การประเมินอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตอ้อยและซีซีเอสในอ้อยตอชุดพันธุ์กำแพงแสน

Evaluation of Environmental Factors Affecting Cane Yield and CCS in Ratoon Cane of Kamphaeng Saen Varieties Series

ทิวาพร กาฬภักดี,[1] เรวัต เลิศฤทัยโยธิน[1,2] และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์[2]*

Tiwaporn Karapakdee,[1*] Rewat Lersrutaiyotin[1,2] and Apiwich Songkrasin[2]

ABSTRACTS

The effects of environmental factors in terms of soil texture, sand percentage, amount of rainfall and maximum and minimum temperature on cane yield and CCS of ratoon cane of 16 in Kamphaeng Saen sugarcane varieties and 4 checked varieties grown in 18 varietal trials throughout Thailand were evaluated by simple linear regression and multiple linear regression. RCBD with 4 replications was applied to all trials. Each plot of 1.5 x 8 m^2 had 4 rows of 8 altogether cane plant. The effects of soil texture, the amount of rainfall of three periods (amount of rainfall during 1^{st}-4^{th}, amount of rainfall during 5^{th}-8^{th} month and amount of rainfall during after the 9^{th} month to harvest) and planting date were studied only on ratoon cane yield. While, the effects of maximum and minimum temperatures and amount of rainfall of 3 months prior to the harvest andduring harvest period only were studied on CCS. Simple linear regression analysis was used to analyze the effect of sand percentage as it was found that sand percentage had correlation with orther factors and results showed that sand percentage had significantly negative effect only on Kamphaeng Saen 01-4-29. The multiple linear regression analysis showed differently significant effect of the studied environmental factors on the cane yield of 10 varieties which were accordingly classified into 8 groups. The highest determination coefficient of R^2 = 0.330 for the effect of ratoon cane on Kamphaeng Saen 01-10-2 was observed. The multiple linear regression analysis of the factors studied factors on CCS showed significant effect on all 20 varieties which were accordingly classified into 8 groups. The highest determination coefficient of R^2 = 0.672 for the positive effect of ratoon cane on Kamphaeng Saen
00-148 was observed.

[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.

[*]Communication author: Tel. 097-137-1261, E-mail address: tiwapornkarapakdee32@gmail.com

Moreover, the analyzes showed that the amounts of rainfall during 1st-4th months after planting and planting dates had significant effects on ratoon cane yields of largest number of varities, 5 out of 20 studied varieties.

The factors having significant effect on CCS of ratoon cane of all sugarcane varieties were the amount of rainfall during 3 months before harvesting. The largest number of significant factors affecting cane yields was only 4 in 6 factors, while that on CCS of ratoon cane was all of the 4 factors studied.

Keywords: environmental factors, cane yield, CCS, regression analysis

บทคัดย่อ

ตรวจสอบอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตอ้อยและซีซีเอสในอ้อยตอปีที่ 1 โดยวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และการถดถอยเชิงเส้นพหุ ในอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 16 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์ จากแปลงทดสอบพันธุ์ 18 แห่ง แต่ละแปลงปลูกโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำ 4 ซ้ำ แปลงย่อยมี 4 แถว กว้าง 1.5 เมตร ยาว 8 เมตร ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการวิเคราะห์กับลักษณะผลผลิต ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เนื้อดิน ปริมาณน้ำฝนใน 3 ช่วง และวันปลูก และปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการวิเคราะห์กับลักษณะซีซีเอส ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และอายุเก็บเกี่ยว จากการตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปร พบว่า เปอร์เซ็นต์ดินทรายมีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น จึงต้องวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ซึ่งเปอร์เซ็นต์ดินทรายมีอิทธิพลทางลบกับผลผลิตอ้อยในพันธุ์อ้อยจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-4-29 จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุในลักษณะผลผลิตอ้อย พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในอ้อยจำนวน 10 พันธุ์ สามารถจัดพันธุ์อ้อยเป็นกลุ่มได้ 8 กลุ่ม โดยสมการสามารถอธิบายลักษณะผลผลิตอ้อยได้สูงสุดเท่ากับ 33% ในอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-10-2 และจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุในลักษณะซีซีเอส พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติในอ้อยทุกพันธุ์ สามารถจัดเป็นกลุ่มพันธุ์อ้อยได้ 8 กลุ่ม โดยสมการสามารถอธิบายลักษณะซีซีเอสได้สูงสุดเท่ากับ 67.2% ในอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 00-148 นอกจากนี้ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยตอของจำนวนพันธุ์มากที่สุด ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก และวันปลูก โดยมีอิทธิพลต่อพันธุ์อ้อยจำนวนปัจจัยละ 5 พันธุ์จาก 20 พันธุ์ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อซีซีเอสของอ้อยตอของจำนวนพันธุ์มากที่สุด ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว โดยมีอิทธิพลต่อพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์ที่ศึกษา เมื่อพิจารณาจำนวนปัจจัยที่มีอิทธิพลในพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์ พบว่า พันธุ์อ้อยที่มีจำนวนปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในผลผลิตอ้อยตอเท่ากับ 4 ปัจจัยจาก 6 ปัจจัย และพันธุ์อ้อยที่มีจำนวนปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในซีซีเอสของอ้อยตอเท่ากับ 4 ปัจจัยจากทุกปัจจัยที่ศึกษา

