ได้รายงานว่า ความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ ในอ้อยนั้นส่วนใหญ่เป็นผลที่เกิดจากอิทธิพลของยีนแบบผลบวกสะสมมากกว่าอิทธิพลของยีนแบบข่มสมบูรณ

ตารางที่ 14 ค่าเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลูกผสมในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบริกซ์ 8 และ 10 เดือน ค่าบริกซ์จากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ความบริสุทธิ์ ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล จำนวน ใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง

Parameters	Heterosis (%)					
	STKLN	STKDIA	STKWT	STKNO	CYLD	BRX8M
On female	15.41	-22.46	-30.34	79.48	35.64	-4.76
On male	-3.61	28.03	48.33	-38.36	-16.74	8.69
On mid-parent	5.05	-3.42	-5.21	-8.23	3.18	1.52
On best parent	-4.22	-22.46	-30.34	-38.36	-16.94	-5.24
Mean	3.16	-5.08	-4.39	-1.37	1.29	0.05
	BRX10M	BRXLAB	POL	FIBER	PUR	CCS
On female	-2.15	-1.01	-2.88	24.34	-1.97	-5.79
On male	5.56	6.42	11.33	-11.15	3.42	15.55
On mid-parent	1.56	2.57	3.74	3.64	0.65	3.79
On best parent	-2.58	-1.26	-3.21	-11.15	-2.09	-6.15
Mean	0.60	1.68	2.24	1.42	0.00	1.85
	SYLD	LFNO	LFWD	LFLN	LFMOD	SAREA
On female	25.31	5.69	-19.72	1.92	27.66	-17.46
On male	-1.98	6.71	33.75	1.42	-23.66	37.19
On mid-parents	10.00	6.20	0.33	1.67	-4.45	3.07
On best parent	-3.01	0.28	-19.72	-1.20	-23.66	-17.46
Mean	7.58	4.72	-1.34	0.95	-6.03	1.34
	PAREA	LAI	INTLN	INTNO		
On female	-11.52	59.20	5.91	8.88		
On male	45.40	-10.98	-5.05	0.21		
On mid-parent	10.01	14.19	0.13	4.37		
On best parent	-11.52	-11.05	-5.32	-1.00		
Mean	8.09	12.84	-1.08	3.12		

การวิเคราะห์เส้นทาง

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทาง (path analysis) พบว่าลักษณะ STKLN STKDIA STKWT STKNO INTLN INTNO และ LAI มีอิทธิพลทางตรงต่อ CYLD เท่ากับ 0.095 0.274 0.252 0.896 0.167 0.098 และ 0.241 ตามลำดับ (ภาพที่ 2 และตารางที่ 15) โดย STKNO มีความสำคัญต่อ CYLD สูงสุด ส่วน STKDIA STKWT และ LAI มีความสำคัญรองลงมา ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ STKLN STKDIA STKWT STKNO INTLN INTNO และ LAI กับ CYLD เท่ากับ 0.555 -0.435 -0.258 0.723 0.547 0.405 และ 0.635 ตามลำดับ ในส่วนของค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง STKNO กับ STKWT มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม ( $r = -0.756$ ) นั่นคือ เมื่อลักษณะ STKNO มีมากขึ้นจะทำให้ลักษณะ STKWT ลดลง (ตารางผนวกที่ 49) โดยสรุป STKNO เป็นลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงต่อ CYLD มากที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ สันติ (2547); Kang *et al.* (1983); Kang *et al.* (1989) และ Milligan *et al.* (1990b) ที่พบว่า STKNO จะมีอิทธิพลทางตรงต่อ CYLD มากกว่า STKWT และ James (1971) รายงานว่า STKNO เป็นลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงต่อ CYLD มากที่สุด รองลงมาได้แก่ STKDIA และ STKLN ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง STKNO กับ STKWT มีค่าเป็นลบ แต่ความสัมพันธ์แสดงนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้การคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มี STKNO เพื่อปรับปรุง CYLD นั้น ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลทางอ้อมของ STKWT ผ่านทาง STKNO ที่มีค่าเป็นลบน้อยมาก

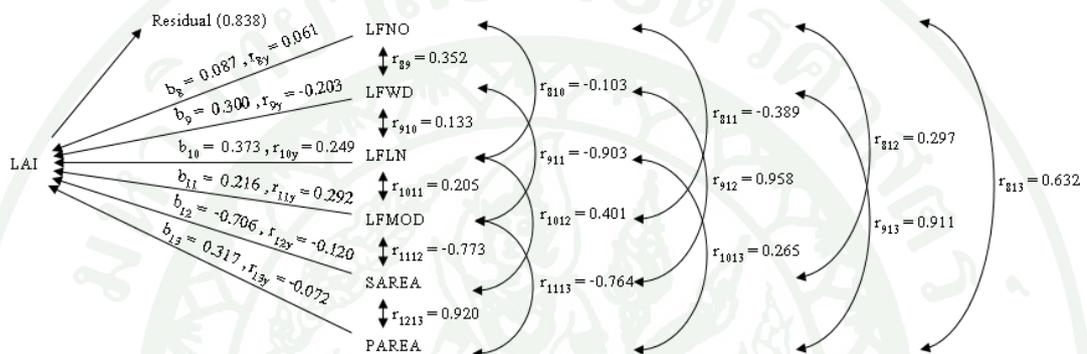


ภาพที่ 2 ไดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ความยาวปล้อง จำนวนปล้อง และดัชนีพื้นที่ใบ กับผลผลิตอ้อย

ตารางที่ 15 อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ความยาวปล้อง จำนวนปล้อง และดัชนีพื้นที่ใบ ที่มีความสำคัญ ต่อผลผลิตอ้อย จากการวิเคราะห์เส้นทาง

Traits	STKLN	STKDIA	STKWT	
	coefficient		coefficient	
อิทธิพลทางตรง	0.095	0.274	0.252	
อิทธิพลทางอ้อมผ่าน	STKDIA	-0.117	STKLN	-0.005
	STKWT	-0.014	STKWT	0.219
	STKNO	0.319	STKNO	-0.719
	INTLN	0.127	INTLN	-0.050
	INTNO	0.075	INTNO	-0.023
	LAI	0.071	LAI	-0.094
อิทธิพลรวม	0.555	-0.435	-0.258	
Traits	STKNO	INTLN	INTNO	
	coefficient		coefficient	
อิทธิพลทางตรง	0.896	0.167	0.098	
อิทธิพลทางอ้อมผ่าน	STKLN	0.034	STKLN	0.072
	STKDIA	-0.220	STKDIA	-0.082
	STKWT	-0.191	STKWT	-0.006
	INTLN	0.055	STKNO	0.296
	INTNO	0.016	INTNO	0.040
	LAI	0.131	LAI	0.058
อิทธิพลรวม	0.723	0.547	0.405	
Traits	LAI			
	coefficient			
อิทธิพลทางตรง	0.241			
อิทธิพลทางอ้อมผ่าน	STKKN	0.028		
	STKDIA	-0.106		
	STKWT	-0.075		
	STKNO	0.485		
	INTLN	0.040		
INTNO	0.021			
อิทธิพลรวม	0.635			

ลักษณะ LFNO LFWD LFLN LFMOD SAREA และ PAREA มีอิทธิพลทางตรงต่อ LAI เท่ากับ 0.087 0.300 0.373 0.216 -0.706 และ 0.317 ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และตารางที่ 16) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 0.061 -0.203 0.249 0.292 -0.120 และ -0.072 ตามลำดับ โดย LFLN มีความสำคัญต่อ LAI สูงสุด ส่วน PAREA และ LFWD มีความสำคัญรองลงมา ตามลำดับ ในส่วนของค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง LFMOD กับ SAREA มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ( $r = -0.773$ ) นั่นคือ เมื่อลักษณะ LFMOD มีมากขึ้นจะทำให้ลักษณะ SAREA ลดลง (ตารางผนวกที่ 50)

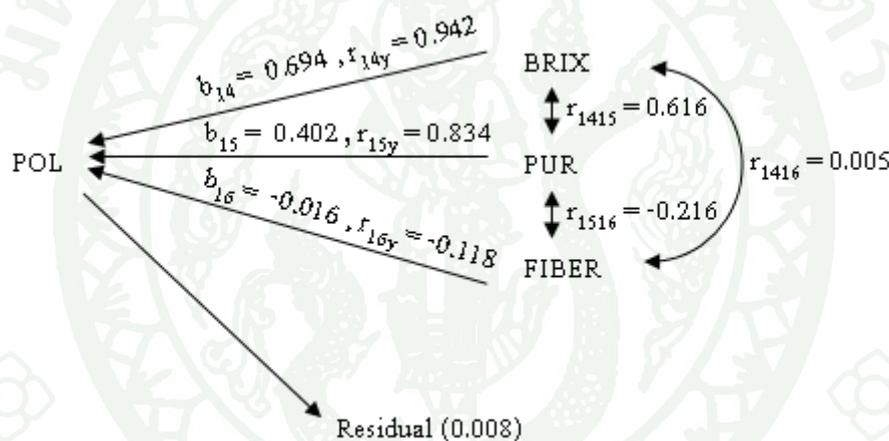


ภาพที่ 3 ไดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และพื้นที่ใบต่อต้น กับดัชนีพื้นที่ใบ

ตารางที่ 16 อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และพื้นที่ใบต่อต้น ที่มีความสำคัญต่อดัชนีพื้นที่ใบ จากการวิเคราะห์เส้นทาง

Traits	LFNO		LFWO		LFLN	
	coefficient		coefficient		coefficient	
อิทธิพลทางตรง		0.087		0.300		0.373
อิทธิพลทางอ้อมผ่าน	LFWO	0.106	LFWO	0.031	LFWO	-0.009
	LFLN	-0.038	LFLN	0.050	LFWO	0.040
	LFMOD	-0.084	LFMOD	-0.195	LFMOD	0.044
	SAREA	-0.209	SAREA	-0.676	SAREA	-0.283
	PAREA	0.200	PAREA	0.289	PAREA	0.084
อิทธิพลรวม		0.061		-0.203		0.249
Traits	LFMOD		SAREA		PAREA	
	coefficient		coefficient		coefficient	
อิทธิพลทางตรง		0.216		-0.706		0.317
อิทธิพลทางอ้อมผ่าน	LFWO	-0.034	LFWO	0.026	LFWO	0.055
	LFWO	-0.271	LFWO	0.287	LFWO	0.273
	LFLN	0.076	LFLN	0.150	LFLN	0.099
	SAREA	0.546	LFMOD	-0.167	LFMOD	-0.165
	PAREA	-0.242	PAREA	0.292	SAREA	-0.650
อิทธิพลรวม		0.292		-0.120		-0.072

