การตอบสนองของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนชุดปี 2007 ในอ้อยปลูกต่อลักษณะเนื้อดินวันปลูก อายุเก็บเกี่ยว และปริมาณน้ำฝน

Response of Kamphaeng Saen Sugarcane Varieties Series 2007 in Plant Cane to Soil Texture, Planting Date, Ages at Harvesting and Rainfall

ศิวพร เขื่อนเป๊ก,[1] เรวัต เลิศฤทัยโยธิน[1,2] และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์[2]*

Sivaporn Khunpek,[1*] Rewat Lersrutaiyotin[1,2] and Apiwich Songkrasin[2]

ABSTRACT

Sugarcane variety is one of the important factors in sugarcane production with low cost. Nevertheless, each sugarcane variety needs different suitable environments. To recognize the important environment factors affecting yield and CCS of each variety, multiple regressions analysis was used to evaluate the environmental factors of ten Kamphaeng Saen sugarcane varieties and Khon Khen 3 (checked variety) from 15 varietal trials. Environmental factors for cane yield study were sand percentage, silt percentage, clay percentage, planting date, ages at harvesting and three intervals of amount of rainfall (first to fourth month after planting, fifth to eighth month after planting and after ninth month). The environmental factors for CCS study were sand percentage, silt percentage, clay percentage, planting date, ages at harvesting and amount of rainfall three months before harvesting. The results revealed that most sugarcane varieties did not significantly respond to studied environmental factors, both in cane yield and CCS. Therefore, no environmental factor of the study significantly affected to these sugarcane varieties. There were four sugarcane varieties in cane yield and three varieties in CCS that respond to environmental factors. When considering each factor separately, Kamphaeng Saen 07-6-2 responded to silt percentage and Kamphaeng Saen 07-29-1 responded to amount of rainfall after nine month. When considering multiple factors, Khon Khen 3 was observed to respond to highest number of factors (three factors), which indicated that cane yield of Khon Khen 3 will significantly vary when exposed to different levels of these three environmental factors. Kamphaeng Saen 07-14-2 was responded to one factor. When considering multiple factors in CCS, Kamphaeng Saen 07-1-3 was observed to respond to two factors, which showed that CCS of this variety will significantly vary when exposed to different levels of these two environmental factors.

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

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

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Cane and Sugar Research and Development Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*] Corresponding author: Tel. 086-1639423, E-mail address: sivapornkhunpek@gmail.com

Kamphaeng Saen 07-5-4 and Kamphaeng Saen 07-14-2 were also observed to respond to one factor. The important environmental factors affecting cane yield was sand percentage with negative effect and the important environmental factors affecting CCS was ages at harvesting with positive effect.

Key words: multiple regressions, Kamphaeng Saen sugarcane varieties, cane yield, CCS