คำสำคัญ: ปัจจัยสภาพแวดล้อม ผลผลิตอ้อย ซีซีเอส การวิเคราะห์การถดถอย

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศประมาณ 10.07 ล้านไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2557) สภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ปลูกจึงมีความแตกต่างกัน ซึ่งน่าจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของอ้อย นอกจากความแตกต่างในเรื่องของพันธุ์อ้อยที่ทำให้ผลผลิตและความหวานของอ้อยแตกต่างกันแล้ว ส่วนหนึ่งเกิดจากปัจจัยสภาพแวดล้อมซึ่งถือเป็นปัจจัยที่สำคัญ Hunsigi (1993) รายงานว่า สามารถปลูกอ้อยได้ในเนื้อดินทุกประเภท โดยเนื้อดินที่มี

ความเหมาะสมมากที่สุดเป็นกลุ่มเนื้อดินปานกลาง (loamy soils) อ้อยต้องการปริมาณน้ำฝนตลอดการเจริญเติบโตประมาณ 1100-1500 มิลลิเมตร และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อยอยู่ในช่วง 32-38°C แต่อ้อยจะต้องการอุณหภูมิที่ลดต่ำลงเมื่อเข้าสู่ระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา คืออยู่ในช่วง 12-14°C(Ramanuja and Venkataramana, 1999)

การวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) เป็นวิธีการที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภท คือ ตัวแปรตาม (dependent variable) และตัวแปรอิสระ (independent variable) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ตัวแปรตามจากตัวแปรอิสระด้วยค่าความสัมพันธ์ เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression analysis) เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ 1 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว โดยตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน อาจเป็นความสัมพันธ์ตามกัน หรือผกผันกันก็ได้ 2) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (multiple linear regression analysis) เป็นการวิเคราะห์การถดถอยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระที่มากกว่า 1 ตัวแปร (พรสิน, 2556)