ลักษณะ BRIX PUR และ FIBER มีอิทธิพลทางตรงต่อ POL เท่ากับ 0.694 0.402 และ -0.016 ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 0.942 0.834 และ -0.118 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า BRIX มีความสำคัญต่อ POL สูงสุด และ PUR มีความสำคัญรองลงมา ตามลำดับ แต่การที่ BRIX มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทางบวกนั้น เกิดเนื่องจากอิทธิพลทางอ้อมผ่านทาง PUR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.616 (ตารางผนวกที่ 51) BRIX และ PUR จึงมีอิทธิพลต่อ POL ในระดับที่สูง ความสัมพันธ์ระหว่าง BRIX และ PUR ที่ค่อนข้างมาก ทำให้อิทธิพลทางอ้อมผ่านของ BRIXLB ผ่านทาง PUR มีค่าค่อนข้างสูง และส่งผลให้อิทธิพลรวมของ BRIX ที่มีต่อ POL เป็นบวก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kang *et al.* (1983) ที่รายงานว่า อิทธิพลทางตรงของ BRIX ต่อ SC เป็นลบ แต่อิทธิพลดังกล่าวจะมีขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับอิทธิพลทางตรงของ BRIX ต่อ POL (ตารางที่ 17)

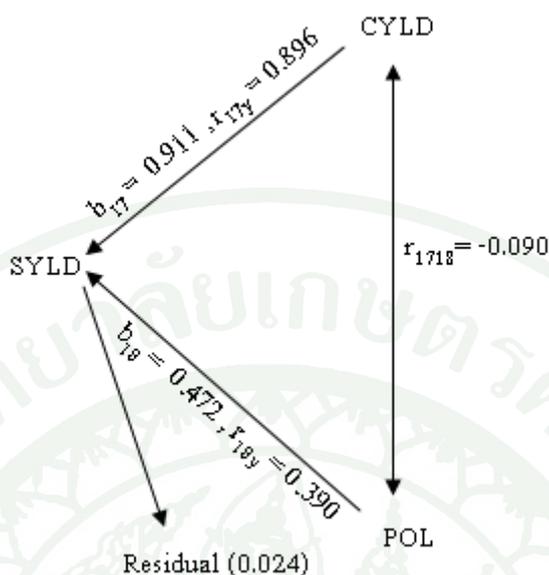


ภาพที่ 4 ไคอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะค่าปริกซ์ ความบริสุทธิ์ และปริมาณเส้นใย กับค่าโพล

ตารางที่ 17 อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของค่าบริกซ์ ความบริสุทธิ์ และปริมาณเส้นใย ที่มีความสำคัญต่อดัชนีพื้นที่ใบ จากการวิเคราะห์เส้นทาง

Traits	BRIX		PUR		FIBER	
	coefficient		coefficient		coefficient	
อิทธิพลทางตรง		0.694		0.402		-0.016
อิทธิพลทางอ้อมผ่าน	PUR	0.248	BRIX	0.427	BRIX	0.004
	FIBER	0.000	FIBER	0.004	PUR	-0.105
อิทธิพลรวม		0.942		0.834		-0.118

ในกรณีของ SYLD จะพบว่า CYLD มีอิทธิพลทางตรงต่อ SYLD สูงสุด เท่ากับ 0.911 ในขณะที่ POL มีอิทธิพลทางตรงต่อ SYLD เท่ากับ 0.427 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ CYLD และ POL กับ SYLD มีค่าเท่ากับ 0.869 และ 0.390 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 52) จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า CYLD เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ SYLD มากกว่า POL ซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Kang *et al.* (1983) ซึ่งพบว่าอิทธิพลทางตรงของ CYLD และ ของ POL ต่อ SYLD มีขนาดใกล้เคียงกัน แต่ Milligan *et al.* (1990b) รายงานว่า CYLD เป็นปัจจัยอันดับหนึ่งที่จะใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับ SYLD ส่วนลักษณะ SC เป็นปัจจัยรองลงมา (ตารางที่ 18)



ภาพที่ 5 โค้ดอะแกรมเส้นทางของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิตอ้อย และค่าโพล กับผลผลิตน้ำตาล

ตารางที่ 18 อิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวมของผลผลิตอ้อย และค่าโพล ที่มีความสำคัญต่อผลผลิตน้ำตาล จากการวิเคราะห์เส้นทาง

Traits	CYLD		POL	
		coefficient		coefficient
อิทธิพลทางตรง		0.911		0.472
อิทธิพลทางอ้อมผ่าน	POL	-0.042	CYLD	-0.082
อิทธิพลรวม		0.869		0.390

เป้าหมายหลักของการปรับปรุงพันธุ์อ้อย คือ การเพิ่มผลผลิตน้ำตาล องค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อผลผลิตน้ำตาล ได้แก่ ผลผลิตอ้อย และปริมาณน้ำตาลซูโครสในอ้อย การคัดเลือกโคลนที่มีผลผลิตอ้อย และปริมาณน้ำตาลซูโครสในอ้อยสูง จะสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำตาลได้ ความสัมพันธ์ทางลบระหว่างผลผลิตอ้อย กับค่าโพล ไม่มีผลกระทบต่อ การคัดเลือกพันธุ์อ้อยในสองลักษณะนี้พร้อมกัน เนื่องจากความสัมพันธ์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดจนอิทธิพลของผลผลิตต่อไร่ที่มีต่อผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าอิทธิพลของค่าโพล การคัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำตาลจึงควร

ให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลผลิตอ้อยมากที่สุด ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ และค่าสัมประสิทธิ์ของการวิเคราะห์เส้นทาง มีทิศทาง และขนาดของความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน แสดงว่าความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะน้อยมาก



## สรุป

การศึกษาโครงสร้างความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมของประชากรพลังงาน พันธุกรรมเชิงปริมาณที่มีอิทธิพลต่อผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของประชากรอ้อยพลังงานชุด TByEFC05 จำนวน 54 พันธุ์ จากโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อย อาคารถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในแปลงทดลองของศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเขต 1 จ. กาญจนบุรี สรุปผลได้ดังนี้

ความแปรปรวนแยกตามฤดูปลูก พบว่าอิทธิพลของชนิดอ้อย (crop) แสดงนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบริกซ์ 8 เดือน และจากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล ความกว้างใบ ความยาวใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง อิทธิพลของพันธุ์ (genotype) แสดงนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบริกซ์ 8 และ 10 เดือน ปริมาณเส้นใย ผลผลิตน้ำตาล ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ และปฏิสัมพันธ์ระหว่าง CxG มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะจำนวนลำ ความกว้างใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และดัชนีพื้นที่ใบ

ความแปรปรวนแยกตามฤดูปลูกของความแตกต่างระหว่างกลุ่มพันธุ์ (groups) พันธุ์พ่อแม่ (parents) รุ่นลูก (progenies) และพ่อแม่กับรุ่นลูก (parent vs progeny) พบว่าอิทธิพลของความแตกต่างระหว่างกลุ่มพันธุ์ มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ค่าบริกซ์ 10 เดือน ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ซีซีเอส ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และพื้นที่ใบต่อต้น อิทธิพลของความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อแม่ (parents) มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบริกซ์ 8 และ 10 เดือน ปริมาณเส้นใย จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ อิทธิพลของความแตกต่างระหว่างรุ่นลูก (progenies) มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบริกซ์ 8 และ 10 เดือน ปริมาณเส้นใย จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว พื้นที่ใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ และความยาวปล้อง อิทธิพลของความแตกต่างระหว่างพ่อแม่กับรุ่นลูก (parent vs progeny) มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองฤดูปลูกในลักษณะจำนวนลำ ค่าบริกซ์ 10 เดือน ค่าโพล ความกว้างใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และพื้นที่ใบต่อต้น

ความแปรปรวนรวม 2 ฤดูกาล อิทธิพลของฤดูกาล (season) มีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะความยาวลำ จำนวนลำ ผลผลิตอ้อย ค่าบรีกซ์ 8 10 เดือน และจากห้องปฏิบัติการ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ พื้นที่ใบเดี่ยว ดัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง อิทธิพลของชนิดอ้อย (crop) มีนัยสำคัญทางสถิติในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น ปริมาณเส้นใย และความบริสุทธิ์ อิทธิพลของพันธุ์ (genotype) มีนัยสำคัญทางสถิติในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น ความบริสุทธิ์ และปฏิสัมพันธ์ของ SxCxG มีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะจำนวนลำ ความกว้างใบ พื้นที่ใบเดี่ยว และดัชนีพื้นที่ใบ

ความกว้างใบ สัดส่วนใบ ปริมาณเส้นใย พื้นที่ใบเดี่ยว เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่าบรีกซ์ จากห้องปฏิบัติการ เป็นลักษณะที่ทำให้อัตราพันธุกรรมแนวกว้างสูงกว่าลักษณะอื่น ในขณะที่จำนวนใบ และความยาวปล้อง เป็นลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมแนวกว้างน้อยมาก อัตราพันธุกรรมแนวแคบของผลผลิตอ้อยและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับอัตราพันธุกรรมแนวกว้าง

ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นที่ใบต่อต้น และผลผลิตน้ำตาล เป็นลักษณะที่มีค่าเฉลี่ยความดีเด่นของลูกผสมสูง ในขณะที่น้ำหนักลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และสัดส่วนใบ เป็นลักษณะที่มีค่าเฉลี่ยความดีเด่นของลูกผสมต่ำ จำนวนลำ เป็นลักษณะที่มีความดีเด่นของลูกผสม on best parent เป็นบวก ความดีเด่นของลูกผสม on mid-parent ในเกือบทุกลักษณะเป็นลบ ยกเว้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ และสัดส่วนใบ