บทคัดย่อ

พันธุ์อ้อยเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีต้นทุนการผลผลิตต่ำ แต่ทั้งนี้พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีความต้องการปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้ทราบปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผลผลิตอ้อยและซีซีเอสของพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์ จึงได้ทำการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อผลผลิตและซีซีเอส ของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนจำนวน 10 พันธุ์ และพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จากแปลงทดสอบพันธุ์ 15 แปลง ปัจจัยที่ศึกษาในลักษณะผลผลิตอ้อย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทราย เปอร์เซ็นต์ดินร่วน เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว วันปลูก อายุเก็บเกี่ยว และปริมาณน้ำฝนหลังปลูก 3 ช่วง (1-4 เดือน 5-8 เดือน และ หลัง 9 เดือน) และปัจจัยที่ศึกษาในลักษณะซีซีเอส ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทราย เปอร์เซ็นต์ดินร่วน เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว วันปลูก อายุเก็บเกี่ยว และ ปริมาณน้ำฝนก่อนเก็บเกี่ยว 3 เดือน ผลการทดลองพบว่าพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ไม่มีการตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ศึกษา ทั้งในลักษณะผลผลิตอ้อยและซีซีเอส แสดงว่าพันธุ์เหล่านี้ไม่มีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ศึกษาที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยและซีซีเอสอย่างชัดเจน พันธุ์ที่ตอบสนองต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต ได้แก่ พันธุ์อ้อยกำแพงแสน 07-6-2 และกำแพงแสน 07-29-1 มีการตอบสนองต่อเปอร์เซ็นต์ดินร่วน และปริมาณน้ำฝนหลัง 9 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อไม่พิจารณาผลกระทบจากปัจจัยอื่น และเมื่อพิจารณาผลกระทบจากปัจจัยสภาพแวดล้อมหลายปัจจัยร่วมกัน พบว่า พันธุ์ขอนแก่น 3 มีการตอบสนองต่อปัจจัยถึง 3 ปัจจัย แสดงว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตอ้อยมากเมื่อได้รับปัจจัย 3 ปัจจัยในระดับที่แตกต่างกัน และพันธุ์กำแพงแสน 07-14-2 มีการตอบสนองต่อ 1 ปัจจัย ส่วนพันธุ์ที่ตอบสนองต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมในลักษณะซีซีเอส ได้แก่ พันธ์กำแพงแสน 07-1-3 มีการตอบสนองต่อปัจจัยที่ศึกษามากที่สุด 2 ปัจจัย แสดงว่า ซีซีเอสของพันธุ์ กำแพงแสน 07-1-3 มีเปลี่ยนแปลงมากเมื่อได้รับปัจจัย 2 ปัจจัยในระดับที่แตกต่างกัน ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 07-5-4 และกำแพงแสน 07-14-2 มีการตอบสนองต่อ 1 ปัจจัย เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อพันธุ์อ้อย พบว่า ในลักษณะผลผลิตอ้อย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทราย โดยเป็นผลทางลบ และในลักษณะซีซีเอส ได้แก่ อายุเก็บเกี่ยว โดยเป็นผลทางบวก

คำสำคัญ: การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุ อ้อยพันธุ์กำแพงแสน ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส

คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลและพลังงานทดแทน ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยประมาณ 10.07 ล้านไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2557) ปริมาณผลผลิตอ้อยนอกจากขึ้นอยู่กับพันธุ์อ้อยที่ปลูกแล้ว สภาพแวดล้อมของสถานที่ปลูกอ้อยจัดเป็นส่วนสำคัญ สภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของอ้อยและความหวานของอ้อยแตกต่างกันแล้ว Hunsigi (1993) รายงานว่าสามารถปลูกอ้อยได้ในเนื้อดินทุกประเภท โดยเนื้อดินที่มีความเหมาะสมมากที่สุดเป็นกลุ่มเนื้อดินปานกลาง (loamy soils) คือดินทรายแป้งปนดินเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และกลุ่มเนื้อดินละเอียด (clayey soil) คือดินร่วนปนทรายแป้ง (silty clay loam) และดินร่วนปนดินเหนียว (clay loam) เนื่องจากพื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่อาศัยน้ำฝน อ้อยต้องการปริมาณน้ำฝนตลอดการเจริญเติบโตประมาณ 1,100-1,500 มิลลิเมตร

(Ramanuja and Venkataramana, 1999) และช่วงวันปลูก และอายุเก็บเกี่ยวก็มีผลต่อผลผลิตและความหวานของอ้อย (Ramburan, 2015)

การวิเคราะห์สมการถดถอย (regression analysis) เป็นวิธีการที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภท คือ ตัวแปรตาม (dependent variable) และตัวแปรอิสระ (independent variable) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ตัวแปรตามจากตัวแปรอิสระด้วยค่าความสัมพันธ์ เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression analysis) เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ 1 ตัว และตัวแปรตาม1 ตัว โดยตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน อาจเป็นความสัมพันธ์ตามกัน หรือผกผันกันก็ได้ 2) การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุ (multiple linear regression analysis) เป็นการวิเคราะห์สมการถดถอยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระที่มากกว่า 1 ตัวแปร (พรสิน, 2556)

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมได้แก่ เนื้อดิน ปริมาณน้ำฝน วันปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ต่อผลผลิตและซีซีเอสในอ้อยชุดพันธุ์กำแพงแสนชุดปี 2007 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สมการถดถอย

