การวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์อ้อยกำแพงแสนชุดปี 2000-2003 ในอ้อยปลูก

Stability of Kamphaeng Saen Sugarcane Varieties Series 2000-2003 in Plant Cane

รจนา อุดมสัย[1] และเรวัต เลิศฤทัยโยธิน[2,3]*

Rojjana Udomsai[1*] and Rewat Lersrutaiyotin[2,3]

ABSTRACT

Some selected sugarcane varieties may be specific to some sugarcane planting area, but some varieties may have potential in various environments of sugarcane planting area. Therefore, the tests of sugarcane varieties in various sugarcane planting areas and of their stability were important for the recommendation of the sugarcane varieties.The purposes of this study was to evaluate the suitable sugarcane varieties for each planting area.Ten Kamphaeng Saen sugarcane varieties series 2000-2003 of Cane and Sugar Research and Development Center, Kasetsart University and 2 checked sugarcane varieties were tested in 8 locations. The experimental design was RCBD with 3 replications. Varietal stability was analyzed by AMMI. The results on varietal stability revealed that LK 92-11 was high stability in cane yield CCS and sugar yield. Kamphaeng Saen 01-11-5 and Kamphaeng Saen 00-103 were high stability in CCS. K 88-92 was high stability in sugar yield. The varieties having high cane yield, CCS and sugar yield were Kamphaeng Saen 00-57, Kamphaeng Saen 03-3-5 and Kamphaeng Saen 03-3-6 which had adaptated well at Cha am. Kamphaeng Saen 00-57 had outstanding sugar yield at both Cha am and Bueng Samakkhi, but its sugar yield outstanding was decreased at Si Thep and Nong Saeng. While, Kamphaeng Saen 00-103 had outstanding sugar yield at Ban Bueng, but its sugar yield outstanding was decreased at Nong Saeng. Kamphaeng Saen 00-24 had outstanding sugar yield at both Bueng Samakkhi and Ban Bueng, but its sugar yield outstanding was decreased at Nong Saeng and Cha am. Kamphaeng Saen 03-3-5 had outstanding sugar yield at both Nong Saeng and Cha am, but its sugar yield outstanding was decreased at Nong Ruea and Ban Bueng.

Keywords: stability, sugarcane, path-coefficient, AMMI

[1*] สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of plant breeding, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Cane and Sugar Research and Development Center, Research and Development Institute at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, KamphaengSaen Campus, NakhonPathom 73140, Thailand.

[*]Communication author : Tel. 0-879-063-349, E-mail address : mk-dekkasin@hotmail.com

บทคัดย่อ

พันธุ์อ้อยที่ได้รับการคัดเลือกอาจมีความดีเด่นจำเพาะในบางพื้นที่หรือมีศักยภาพในการปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นการทดสอบพันธุ์ในพื้นที่ปลูกอ้อยต่างๆ และการตรวจสอบเสถียรภาพของพันธุ์อ้อยจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการรับรองพันธุ์อ้อย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของพันธุ์อ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยต่างๆ และตรวจสอบเสถียรภาพพันธุ์ในลักษณะของผลผลิต ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล โดยปลูกทดสอบอ้อยพันธุ์กำแพงแสนของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ชุดปี 2000-2003 จำนวน 10 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 2 พันธุ์ จำนวน 8 แปลง วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ตรวจสอบค่าเสถียรภาพของพันธุ์ด้วยวิธีวิเคราะห์อิทธิพลหลักแบบบวกและอิทธิพลร่วมแบบผลคูณ (AMMI) การศึกษาเสถียรภาพพบว่า พันธุ์ที่มีค่าเสถียรภาพของพันธุ์สูงในลักษณะผลผลิตอ้อย ซีซีเอสและผลผลิตน้ำตาล คือพันธุ์ LK 92-11 พันธุ์ที่มีค่าเสถียรภาพของพันธุ์สูงในลักษณะซีซีเอสคือ กำแพงแสน 01-11-5 และกำแพงแสน 00-103 และพันธุ์ K 88-92 เป็นพันธุ์ที่มีค่าเสถียรภาพของพันธุ์สูงในลักษณะผลผลิตน้ำตาล ทั้งนี้พันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาลสูงคือ พันธุ์กำแพงแสน 00-57 กำแพงแสน 03-3-5 และกำแพงแสน 03-3-6 โดยพันธุ์กำแพงแสน 00-57 มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงชะอำและบึงสามัคคี แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงศรีเทพ และหนองแสง พันธุ์กำแพงแสน 00-103 มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงบ้านบึง แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงหนองแสง พันธุ์กำแพงแสน 00-24 มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงบึงสามัคคี และบ้านบึง แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงหนองแสงและชะอำ ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงหนองแสง และชะอำ แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงหนองเรือและบ้านบึง

คำสำคัญ: เสถียรภาพ อ้อย แพทโคเอฟฟิเชี่ยน AMMI

คำนำ

อ้อยเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม และน้ำตาลที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยผลิตน้ำตาลได้ประมาณปีละ 6.4 ล้านตัน ส่งออกน้ำตาลประมาณ 3.32 ล้านตัน ส่วนที่เหลือบริโภคภายในประเทศ สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศถึงปีละประมาณ 52,455 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมดประมาณ 6.96 ล้านไร่ ให้ผลผลิตอ้อยประมาณ 68.89 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 9.53 ตัน/ไร่ และซีซีเอสเฉลี่ยประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์(สำนักงานอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย, 2554) ลักษณะพันธุ์อ้อยที่ดีควรมีลักษณะที่ให้ผลผลิต ซีซีเอสและผลผลิตน้ำตาลสูง การคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเป็นขั้นตอนหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์อ้อย ในการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นวัตถุประสงค์หลักคือ สร้างสายพันธุ์พืชที่สามารถปรับตัวได้กว้างหรือปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงกับสถานที่ปลูกนั้น ซึ่งนักปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องทดสอบสายพันธุ์ในหลายสถานที่และหลายฤดู (พีระศักดิ์และประเสริฐ, 2548) สภาพพื้นที่ปลูกพืชสามารถจำแนกตามลักษณะภูมิอากาศของพืช ซึ่งจะเป็นลักษณะที่ค่อนข้างเหมือนกันในแต่ละแหล่งปลูก เช่น คุณสมบัติของดินและสภาพอากาศ พันธุกรรมของพืชสามารถที่จะปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมแต่ละแห่งได้ นักปรับปรุงพันธุ์ก็พยายามที่จะหาพันธุ์พืชที่มีความสามารถในการปรับตัว ซึ่งก็หมายถึงพันธุ์พืชนั้นจะต้องมีเสถียรภาพของพันธุ์ในด้านผลผลิต เมื่อปลูกในหลายสภาพแวดล้อม (ชูศักดิ์, 2551) การทดสอบพันธุ์อ้อยในสภาพแวดล้อมต่างๆ เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ เพราะจะทำให้ทราบว่าพันธุ์อ้อยที่ผ่านขั้นตอนการทดสอบพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์จะ