การวิเคราะห์เส้นทาง และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะของผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และองค์ประกอบผลผลิตอ้อยและน้ำตาล ให้ผลที่สอดคล้องกัน ความยาวใบเป็นลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงต่อดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด รองลงมาได้แก่ ลักษณะพื้นที่ใบต่อต้น และความกว้างใบ จำนวนลำเป็นลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตอ้อยสูงสุด รองลงมาได้แก่ ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักลำ โดยที่ค่าบรีกซ์ และความบริสุทธิ์ มีความสัมพันธ์กับค่าโพลในระดับที่ใกล้เคียงกัน แต่ค่าบรีกซ์มีอิทธิพลทางตรงต่อค่าโพลสูงกว่า ในขณะที่ค่าโพลมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตน้ำตาลน้อยกว่าผลผลิตอ้อย

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2544. **ปรับปรุงพันธุ์พืช: ความหลากหลายของแนวคิด.** สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2546. **ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด.** สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ประเสริฐ นัตรวชิระวงษ์. 2547. อ้อย, น. 272-295. ใน นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์, รังสฤษฎี กาวิตะ, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน และสนธิชัย จันทร์เปรม, บรรณาธิการ. **พืชเศรษฐกิจ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. 2548. **ปฏิบัติการพืชอุตสาหกรรม.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- \_\_\_\_\_. 2551. **แนวคิดการปรับปรุงพันธุ์และการใช้ประโยชน์.** (อ้อยพลังงาน และอาหารสัตว์) ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พร้อมพรรณ เสรีวิชัยสวัสดิ์, สุพิกา ศิระสุนทร และประเสริ นัตรวชิระวงษ์. 2540. **ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อย.** ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 31: 20-27.
- พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. **พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช.** คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รังสฤษฎี กาวิตะ. 2539. **การปรับปรุงพันธุ์พืชขั้นสูง I.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สันติ รอดเรือง. 2547. **ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะเกษตรในประชากรอ้อยภายใต้พื้นที่ปลูก 3 สภาพแวดล้อม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- สมชัย จันทร์สว่าง และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2546. พันธุศาสตร์ประชากร. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ อภิสิทธิ์วานิช. 2543. พันธุศาสตร์กับสังคม. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2539. การปรับปรุงพันธุ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุรพงษ์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล. 2532. อิทธิพลของฤดูปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย 5 พันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุรพล อุปติสกุล. 2536. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1. สหมิตรออฟเซตการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- Alexander, A.G. 1985. **The Energycane Alternative**. Elsevier Scientific Publishing B. V., Amsterdam.
- Fisher, R.A. 1918. **The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance**. Trans. Roy. Soc. Edinburgh. 52: 399-433.
- Gravois, K.A. and S.B. Milligan. 1992. **Genetic relationships between fiber and sugarcane yield component**. Crop Sci. 32: 62-67.
- Hogarth, D.M. 1971. **Quantitative inheritance studies in sugarcane. I. Estimate of variance component**. Aust. J. Agric. Res. 22: 93-102.
- James, N.I. 1971. **Yield components in random and selected sugarcane population**. Crop Sci. 11: 906-908.

- Kang, M.S., J.D. Miller and P.Y.P. Tai. 1983. **Genetic and phenotypic path analysis and heritability in sugarcane.** Crop Sci. 23: 644-647.
- Kang, M.S., O. Sosa and J.D. Miller. 1989. **Path analysis for percent fiber, and cane and sugar yield in sugarcane.** Crop Sci. 29: 1481-1483.
- Mather, K. 1949. **Biometrical Genetics.** Methuen, London.
- Milligan, S.B., K.A. Gravois, K.P. Bischoff and F.A. Martin. 1990. **Crop effect on genetic relationships among sugarcane traits.** Crop Sci. 30: 927-931.
- Milligan, S.B., K.A. Gravois, K.P. Bischoff and F.A. Martin. 1990a. **Crop effect on broad-sense heritability and genetic variances of sugarcane yield components.** Crop Sci. 30: 344-349.
- \_\_\_\_\_. 1990b. **Crop effect on genetic relationships among sugarcane traits.** Crop Sci. 30: 927-931.
- Prine, G.M., M.S. Paul, J.R. Robert, D.S. Leonard and B.I. David. 1991. **Field production of energycane, elephantgrass and sorghum in Southeastern United States.** Symposium Papers-Energy from Biomass and Wastes, Pages: 321-332.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. **Principles and Procedures of Statistics.** McGraw-Hill, New York.
- Stevenson, G.C. 1965. **Genetics and Breeding of Sugar Cane.** Logmans, London.
- Wright, S. 1934. **The Method of Path Coefficients.** Ann. Math. Stats. 5: 161-215.



ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความยาวลำ (STKLN)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	13,207.38 **	2,377.99 <sup>ns</sup>	17,842.57 *	5,800.63 *
Genotypes	80	2,098.86 <sup>ns</sup>	3,382.88 <sup>ns</sup>	2,428.58 <sup>ns</sup>	2,605.14 <sup>ns</sup>
Among groups	2	474.22 <sup>ns</sup>	2,585.08 <sup>ns</sup>	224.93 <sup>ns</sup>	1,222.49 <sup>ns</sup>
Among parents	24	2,592.77 <sup>ns</sup>	5,570.62 <sup>ns</sup>	4,183.82 <sup>ns</sup>	2,930.92 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	2,600.46 <sup>ns</sup>	3,458.95 <sup>ns</sup>	2,760.09 <sup>ns</sup>	2,937.26 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	858.36 <sup>ns</sup>	5,173.98 <sup>ns</sup>	231.37 <sup>ns</sup>	2,328.74 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	2,067.20 **	3,075.79 **	3,903.47 **	1,619.68 *
Intrablock	136	541.48	780.7	641.23	848.07

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำ (STKDIA)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	0.05 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.47 **	0.47 **	0.26 **	0.44 **
Among groups	2	1.18 **	1.20 **	0.40 <sup>ns</sup>	1.38 **
Among parents	24	1.22 **	1.20 **	0.58 **	1.03 **
Among progenies	53	0.19 **	0.18 **	0.16 <sup>ns</sup>	0.20 **
Parents vs progenies	1	0.05 <sup>ns</sup>	0.40 *	0.11 <sup>ns</sup>	0.66 **
Blocks within replication	24	0.05 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>
Intrablock	136	0.05	0.06	0.16	0.06

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

### ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะนำหน้ากล้า (STKWT)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	0.15 *	0.21 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.38 **	0.14 *	0.50 **	0.09 **
Among groups	2	0.86 **	0.95 **	1.81 **	0.31 **
Among parents	24	0.85 **	0.32 **	1.13 **	0.16 **
Among progenies	53	0.22 **	0.06 <sup>ns</sup>	0.25 **	0.06 **
Parents vs progenies	1	0.00 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.07 **
Blocks within replication	24	0.04 *	0.07 **	0.06 **	0.02 *
Intrablock	136	0.03	0.03	0.03	0.01

### ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนลำ (STKNO)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	1,387,406,786.00 **	1,708,339,891.10 <sup>ns</sup>	1,352,717,982.30 *	97,150,889.26 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	4,968,964,424.40 **	8,869,064,666.30 **	5,585,053,467.50 **	10,663,692,135.00 **
Among groups	2	22,920,152,800.00 **	22,888,132,068.00 **	17,301,428,412.00 **	58,106,314,749.00 **
Among parents	24	12,295,210,804.00 **	23,658,947,786.00 **	13,072,839,170.00 **	24,682,021,652.00 **
Among progenies	53	1,873,163,010.00 **	3,897,244,636.70 **	2,980,531,707.00 **	4,331,153,881.40 **
Parents vs progenies	1	37,468,893,380.00 **	39,570,470,608.00 **	23,029,070,433.00 **	109,723,012,355.00 **
Blocks within replication	24	296,787,745.08 <sup>ns</sup>	549,241,340.13 *	409,769,218.18 <sup>ns</sup>	652,184,533.55 <sup>ns</sup>
Intrablock	136	233,286,911.50	303,707,842.50	284,069,324.06	556,096,792.05

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตย่อย (CYLD)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	1,155.16 <sup>ns</sup>	1,605.56 <sup>ns</sup>	1,055.28 <sup>ns</sup>	2,433.71 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	1,855.29 **	3,329.47 **	2,724.22 **	3,900.13 **
Among groups	2	164.44 <sup>ns</sup>	1,850.21 <sup>ns</sup>	6,624.42 **	10,160.88 **
Among parents	24	1,650.12 **	4,318.48 **	4,209.83 **	5,927.23 **
Among progenies	53	2,159.83 **	3,618.41 **	2,313.62 **	3,473.85 **
Parents vs progenies	1	328.58 <sup>ns</sup>	366.51 <sup>ns</sup>	5,045.61 *	17,127.86 **
Blocks within replication	24	566.35 **	1,155.97 **	666.71 **	1,377.22 *
Intrablock	136	288.75	431.19	206.35	759.96

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าบrix 8 เดือน (BR1X8M)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	3.81 <sup>ns</sup>	4.35 <sup>ns</sup>	1.06 <sup>ns</sup>	13.36 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	14.46 **	5.21 <sup>ns</sup>	10.12 **	5.39 <sup>ns</sup>
Among groups	2	15.85 <sup>ns</sup>	1.14 <sup>ns</sup>	21.65 **	10.05 <sup>ns</sup>
Among parents	24	17.75 **	6.67 <sup>ns</sup>	12.23 **	5.53 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	14.56 **	6.72 <sup>ns</sup>	9.88 **	7.85 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	17.27 <sup>ns</sup>	1.65 <sup>ns</sup>	41.08 **	18.81 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	4.94 *	7.04 **	2.45 **	7.13 *
Intrablock	136	1.49	1.85	1.10	2.46

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าบริกซ์ 10 เดือน (BRIX10M)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	8.29 *	1.52 <sup>ns</sup>	7.93 *	3.28 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	9.64 **	1.90 <sup>ns</sup>	7.43 **	1.32 <sup>ns</sup>
Among groups	2	21.14 **	0.45 <sup>ns</sup>	21.83 **	2.45 <sup>ns</sup>
Among parents	24	13.88 **	2.42 <sup>ns</sup>	7.17 **	1.36 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	8.27 **	2.43 <sup>ns</sup>	8.32 **	1.93 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	40.61 **	0.63 <sup>ns</sup>	37.84 **	4.58 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	2.10 <sup>ns</sup>	2.64 **	2.21 <sup>ns</sup>	1.75**
Intrablock	136	1.93	0.68	2.23	0.60