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกทดสอบพันธุ์อ้อยของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 07-10-6 กำแพงแสน 07-5-4 กำแพงแสน 07-14-2 กำแพงแสน 07-30-3 กำแพงแสน 07-6-2 กำแพงแสน 07-24-2 กำแพงแสน 07-10-3 กำแพงแสน 07-1-3 กำแพงแสน 07-1-3 และกำแพงแสน 07-29-1 โดยใช้พันธุ์ ขอนแก่น 3 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำ 3 ซ้ำ แปลงย่อยมี 3 แถว ยาว 8 เมตร มีแปลงทดสอบจำนวน 15 แปลง ประกอบด้วย 1) แปลง อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี 2) แปลง อ.เมือง จ.มุกดาหาร 3) แปลง อ.ดอนตาล จ.มุกดาหาร 4) แปลง อ.บ้านฝาง จ.ขอนแก่น 5) แปลง อ.แก้งสนามนาง จ.นครราชสีมา 6) แปลง อ.ปราสาท จ.สุรินทร์ 7) แปลง อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร 8) แปลง อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสรรค์ 9) แปลง อ.ตรอน จ.อุตรดิตถ์ 10) แปลง อ.วังม่วง จ.สระบุรี 11) แปลง อ.แก่งคอย จ.สระบุรี 12) แปลง อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี 13) แปลง อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี 14) แปลง อ.ด่านมะขามเตี้ย จ.กาญจนบุรี และ15) แปลง อ.จอมบึง จ.ราชบุรี

การเก็บข้อมูล

ผลผลิตอ้อย ชั่งน้ำหนักอ้อยทั้งหมดของแต่ละแปลงย่อย เพื่อคำนวณเป็นผลผลิตอ้อย (ตันต่อไร่) โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ผลผลิตอ้อยต่อไร่ (ตันต่อไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักอ้อยที่เก็บเกี่ยว (กก.) x พื้นที่ 1 ไร่ (1600 ตร.ม.)}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว x 1000}}$$

ซีซีเอส สุ่มตัวอย่างอ้อยจำนวน 3 ลำที่แก่ที่สุดในแถวกลางของแต่ละแปลงย่อย ของแต่ละพันธุ์ในแต่ละซ้ำในขณะเก็บเกี่ยว เมื่อช่วงอายุ 10-15 เดือน เพื่อวิเคราะห์ค่าซีซีเอส โดยใช้เครื่อง saccharometer รุ่น NIR WII

เนื้อดิน เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยวิธีของ จำเป็น (2545) วิเคราะห์เพื่อหาอัตราส่วนของเปอร์เซ็นต์ดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว โดยวิธีของ International Society of Soil Science (Names *et al*., 1999)

ปริมาณน้ำฝน วิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 (Hutchinson and Dowling, 1991)

วันปลูก ให้คะแนนวันปลูก 1 คะแนนทุกช่วงเวลา 15 วัน สำหรับนำไปวิเคราะห์การถดถอย โดยเริ่มนับจากวันที่ทำการปลูกของแปลงแรกเป็นวันแรกจากแปลงทดสอบทุกแปลง

อายุเก็บเกี่ยว ให้คะแนนอายุเก็บเกี่ยว 0.5 คะแนน ทุกช่วงเวลา 15 วัน สำหรับนำไปวิเคราะห์การถดถอย โดยเริ่มนับตั้งแต่วันปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตอ้อยและซีซีเอสของแต่ละพันธุ์ด้วยวิธีสมการถดถอย (regression analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 16