สามารถให้ผลผลิตดี และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ การทดสอบพันธุ์พืชในหลายสภาพแวดล้อม ทำให้สามารถศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมได้ Zobel *et al.* (1988) ได้เสนอวิธีวิเคราะห์ข้อมูลในงานทดสอบพันธุ์พืชหลายท้องที่ และเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพที่เคยใช้กันในอดีต ได้แก่ ANOVA (Comstock and Moll, 1963) LR (Finley and Wilkinson, 1963; Eberhart and Russel, 1966) PCA (Freeman, 1973; Basford *et al.*, 1991) และ AMMI (Gauch, 1988) ซึ่งพบว่า AMMI เป็นวิธีที่สามารถแยกได้ทั้งอิทธิพลหลักที่เป็นแบบผลบวกของพันธุ์และสภาพแวดล้อม และอิทธิพลแบบผลคูณของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม การแยกอิทธิพลแบบผลคูณทำโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก แกนใดมีนัยสำคัญทางสถิติจะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของโมเดล วิธี AMMI ทำให้สามารถแยกความแปรปรวนที่เกิดจากโมเดล ออกจากความแปรปรวนทั้งหมดได้ นอกจากนี้การนำเสนอข้อมูลที่เรียกว่า biplot ยังสามารถแสดงให้เห็นการตอบสนองของพันธุ์และสภาพแวดล้อมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการปลูกทดสอบพันธุ์อ้อย ในหลายภูมิภาคของประเทศไทย เพื่อคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีเสถียรภาพของพันธุ์สูง ในลักษณะที่สำคัญคือ ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และค่าซีซีเอส และเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกนั้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ใช้อ้อยพันธุ์กำแพงแสนของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาลสถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 10 พันธุ์ ร่วมพันธุ์อ้อยของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายกระทรวงอุตสาหกรรมจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ LK 92-11 และ K 88-92 ในอ้อยปลูกของฤดูปลูก 2552/2553 ในจำนวน 8 แปลงได้แก่

1. แปลงคลองขลุง (KhlongKhlung) อ. คลองขลุง จ. กำแพงเพชร
2. แปลงบึงสามัคคี (BuengSamakkhi) อ. บึงสามัคคี จ. กำแพงเพชร
3. แปลงชะอำ (Cha Am) อ.ชะอำ จ. เพชรบุรี
4. แปลงด่านมะขามเตี้ย (Dan Makham Tia) อ.ด่านมะขามเตี้ย จ.กาญจนบุรี
5. แปลงบ้านบึง (Ban Bueng) อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี
6. แปลงศรีเทพ (Si Thep) อ.ศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์
7. แปลงหนองเรือ (NongRuea) อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น
8. แปลงหนองแสง (NongSaeng) อ.หนองแสง จ.อุดรธานี

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละแปลงย่อยมี 3 แถว แถวยาว 8 เมตร ใช้การเขตกรรมและการดูแลรักษาตามที่เกษตรกรในพื้นที่ปฏิบัติ บันทึกข้อมูลการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออ้อยอายุ 11 - 13 เดือน ได้แก่ ผลผลิตอ้อย โดยชั่งน้ำหนักอ้อยจาก 3 แถว แล้วปรับค่าเป็นน้ำหนักต่อไร่สุ่มตัวอย่างอ้อยจำนวน 3 ลำ ที่แก่ที่สุดจากการสุ่ม 3 กอ จาก 3 แถวนำมาวัดค่าซีซีเอส (Commercial cane sugar, CCS) ซึ่งเป็นค่าประเมินความหวานของอ้อย ค่าโพล (pol) ค่าบริกซ์ (brix) และค่าความบริสุทธิ์ (purity) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Saccharomat (NIRW2) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ตามวิธีการของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2534) คำนวณผลผลิตน้ำตาล โดยคูณผลผลิตอ้อยด้วยซีซีเอสแล้วหารด้วย 100 (เกษม, 2540) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีแยกอิทธิพลแบบผลบวกและปฏิกิริยาสัมพันธ์แบบผลคูณ (AMMI) ด้วยโปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 2.12.1 (Venables *et al.*, 2007 และ ชูศักดิ์, 2551)