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าบริกซ์จากห้องปฏิบัติการ(BRIXLB)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	3.04 <sup>ns</sup>	14.79 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	53.42 **
Genotypes	80	3.41 <sup>ns</sup>	3.91 <sup>ns</sup>	5.76 <sup>ns</sup>	4.46 <sup>ns</sup>
Among groups	2	8.57 <sup>ns</sup>	8.43 <sup>ns</sup>	28.08 **	12.37 <sup>ns</sup>
Among parents	24	5.42 <sup>ns</sup>	3.80 <sup>ns</sup>	6.38 <sup>ns</sup>	7.13 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	4.23 <sup>ns</sup>	6.05 <sup>ns</sup>	6.30 <sup>ns</sup>	5.79 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	14.40 <sup>ns</sup>	14.80 <sup>ns</sup>	39.30 <sup>ns</sup>	23.87 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	4.97 **	9.61 **	3.62 *	9.20 **
Intrablock	136	1.74	2.35	2.16	1.86

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะค่าโพล (POL)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	17.56 <sup>ns</sup>	27.42 <sup>ns</sup>	1.56 <sup>ns</sup>	0.94 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	6.01 <sup>ns</sup>	5.54 <sup>ns</sup>	9.43 *	5.32 <sup>ns</sup>
Among groups	2	13.85 <sup>ns</sup>	19.24 <sup>ns</sup>	41.96 **	12.70 <sup>ns</sup>
Among parents	24	9.16 <sup>ns</sup>	7.09 <sup>ns</sup>	10.61 *	7.11 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	6.95 <sup>ns</sup>	7.60 <sup>ns</sup>	10.09 *	6.32 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	15.66 <sup>ns</sup>	32.98 <sup>ns</sup>	43.27 **	24.29 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	6.34 **	13.13 **	5.13 *	5.90 **
Intrablock	136	2.32	3.58	3.20	2.05

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะปริมาณเส้นใย (FIBER)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	34.38 **	33.56 **	2.98 <sup>ns</sup>	2.11 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	17.33 **	6.39 <sup>ns</sup>	14.43 **	9.55 *
Among groups	2	27.28 **	22.45 **	29.89 **	26.50 **
Among parents	24	31.75 **	9.84 *	34.12 **	14.47 **
Among progenies	53	13.54 **	4.96 <sup>ns</sup>	8.74 **	9.46 *
Parents vs progenies	1	1.84 <sup>ns</sup>	3.67 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	2.71 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	4.18 <sup>ns</sup>	4.31 **	6.70 <sup>ns</sup>	4.28 **
Intrablock	136	2.71	1.67	4.31	1.76

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความบริสุทธิ์ (PUR)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	930.37 **	310.02 <sup>ns</sup>	80.63 <sup>ns</sup>	2,171.55 **
Genotypes	80	48.73 <sup>ns</sup>	36.72 <sup>ns</sup>	62.35 <sup>ns</sup>	41.60 <sup>ns</sup>
Among groups	2	75.72 <sup>ns</sup>	75.43 <sup>ns</sup>	166.06 <sup>ns</sup>	4.06 <sup>ns</sup>
Among parents	24	59.97 <sup>ns</sup>	71.61 <sup>ns</sup>	85.26 <sup>ns</sup>	76.35 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	58.21 <sup>ns</sup>	37.58 <sup>ns</sup>	74.58 <sup>ns</sup>	56.50 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	12.17 <sup>ns</sup>	103.89 <sup>ns</sup>	49.52 <sup>ns</sup>	3.66 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	44.78 **	91.38 **	52.40 **	136.37 **
Intrablock	136	18.35	37.94	20.41	23.80

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะซีซีเอส (CCS)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	48.08 **	22.85 <sup>ns</sup>	2.30 <sup>ns</sup>	7.66 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	5.56 <sup>ns</sup>	3.91 <sup>ns</sup>	7.95 <sup>ns</sup>	4.13 <sup>ns</sup>
Among groups	2	12.29 <sup>ns</sup>	13.33 <sup>ns</sup>	33.58 **	7.67 <sup>ns</sup>
Among parents	24	8.45 <sup>ns</sup>	4.62 <sup>ns</sup>	9.26 *	5.90 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	6.02 <sup>ns</sup>	5.58 <sup>ns</sup>	8.55 *	4.30 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	9.64 <sup>ns</sup>	18.35 <sup>ns</sup>	29.58 *	15.31 *
Blocks within replication	24	5.28 **	10.34 **	4.59 *	3.49 **
Intrablock	136	1.98	2.77	2.63	1.52

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตน้ำตาล (SYLD)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	121.53 **	81.03 <sup>ns</sup>	4.35 <sup>ns</sup>	11.74 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	22.75 <sup>ns</sup>	33.81 <sup>ns</sup>	38.61 **	29.86 <sup>ns</sup>
Among groups	2	9.31 <sup>ns</sup>	58.21 <sup>ns</sup>	172.29 **	21.75 <sup>ns</sup>
Among parents	24	17.92 <sup>ns</sup>	35.11 <sup>ns</sup>	34.51 **	36.28 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	28.79 *	43.59 <sup>ns</sup>	40.28 **	32.50 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	4.11 <sup>ns</sup>	42.58 <sup>ns</sup>	2.85 <sup>ns</sup>	25.40 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	15.24 **	29.65 **	10.98 *	20.93 **
Intrablock	136	6.06	7.09	6.29	9.18

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนใบ (LFNO)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	23.86 **	1.12 <sup>ns</sup>	25.79 **	0.79 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	3.01 <sup>ns</sup>	2.65 <sup>ns</sup>	2.53 **	1.32 *
Among groups	2	2.29 <sup>ns</sup>	5.54 <sup>ns</sup>	8.42 *	1.21 <sup>ns</sup>
Among parents	24	4.93 <sup>ns</sup>	4.40 <sup>ns</sup>	2.93 **	1.70 *
Among progenies	53	1.97 <sup>ns</sup>	2.95 <sup>ns</sup>	2.69 **	1.46 *
Parents vs progenies	1	0.38 <sup>ns</sup>	8.75 <sup>ns</sup>	13.30 **	2.39 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	3.63 **	2.71 *	1.25 <sup>ns</sup>	1.37 <sup>ns</sup>
Intrablock	136	1.77	1.53	1.48	0.93

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความกว้างใบ (LFWD)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	0.26 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	2.48 **	1.08 **	2.27 **	1.28 **
Among groups	2	1.88 **	2.94 **	3.29 **	3.15 **
Among parents	24	6.50 **	2.44 **	5.69 **	2.40 **
Among progenies	53	1.16 **	0.72 **	1.16 **	0.98 **
Parents vs progenies	1	2.12 **	4.07 **	2.74 **	5.13 **
Blocks within replication	24	0.15 **	0.07 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.14 **
Intrablock	136	0.06	0.05	0.09	0.05

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความยาวใบ (LFLN)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	406.61 <sup>ns</sup>	54.54 <sup>ns</sup>	132.28 <sup>ns</sup>	83.91 *
Genotypes	80	432.81 **	315.98 **	430.73 **	144.07 <sup>ns</sup>
Among groups	2	542.51 *	452.57 **	1,150.85 **	434.53 **
Among parents	24	486.75 **	309.03 **	445.01 **	80.03 **
Among progenies	53	521.28 **	371.58 **	528.41 **	210.99 **
Parents vs progenies	1	1.91 <sup>ns</sup>	309.42 **	26.10 <sup>ns</sup>	15.89 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	146.27 **	42.72 <sup>ns</sup>	50.19 <sup>ns</sup>	32.10 <sup>ns</sup>
Intrablock	136	69.76	40.48	56.70	25.64

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะสัดส่วน (LFMOD)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	22.98 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>ns</sup>	11.13 <sup>ns</sup>	4.25 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	116.82 **	76.08 **	115.55 **	122.06 **
Among groups	2	320.01 **	188.90 **	354.72 **	586.26 **
Among parents	24	279.18 **	160.12 **	256.75 **	223.95 **
Among progenies	53	60.79 **	57.04 **	72.01 **	88.17 **
Parents vs progenies	1	633.22 **	353.30 **	692.71 **	1,150.81 **
Blocks within replication	24	13.74 **	4.17 <sup>ns</sup>	9.48 <sup>ns</sup>	14.69 **
Intrablock	136	6.34	3.21	7.78	7.23

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะพื้นที่ใบเดี่ยว (SAREA)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	0.000046 *	0.000009 <sup>ns</sup>	0.000026 *	0.000008 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.000184 **	0.000072 **	0.000166 **	0.000079 **
Among groups	2	0.000292 **	0.000461 **	0.000444 **	0.000294 **
Among parents	24	0.000473 **	0.000121 **	0.000388 **	0.000130 **
Among progenies	53	0.000089 **	0.000058 **	0.000090 **	0.000067 **
Parents vs progenies	1	0.000042 <sup>ns</sup>	0.000744 **	0.000120 **	0.000361 **
Blocks within replication	24	0.000013 **	0.000011 <sup>ns</sup>	0.000007 <sup>ns</sup>	0.000020 **
Intrablock	136	0.000006	0.000007	0.000007	0.000008

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะพื้นที่ใบต่อต้น (PAREA)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	0.027 *	0.003 *	0.009 **	0.001 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.012 <sup>ns</sup>	0.005 **	0.009 **	0.006 **
Among groups	2	0.041 *	0.050 **	0.048 **	0.030 **
Among parents	24	0.021 **	0.007 **	0.017 **	0.010 **
Among progenies	53	0.007 <sup>ns</sup>	0.005 **	0.007 **	0.006 **
Parents vs progenies	1	0.009 <sup>ns</sup>	0.080 **	0.036 **	0.043 **
Blocks within replication	24	0.008 **	0.001 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>
Intrablock	136	0.003	0.001	0.001	0.001

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	1.38 <sup>ns</sup>	2.75 **	3.99 **	0.32 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	1.97 *	2.77 **	1.66 **	4.00 **
Among groups	2	1.03 <sup>ns</sup>	1.53 **	2.22 **	0.45 <sup>ns</sup>
Among parents	24	3.41 **	4.36 **	2.53 **	6.22 **
Among progenies	53	1.44 <sup>ns</sup>	2.70 **	1.57 **	3.95 **
Parents vs progenies	1	2.05 <sup>ns</sup>	3.05 **	3.81 **	0.74 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	0.84 *	0.42 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	1.18 **
Intrablock	136	0.47	0.33	0.46	0.55