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อม ได้แก่ เนื้อดิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ วันปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ต่อผลผลิตและซีซีเอสในอ้อยตอปีที่ 1 ของอ้อยชุดพันธุ์กำแพงแสน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกทดสอบพันธุ์อ้อยของศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 16 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 94-13 กำแพงแสน 00-58 กำแพงแสน 00-92 กำแพงแสน 00-105 กำแพงแสน 00-129 กำแพงแสน 00-148 กำแพงแสน 00-176 กำแพงแสน 01-1-12 กำแพงแสน 01-1-25 กำแพงแสน 01-1-46 กำแพงแสน 01-3-5 กำแพงแสน 01-3-15 กำแพงแสน 01-4-29 กำแพงแสน 01-10-2 กำแพงแสน 01-11-6 และกำแพงแสน 01-41-5 และพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ K 88-92 K 95-84 LK 92-11 และ KK 3 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำ 4 ซ้ำ แปลงย่อยมี 4 แถว ยาว 8 เมตร มีแปลงทดสอบจำนวน 18 แปลง ในพื้นที่ปลูกอ้อยประกอบด้วย 1) ต. เหนือเมือง อ. เมือง จ. ร้อยเอ็ด 2) ต. โคกกระเบื้อง อ. บ้านเหลื่อม จ. นครราชสีมา 3) ต. หนองกงศรี อ. โนนสะอาด จ. อุดรธานี 4) ต. หัวถนน อ. คลองขลุง จ. กำแพงเพชร 5) ต. สุขสำราญ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ 6) ต. สระกรวด อ. ศรีเทพ จ. เพชรบูรณ์ 7) ต. หนองหงษ์ อ. พานทอง จ. ชลบุรี 8) ต. สระขวัญ อ. เมือง จ. สระแก้ว 9) ต. หนองตาแต้ม อ. ปราณบุรี จ. ประจวบคีรีขันธ์ 10) ต. ไร่ใหม่พัฒนา อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี 11) ต. ด่านมะขามเตี้ย อ. ด่านมะขามเตี้ย จ.กาญจนบุรี 12) ต. ดอนเจดีย์ อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี 13) ต. ทุ่งทอง อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี 14) ต. แก้มอ้น อ. จอมบึง จ. ราชบุรี 15) ต. เบิกไพร อ.จอมบึง จ. ราชบุรี 16) ต. วังน้ำเขียว อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 17) ต. สระยายโสม อ. อู่ทอง จ. สุพรรณบุรี และ 18) ต. หนองขาม อ. หนองหญ้าไซ จ. สุพรรณบุรี

การเก็บข้อมูล

ผลผลิตอ้อย ชั่งน้ำหนักอ้อยทั้งหมดของแต่ละแปลงย่อย แล้วคำนวณเป็นผลผลิตอ้อย (ตันต่อไร่)

ซีซีเอส สุ่มตัวอย่างอ้อยจำนวน 3 ลำ ในแต่ละแปลงย่อย เพื่อวิเคราะห์ค่าซีซีเอส โดยใช้เครื่อง Saccharometer รุ่น NIR W2

เนื้อดิน เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยวิธีของ จำเป็น (2545)

วิเคราะห์เพื่อหาอัตราส่วนของเปอร์เซ็นต์ดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว โดยวิธีของ International Society of Soil Science (Names *et al*., 1999)

ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ วิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 (Hutchinson and Dowling, 1991)

วันปลูก ให้คะแนนวันปลูก 1 คะแนนทุกช่วงเวลา 15 วัน สำหรับนำไปวิเคราะห์การถดถอย โดยเริ่มนับจากวันที่ทำการปลูกเป็นวันแรกจากแปลงทดสอบทุกแปลง

อายุเก็บเกี่ยว ให้คะแนนอายุเก็บเกี่ยว 0.5 คะแนน ทุกช่วงเวลา 15 วัน สำหรับนำไปวิเคราะห์การถดถอย โดยเริ่มนับตั้งแต่วันปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17

ผลการทดลอง

การตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปร

ผลผลิตอ้อย

การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ ปัจจัยที่มีค่า tolerance น้อยกว่า 0.1 และมีค่า VIF (Variance Inflation Factor) มากกว่า 10 หมายความว่า ตัวแปรนี้มีปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรอิสระขั้นรุนแรง (Field, 2000) ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การถดถอยทั้งขนาดและเครื่องหมาย (อาจเป็นได้ทั้งบวกและลบ) ทั้งนี้เพราะความคลาดเคลื่อนของสัมประสิทธิ์การถดถอยมีมาก ซึ่งจะนำไปสู่ความยากที่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากปัจจัยที่ศึกษา 7 ปัจจัย (Table 1) ปัจจัยที่มีค่า tolerance น้อยกว่า 0.1 และค่า VIF มากกว่า 10 มีจำนวน 1 ปัจจัย คือ เปอร์เซ็นต์ดินทราย จึงได้ทำการตัดเปอร์เซ็นต์ดินทรายและนำไปวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และทำการวิเคราะห์ 6 ปัจจัยที่เหลือ ซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์ดินร่วน เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก ปริมาณน้ำฝนช่วง 5-8 เดือนหลังปลูก ปริมาณน้ำฝนช่วง 9 เดือนหลังปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว และวันปลูก มีค่า tolerance มากกว่า 0.1 และมีค่า VIF มากกว่า 10 (Table 1) จึงได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 6 นี้ โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ

ซีซีเอส

จาก Table 2 พบว่า ปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และอายุเก็บเกี่ยว มีค่า tolerance มากกว่า 0.1 และมีค่า VIF น้อยกว่า 10 จึงได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 4 โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ

การวิเคราะห์อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อพันธุ์อ้อย

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression analysis)

จาก Table 3 ทำการวิเคราะห์เพื่อหาอิทธิพลระหว่างเปอร์เซ็นต์ดินทรายกับผลผลิตอ้อย โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า มีเพียงพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เพียงพันธุ์เดียวที่มีนัยสำคัญทางสถิติของอิทธิพลเชิงเส้นของเปอร์เซ็นต์ดินทรายต่อผลผลิตอ้อยเท่านั้น ซึ่งเป็นอิทธิพลในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง และสามารถเขียนสมการถดถอยได้ดังนี้

$$Yield_{\text{กำแพงแสน 01-4-29}} = 17.220 - 0.062_{sand}$$

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (multiple linear regression analysis)

ผลผลิตอ้อย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Table 4) พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในอ้อยจำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ K 88-92 LK 92-11 KK 3 กำแพงแสน 94-13 กำแพงแสน 00-58 กำแพงแสน 00-92 กำแพงแสน 00-129 กำแพงแสน 01-3-5 กำแพงแสน 01-3-15 และกำแพงแสน 01-4-29 จึงไม่สามารถเขียนสมการถดถอยของพันธุ์อ้อยดังกล่าวได้ ส่วนพันธุ์อ้อยอีก 10 พันธุ์ ได้แก่ K 95-84 กำแพงแสน 00-105 กำแพงแสน 00-148 กำแพงแสน 00-176 กำแพงแสน 01-1-12 กำแพงแสน 01-1-25 กำแพงแสน 01-1-46 กำแพงแสน 01-10-2 กำแพงแสน 01-11-6 และกำแพงแสน 01-41-5 พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามารถเขียนสมการการถดถอยและจัดเป็นกลุ่มตามจำนวน และชนิดของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของอ้อยตอได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก และปริมาณน้ำฝนช่วง 9 เดือนหลังปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง ทั้ง 2 ปัจจัย มี 1 พันธุ์ ได้แก่ K 95-84 ซึ่งมีสมการถดถอยและค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{K\ 95\text{-}84} = 14.906 - 0.009_{rain1} - 0.009_{rain3}; \quad R^2 = 0.252$$

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก มีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง มี 2 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-1-46 และกำแพงแสน 01-41-5 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{กำแพงแสน\ 01\text{-}1\text{-}46} = 16.677 - 0.007_{rain1}; \quad R^2 = 0.227$$

$$Yield_{กำแพงแสน\ 01\text{-}41\text{-}5} = 15.365 - 0.007_{rain1}; \quad R^2 = 0.175$$

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่เปอร์เซ็นต์ดินร่วนมีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางบวก คือทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว มีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง มีจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 00-105 ซึ่งมีสมการถดถอยและค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{กำแพงแสน\ 00\text{-}105} = 16.093 + 0.143_{silt} - 0.163_{clay}; \quad R^2 = 0.202$$

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่วันปลูก มีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง มีจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 00-148 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{กำแพงแสน\ 00\text{-}148} = 21.762 - 1.148_{planting}; \quad R^2 = 0.249$$

กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว และวันปลูก มีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง มีจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 00-176 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{\text{กำแพงแสน 00-176}} = 22.795 - 0.150_{clay} - 1.341_{planting}; \quad R^2 = 0.269$$

กลุ่มที่ 6 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก ปริมาณน้ำฝนช่วง 9 เดือนหลังปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว และวันปลูกมีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลงลด และปริมาณน้ำฝนช่วง 5-8 เดือนหลังปลูกมีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางบวก คือทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น มีจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-1-12 และกำแพงแสน 01-10-2 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{\text{กำแพงแสน 01-1-12}} = 18.506 - 0.008_{rain1} + 0.011_{rain2} - 0.010_{rain3} - 1.074_{planting}; \quad R^2 = 0.251$$

$$Yield_{\text{กำแพงแสน 01-10-2}} = 19.577 - 0.014_{rain1} + 0.019_{rain2} - 0.015_{rain3} - 1.063_{planting}; \quad R^2 = 0.330$$