ผลและวิจารณ์

Milligan *et al*.(1990), Kang *et al*. (1983), James (1971), Queme *et al*. (2005) และ Gilbert *et al*. (2006) ได้รายงานว่า พันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่าง พันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อผลผลิต อ้อยและผลผลิตน้ำตาลจาก การวิเคราะห์ความ แปรปรวนของการศึกษา พบว่าค่า % SS (Sum of square) ในลักษณะผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และซีซีเอส มีค่าเท่ากับ 85.89, 75.57 และ 53.04 ตามลำดับ (Table 1) แสดงว่าอิทธิพลของ สภาพแวดล้อมมีผลต่อลักษณะผลผลิตอ้อยสูงที่สุด รองลงมาคือลักษณะผลผลิตน้ำตาล ส่วนลักษณะซี ซีเอสนั้นได้รับอิทธิพลน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ การทดลองของกิตติมา (2546) ทั้งนี้ค่า %SS (Sum of square) ของพันธุกรรมของทั้ง 3 ลักษณะมีค่า เท่ากับ 4.29, 10.60 และ 23.21 ตามลำดับ (Table 1) แสดงว่าอิทธิพลของพันธุกรรมมีผลในทาง ตรงกันข้ามกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อม คือ อิทธิพลของพันธุกรรมมีผลต่อลักษณะซีซีเอสสูง ที่สุด รองลงมาคือลักษณะผลผลิตน้ำตาล ส่วน ลักษณะผลผลิตอ้อยได้รับอิทธิพลน้อยที่สุด ทั้งนี้ สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยสูงถึง 85.89 % โดยที่อิทธิพลของพันธุกรรมมีค่าที่ต่ำมากเท่ากับ 4.29 % แสดงว่า ผลผลิตอ้อยเป็นผลจาก สภาพแวดล้อมสูงกว่าพันธุกรรมมากถึงประมาณ 16 เท่า ในขณะที่ค่าซีซีเอสมีอิทธิพลของ สภาพแวดล้อมมากกว่าพันธุกรรมประมาณ 2 เท่า นอกจากนี้ พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรมและ อิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับ สภาพแวดล้อมมีค่าใกล้เคียงกัน ในลักษณะซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล แสดงว่าทั้ง 2 ปัจจัย มี ความสำคัญใกล้เคียงกัน ในลักษณะทั้ง 2 ส่วน ผลผลิตอ้อยพบอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมสูงกว่าอิทธิพล พันธุกรรมประมาณ 2 เท่า

Table 1 AMMI analysis of variance of cane yield, CCS and sugar yield of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

SOV	df	Cane yield		CCS		Sugar yield	
		SS	%SS	SS	%SS	SS	%SS
Environment (E)	7	11631.20	85.89	681.67	53.04	189.58	75.57
Genotype (G)	11	580.40	4.29	298.26	23.21	26.59	10.60
Block	16	159.2	1.17	41.04	3.19	2.46	0.98
GE Interaction	77	1170.70	8.64	264.14	20.55	32.23	12.85
PC1	17	524.53	44.80	86.78	32.85	15.68	48.65
PC2	15	260.15	22.22	58.34	22.09	8.18	25.38
Residual	45	386.05	32.97	119.01	45.06	8.37	25.97

ลักษณะผลผลิตอ้อย

ในลักษณะผลผลิตอ้อยพบว่า พันธุ์อ้อยที่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมดมี จำนวน 5 พันธุ์ จากแปลงเปรียบเทียบพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ K 88-92 พันธุ์กำแพงแสน 00-57 พันธุ์ LK 92-11 พันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 และพันธุ์ กำแพงแสน 00-103 โดยมีผลผลิตอ้อยเฉลี่ยเท่ากับ 15.99, 15.95, 14.70, 14.68 และ 14.66 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (Table 2 และ Figure1) โดยพันธุ์ LK 92-11 มีค่า PC1 เท่ากับ -0.06 จัดเป็นพันธุ์ที่มี เสถียรภาพสูง พันธุ์กำแพงแสน 00-57 และพันธุ์ K 88-92 มีค่า PC1 เท่ากับ 0.46 และ -0.63 ซึ่งพันธุ์

2 พันธุ์นี้จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพปานกลาง ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 และพันธุ์กำแพงแสน 00-103 มีค่า PC1 เท่ากับ 1.21 และ 2.80 แสดงว่าทั้ง 2 พันธุ์เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพต่ำ จาก Figure 2 สามารถจัดกลุ่มพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ โดยพบว่าพันธุ์ที่แสดงความดีเด่นในเฉพาะบางแปลงทดสอบ ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 และพันธุ์กำแพงแสน 01-11-5 แสดงความดีเด่นที่แปลงหนองแสงแต่มีความดีเด่นลดลงที่แปลงบ้านบึง พันธุ์กำแพงแสน 03-3-6 และ พันธุ์กำแพงแสน 00-57 แสดงความดีเด่นที่แปลงชะอำ แต่มีความดีเด่นลดลงที่แปลงศรีเทพ โดยที่แปลงชะอำมีการเขตกรรมที่ดี และมีค่าเฉลี่ยผลผลิตของแปลงที่สูง (26.14 ตัน/ไร่) (Table 2) พันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ดีจึงเป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อน้ำและปุ๋ยได้ดี ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 00-103 แสดงความดีเด่นที่แปลงบ้านบึง แต่มีความดีเด่นลดลงที่แปลงหนองแสง

ทั้งนี้แปลงที่แสดงความแตกต่างของผลผลิตอ้อยของพันธุ์มากได้แก่ แปลงหนองแสง บ้านบึง และชะอำ ส่วนแปลงที่แสดงความแตกต่างน้อยได้แก่ แปลงศรีเทพ หนองเรือ หนองแสง และด่านมะขามเตี้ย (Figure 1) นอกจากนี้ยังพบว่าแปลงที่มีผลผลิตอ้อยเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ แปลงชะอำ เท่ากับ 26.14 ตัน/ไร่ ส่วนแปลงที่มีผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ แปลงหนองเรือ เท่ากับ 5.69 ตัน/ไร่ (Table 2) แตกต่างกันประมาณ 4.59 เท่า

Table 2 Mean value of cane yield (tons/rai) and PC1, PC2 scores from AMMI model analysis of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