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะความยาวปล้อง (INTLN)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	2.94 **	2.67 <sup>ns</sup>	3.61 *	8.38 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.47 <sup>ns</sup>	2.52 <sup>ns</sup>	0.49 <sup>ns</sup>	3.24 <sup>ns</sup>
Among groups	2	0.10 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	3.36 <sup>ns</sup>
Among parents	24	0.58 <sup>ns</sup>	3.57 <sup>ns</sup>	0.85 <sup>ns</sup>	1.90 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	0.58 <sup>ns</sup>	3.12 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	4.36 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	0.19 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	6.07 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	0.46 **	1.97 *	0.79 **	2.53 *
Intrablock	136	0.12	1.04	0.13	1.31

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนปล้อง (INTNO)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		ERPC	ERR1	LRPC	LRR1
Replications	2	18.41 **	16.30 <sup>ns</sup>	24.23 *	50.16 *
Genotypes	80	2.92 <sup>ns</sup>	17.98 <sup>ns</sup>	3.30 <sup>ns</sup>	12.84 <sup>ns</sup>
Among groups	2	0.66 <sup>ns</sup>	20.11 <sup>ns</sup>	0.30 <sup>ns</sup>	3.37 <sup>ns</sup>
Among parents	24	3.61 <sup>ns</sup>	17.71 <sup>ns</sup>	5.69 <sup>ns</sup>	12.89 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	3.62 <sup>ns</sup>	17.34 <sup>ns</sup>	3.75 <sup>ns</sup>	17.66 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	1.20 <sup>ns</sup>	39.99 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	3.31 <sup>ns</sup>
Blocks within replication	24	2.88 **	22.19 **	5.31 **	11.29 **
Intrablock	136	0.75	7.49	0.87	5.73

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวลำในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	256,153.04 **	343,288.74 **
Replications within crop	4	7,805.35 *	11,821.60 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	4,064.42 *	3,603.96 <sup>ns</sup>
Among groups	2	2,592.73 <sup>ns</sup>	316.57 <sup>ns</sup>
Among parents	24	6,425.48 **	5,188.86 *
Among progenies	53	4,137.91 *	3,995.76 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	5,138.64 <sup>ns</sup>	613.61 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	1,436.66 <sup>ns</sup>	1,487.10 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	478.23 <sup>ns</sup>	1,198.51 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	1,743.18 <sup>ns</sup>	1,978.71 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	1,936.53 <sup>ns</sup>	1,685.30 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	917.65 <sup>ns</sup>	2,078.74 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	2,568.62 **	2,761.58 **
Pooled error	270	662.01	736.89

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	5.92 **	1.20 *
Replications within crop	4	0.03 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.88 **	0.54 **
Among groups	2	2.19 **	1.64 **
Among parents	24	2.35 **	1.31 **
Among progenies	53	0.32 **	0.26 **
Parents vs progenies	1	0.08 <sup>ns</sup>	0.68 *
Crops x Genotypes	80	0.05 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.19 *	0.16 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.07 <sup>ns</sup>	0.30 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.04 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.37 *	0.13 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	0.06 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>
Pooled error	270	0.05	0.12

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะน้ำหนักลำในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	18.04 **	31.57 **
Replications within crop	4	0.18 *	0.09 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.45 **	0.41 **
Among groups	2	1.81 **	1.67 **
Among parents	24	1.05 **	0.92 **
Among progenies	53	0.21 **	0.21 **
Parents vs progenies	1	0.00 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	0.07 <sup>ns</sup>	0.14 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.00 <sup>ns</sup>	0.44 **
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.13 **	0.23 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.06 <sup>ns</sup>	0.10 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.00 <sup>ns</sup>	0.30 *
Block within replication and crop	48	0.06 **	0.04 **
Pooled error	270	0.03	0.02

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะจำนวนลำในอ้อยปลูก และอ้อยต่อ  
ที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	54,726,514,179.00 **	29,547,651,263.00 **
Replications within crop	4	1,547,873,338.60 *	724,934,435.77 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	12,179,235,174.00 **	1,414,521,167.00 **
Among groups	2	45,760,807,051.00 **	68,560,526,666.00 **
Among parents	24	32,886,595,478.00 **	34,223,810,763.00 **
Among progenies	53	4,187,591,353.00 **	5,529,778,203.00 **
Parents vs progenies	1	77,027,061,494.00 **	119,276,591,398.00 **
Crops x Genotypes	80	1,648,118,855.60 **	2,163,435,942.50 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	50,456,967.00 <sup>ns</sup>	9,613,390,568.90 **
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	3,067,563,111.50 **	3,706,862,529.80 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	1,542,351,412.20 **	1,806,425,894.70 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	16,522,868.00 <sup>ns</sup>	18,941,679,995.00 **
Block within replication and crop	48	423,014,542.60 *	530,976,875.86 <sup>ns</sup>
Pooled error	270	268,236,558.74	409,868,587.91

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตอ้อยในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	18,371.38 *	17,868.76 *
Replications within crop	4	1,380.36 <sup>ns</sup>	1,744.49 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	3,828.08 **	5,217.54 *
Among groups	2	849.85 <sup>ns</sup>	15,761.75 **
Among parents	24	4,541.15 **	8,102.51 **
Among progenies	53	4,155.77 **	4,269.15 **
Parents vs progenies	1	0.56 <sup>ns</sup>	20,745.40 **
Crops x Genotypes	80	1,352.61 *	1,435.53 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	1,164.50 <sup>ns</sup>	1,399.82 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	1,427.45 <sup>ns</sup>	2,013.07 *
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	1,618.82 *	1,538.56 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	694.61 <sup>ns</sup>	2,189.87 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	861.16 **	1,021.96 **
Pooled error	270	359.45	462.36

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบริกซ์ 8 เดือนในอ้อยปลูก และ  
อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	3,355.54 **	72.05 *
Replications within crop	4	4.09 <sup>ns</sup>	7.21 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	15.30 **	11.34 **
Among groups	2	12.74 <sup>ns</sup>	28.46 **
Among parents	24	19.27 **	13.97 **
Among progenies	53	16.27 **	12.14 *
Parents vs progenies	1	14.93 <sup>ns</sup>	56.99 **
Crops x Genotypes	80	4.35 <sup>ns</sup>	3.76 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	4.26 <sup>ns</sup>	2.60 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	5.12 <sup>ns</sup>	2.32 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	4.92 <sup>ns</sup>	5.43 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	4.02 <sup>ns</sup>	1.50 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	6.00 **	4.79 **
Pooled error	270	1.67	1.73

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบริกซ์ 10 เดือนในอ้อยปลูก  
และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	1,215.64 **	17.70 <sup>ns</sup>
Replications within crop	4	4.92 <sup>ns</sup>	5.61 **
Genotypes	80	8.37 **	5.29 **
Among groups	2	13.61 **	18.84 **
Among parents	24	12.63 **	4.85 **
Among progenies	53	7.57 **	5.76 **
Parents vs progenies	1	25.68 **	33.30 **
Crops x Genotypes	80	3.11 <sup>ns</sup>	3.02 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	7.92 *	4.33 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	3.66 <sup>ns</sup>	2.14 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	3.04 <sup>ns</sup>	4.32 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	15.49 *	7.03 *
Block within replication and crop	48	2.34 **	1.98 <sup>ns</sup>
Pooled error	270	1.30	1.48

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบริกซ์จากห้องปฏิบัติการใน  
อ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	846.32 **	1,103.20 **
Replications within crop	4	8.92 <sup>ns</sup>	26.81 **
Genotypes	80	5.32 <sup>ns</sup>	7.08 <sup>ns</sup>
Among groups	2	16.99 <sup>ns</sup>	33.30 **
Among parents	24	6.48 <sup>ns</sup>	10.51 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	7.91 <sup>ns</sup>	8.47 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	29.20 <sup>ns</sup>	61.67 **
Crops x Genotypes	80	1.98 <sup>ns</sup>	3.10 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.01 <sup>ns</sup>	6.52 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	2.74 <sup>ns</sup>	2.83 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	2.33 <sup>ns</sup>	3.68 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.00 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	7.29 **	6.41 **
Pooled error	270	2.05	2.02

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าโพลีในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	608.17 **	500.55 **
Replications within crop	4	22.49 <sup>ns</sup>	1.25 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	8.16 <sup>ns</sup>	10.23 *
Among groups	2	32.00 *	39.78 **
Among parents	24	11.96 <sup>ns</sup>	13.24 **
Among progenies	53	11.02 <sup>ns</sup>	10.72 *
Parents vs progenies	1	47.06 *	65.53 **
Crops x Genotypes	80	3.38 <sup>ns</sup>	4.37 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	1.11 <sup>ns</sup>	14.08 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	4.29 <sup>ns</sup>	3.49 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	3.51 <sup>ns</sup>	5.68 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	1.61 <sup>ns</sup>	0.83 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	9.73 **	5.52 **
Pooled error	270	2.95	2.66

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะปริมาณเส้นใยในอ้อยปลูก และ  
อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	0.00 <sup>ns</sup>	0.61 <sup>ns</sup>
Replications within crop	4	33.97 **	2.54 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	20.21 **	20.50 **
Among groups	2	49.48 **	55.52 **
Among parents	24	36.71 **	40.24 **
Among progenies	53	15.09 **	15.37 **
Parents vs progenies	1	5.36 <sup>ns</sup>	1.13 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	3.51 <sup>ns</sup>	2.55 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.25 <sup>ns</sup>	1.00 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	4.89 <sup>ns</sup>	4.31 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	3.40 <sup>ns</sup>	2.94 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.16 <sup>ns</sup>	1.80 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	4.24 **	5.49 **
Pooled error	270	2.20	3.13

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความบริสุทธิ์ในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	19.04 <sup>ns</sup>	2,129.31 <sup>ns</sup>
Replications within crop	4	620.19 <sup>**</sup>	1,126.09 <sup>**</sup>
Genotypes	80	55.18 <sup>ns</sup>	71.91 <sup>ns</sup>
Among groups	2	133.87 <sup>ns</sup>	73.20 <sup>ns</sup>
Among parents	24	84.93 <sup>ns</sup>	94.44 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	69.44 <sup>ns</sup>	77.17 <sup>ns</sup>
Parents vs progenies	1	93.67 <sup>ns</sup>	38.57 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	30.28 <sup>ns</sup>	30.94 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	17.35 <sup>ns</sup>	94.81 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	46.64 <sup>ns</sup>	59.68 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	26.49 <sup>ns</sup>	54.55 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	22.57 <sup>ns</sup>	11.71 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	68.08 <sup>**</sup>	94.39 <sup>**</sup>
Pooled error	270	28.07	21.98