ผลการทดลอง

การตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปร

ผลผลิตอ้อย

จากการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระของปัจจัยสภาพแวดล้อม 8 ปัจจัยต่อผลผลิตอ้อย (Table 1) พบว่ามี 3 ปัจจัยที่มีค่า tolerance น้อยกว่า 0.1 และมีค่า VIF (Variance Inflation Factor) มากกว่า 10 ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินร่วน คะแนนวันปลูก และปริมาณน้ำฝนช่วง 9 เดือนหลังปลูกถึงเก็บเกี่ยว จึงได้ทำการวิเคราะห์แยกปัจจัยทั้ง 3 แบบสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ส่วนอีก 5 ปัจจัยนำไปวิเคราะห์ร่วมกันแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุ ได้ผลแตกต่างจากเอกจิตต์ และคณะ (2556) ที่ได้วิเคราะห์การตอบสนองของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนชุดปี 2000 และ 2001 ในอ้อยปลูก ต่อปัจจัยสภาพแวดล้อม 7 ปัจจัย ยกเว้นอายุการเก็บเกี่ยว ที่พบว่าสามารถวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุได้เพียง 4 ปัจจัย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินร่วน เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว ปริมาณน้ำฝนช่วง 5-8 เดือน และวันปลูก โดยในลักษณะเนื้อดิน ในการทดลองของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนชุดปี 2007 ในอ้อยปลูกนี้ สามารถวิเคราะห์ปัจจัยเนื้อดินที่เป็นเปอร์เซ็นดินทรายและดินเหนียว ส่วนลักษณะปริมาณน้ำฝนในการทดลองสามารถวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุได้ทั้งช่วง 1-4 เดือนและช่วง 5-8 เดือน นอกจากนี้ในการทดลองไม่สามารถวิเคราะห์วันปลูกในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุ ทั้งนี้มีปัจจัยที่สามารถวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุได้เหมือนกัน ได้แก่ เปอร์เซ็นดินเหนียวและปริมาณน้ำฝนช่วง 5-8 เดือนเท่านั้น ในขณะที่ ทิวาพร และคณะ (2558) ได้วิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุในอ้อยตอของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนชุดปี 2000 และ 2001 ที่ได้ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมจำนวน 7 ปัจจัย เช่นเดียวกับเอกจิตต์ และคณะ (2556) สามารถวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุได้ถึง 6 ปัจจัย ยกเว้นเปอร์เซ็นดินทราย ดังนั้นผลการวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อพันธุ์อ้อย อาจแตกต่างกันเนื่องจากพันธุ์อ้อย ประเภทของอ้อย (อ้อยปลูกหรืออ้อยตอ) และเนื่องจากปัจจัยสภาพแวดล้อมในปีที่ทดลองแตกต่างกัน

Table 1 Evaluation of multicollinearity of 8 independent factors to cane yield

Independent factors[1/]	Collinearity Statistics		Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF	Tolerance	VIF
sand	0.116	8.643	0.348	2.871
silt	0.068	14.704	-	-
clay	0.246	4.057	0.364	2.749
planting	0.036	27.978	-	-
harvesting	0.336	2.979	0.470	2.128
rain1	0.195	5.130	0.502	1.993
rain2	0.155	6.472	0.383	2.609
rain3	0.079	12.658	-	-

[1/] sand = sand percentage

silt = silt percentage

clay = clay percentage

planting = planting date scores (1 score for 15 days)

harvesting = harvesting period scores (0.5 score for 15 days)

rain1 = amount of rainfall during 1st-4th month

rain2 = amount of rainfall during 5th-8th month

rain3 = amount of rainfall during after the 9th month to harvest

ซีซีเอส

จากการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระของปัจจัยสภาพแวดล้อม 6 ปัจจัยต่อซีซีเอส (Table 2) พบว่าทุกปัจจัยมีค่า tolerance มากกว่า 0.1 และมีค่า VIF น้อยกว่า 10 ดังนั้นทั้ง 6 ปัจจัยสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ร่วมกันแบบ สมการถดถอยเชิงเส้นพหุ จึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์แยกแต่ละปัจจัยแบบสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย สอดคล้องกับทิวาพร และคณะ (2558) ที่พบว่าทุกปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ศึกษาจำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุด ก่อนเก็บเกี่ยว 3 เดือน อุณหภูมิสูงสุดก่อนเก็บเกี่ยว 3 เดือน ปริมาณน้ำฝนก่อนเก็บเกี่ยว 3 เดือน และอายุเก็บเกี่ยว สามารถนำมาวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุของซีซีเอส

Table 2 Evaluation of muticollinearity of 6 independent factors to CCS

Independent factors[1/]	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
sand	0.278	3.596
silt	0.143	6.981
clay	0.474	2.110
planting	0.156	6.425
harvesting	0.575	1.739
rain	0.617	1.620