Varieties	Yield (tons/rai)								average	PC1	PC2
	Khlog Khlung	Bueng Samakkhi	Cha Am	Dan Makham Tia	Nong Saeng	Nong Ruea	Si Thep	Ban Bueng			
LK 92-11	12.07	14.72	27.46	9.43	21.7	5.95	9.79	16.5	14.7	-0.06	0.24
K 88-92	13.85	14.07	31.7	11.74	24.14	6.62	7.51	18.25	15.99	-0.63	-0.38
Kps 00-156	10.2	15.67	19.84	7.8	20.29	5.77	7.2	15.54	12.79	0.73	1.76
Kps 01-11-5	10.09	11.2	24.43	9.04	23.11	4.68	9.22	8.3	12.51	0.64	0.64
Kps 01-5-28	10.25	13.79	25.73	7.77	14.96	4.19	7.21	13.1	12.13	0.63	-0.84
Kps 03-3-5	11.97	15.42	26.56	9.68	26.85	4.41	8.62	13.93	14.68	1.21	1.21
Kps 03-3-6	13.89	14.72	29.16	4.61	21.89	5.13	6.47	11.97	13.48	-0.96	-0.86
Kps 00-103	11.3	18.24	24.69	7.79	17.81	6.78	9.05	21.62	14.66	2.08	0.65
Kps 00-57	14.74	18.82	30.37	12.8	19.01	7.23	8.35	16.29	15.95	0.46	-1.13
Kps 01-8-8	10.16	11.82	25.33	5.11	15.61	6.02	7.81	12.11	11.75	0.32	-0.8
Kps 00-24	12.69	15.51	23.29	7.45	16.7	6.02	9.02	15.27	13.24	1.05	0.09
Kps 01-4-18	11.63	14.09	25.09	6.59	18.05	5.42	7.86	8.99	12.22	-0.5	-0.59
Average	11.9	14.84	26.14	8.32	20.01	5.69	8.18	14.32	13.67		
PC1	-0.18	1.11	-0.99	-0.24	-2.4	0.42	0.04	2.23			
PC2	-0.78	0.16	-2.21	0.18	1.73	-0.21	0.33	0.78			
S.D.	1.62	2.21	3.23	2.41	3.64	0.95	0.99	3.77			

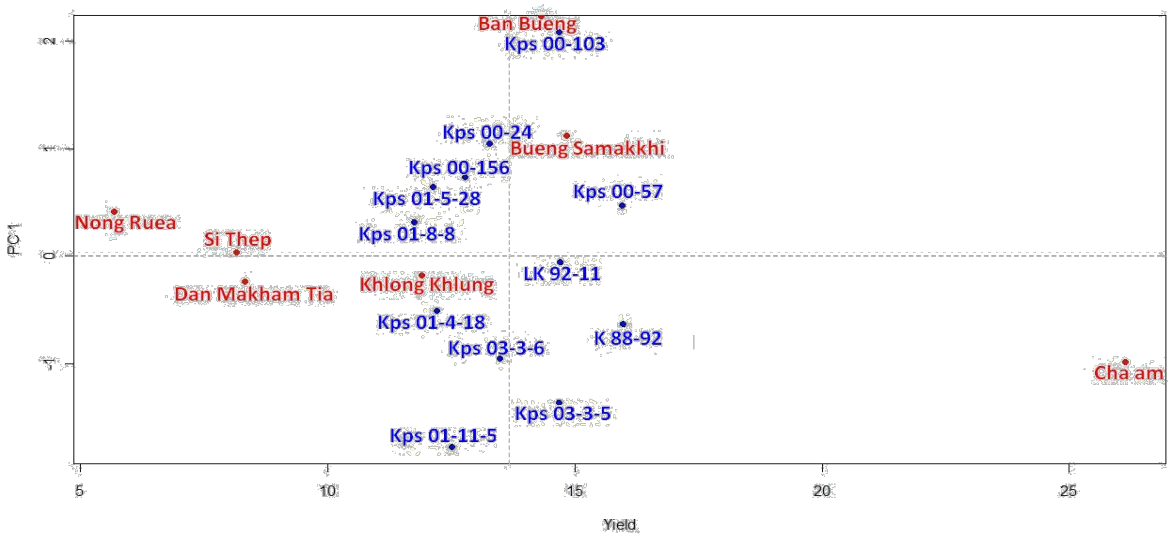

Figure 1 A biplot 1 showing mean cane yields and PC1 values of 12 sugarcane varieties and 8 varietal trials in plant cane.

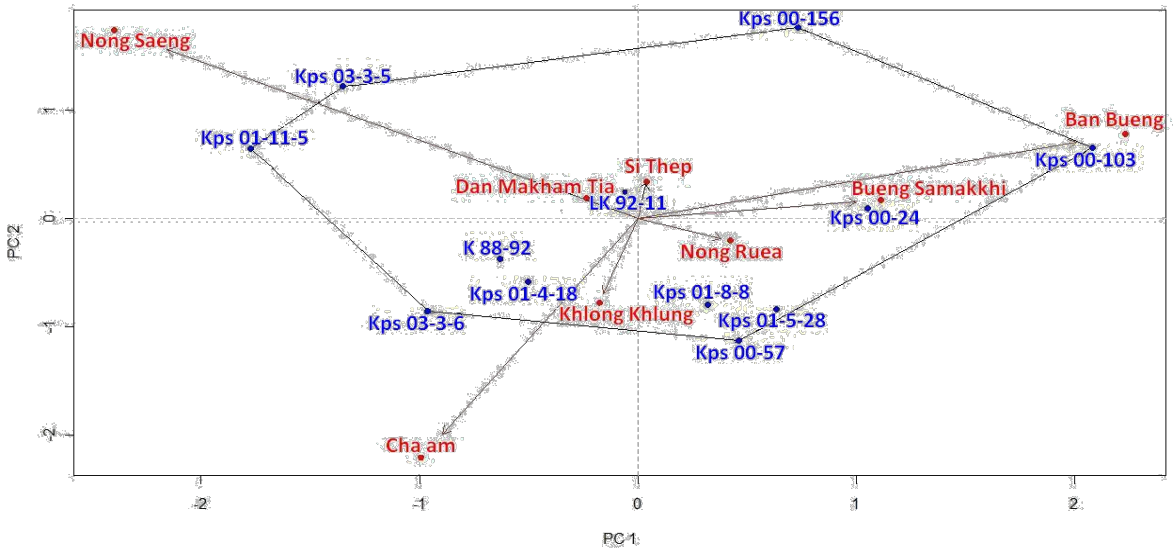

Figure 2 A biplot 2 showing PC1 and PC2 values of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