กลุ่มที่ 7 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่ปริมาณน้ำฝนช่วง 9 เดือนหลังปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว และวันปลูก มีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง มีจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-1-25 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{\text{กำแพงแสน 01-1-25}} = 23.954 - 0.013_{rain3} - 1.027_{planting}; \quad R^2 = 0.273$$

กลุ่มที่ 8 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว มีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางลบ คือทำให้ผลผลิตลดลง มีจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-11-6 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$Yield_{\text{กำแพงแสน 01-11-6}} = 18.916 - 0.162_{clay}; \quad R^2 = 0.231$$

ซีซีเอส

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Table 5) พบว่าปัจจัยที่ศึกษามีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสของอ้อยทุกพันธุ์ที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามารถเขียนสมการถดถอย และสามารถจัดเป็นกลุ่มตามจำนวนและชนิดของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสของอ้อยตอได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ K 88-92 และกำแพงแสน 94-13 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$CCS_{\text{K 88-92}} = -1.310 - 0.008_{rain}; \quad R^2 = 0.438$$

$$CCS_{\text{กำแพงแสน 94-13}} = -6.245 - 0.007_{rain}; \quad R^2 = 0.482$$

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก คือทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ K 95-84, KK 3, กำแพงแสน 01-1-12 และ

กำแพงแสน 01-1-46 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$CCS_{K\ 95-84}$ = -0.282 + 0.200$_{min\ temp}$ – 0.008$_{rain}$; R^2 = 0.494

$CCS_{KK\ 3}$ = -0.555 + 0.227$_{min\ temp}$ – 0.011$_{rain}$; R^2 = 0.586

$CCS_{กำแพงแสน\ 01-1-12}$ = 8.225 + 0.274$_{min\ temp}$ – 0.008$_{rain}$; R^2 = 0.502

$CCS_{กำแพงแสน\ 01-1-46}$ = 7.216 + 0.225$_{min\ temp}$ – 0.008$_{rain}$; R^2 = 0.433

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มพันธ์ที่อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และอายุเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก คือทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ LK 92-11 และ กำแพงแสน 01-10-2 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$CCS_{LK\ 92-11}$ = -5.355 + 0.200$_{min\ temp}$ – 0.007$_{rain}$ + 0.402$_{harvest}$; R^2 = 0.340

$CCS_{กำแพงแสน\ 01-10-2}$ = -46.960 + 0.416$_{min\ temp}$ – 0.009$_{rain}$ + 0.614$_{harvest}$ R^2 = 0.333

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และอายุเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก คือทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น และมีปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 00-58 กำแพงแสน 00-148 กำแพงแสน 01-3-5 และ กำแพงแสน 01-11-6 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$CCS_{กำแพงแสน\ 00-58}$ = -23.106 + 0.891$_{max\ temp}$ +0.212$_{min\ temp}$ – 0.010$_{rain}$ + 0.294$_{harvest}$; R^2= 0.584

$CCS_{กำแพงแสน\ 00-148}$ = -54.506 + 1.653$_{max\ temp}$ +0.222$_{min\ temp}$ – 0.011$_{rain}$ + 0.762$_{harvest}$; R^2= 0.672

$CCS_{กำแพงแสน\ 01-3-5}$ = -33.404 + 0.972$_{max\ temp}$ +0.254$_{min\ temp}$ – 0.012$_{rain}$ + 0.870$_{harvest}$; R^2 = 0.667

$CCS_{กำแพงแสน\ 01-11-6}$ = -38.541 + 1.117$_{max\ temp}$ +0.376$_{min\ temp}$ – 0.009$_{rain}$ + 0.617$_{harvest}$; R^2= 0.632

กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่ปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง และอายุเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก คือทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น มีจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 00-92 กำแพงแสน 00-129 และกำแพงแสน 00-176 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$CCS_{กำแพงแสน\ 00-92}$ = -10.165 – 0.011$_{rain}$ + 0.565$_{harvest}$; R^2= 0.541

$CCS_{กำแพงแสน\ 00-129}$ = 2.378 – 0.008$_{rain}$ + 0.502$_{harvest}$; R^2 = 0.450

$CCS_{กำแพงแสน\ 00-176}$ = -0.734 – 0.009$_{rain}$ + 0.448$_{harvest}$; R^2= 0.596