[1/] sand = sand percentage
silt = silt percentage
clay = clay percentage
planting = planting date scores (1 score for 15 days)
harvesting = harvesting period scores (0.5 score for 15 days)
rain = total amount of rainfall 3 months before harvest

การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression analysis)

ผลผลิตอ้อย

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายง่าย ในแต่ละปัจจัยจำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินร่วน วันปลูก และปริมาณน้ำฝนช่วง 9 เดือนจนถึงเก็บเกี่ยว (Table 3) พบว่าพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ไม่ตอบสนองต่อปัจจัยทั้ง 3 ยกเว้นพันธุ์กำแพงแสน 07-6-2 ที่ตอบสนองต่อเปอร์เซ็นต์ดินร่วน และพันธุ์กำแพงแสน 07-29-1 ที่ตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนหลัง 9 เดือนจนถึงเก็บเกี่ยว ดังสมการ

$$Y_{(\text{กำแพงแสน 07-6-2})} = 8.645 + 0.362_{(\text{silt})}$$

$$Y_{(\text{กำแพงแสน 07-29-1})} = 11.638 + 0.304_{(\text{rain3})}$$

ทั้งนี้ทั้ง 2 พันธุ์ มีสมการที่มีค่า coefficient of determination ซึ่งสามารถอธิบายผลผลิตอ้อยของพันธุ์ได้ เท่ากับ 0.362 และ 0.304 ตามลำดับ

การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุ (multiple linear regression analysis)

ผลผลิตอ้อย

จากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุของปัจจัยสภาพแวดล้อม 5 ปัจจัย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทราย เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก และปริมาณน้ำฝนช่วง 5-8 เดือนหลังปลูก (Table 3) พบว่าพันธุ์อ้อยที่ทดสอบส่วนใหญ่ไม่ตอบสนองต่อ 5 ปัจจัยนี้ ยกเว้นพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ตอบสนองทางลบต่อ 3 ปัจจัย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทราย เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว และปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก และพันธุ์กำแพงแสน 07-14-2 ที่ตอบสนองทางลบต่อ 1 ปัจจัย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทราย ดังสมการ

$$Y_{(KK3)} = 43.768 - 0.313_{(sand)} - 0.401_{(clay)} - 0.486_{(rain1)} ; R^2 = 0.690$$

$$Y_{(กำแพงแสน\ 07\text{-}14\text{-}2)} = 24.617 - 0.375_{(sand)} ; R^2 = 0.547$$

ทั้งนี้ พบว่ามีเพียง 2 พันธุ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001 และกำแพงแสน 07-14-2 ที่ระดับ 0.01 มีค่า coefficient of determination เท่ากับ 0.690 และ 0.547 ตามลำดับ แตกต่างจากเอกจิตต์และคณะ (2556) ที่พบว่าพันธุ์อ้อยทั้ง 20 พันธุ์ที่ทดสอบในอ้อยปลูก มีผลผลิตที่ตอบสนองต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมจากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุ ในขณะที่ทิวาพร และคณะ (2558) ที่พบว่ามีพันธุ์อ้อยเพียง 10 พันธุ์จาก 20 พันธุ์ที่ทดสอบในอ้อยตอ มีผลผลิตที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากพันธุ์อ้อยที่ต่างกัน ประเภทของอ้อยที่ต่างกัน ตลอดจนระดับความแปรปรวนของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างต่ำ หรือพันธุ์อ้อยมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่ต่ำ ที่เป็นผลจากเสถียรภาพที่สูงกว่าของพันธุ์อ้อยในการศึกษานี้