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะซีซีเอสในอ้อยปลูก และอ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	354.45 *	225.97 **
Replications within crop	4	35.47 **	4.98 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	6.61 <sup>ns</sup>	8.55 **
Among groups	2	25.04 *	30.57 **
Among parents	24	9.25 <sup>ns</sup>	11.40 **
Among progenies	53	8.68 <sup>ns</sup>	8.29 **
Parents vs progenies	1	27.31 <sup>ns</sup>	43.24 **
Crops x Genotypes	80	2.85 <sup>ns</sup>	3.39 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.59 <sup>ns</sup>	10.06 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	3.82 <sup>ns</sup>	2.87 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	2.91 <sup>ns</sup>	4.50 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.70 <sup>ns</sup>	0.76 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	7.81 **	4.04 **
Pooled error	270	2.38	2.11

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำตาลในอ้อยปลูก และ  
อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	836.51 *	875.62 **
Replications within crop	4	101.28 **	8.05 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	41.44 *	49.42 **
Among groups	2	56.76 <sup>ns</sup>	132.01 **
Among parents	24	36.07 <sup>ns</sup>	49.23 **
Among progenies	53	53.96 **	54.17 **
Parents vs progenies	1	36.61 <sup>ns</sup>	6.35 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	15.07 <sup>ns</sup>	19.29 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	10.79 <sup>ns</sup>	62.35 *
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	16.96 <sup>ns</sup>	22.26 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	18.30 <sup>ns</sup>	18.34 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	10.16 <sup>ns</sup>	23.32 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	22.45 **	15.95 **
Pooled error	270	6.57	7.63

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะจำนวนใบในอ้อยปลูก และอ้อยคอ  
ที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	17.30 <sup>ns</sup>	969.11 **
Replications within crop	4	12.49 **	13.29 **
Genotypes	80	3.88 <sup>ns</sup>	2.47 **
Among groups	2	6.39 <sup>ns</sup>	7.63 **
Among parents	24	6.74 *	2.99 **
Among progenies	53	2.91 <sup>ns</sup>	2.47 **
Parents vs progenies	1	6.38 <sup>ns</sup>	13.13 **
Crops x Genotypes	80	1.79 <sup>ns</sup>	1.32 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	1.45 <sup>ns</sup>	1.63 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	2.59 <sup>ns</sup>	1.59 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	2.05 <sup>ns</sup>	1.64 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	2.76 <sup>ns</sup>	1.88 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	3.17 **	1.31 <sup>ns</sup>
Pooled error	270	1.65	1.23

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความกว้างใบในอ้อยปลูก และ  
อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	94.59 **	69.89 **
Replications within crop	4	0.15 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	3.19 **	3.08 **
Among groups	2	4.74 **	6.19 **
Among parents	24	8.20 **	6.82 **
Among progenies	53	1.60 **	1.79 *
Parents vs progenies	1	6.04 **	7.75 **
Crops x Genotypes	80	0.36 **	0.30 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.08 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.73 **	0.37 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.27 **	0.32 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.16 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	0.11 **	0.13 **
Pooled error	270	0.06	0.07

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวใบในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	67,461.55 **	14,010.15 **
Replications within crop	4	230.57 <sup>ns</sup>	108.09 *
Genotypes	80	628.06 **	447.66 **
Among groups	2	886.90 **	1,499.19 **
Among parents	24	642.30 **	373.00 **
Among progenies	53	738.10 **	595.25 **
Parents vs progenies	1	131.66 <sup>ns</sup>	41.00 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	120.82 <sup>ns</sup>	111.24 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	108.24 <sup>ns</sup>	85.61 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	153.48 <sup>ns</sup>	124.14 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	154.23 *	131.03 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	180.29 <sup>ns</sup>	0.35 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	94.49 **	41.15 <sup>ns</sup>
Pooled error	270	55.23	42.34

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะสัดส่วนใบในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of Variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	0.86 <sup>ns</sup>	1,312.26 **
Replications within crop	4	11.86 <sup>ns</sup>	7.69 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	177.64 **	216.28 **
Among groups	2	497.28 **	932.88 **
Among parents	24	409.26 **	430.60 **
Among progenies	53	104.49 **	139.89 **
Parents vs progenies	1	965.96 **	1,827.27 **
Crops x Genotypes	80	15.04 *	20.38 *
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	11.33 <sup>ns</sup>	22.74 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	30.04 **	31.03 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	12.21 <sup>ns</sup>	21.17 *
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	19.99 <sup>ns</sup>	45.13 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	8.96 **	12.08 *
Pooled error	270	4.79	7.53

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะพื้นที่ใบเดี่ยวในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	0.018158 **	0.008046 **
Replications within crop	4	0.000028 <sup>ns</sup>	0.000017 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	0.000211 **	0.000205 **
Among groups	2	0.000621 **	0.000685 **
Among parents	24	0.000502 **	0.000425 **
Among progenies	53	0.000118 **	0.000128 **
Parents vs progenies	1	0.000571 **	0.000455 **
Crops x Genotypes	80	0.000045 **	0.000027 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.000133 **	0.000060 *
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.000092 **	0.000038 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.000028 **	0.000027 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.000216 **	0.000040 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	0.000012 **	0.000014 **
Pooled error	270	0.000007	0.000007

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะพื้นที่ใบต่อต้นในอ้อยปลูก และ  
อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	0.712 **	0.092 *
Replications within crop	4	0.015 *	0.005 **
Genotypes	80	0.013 **	0.012 **
Among groups	2	0.078 **	0.075 **
Among parents	24	0.024 **	0.022 **
Among progenies	53	0.008 *	0.009 **
Parents vs progenies	1	0.071 **	0.079 **
Crops x Genotypes	80	0.004 <sup>ns</sup>	0.003 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.013 <sup>ns</sup>	0.003 **
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.004 <sup>ns</sup>	0.005 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.004 <sup>ns</sup>	0.003 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.018 <sup>ns</sup>	0.000 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	0.004 **	0.001 <sup>ns</sup>
Pooled error	270	0.002	0.001

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะดัชนีพื้นที่ใบในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	12.91 <sup>ns</sup>	68.04 **
Replications within crop	4	2.07 *	2.15 *
Genotypes	80	3.63 **	3.71 **
Among groups	2	0.03 <sup>ns</sup>	0.61 <sup>ns</sup>
Among parents	24	7.02 **	5.89 **
Among progenies	53	2.79 **	3.38 **
Parents vs progenies	1	0.05 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	1.09 *	2.02 **
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	2.53 *	1.96 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.75 <sup>ns</sup>	3.03 **
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	1.34 **	2.19 **
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	5.05 **	3.86 *
Block within replication and crop	48	0.63 *	0.82 **
Pooled error	270	0.40	0.50

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวปล้องในอ้อยปลูก และ  
อ้อยต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	54.40 *	66.75 *
Replications within crop	4	2.81 <sup>ns</sup>	6.00 *
Genotypes	80	1.95 *	2.05 <sup>ns</sup>
Among groups	2	0.23 <sup>ns</sup>	1.61 <sup>ns</sup>
Among parents	24	2.89 **	1.59 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	2.31 *	2.74 *
Parents vs progenies	1	0.21 <sup>ns</sup>	2.72 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	1.06 <sup>ns</sup>	1.76 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.26 <sup>ns</sup>	1.98 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	1.26 <sup>ns</sup>	1.34 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	1.40 <sup>ns</sup>	2.24 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.03 <sup>ns</sup>	3.79 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	1.22 **	1.66 **
Pooled error	270	0.58	0.68

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะจำนวนปล้องในอ้อยปลูก และอ้อย  
ต่อที่ 1 ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares	
		Early rainy season	Late rainy season
Crops	1	363.76 *	460.13 *
Replications within crop	4	17.36 <sup>ns</sup>	37.20 **
Genotypes	80	13.34 <sup>ns</sup>	11.53 <sup>ns</sup>
Among groups	2	13.77 <sup>ns</sup>	1.88 <sup>ns</sup>
Among parents	24	14.44 <sup>ns</sup>	14.29 <sup>ns</sup>
Among progenies	53	13.54 <sup>ns</sup>	14.65 *
Parents vs progenies	1	27.57 <sup>ns</sup>	2.92 <sup>ns</sup>
Crops x Genotypes	80	7.70 <sup>ns</sup>	5.47 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	7.04 <sup>ns</sup>	1.88 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	6.88 <sup>ns</sup>	5.75 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	7.62 <sup>ns</sup>	7.29 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	13.70 <sup>ns</sup>	0.89 <sup>ns</sup>
Block within replication and crop	48	12.53 **	8.30 **
Pooled error	270	4.10	3.12

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ จำนวนลำ ผลผลิตย่อย และค่าบริกซ์ 8 เดือน

Sources of variation	d.f.	Mean Squares					
		STKLN	STKDIA	STKWT	STKNO	CYLD	BRIX8M
Environments	3	255,699.70 **	2.29 **	16.93 **	145,824,112,815.13 **	25,970.22 **	1,128.31 *
Seasons	1	160,177.29 **	0.17 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	355,359,614,481.00 **	41,713.67 **	239.20 **
Crops	1	598,903.72 **	6.01 **	49.16 **	81,120,358,523.00 **	36,149.94 **	1,082.99 **
Season x Crop	1	8,018.09 <sup>ns</sup>	0.70 **	1.61 **	992,365,441.39 <sup>ns</sup>	47.05 <sup>ns</sup>	2,062.73 **
Replications within environment	8	9,813.48 **	0.04 <sup>ns</sup>	0.13 **	1,136,403,887.20 *	1,562.43 <sup>ns</sup>	5.65 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	6,538.89 **	1.30 **	0.82 **	24,578,928,531.00 **	7,868.65 **	23.76 **
Among groups	2	514.56 <sup>ns</sup>	3.71 **	3.47 **	113,455,883,069.00 **	10,534.04 **	35.84 **
Among parents	24	10,181.77 **	3.36 **	1.89 **	62,565,821,135.00 **	11,561.92 **	29.04 **
Among progenies	53	6,634.52 **	0.53 **	0.37 **	8,507,541,427.90 **	6,961.43 **	25.81 **
Parents vs progenies	1	1,029.93 <sup>ns</sup>	0.62 **	0.01 <sup>ns</sup>	194,622,137,838.00 **	10,592.81 **	65.78 **
Environments x Genotypes	240	1,323.39 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.07 *	1,807,910,616.20 **	1,305.18 *	3.50 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among groups</sub>	6	1,340.45 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.15 **	3,838,745,184.18 **	2,986.70 **	4.29 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among parents</sub>	72	1,615.28 <sup>ns</sup>	0.17 **	0.13 **	3,452,724,776.07 **	1,580.20 **	3.55 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among progenies</sub>	159	1,682.29 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.07 *	1,538,848,729.40 **	1,531.69 **	4.26 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	3	2,537.53 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	7,523,217,669.10 **	4,579.75 **	4.30 <sup>ns</sup>
Season x Genotype	80	1,053.02 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	1,623,702,757.00 **	1,139.16 <sup>ns</sup>	2.50 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among groups</sub>	2	2,324.57 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	1,559,568,333.80 *	6,372.27 **	6.05 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among parents</sub>	24	1,144.23 <sup>ns</sup>	0.15 *	0.04 <sup>ns</sup>	3,473,645,873.40 **	1,309.20 <sup>ns</sup>	3.53 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	1,446.29 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	1,284,817,799.80 **	1,438.26 *	2.43 <sup>ns</sup>