กลุ่มที่ 6 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และอายุเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก คือทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 00-105 และกำแพงแสน 01-4-29 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$CCS_{\text{กำแพงแสน 00-105}} = -19.184 + 0.833_{\text{max temp}} - 0.011_{\text{rain}} + 0.367_{\text{harvest}}; \quad R^2 = 0.596$$

$$CCS_{\text{กำแพงแสน 01-4-29}} = -24.121 + 1.014_{\text{max temp}} - 0.010_{\text{rain}} + 0.573_{\text{harvest}}; \quad R^2 = 0.620$$

กลุ่มที่ 7 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก คือทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-1-25 และกำแพงแสน 01-3-15 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$CCS_{\text{กำแพงแสน 01-1-25}} = -32.360 + 1.199_{\text{max temp}} + 0.196_{\text{min temp}} - 0.007_{\text{rain}}; \quad R^2 = 0.432$$

$$CCS_{\text{กำแพงแสน 01-3-15}} = -29.095 + 1.056_{\text{max temp}} + 0.247_{\text{min temp}} - 0.010_{\text{rain}}; \quad R^2 = 0.609$$

กลุ่มที่ 8 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก คือทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ คือทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-41-5 ซึ่งมีสมการถดถอย และค่า coefficient of determination ดังนี้

$$CCS_{\text{กำแพงแสน 01-41-5}} = -25.872 + 0.986_{\text{max temp}} - 0.011_{\text{rain}}; \quad R^2 = 0.507$$

สรุปผลการทดลอง

1. จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของเปอร์เซ็นต์ดินทราย พบอิทธิพลทางลบต่อผลผลิตอ้อยของอ้อยตอในอ้อยเพียง 1 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 01-4-29

2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุจำนวน 6 ปัจจัยในผลผลิตอ้อย และ 4 ปัจจัยในซีซีเอส พบนัยสำคัญทางสถิติในผลผลิตของอ้อยตอเพียง 10 พันธุ์ ในขณะที่ในซีซีเอสพบนัยสำคัญทั้ง 20 พันธุ์ โดยค่า coefficient of determination สูงสุดในผลผลิตอ้อยเพียง 33% ส่วนในซีซีเอสมีค่าสูงสุดถึง 67.2%

3. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยตอของพันธุ์อ้อยมากที่สุดจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูก และวันปลูก ส่วนในซีซีเอสได้แก่ ปริมาณน้ำฝนช่วง 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งมีอิทธิพลต่ออ้อยทุกพันธุ์ที่ศึกษา

4. อ้อยแต่ละพันธุ์มีจำนวนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่างกัน โดยในผลผลิตอ้อยตอมีจำนวนมากที่สุด 4 ปัจจัยจาก 6 ปัจจัย ส่วนในซีซีเอสของอ้อยตอมีครบทั้ง 4 ปัจจัย

เอกสารอ้างอิง

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

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

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

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 gridbased digital elevation model of Australia. Hydrological Processes 5 (1): 45-58.

Names, A., J.H.M. Wosten, A. Lily and J.H.O. Vosharr. 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.

Received 15 June 2015

Accepted 31 August 2015

Table 1 Evaluation of muticollinearity of 7 and 6 independent factors to cane yield of ratoon cane.

Independent factors[1/]	Collinearity statistics of 7 factors		Collinearity statistics of 6 factors	
	Tolerance	VIF	Tolerance	VIF
sand	1.832E-8	5.458E+7	-	-
silt	0.374	2.675	0.374	2.675
clay	0.420	2.380	0.420	2.380
rain1	0.465	2.148	0.465	2.148
rain2	0.584	1.711	0.584	1.711
rain3	0.174	5.740	0.174	5.740
planting	0.111	8.986	0.111	8.986

[1/] sand = sand percentage
silt = silt percentage
clay = clay percentage
rain1 = amount of rainfall during 1^{st}-4^{th} month
rain2 = amount of rainfall during 5^{th}-8^{th} month
rain3 = amount of rainfall during after the 9^{th} month to harvest
planting = planting date scores (1 score for 15 days)

Table 2 Evaluation of muticollinearity of 4 independent factors to CCS of ratoon cane.