ซีซีเอส

จากการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระของปัจจัยสภาพแวดล้อม 6 ปัจจัย ที่ใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทราย เปอร์เซ็นต์ดินร่วน เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว วันปลูก อายุเก็บเกี่ยว และปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว (Table 4) พบว่ามีพันธุ์อ้อยที่ไม่ตอบสนองต่อปัจจัยที่ศึกษาจำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ ขอนแก่น 3 กำแพงแสน 07-10-6 กำแพงแสน 07-14-2 กำแพงแสน 07-30-3 กำแพงแสน 07-10-3 กำแพงแสน 07-30-2 กำแพงแสน 07-24-2 และกำแพงแสน 07-29-1 โดยมีพันธุ์อ้อยที่ตอบสนองต่อบางปัจจัยเพียง 3 พันธุ์ ซึ่งแบ่งลักษณะการตอบสนองต่อปัจจัยเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ตอบสนองเฉพาะอายุเก็บเกี่ยว จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 07-5-4 และกำแพงแสน 07-6-2 โดยเป็นการตอบสนองทางบวก ดังสมการ

$$CCS_{(กำแพงแสน\ 07\text{-}5\text{-}4)} = -1.032 + 0.322_{(harvest)} ; R^2 = 0.527$$

$$CCS_{(กำแพงแสน\ 07\text{-}6\text{-}2)} = -1.730 + 0.333_{(harvest)} ; R^2 = 0.506$$

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่ตอบสนองต่อ 2 ปัจจัย คือ อายุเก็บเกี่ยวและวันปลูก จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 07-1-3 โดยเป็นการตอบสนองทางบวกทั้ง 2 ปัจจัย ดังสมการ

$$CCS_{(กำแพงแสน\ 07\text{-}1\text{-}3)} = -1.856 + 0.329_{(planting)} + 0.393_{(harvest)} ; R^2 = 0.509$$

ทั้งนี้พันธุ์อ้อยทั้ง 3 พันธุ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์กำแพงแสน 07-24-2 มีค่า coefficient of determination เท่ากับ 0.578 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และกำแพงแสน 07-5-4 และกำแพงแสน 07-1-3 มีค่า coefficient of determination เท่ากับ 0.527 และ 0.509 ตามลำดับ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แตกต่างจากทิวาพร และคณะ (2558) ที่พบว่าพันธุ์อ้อยทั้ง 20 พันธุ์ที่ทดสอบในอ้อยตอ มีซีซีเอสที่ตอบสนองต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมจากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ ในขณะที่เอกจิตต์ และคณะ (2556) ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ในซีซีเอส

สรุปผลการทดลอง

1. ในลักษณะผลผลิต พันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ (7 จาก 11 พันธุ์) ไม่มีการตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ศึกษา 8 ปัจจัย แสดงว่าไม่มีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ศึกษาที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยอย่างชัดเจนของอ้อยทั้ง 7 พันธุ์ โดยพันธุ์อ้อยกำแพงแสน 07-6-2 และกำแพงแสน 07-29-1 มีการตอบสนองต่อเปอร์เซ็นต์ดินร่วนและปริมาณน้ำฝนหลัง 9 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อไม่พิจารณาผลกระทบจากปัจจัยอื่น และเมื่อพิจารณาผลกระทบจากปัจจัยหลายปัจจัยร่วมกัน พันธุ์ขอนแก่น 3 มีการตอบสนองต่อปัจจัยที่ศึกษามากที่สุดถึง 3 ปัจจัย แสดงว่าผลผลิตอ้อยของพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการเปลี่ยนแปลงมากเมื่อได้รับปัจจัย 3 ปัจจัยในระดับที่แตกต่างกัน ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 07-14-2 มีการตอบสนองต่อ 1 ปัจจัย
2. ในลักษณะซีซีเอส พันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ (8 จาก 11 พันธุ์) ไม่มีการตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญต่อปัจจัยสภาพที่ศึกษา 6 ปัจจัย แสดงว่าไม่มีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ศึกษาที่มีผลต่อซีซีเอสอย่างชัดเจนของอ้อยทั้ง 8 พันธุ์ เมื่อพิจารณาผลกระทบจากปัจจัยหลายปัจจัยร่วมกัน พันธุ์กำแพงแสน 07-1-3 มีการตอบสนองต่อปัจจัยที่ศึกษามากที่สุด 2 ปัจจัย แสดงว่าซีซีเอสของพันกำแพงแสน 07-1-3 มีการเปลี่ยนแปลงมากเมื่อได้รับปัจจัย 2 ปัจจัยในระดับที่แตกต่างกัน ส่วนพันธุ์กำแพงแสน 07-5-4 และพันธุ์กำแพงแสน 07-14-2 มีการตอบสนองต่อ 1 ปัจจัย
3. ปัจจัยที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อปัจจัยผลผลิตอ้อย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินทรายโดยเป็นผลทางลบ และปัจจัยที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อซีซีเอส ได้แก่ อายุเก็บเกี่ยวโดยเป็นผลทางบวก