ลักษณะซีซีเอส

ในลักษณะซีซีเอสพบว่า พันธุ์ที่ให้ค่าซีซีเอสเฉลี่ยจากแปลงทดสอบสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมด มีจำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 00-57 LK 92-11 กำแพงแสน 00-24 กำแพงแสน 03-3-5 กำแพงแสน 00-103 กำแพงแสน 01-11-5 และกำแพงแสน 00-156 โดยมีค่าซีซีเอสเฉลี่ยเท่ากับ 13.94, 13.57, 13.10, 13.00, 12.74, 12.41 และ 12.08 ตามลำดับ (Table 3 และ Figure 3) โดยพันธุ์กำแพงแสน 01-11-5 และกำแพงแสน 00-103 มีค่า PC1 เท่ากับ 0.17 และ 0.20 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 พันธุ์จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง พันธุ์กำแพงแสน 00-57 กำแพงแสน 03-3-5 และ LK 92-11 มีค่า PC1 เท่ากับ -0.37, -0.41 และ -0.61 ซึ่งพันธุ์ทั้ง 3 พันธุ์จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพปานกลาง ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 00-156 และพันธุ์กำแพงแสน 00-24 เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพต่ำ มีค่า PC1 เท่ากับ -0.96 และ-1.33 ตามลำดับ (Table 3

และ Figure 3) จาก Figure 4 พบว่าพันธุ์ที่แสดงความดีเด่นในเฉพาะบางแปลงทดสอบได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 00-156 แสดงความดีเด่นที่แปลงหนองเรือ พันธุ์กำแพงแสน 00-24 แสดงความดีเด่นที่แปลงบึงสามัคคี ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 แสดงความดีเด่นที่แปลงชะอำ ทั้งนี้แปลงที่แสดงความแตกต่างของซีซีเอสของพันธุ์มาก ได้แก่ แปลงหนองแสง หนองเรือ บึงสามัคคี และชะอำ ส่วนแปลงที่แสดงความแตกต่างน้อย ได้แก่ แปลงบ้านบึง ด่านมะขามเตี้ย และคลองขลุง (Figure 4) นอกจากนี้พบว่าแปลงที่มีค่าซีซีเอส สูงสุด ได้แก่ แปลงศรีเทพ และบึงสามัคคี เท่ากับ 13.78 และ 13.42 ตัน/ไร่ตามลำดับ ส่วนแปลงที่มีค่าซีซีเอสต่ำสุดได้แก่ แปลงคลองขลุง เท่ากับ 9.40 ตัน/ไร่ แตกต่างกันประมาณ 1.47 เท่า (Table 3)

Table 3 Mean values of CCS and PC1, PC2 scores from AMMI model analysis of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

	CCS										
Varieties	Khlong Khlung	Bueng Samakkhi	Cha Am	Dan Makham Tia	Nong Saeng	Nong Ruea	Si Thep	Ban Bueng	average	PC1	PC2
LK 92-11	11.17	14.92	12.79	12.82	15.32	14.49	15.3	11.78	13.57	-0.61	-0.03
K 88-92	9.17	10.90	9.48	11.16	13.11	11.03	13.53	11.11	11.19	0.68	-0.24
Kps 00-156	8.68	14.38	10.35	12.25	12.51	14.58	13.67	10.23	12.08	-0.96	-0.74
Kps 01-11-5	9.98	11.99	12.48	10.44	14.74	14.06	14.44	11.16	12.41	0.17	-0.01
Kps 01-5-28	7.95	12.18	10.92	10.93	14.26	12.18	11.32	11.41	11.39	0.13	0.19
Kps 03-3-5	8.62	15.50	14.16	11.81	15.55	12.9	14.12	11.34	13.00	-0.41	0.96
Kps 03-3-6	8.80	12.84	7.96	9.54	14.64	11.41	12.06	9.51	10.85	0.45	-0.76
Kps 00-103	9.68	13.71	10.69	11.24	15.28	13.94	15.3	12.07	12.74	0.20	-0.79
Kps 00-57	12.03	15.87	13.77	13.95	14.39	13.27	15.62	12.63	13.94	-0.37	0.64
Kps 01-8-8	7.62	12.57	10.41	11.36	14.96	12.71	14.15	11.83	11.95	0.42	-0.47
Kps 00-24	10.44	15.74	13.5	11.04	13.11	14.6	13.57	12.77	13.10	-1.33	0.29
Kps 01-4-18	8.71	10.38	10.85	10.93	14.48	9.27	12.23	8.98	10.73	1.18	0.96
Average	9.4	13.42	11.45	11.46	14.36	12.87	13.78	11.24	12.25		
PC1	0.32	-1.27	-0.48	0.35	1.50	-0.91	0.40	0.10			
PC2	0.07	-0.01	1.68	0.17	-0.05	-1.12	-0.47	-0.26			
S.D.	1.31	1.89	1.89	1.14	0.97	1.61	1.36	1.16			