ตารางผนวกที่ 45 (ต่อ)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares					
		STKLN	STKDIA	STKWT	STKNO	CYLD	BRIX8M
Season x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	4,579.57 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	3,014,400,505.50 *	10,807.61 **	7.47 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype	80	2,204.94 <sup>ns</sup>	0.11 *	0.17 *	2,758,108,725.30 **	1,897.23 **	5.14 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	101.32 <sup>ns</sup>	0.26 *	0.20 *	5,337,898,849.80 **	178.09 <sup>ns</sup>	6.68 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	2,644.01 <sup>ns</sup>	0.21 **	0.30 **	4,945,601,115.20 **	2,422.54 **	4.90 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	2,879.93 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.13 **	2,411,342,157.70 **	2,069.35 **	6.14 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	136.06 <sup>ns</sup>	0.46 *	0.14 <sup>ns</sup>	10,336,785,783.00 **	233.11 <sup>ns</sup>	5.18 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype	80	712.20 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	1,041,920,366.30 **	879.17 <sup>ns</sup>	2.88 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	1,595.45 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.25 **	4,618,768,368.80 **	2,409.74 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	1,057.61 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	1,938,927,339.50 **	1,008.87 <sup>ns</sup>	2.20 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	720.64 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	920,386,230.76 **	1,087.47 <sup>ns</sup>	4.20 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	2,896.96 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	9,218,466,718.80 **	2,698.54 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>
Block within replication crop and season	96	2,665.10 **	0.06 <sup>ns</sup>	0.05 **	476,995,709.23 **	941.56 **	5.40 **
Pooled error	523	698.23	0.08	0.03	336,750,714.34	409.23	1.70

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะค่าบrixซ์ 10 เดือน ค่าบrixซ์จากห้องปฏิบัติการ ค่าโพล ปริมาณเส้นใย ความบริสุทธิ์และซีซีเอส

Sources of variation	d.f.	Mean Squares					
		BRIX10M	BRIXLB	POL	FIBER	PUR	CCS
Environments	3	634.18 **	719.55 **	377.43 **	6.59 <sup>ns</sup>	1,378.57 <sup>ns</sup>	190.78 **
Seasons	1	772.04 **	187.08 *	32.82 <sup>ns</sup>	19.12 <sup>ns</sup>	1,806.22 <sup>ns</sup>	2.97 <sup>ns</sup>
Crops	1	419.10 **	1,948.48 **	1,099.44 **	0.33 <sup>ns</sup>	964.16 <sup>ns</sup>	566.66 **
Season x Crop	1	711.40 **	23.09 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	1,365.35 <sup>ns</sup>	2.73 <sup>ns</sup>
Replications within environment	8	5.26 *	17.86 *	11.87 <sup>ns</sup>	18.26 **	873.14 **	20.22 **
Genotypes	80	12.01 **	10.67 *	15.83 **	37.88 **	99.76 <sup>ns</sup>	13.16 **
Among groups	2	29.57 **	49.04 **	71.50 **	102.04 **	201.55 <sup>ns</sup>	55.21 **
Among parents	24	15.09 **	14.15 **	20.77 **	74.01 **	116.46 <sup>ns</sup>	17.68 **
Among progenies	53	12.06 **	14.58 **	18.90 **	27.17 **	111.58 <sup>ns</sup>	14.56 **
Parents vs progenies	1	58.83 **	88.36 **	112.10 **	0.72 <sup>ns</sup>	125.33 <sup>ns</sup>	69.87 **
Environments x Genotypes	240	2.52 <sup>ns</sup>	2.26 <sup>ns</sup>	3.43 <sup>ns</sup>	2.83 <sup>ns</sup>	29.37 <sup>ns</sup>	2.74 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among groups</sub>	6	5.06 *	2.77 <sup>ns</sup>	5.26 <sup>ns</sup>	1.42 <sup>ns</sup>	38.89 <sup>ns</sup>	3.78 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among parents</sub>	72	2.69 <sup>ns</sup>	2.83 <sup>ns</sup>	4.11 <sup>ns</sup>	3.89 <sup>ns</sup>	56.01 <sup>ns</sup>	3.24 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among progenies</sub>	159	2.86 <sup>ns</sup>	2.59 <sup>ns</sup>	4.01 <sup>ns</sup>	3.17 <sup>ns</sup>	38.94 <sup>ns</sup>	3.27 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	3	7.54 *	1.36 <sup>ns</sup>	1.16 <sup>ns</sup>	2.55 <sup>ns</sup>	13.04 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>ns</sup>
Season x Genotype	80	1.46 <sup>ns</sup>	1.70 <sup>ns</sup>	2.59 <sup>ns</sup>	2.55 <sup>ns</sup>	27.72 <sup>ns</sup>	2.03 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among groups</sub>	2	3.05 <sup>ns</sup>	1.77 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>	2.98 <sup>ns</sup>	4.49 <sup>ns</sup>	0.66 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among parents</sub>	24	2.23 <sup>ns</sup>	3.13 <sup>ns</sup>	4.94 <sup>ns</sup>	2.64 <sup>ns</sup>	64.34 <sup>ns</sup>	3.42 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	1.19 <sup>ns</sup>	1.73 <sup>ns</sup>	2.74 <sup>ns</sup>	3.20 <sup>ns</sup>	35.09 <sup>ns</sup>	2.33 <sup>ns</sup>

ตารางผนวกที่ 46 (ต่อ)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares					
		BRIX10M	BRIXLB	POL	FIBER	PUR	CCS
Season x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.38 <sup>ns</sup>	3.53 <sup>ns</sup>	1.08 <sup>ns</sup>	5.63 <sup>ns</sup>	5.17 <sup>ns</sup>	1.18 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype	80	4.22 <sup>**</sup>	2.69 <sup>ns</sup>	4.68 <sup>ns</sup>	3.45 <sup>ns</sup>	37.06 <sup>ns</sup>	3.78 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	10.92 <sup>**</sup>	3.53 <sup>ns</sup>	9.10 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>	71.38 <sup>ns</sup>	6.50 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	4.15 <sup>*</sup>	2.50 <sup>ns</sup>	5.13 <sup>ns</sup>	6.46 <sup>ns</sup>	69.94 <sup>ns</sup>	4.42 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	4.69 <sup>**</sup>	3.10 <sup>ns</sup>	5.05 <sup>ns</sup>	3.11 <sup>ns</sup>	48.30 <sup>ns</sup>	4.19 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	21.55 <sup>**</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.72 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype	80	1.87 <sup>ns</sup>	2.39 <sup>ns</sup>	3.03 <sup>ns</sup>	2.49 <sup>ns</sup>	23.34 <sup>ns</sup>	2.40 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	1.21 <sup>ns</sup>	3.03 <sup>ns</sup>	6.10 <sup>ns</sup>	0.77 <sup>ns</sup>	40.79 <sup>ns</sup>	4.17 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	1.69 <sup>ns</sup>	2.87 <sup>ns</sup>	2.26 <sup>ns</sup>	2.58 <sup>ns</sup>	33.74 <sup>ns</sup>	1.88 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	2.71 <sup>ns</sup>	2.95 <sup>ns</sup>	4.23 <sup>ns</sup>	3.21 <sup>ns</sup>	33.43 <sup>ns</sup>	3.29 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.70 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	2.36 <sup>ns</sup>	1.54 <sup>ns</sup>	33.21 <sup>ns</sup>	1.46 <sup>ns</sup>
Block within replication crop and season	96	2.16 <sup>**</sup>	6.85 <sup>**</sup>	7.63 <sup>**</sup>	4.87 <sup>**</sup>	81.23 <sup>**</sup>	5.93 <sup>**</sup>
Pooled error	523	1.39	2.03	2.81	2.65	25.12	2.25

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตน้ำตาล จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ สัดส่วนใบ และพื้นที่ใบเดี่ยว