Independent factors[2/]	Collinearity statistics	
	Tolerance	VIF
max temp	0.925	1.081
min temp	0.898	1.113
rain	0.854	1.171
harvesting	0.838	1.194

[2/] max temp = average maximum temperature 3 months before harvesting
min temp = average minimum temperature 3 months before harvesting
rain = total amount of rainfall 3 months before harvest
harvesting = harvesting period scores (0.5 score for 15 days)

Table 3 The results of simple linear regression analyzes on constant (a), simple regression coefficient (b), and coefficient of determination (R^2) of sand percentage.

Varieties of sugarcane	constant (a)	b_i	R^2
K 88-92	14.098	-0.024	0.011
K 95-84	13.935	-0.035	0.035
LK 92-11	13.066	0.011	0.003
KK 3	13.634	-0.005	0.001
Kamphaeng Saen 94-13	14.098	-0.016	0.006
Kamphaeng Saen 00-58	10.961	0.011	0.004
Kamphaeng Saen 00-92	11.838	0.015	0.005
Kamphaeng Saen 00-105	12.244	-0.002	0.000
Kamphaeng Saen 00-129	13.496	-0.017	0.004
Kamphaeng Saen 00-148	12.558	0.011	0.002
Kamphaeng Saen 00-176	10.152	0.019	0.008
Kamphaeng Saen 01-1-12	15.255	-0.038	0.029
Kamphaeng Saen 01-1-25	12.066	0.004	0.000
Kamphaeng Saen 01-1-46	8.738	0.014	0.006
Kamphaeng Saen 01-3-5	11.195	0.010	0.003
Kamphaeng Saen 01-3-15	9.945	-0.014	0.004
Kamphaeng Saen 01-4-29	17.220	-0.062*	0.086
Kamphaeng Saen 01-10-2	12.301	0.010	0.002
Kamphaeng Saen 01-11-6	7.891	0.034	0.027
Kamphaeng Saen 01-41-5	8.810	0.023	0.014

* significant at 0.05

Table 4 Average ratoon cane yields, constants (a), partial-regression coefficients (b'_i) of silt percentage, clay percentage, amounts of rainfall during 1^{st}-4^{th} month (rain1), amounts of rainfall during 5^{th}-8^{th} month (rain2), amounts of rainfall during after the 9^{th} month to harvest (rain3) and planting date scores (planting), F-test and coefficients of determination (R^2) of 20 sugarcane varieties from 18 varietal trails.

Varieties of sugarcane	Average ratoon cane yields	Constant (a)	partial-regression coefficients (b'_i)						F test	R^2
			silt	clay	rain1	rain2	rain3	planting		
K 88-92	12.80	18.655	0.094	-0.051	-0.008	0.009	-0.011	-0.891	ns	0.165
K 95-84	12.01	14.906	0.102	-0.059	-0.009**	0.006	-0.009*	-0.431	**	0.252
LK 92-11	13.68	20.874	0.057	-0.071	-0.003	0.005	-0.007	-0.939	ns	0.141
KK 3	13.37	17.065	0.026	-0.011	-0.010	0.005	-0.005	-0.340	ns	0.164
Kamphaeng Saen 94-13	13.22	16.891	0.082	-0.065	-0.007	0.003	-0.006	-0.431	ns	0.136
Kamphaeng Saen 00-58	11.58	14.636	0.027	-0.038	-0.004	0.001	-0.002	-0.324	ns	0.091
Kamphaeng Saen 00-92	12.65	18.388	0.087	-0.091	-0.005	0.004	-0.004	-0.874	ns	0.225
Kamphaeng Saen 00-105	12.12	16.093	0.143*	-0.163*	-0.007	0.002	-0.005	-0.512	*	0.202
Kamphaeng Saen 00-129	12.58	19.374	0.072	-0.047	-0.004	0.003	-0.009	-0.834	ns	0.077
Kamphaeng Saen 00-148	13.14	21.762	0.096	-0.096	0.000	0.000	-0.005	-1.148*	**	0.249
Kamphaeng Saen 00-176	11.19	22.795	0.111	-0.150*	0.001	-0.003	-0.008	-1.341**	**	0.269
Kamphaeng Saen 01-1-12	13.22	18.506	0.125	-0.037	-0.008*	0.011*	-0.010*	-1.074*	**	0.251
Kamphaeng Saen 01-1-25	12.26	23.954	0.089	-0.128	-0.007	0.000	-0.013*	-1.027*	**	0.273
Kamphaeng Saen 01-1-46	9.51	16.677	0.055	-0.093	-0.007*	0.000	-0.006	-0.577	**	0.227
Kamphaeng Saen 01-3-5	11.76	16.754	0.107	-0.142	-0.003	0.003	-0.006	-0.723	ns	0.115
Kamphaeng Saen 01-3-15	9.17	12.658	0.152	-0.137	-0.005	0.006	-0.007	-0.737	ns	0.145
Kamphaeng Saen 01-4-29	13.86	15.145	0.143	-0.024	0.000	-0.004	-0.002	-0.476	ns	0.165
Kamphaeng Saen 01-10-2	12.82	19.577	0.107	-0.137	-0.014*	0.019**	-0.015*	-1.063*	**	0.330
Kamphaeng Saen 01-11-6	9.74	18.916	0.083	-0.162*	-0.005	0.001	-0.008	-0.918	**	0.231
Kamphaeng Saen 01-41-5	10.05	15.365	0.060	-0.115	-0.007*	0.003	-0.005	-0.468	*	0.175