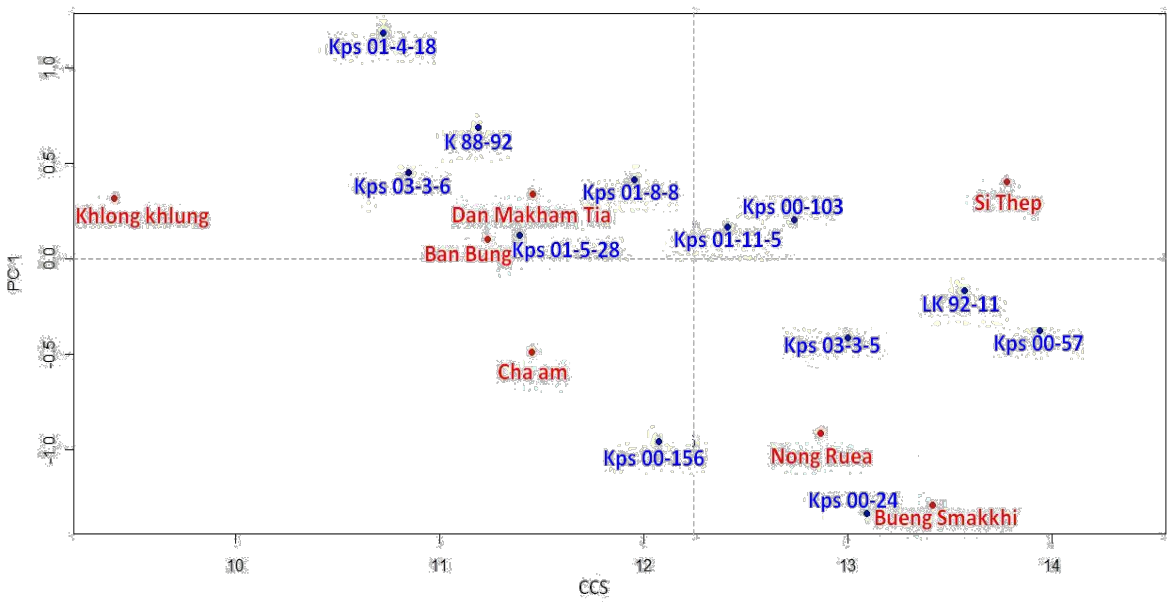

Figure 3 A biplot 1 showing mean CCS and PC1 values of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

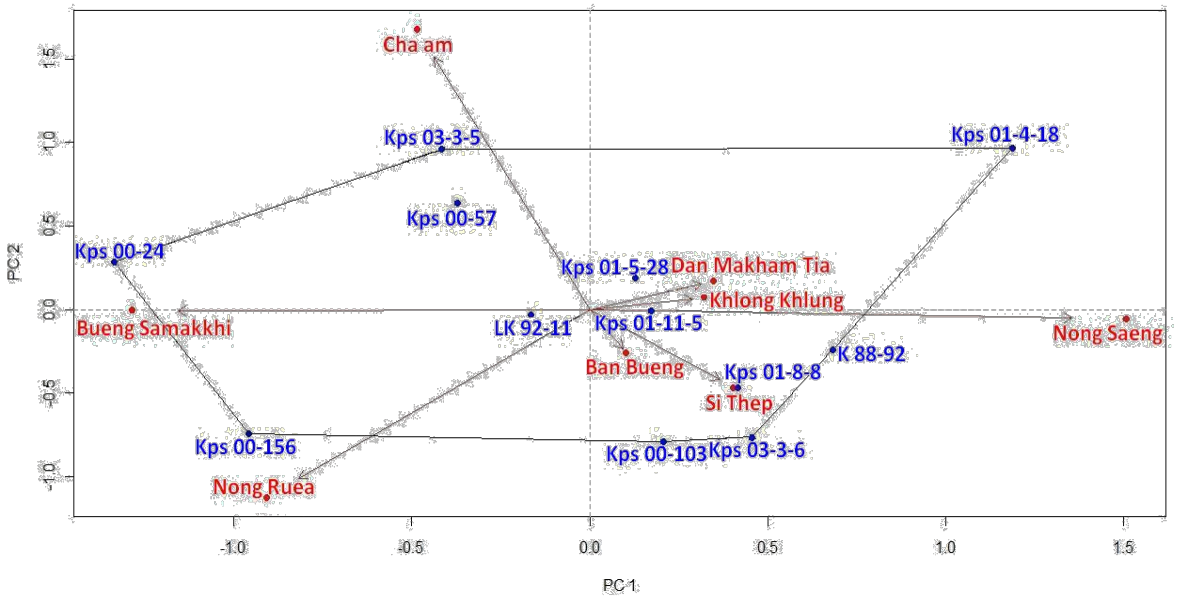

Figure 4 A biplot 2 showing PC1 and PC2 values of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

ลักษณะผลผลิตน้ำตาล

ในลักษณะผลผลิตน้ำตาลพบว่า พันธุ์ที่มีผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำตาลรวม มีจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 00-57 LK 92-11 กำแพงแสน 03-3-5 กำแพงแสน 00-103 K 88-92 และพันธุ์กำแพงแสน 00-24 โดยมีผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ยเท่ากับ 2.25, 2.04, 1.98, 1.83,

1.81 และ 1.75 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (Table 4 และ Figure 5) โดยพันธุ์ LK 92-11 และ K 88-92 มีค่า PC1 เท่ากับ -0.06 และ -0.09 ซึ่งทั้ง 2 พันธุ์นี้จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง พันธุ์กำแพงแสน 00-57 กำแพงแสน 00-103 และ กำแพงแสน 00-24 มีค่า PC1 เท่ากับ 0.42, 0.53 และ 0.56 พันธุ์ 3 พันธุ์นี้จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพปานกลาง ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 มีค่า PC1 เท่ากับ -0.62 เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพต่ำ (Table 4 และ Figure 5) จาก Figure 6 สามารถจัดกลุ่มพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ โดยพบว่าพันธุ์ที่แสดงความดีเด่นในเฉพาะบางแปลงทดสอบได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 03-3-6 กำแพงแสน 01-11-5 และ กำแพงแสน 03-3-5 แสดงความดีเด่นที่แปลงหนองแสง พันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 และ กำแพงแสน 00-57 แสดงความดีเด่นที่แปลงชะอำ พันธุ์กำแพงแสน 00-24 และ กำแพงแสน 00-57 แสดงความดีเด่นที่แปลงบึงสามัคคี ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 00-156 กำแพงแสน 00-103 และ กำแพงแสน 00-24 แสดงความดีเด่นที่แปลงบ้านบึง ทั้งนี้แปลงที่แสดงความแตกต่างของผลผลิตน้ำตาลของพันธุ์มาก ได้แก่ แปลงหนองแสง บึงสามัคคี ชะอำ บ้านบึง และหนองเรือ ส่วนแปลงที่แสดงความแตกต่างน้อย ได้แก่ แปลงศรีเทพ คลองขลุง และด่านมะขามเตี้ย (Figure 6) นอกจากนี้พบว่าแปลงที่มีผลผลิตน้ำตาลสูงสุด ได้แก่ แปลงชะอำ และหนองแสง เท่ากับ 2.98 และ 2.88 ตามลำดับ ส่วนแปลงที่มีผลผลิตน้ำตาลต่ำสุดได้แก่ แปลงหนองเรือ เท่ากับ 0.73 แตกต่างกันประมาณ 4.08 เท่า (Table 4)