เอกสารอ้างอิง

จำเป็น อ่อนทอง. 2545. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ทิวาพร กาพภักดี, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์.2558.การประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตอ้อยและซีซีเอสในอ้อยตอชุดพันธุ์กำแพงแสน.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4(2): 4-8

พรสิน สุภวาลย์. 2556. การวิเคราะห์การถดถอย. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2557. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2556/57. ที่มา: http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-9193. pdf, November 3, 2014.

เอกจิต กิตติวรเชฏฐ์, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์. 2556. การตอบสนองของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนต่อปริมาณฝน ลักษณะเนื้อดิน และวันปลูก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2(3): 4-12

Field, A. 2000. Discovering Statistics: Using SPSS for Windows. Sage Publication, London. 496 p.

Hunsigi, G. 1993. Production of Sugar Cane: Theory and Practice. Spring-Verlag, Berlin. 245 p.

Hutchinson, M.F. and T.I. Dowling. 1991. A continental hydrological assessment of a new grid-based digital elevation model of Australia. Hydrological Processes. 5(1): 45-58.

Nemes, A., J.H.M. Wosten., A. Lilly and J.H.O. Voshaar. 1999. Evaluation of different procedures to interpolate particle-size distributions to achieve compatibility within soil database. Geoderma. 90: 187-202.

Ramanuja, T. and S. Venkataramana. 1999. Radiation interception and utilization at different growth stages of sugarcane and their influence on yield. Indian J. Plant Physiol. 4: 85-89.

Ramburan, S. 2015. Interactions affecting the optimal harvest age of sugarcane in rainfed regions of South Africa. Field Crops Research 183 (276-281).

Received 29 February 2016

Accepted 29 August 2016

Table 3 Simple linear regression analyzes on constant (a), simple regression coefficient (b_i), and coefficient of determination (R^2) of silt percentage (silt), planting date scores (planting) and rainfall during after the 9th month to harvest (rain3) in cane yield.

Varieties of sugarcane	silt			Planting			rain3		
	constant (a)	b_i	R^2	constant (a)	b_i	R^2	constant (a)	b_i	R^2
Khon Khen 3	11.716	0.215	0.215	12.712	0.136	0.136	15.484	-0.248	0.248
Kamphaeng saen 07-10-6	12.645	-0.084	0.084	13.031	-0.154	0.154	11.957	-0.001	0.001
Kamphaeng saen 07-5-4	10.654	0.054	0.054	11.197	-0.027	0.027	10.571	0.098	0.098
Kamphaeng saen 07-14-2	9.301	0.115	0.115	9.773	0.070	0.070	11.675	-0.252	0.252
Kamphaeng saen 07-30-3	11.495	0.147	0.147	12.274	0.069	0.069	13.041	-0.043	0.043
Kamphaeng saen 07-6-2	8.645	0.362**	0.362	10.269	0.165	0.168	10.964	0.072	0.072
Kamphaeng saen 07-24-2	12.550	0.025	0.025	12.737	0.000	0.001	12.155	0.117	0.117
Kamphaeng saen 07-10-3	11.590	0.125	0.125	12.382	0.006	0.006	11.983	0.099	0.099
Kamphaeng saen 07-1-3	12.348	0.105	0.105	12.564	0.092	0.092	13.488	-0.053	0.053
Kamphaeng saen 07-30-2	11.532	-0.030	0.030	12.687	-0.209	0.209	10.472	0.159	0.159
Kamphaeng saen07-29-1	13.612	-0.063	0.063	14.313	-0.185	0.185	11.638	0.304	0.304*

* significant at 0.05 and ** significant at <0.01

Table 4 Average cane yields, constants (a), partial-regression coefficients (b_i) of sand percentage, clay percentage, harvesting period scores (harvest), amounts of rainfall during 1^{st}-4^{th} month (rain1), amounts of rainfall during 5^{th}-8^{th} month, F-test and coefficients of determination (R^2) of 11sugarcane varieties from 15 varietal trials.