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

Table 5 Average CCS of ratoon cane, constants (a), partial-regression coefficients (b'_i) of average maximum temperatures 3 months before harvesting (max temp), average minimum temperatures 3 months before harvesting (min temp), total amounts of rainfall 3 months before harvest (rain) and harvesting period scores (harvest), F-test and coefficients of determination (R^2) of 20 sugarcane varieties from 18 varietal trails.

Varieties of sugarcane	Average CCS of ratoon cane	Constant (a)	partial-regression coefficients (b'_i)				F test	R^2
			max temp	min temp	rain	harvest		
K 88-92	12.18	-1.310	0.308	0.146	-0.008**	0.090	**	0.438
K 95-84	13.76	-0.282	0.271	0.200*	-0.008**	0.139	**	0.494
LK 92-11	14.15	-5.355	0.330	0.200*	-0.007**	0.402*	**	0.340
KK 3	14.22	-0.555	0.232	0.227*	-0.011**	0.279	**	0.586
Kamphaeng Saen 94-13	14.28	-6.245	0.521	0.147	-0.007**	0.086	**	0.482
Kamphaeng Saen 00-58	13.23	-23.106	0.891*	0.212*	-0.010**	0.294*	**	0.584
Kamphaeng Saen 00-92	11.82	-10.165	0.402	0.134	-0.011**	0.565**	**	0.541
Kamphaeng Saen 00-105	13.14	-19.184	0.833*	0.079	-0.011**	0.367*	**	0.596
Kamphaeng Saen 00-129	14.23	2.378	0.107	0.133	-0.008**	0.502**	**	0.450
Kamphaeng Saen 00-148	12.84	-54.506	1.653**	0.222*	-0.011**	0.762**	**	0.672
Kamphaeng Saen 00-176	14.30	-0.734	0.245	0.111	-0.009**	0.448**	**	0.596
Kamphaeng Saen 01-1-12	14.79	8.225	-0.046	0.274**	-0.008**	0.237	**	0.502
Kamphaeng Saen 01-1-25	13.32	-32.360	1.199**	0.196*	-0.007**	0.231	**	0.432
Kamphaeng Saen 01-1-46	13.79	7.216	-0.024	0.225*	-0.008**	0.268	**	0.433
Kamphaeng Saen 01-3-5	13.69	-33.404	0.972*	0.254**	-0.012**	0.870**	**	0.667
Kamphaeng Saen 01-3-15	12.72	-29.095	1.056**	0.247**	-0.010**	0.243	**	0.609
Kamphaeng Saen 01-4-29	12.62	-24.121	1.014*	-0.109	-0.010**	0.573**	**	0.620
Kamphaeng Saen 01-10-2	11.36	-46.960	1.296	0.416**	-0.009**	0.614*	**	0.333
Kamphaeng Saen 01-11-6	13.05	-38.541	1.117**	0.376**	-0.009**	0.617**	**	0.632
Kamphaeng Saen 01-41-5	12.95	-25.872	0.986*	0.182	-0.011**	0.304	**	0.507

* significant at 0.05; ** significant at <0.01