Table 4 Mean values of sugar yield (tons/rai) and PC1, PC2 scores from AMMI model analysis of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

Varieties	Sugar yield								average	PC1	PC2
	Khlong Khlung	Bueng Samakkhi	Cha Am	Dan Makham Tia	Nong Saeng	Nong Ruea	Si Thep	Ban Bueng			
LK 92-11	1.34	2.80	3.43	1.19	3.32	0.86	1.50	1.91	2.04	-0.06	-0.22
K 88-92	1.27	1.84	3.00	1.44	3.18	0.72	1.00	2.04	1.81	-0.09	0.09
Kps 00-156	0.89	2.26	2.02	0.93	2.47	0.85	0.98	1.58	1.50	0.34	0.45
Kps 01-11-5	1.16	1.34	2.97	0.99	3.42	0.66	1.32	0.94	1.60	-0.67	0.02
Kps 01-5-28	0.81	1.68	2.85	0.86	2.11	0.51	0.83	1.49	1.39	0.27	-0.07
Kps 03-3-5	1.03	2.39	3.76	1.17	4.18	0.57	1.22	1.51	1.98	-0.62	-0.51
Kps 03-3-6	0.66	0.80	2.29	0.44	3.24	0.59	0.78	1.10	1.24	-0.64	0.47
Kps 00-103	0.97	2.50	2.67	0.87	2.72	0.94	1.38	2.62	1.83	0.53	0.44
Kps 00-57	1.77	3.00	4.27	1.78	2.78	0.96	1.31	2.11	2.25	0.42	-0.79
Kps 01-8-8	0.77	1.47	2.63	0.57	2.36	0.76	1.09	1.41	1.38	0.07	0.25
Kps 00-24	1.34	2.44	3.15	0.81	2.20	0.88	1.25	1.92	1.75	0.56	-0.09
Kps 01-4-18	1.03	1.42	2.71	0.72	2.59	0.50	0.96	0.79	1.34	-0.24	-0.05
Average	1.09	2.00	2.98	0.98	2.88	0.73	1.14	1.62	1.68		
PC1	0.01	0.71	-0.13	-0.03	-1.16	0.06	-0.08	0.63			
PC2	-0.02	-0.37	-0.94	-0.11	0.13	0.55	0.33	0.43			
S.D.	0.31	0.67	0.62	0.37	0.60	0.17	0.23	0.53			

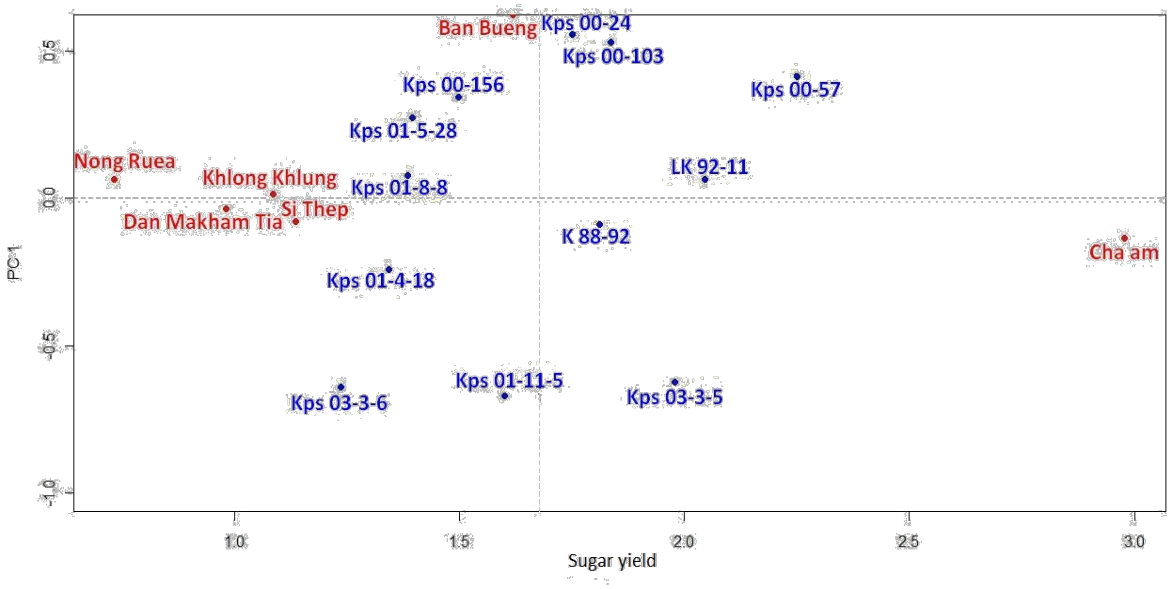

Figure 5 A biplot 1 showing mean sugar yields and PC1 values of 12 sugarcane varieties and 8 varietal trials in plant cane.