Varieties of sugarcane	Average cane yields	Constant (a)	partial-regression coefficients (b_i)					F-test	R^2
			Sand	clay	harvest	rain1	rain2		
Khon Khen 3	13.9	43.768	-0.313*	0.178	-0.401**	-0.0486**	0.019	***	0.690
Kamphaeng saen 07-10-6	12.0	19.845	-0.034	0.069	-0.087	-0.256	-0.103	ns	0.403
Kamphaeng saen 07-5-4	11.0	12.300	-0.164	0.129	0.03	-0.273	-0.015	ns	0.437
Kamphaeng saen 07-14-2	10.3	24.617	-0.375**	-0.235	-0.066	-0.292	-0.240	**	0.547
Kamphaeng saen 07-30-3	12.8	11.511	-0.223	-0.015	0.116	-0.114	-0.158	ns	0.358
Kamphaeng saen 07-6-2	11.3	4.240	-0.280	-0.036	0.237	0.085	-0.233	ns	0.418
Kamphaeng saen 07-24-2	12.7	17.686	-0.037	-0.031	-0.079	-0.144	0.100	ns	0.184
Kamphaeng saen 07-10-3	12.4	20.626	-0.064	0.200	-0.186	-0.289	0.176	ns	0.395
Kamphaeng saen 07-1-3	13.2	23.268	0.015	0.178	-0.177	-0.262	0.069	ns	0.333
Kamphaeng saen 07-30-2	11.3	22.650	0.080	-0.005	-0.188	-0.190	-0.054	ns	0.398
Kamphaeng saen07-29-1	13.1	10.085	-0.079	0.087	0.082	-0.276	0.082	ns	0.399

* significant at 0.05; ** significant at <0.01; ns is non-significant

Table 5 Average CCS of plan cane, constants (a), partial-regression coefficients (b_i) of sand percentage, silt percentage, clay percentage, planting date scores (planting), harvesting period scores (harvesting), total amounts of rainfall 3 months before harvest (rain) and F-test and coefficients of determination (R^2) of 11 sugarcane varieties from 15 varietal trials.

Varieties of sugarcane	Average CCS	Constant (a)	partial-regression coefficients (b_i)						F-test	R^2
			Sand	Silt	Clay	planting	harvest	rain		
Khon Khen 3	12.08	9.174	-0.078	-0.086	0.072	0.140	0.156	-0.285	ns	0.452
Kamphaeng saen 07-10-6	11.34	7.423	-0.061	-0.104	-0.090	0.142	0.183	-0.181	ns	0.257
Kamphaeng saen 07-5-4	10.69	-1.032	-0.005	-0.05	0.175	0.245	0.322*	0.050	*	0.527
Kamphaeng saen 07-14-2	10.72	2.009	-0.011	-0.156	0.206	0.258	0.263	-0.076	ns	0.463
Kamphaeng saen 07-30-3	11.27	3.763	0.028	-0.002	-0.028	0.169	0.269	-0.135	ns	0.358
Kamphaeng saen 07-6-2	11.17	-1.730	0.268	0.105	0.146	0.161	0.333*	-0.250	ns	0.506
Kamphaeng saen 07-24-2	10.75	1.641	0.102	0.284	0.024	0.039	0.187	-0.056	**	0.578
Kamphaeng saen 07-10-3	11.33	6.842	0.145	-0.020	0.184	0.146	0.097	-0.024	ns	0.301
Kamphaeng saen 07-1-3	10.35	-1.856	-0.069	-0.233	0.094	0.329*	0.393**	0.116	*	0.509
Kamphaeng saen 07-30-2	11.02	7.543	-0.027	-0.164	0.121	0.129	0.143	-0.102	ns	0.292
Kamphaeng saen 07-29-1	12.18	5.185	-0.185	-0.117	-0.029	0.104	0.289	-0.229	ns	0.388

* significant at 0.05; ** significant at <0.01; ns is non-significant