Sources of variation	d.f.	Mean Squares					
		SYLD	LFNO	LFWD	LFLN	LFMOD	SAREA
Environments	3	648.92 **	356.47 **	55.76 **	28,664.80 **	1,155.12 **	0.008499 **
Seasons	1	231.28 <sup>ns</sup>	1.30 <sup>ns</sup>	4.93 **	9,111.17 **	2,039.65 **	0.000160 *
Crops	1	1,710.42 **	663.07 **	162.19 **	69,071.37 **	679.31 **	0.024711 **
Season x Crop	1	5.06 <sup>ns</sup>	405.05 **	0.17 <sup>ns</sup>	7,811.87 **	746.39 **	0.000625 **
Replications within environment	8	54.66 **	12.89 **	0.15 <sup>ns</sup>	169.33 *	9.77 <sup>ns</sup>	0.000022 <sup>ns</sup>
Genotypes	80	76.77 **	4.62 **	6.00 **	955.68 **	367.29 **	0.000397 **
Among groups	2	156.71 **	13.49 **	10.89 **	2,255.76 **	1,402.55 **	0.001298 **
Among parents	24	75.00 **	7.76 **	14.47 **	881.26 **	792.21 **	0.000902 **
Among progenies	53	89.27 **	3.67 *	3.17 **	1,196.80 **	219.87 **	0.000228 **
Parents vs progenies	1	5.76 <sup>ns</sup>	19.01 **	13.76 **	11.47 <sup>ns</sup>	2,738.11 **	0.001021 **
Environments x Genotypes	240	16.04 <sup>ns</sup>	1.55 <sup>ns</sup>	0.28 **	116.18 **	20.17 **	0.000029 **
Environment x Genotype <sub>among groups</sub>	6	34.95 <sup>ns</sup>	1.23 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	106.17 <sup>ns</sup>	25.30 *	0.000065 **
Environment x Genotype <sub>among parents</sub>	72	16.43 <sup>ns</sup>	1.97 <sup>ns</sup>	0.40 **	135.06 **	32.16 **	0.000047 **
Environment x Genotype <sub>among progenies</sub>	159	18.46 <sup>ns</sup>	1.78 <sup>ns</sup>	0.27 **	138.74 **	19.29 **	0.000024 **
Environment x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	3	23.38 <sup>ns</sup>	1.77 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	111.10 <sup>ns</sup>	49.41 **	0.000084 **
Season x Genotype	80	13.72 <sup>ns</sup>	1.58 <sup>ns</sup>	0.19 *	119.86 **	25.02 **	0.000019 *
Season x Genotype <sub>among groups</sub>	2	31.40 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	127.30 <sup>ns</sup>	41.42 *	0.000006 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among parents</sub>	24	10.46 <sup>ns</sup>	1.72 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	136.13 **	35.66 **	0.000019 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	18.59 <sup>ns</sup>	1.66 <sup>ns</sup>	0.23 **	131.13 **	24.30 **	0.000018 <sup>ns</sup>

ตารางผนวกที่ 47 (ต่อ)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares						
		SYLD	LFNO	LFWD	LFLN	LFMOD	SAREA	
Season x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	36.24 <sup>ns</sup>	0.71 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	158.33 <sup>ns</sup>	82.30 **	0.000002 <sup>ns</sup>	
Crop x Genotype	80	21.48 <sup>ns</sup>	1.66 <sup>ns</sup>	0.42 **	153.41 **	21.93 **	0.000047 **	
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	12.03 <sup>ns</sup>	0.62 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	139.20 <sup>ns</sup>	2.71 <sup>ns</sup>	0.000173 **	
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	30.11 <sup>ns</sup>	2.00 <sup>ns</sup>	0.84 **	211.08 <sup>ns</sup>	45.55 **	0.000095 **	
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	20.71 <sup>ns</sup>	2.26 <sup>ns</sup>	0.29 **	187.20 **	17.20 *	0.000031 **	
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	1.56 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	95.40 <sup>ns</sup>	2.94 <sup>ns</sup>	0.000219 **	
Season x Crop x Genotype	80	12.90 <sup>ns</sup>	1.42 <sup>ns</sup>	0.22 **	75.27 <sup>ns</sup>	13.56 <sup>ns</sup>	0.000021 *	
Season x Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	61.43 *	2.45 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	52.02 <sup>ns</sup>	31.78 <sup>ns</sup>	0.000017 <sup>ns</sup>	
Season x Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	8.72 <sup>ns</sup>	2.18 <sup>ns</sup>	0.21 *	57.98 <sup>ns</sup>	15.29 <sup>ns</sup>	0.000025 *	
Season x Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	16.07 <sup>ns</sup>	1.42 <sup>ns</sup>	0.29 **	97.87 <sup>ns</sup>	16.38 *	0.000024 **	
Season x Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	32.33 <sup>ns</sup>	4.57 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	79.56 <sup>ns</sup>	62.98 *	0.000032 <sup>ns</sup>	
Block within replication crop and season	96	19.20 **	2.24 **	0.12 **	67.82 *	10.52 **	0.000013 **	
Pooled error	523	7.08	1.45	0.06	48.99	6.11	0.000007	

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะพื้นที่ใบต่อต้น คัชนีพื้นที่ใบ ความยาวปล้อง และจำนวนปล้อง

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		PAREA	LAI	INTLN	INTNO
Environments	3	0.2643 **	68.43 **	568.84 **	411.58 **
Seasons	1	0.0428 <sup>ns</sup>	119.61 **	1,584.32 **	402.57 **
Crops	1	0.1206 **	13.31 *	121.14 **	823.69 **
Season x Crop	1	0.6296 **	72.37 **	1.07 <sup>ns</sup>	8.74 <sup>ns</sup>
Replications within environment	8	0.0099 **	2.11 **	4.40 **	27.28 *
Genotypes	80	0.0230 **	5.94 **	2.58 **	20.88 **
Among groups	2	0.1522 **	0.39 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>ns</sup>	12.02 <sup>ns</sup>
Among parents	24	0.0441 **	10.67 **	3.09 **	24.80 **
Among progenies	53	0.0138 **	4.83 **	3.55 **	22.70 **
Parents vs progenies	1	0.1499 **	0.44 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>ns</sup>	23.83 <sup>ns</sup>
Environments x Genotypes	240	0.0034 <sup>ns</sup>	1.50 **	1.39 <sup>ns</sup>	5.59 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among groups</sub>	6	0.0055 <sup>ns</sup>	1.57 <sup>ns</sup>	1.15 <sup>ns</sup>	3.98 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among parents</sub>	72	0.0038 <sup>ns</sup>	1.91 **	1.23 <sup>ns</sup>	5.20 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>among progenies</sub>	159	0.0035 <sup>ns</sup>	1.64 **	1.71 <sup>ns</sup>	6.81 <sup>ns</sup>
Environment x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	3	0.0060 <sup>ns</sup>	3.00 **	2.06 <sup>ns</sup>	2.06 <sup>ns</sup>
Season x Genotype	80	0.0027 <sup>ns</sup>	1.36 **	1.36 <sup>ns</sup>	3.76 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.0002 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	1.14 <sup>ns</sup>	3.24 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.0022 <sup>ns</sup>	1.85 **	1.19 <sup>ns</sup>	3.24 <sup>ns</sup>
Season x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.0029 <sup>ns</sup>	1.37 **	1.49 <sup>ns</sup>	5.44 <sup>ns</sup>

ตารางผนวกที่ 48 (ต่อ)

Sources of variation	d.f.	Mean Squares			
		PAREA	LAI	INTLN	INTNO
Season x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.0002 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	2.25 <sup>ns</sup>	5.88 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype	80	0.0041 *	2.06 **	1.65 <sup>ns</sup>	9.02 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.0130 *	0.02 <sup>ns</sup>	1.45 <sup>ns</sup>	5.54 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.0053 *	2.25 **	1.22 <sup>ns</sup>	9.26 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.0043 *	2.54 **	2.44 *	10.47 <sup>ns</sup>
Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.0116 *	0.02 <sup>ns</sup>	2.28 <sup>ns</sup>	10.58 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype	80	0.0034 <sup>ns</sup>	1.06 *	1.15 <sup>ns</sup>	4.01 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among groups</sub>	2	0.0032 <sup>ns</sup>	4.44 **	0.85 <sup>ns</sup>	3.16 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among parents</sub>	24	0.0037 <sup>ns</sup>	1.64 **	1.28 <sup>ns</sup>	3.09 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>among progenies</sub>	53	0.0033 <sup>ns</sup>	1.00 <sup>ns</sup>	1.20 <sup>ns</sup>	4.53 <sup>ns</sup>
Season x Crop x Genotype <sub>parent vs progenies</sub>	1	0.0062 <sup>ns</sup>	8.85 **	1.65 <sup>ns</sup>	3.60 <sup>ns</sup>
Block within replication crop and season	96	0.0029 **	0.73 **	1.44 **	10.42 **
Pooled error	523	0.0014	0.45	0.63	3.63

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**ตารางผนวกที่ 49** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะผลผลิตอ้อย (CYLD) ความยาวลำ (STKLN) เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (STKDIA) น้ำหนักลำ (STKWT) จำนวนลำ (STKNO) ความยาวปล้อง (INTLN) จำนวนปล้อง (INTNO) และดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)

ลักษณะ	STKLN	STKDIA	STKWT	STKNO	INTLN	INTNO	LAI
CYLD	0.555 **	-0.435 **	-0.258 *	0.723 **	0.547 **	0.405 **	0.635 **
STKLN		-0.428 **	-0.057 <sup>ns</sup>	0.356 **	0.759 **	0.763 **	0.296 **
STKDIA			0.867 **	-0.803 **	-0.298 **	-0.238 *	-0.388 **
STKWT				-0.756 **	-0.022 <sup>ns</sup>	0.118 <sup>ns</sup>	-0.298 **
STKNO					0.330 **	0.168 <sup>ns</sup>	0.542 **
INTLN						0.410 **	0.242 *
INTNO							0.212 <sup>ns</sup>

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**ตารางผนวกที่ 50** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) จำนวนใบ (LFNO) ความกว้างใบ (LFWD) ความยาวใบ (LFLN) สัดส่วนใบ (LFMOD) พื้นที่ใบเดี่ยว (SAREA) และพื้นที่ใบต่อต้น (PAREA)

ลักษณะ	LFNO	LFWD	LFLN	LFMOD	SAREA	PAREA
LAI	0.061 <sup>ns</sup>	-0.203 <sup>ns</sup>	0.249 *	0.292 **	-0.120 <sup>ns</sup>	-0.072 <sup>ns</sup>
LFNO		0.352 **	-0.103 <sup>ns</sup>	-0.389 **	0.297 **	0.632 **
LFWD			0.133 <sup>ns</sup>	-0.903 **	0.958 **	0.911 **
LFLN				0.205 <sup>ns</sup>	0.401 **	0.265 *
LFMOD					-0.773 **	-0.764 **
SAREA						0.920 **

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**ตารางผนวกที่ 51** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะค่าโพล (POL) ค่าบริกซ์ (BRIX) และความบริสุทธิ์ (PUR)

ลักษณะ	BRIX	PUR	FIBER
POL	0.942 **	0.834 **	-0.118 <sup>ns</sup>
BRIX		0.616 **	0.005 <sup>ns</sup>
PUR			-0.261 *

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางผนวกที่ 52 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะผลผลิตน้ำตาล (SYLD) ผลผลิตอ้อย (CYLD) และค่าโพล (POL)

ลักษณะ	CYLD	POL
SYLD	0.869 **	0.390 **
CYLD		-0.090 <sup>ns</sup>

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวชบา ทองไผ่ใหญ่
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 27 ธันวาคม 2527
สถานที่เกิด	ตำบลคอนข่อย อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	อาคารถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนงานวิจัย โดยศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและ เทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