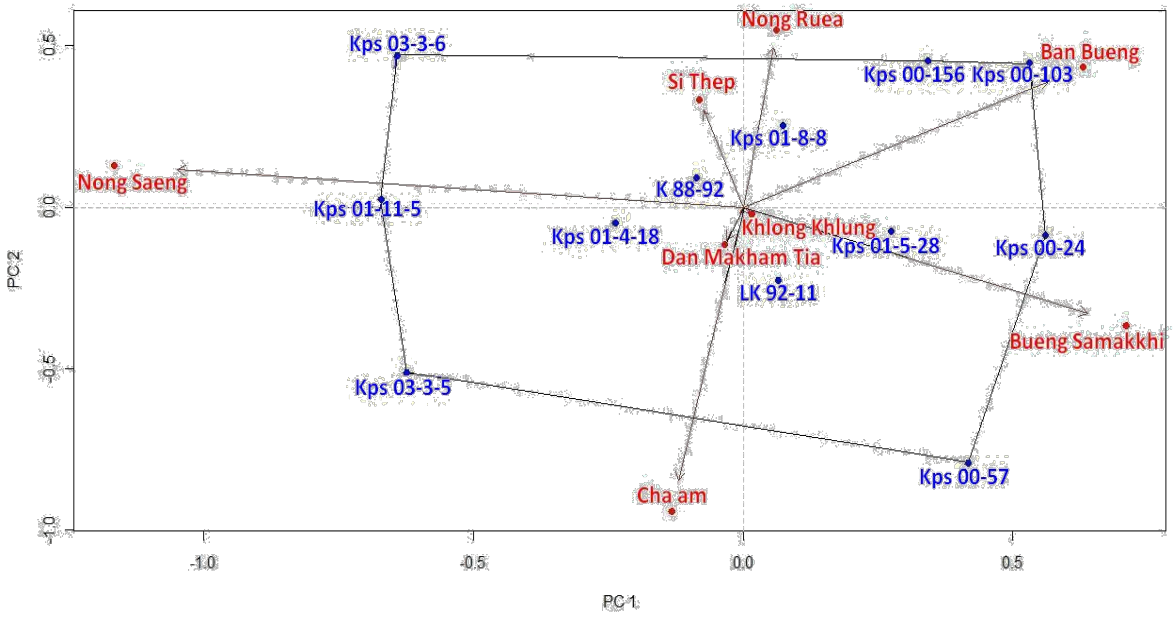

Figure 6 A biplot 2 showing PC1 and PC2 values of 12 sugarcane varieties from 8 varietal trials in plant cane.

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมและอิทธิพลของพันธุกรรมของพันธุ์อ้อยที่ใช้ทดสอบในลักษณะผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล พบว่าอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลต่อลักษณะผลผลิตอ้อยสูงถึง 85.89 % รองลงมาคือลักษณะผลผลิตน้ำตาล ส่วนลักษณะซีซีเอสได้รับอิทธิพลน้อยที่สุดเท่ากับ 53.04 % อิทธิพลของพันธุกรรมมีผลในทางตรงกันข้ามกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อม คือ อิทธิพลของพันธุกรรมมีผลต่อลักษณะซีซีเอสสูงที่สุด รองลงมาคือลักษณะผลผลิตน้ำตาล ส่วนลักษณะผลผลิตอ้อยได้รับอิทธิพลน้อยที่สุด จากการวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์อ้อย พันธุ์ที่มีค่าเสถียรภาพของพันธุ์สูงในลักษณะผลผลิตอ้อย ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล คือ LK 92-11 พันธุ์ที่มีค่าเสถียรภาพของพันธุ์สูงในลักษณะซีซีเอสคือ กำแพงแสน 01-11-5 และกำแพงแสน 00-103 และพันธุ์ K 88-92 เป็นพันธุ์ที่มีค่าเสถียรภาพของพันธุ์สูงในลักษณะผลผลิตน้ำตาล ทั้งนี้พันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาลสูงคือ พันธุ์กำแพงแสน 00-57 กำแพงแสน 03-3-5 และกำแพงแสน 03-3-6 โดยพันธุ์กำแพงแสน 00-57 มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงชะอำและบึงสามัคคี แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงศรีเทพและหนองแสง พันธุ์กำแพงแสน 00-103 มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงบ้านบึง แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงหนองแสง พันธุ์กำแพงแสน 00-24มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงบึงสามัคคี และบ้านบึง แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงหนองแสงและชะอำ ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 03-3-5 มีผลผลิตน้ำตาลดีเด่นที่แปลงหนองแสงและชะอำ แต่ความดีเด่นลดลงที่แปลงหนองเรือและบ้านบึง

เอกสารอ้างอิง

กิตติมา รักโสภา. 2546. การเปรียบเทียบวิธีวัดการปรับตัวจากการทดสอบพันธุ์อ้อยในท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม สุขสถาน. 2540. คู่มือการทำไร่อ้อย. (เอกสารเผยแพร่). บริษัทมิตรผลวิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาลจำกัด, ชัยภูมิ.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2551. สถิติ: การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วย R. โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548. พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2534. ระเบียบและวิธีการซื้อขายอ้อยตามคุณภาพ.กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

_____. 2554. รายงานพื้นที่การปลูกอ้อยปีการผลิต 2554/2555. แหล่งที่มา: www.ocsb.go.th,2 กันยายน 2554.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทย. แหล่งที่มา: www.oae.go.th, 2 กันยายน 2554.

Basford, K.E., P.M. Kroonenberg and I.H. DeLacy. 1991. Three-way method for multiattribute genotype x environment data : an illustrated partial survey. Field Crops Res. 27: 131-157.

Comstock, R.E. and R.H. Moll. 1963. Genotype-environment interaction, pp. 164-196. ***In*** W.D. Hanson and H.F.

Robinson (eds.). Statistical Genetics and Plant Breeding. Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Coun.Pub. 982. Washington, D.C.

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.

Finley, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. of Agric. Sci. 14: 742-254.

Freeman, G.H. 1973. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. Heredity 31: 339-354.

Gauch, H.G. 1988. Model selection and validation for yield trial with interaction. Biometrics 44: 705-715.

Gilbert, R.A., J.M. Shine Jr., J.D. Miller, R.W. Rice and C.R. Rainbolt. 2006. The effect of genotype, environment and time of harvest on sugarcane yields in Florida, USA. Field Crops Research 95: 156-170.

James, N.I. 1971. Yield components in random and selected sugarcane populations. Crop Sci.11: 906-908.

Kang, M.S., J.D. Miller and P.Y.P. Tai. 1983. Genetic and phenotypic path analyses and heritability in sugarcane. Crop Sci. 23: 643-647.

Milligan, S.B., K.A. Gravois, K.P. Bischoff and F.A. Martin. 1990. Crop effects on genetic relationships among sugarcane traits. Crop Sci. 30: 927-931.

Queme, J.L., H. Orozco, W. Ovalle and M. Melgar. 2005. Analysis of genotype by environment interaction for sugarcane based on the AMMI model. Sugarcane International 23: 21-4.

Venables, W. N., D. M. Smith and the R Development Core. 2007. An Introduction to R. Available Source: http://www.R-project.org, June 23, 2007.

Zobel, R.W., M.J. Wright and H.Q. Gauch. 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agron.J. 80:388-393.

Received 22 November 2011
Accepted 30 April 2012