

การประเมินอิทธิพลคุณสมบัติบางประการของดินที่มีผลต่อผลผลิตและค่าซีซีเอสของอ้อยพันธุ์
ขอนแก่น 3 (KK3) และพันธุ์ LK92-11 ในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย

Evaluation of Some Soil Properties Affecting Sugarcane Yield and CCS of
Khon Kaen 3 (KK3) and LK 92-11 Varieties in Eastern Thailand

ไสว บุตติวงศ์ ปราโมทย์ พรสุริยา และ สุพรรณา ชินวรณ์*

Sawai Buddiwong Pramote Pornsuriya and Supansa Chinaworn*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ประเทศไทย

Department of Plant Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources,

Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Thailand

*E-mail: su_pan_sas@hotmail.com Tel. (+66)897369017

(Received 04/02/2025, Revised 02/12/2025, Accepted 16/12/2025)

บทคัดย่อ

การประเมินอิทธิพลคุณสมบัติบางประการของดินต่อค่าซีซีเอส และผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 โดยการปลูกทดสอบพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ใน 15 พื้นที่ปลูก ครอบคลุม 3 จังหวัด คือ ชลบุรี สระแก้ว และ ฉะเชิงเทรา วิเคราะห์คุณสมบัติของดินในแต่ละพื้นที่ ประกอบด้วย ค่าพีเอช (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าอินทรีย์วัตถุ (OM) ปริมาณฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) เมื่ออ้อยอายุครบ 12 เดือน วัดค่าซีซีเอส และเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อไร่ วิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุระหว่างค่าวิเคราะห์ดินและค่าซีซีเอส และผลผลิตอ้อย ผลการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดชลบุรี สระแก้วและฉะเชิงเทรา คือค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัส และอินทรีย์วัตถุในดิน โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.64 และพันธุ์ LK92-11 เท่ากับ 0.76 ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 คือ ปริมาณแมกนีเซียมและฟอสฟอรัส มีค่า R^2 เท่ากับ 0.51 ในขณะที่ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ LK92-11 คือ ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณฟอสฟอรัส มีค่า R^2 เท่ากับ 0.62 โดยผลผลิตมีความสัมพันธ์กับค่าซีซีเอสทางบวกสูง การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์สลับกับการให้ปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางในการรักษาระดับค่าการนำไฟฟ้า เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดิน

คำสำคัญ: LK92-11 ขอนแก่น 3 อ้อย ซีซีเอส การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ

Abstract

The evaluation of the effect of some soil factors on Commercial Cane Sugar (CCS) and the yield of sugarcane varieties Khon Kaen 3 and LK92-11 was conducted by testing these varieties in 15 planting areas across three provinces: Chonburi, Sa Kaeo, and Chachoengsao. Soil properties in each area were analyzed, including pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg). CCS and yield per rai of sugarcane were measured after 12 months of growth. The variance analysis of multiple linear regression between the soil analysis and CCS as well as sugarcane yield was also performed. The results showed that the factors influencing the CCS of Khon Kaen 3 and LK92-11 sugarcane varieties grown in Chonburi, Sa Kaeo, and Chachoengsao were electrical conductivity, phosphorus, and organic matter content in the soil with the coefficient of determination (R^2) for the Khon Kaen 3 variety was 0.64, while

for the LK92-11 variety, it was 0.76. Factors influencing the yield of Khon Kaen 3 included magnesium and phosphorus, with an $R^2 = 0.51$, while for LK92-11, the factors were electrical conductivity and phosphorus, with an $R^2 = 0.62$. The increased yield was found to be positively correlated with the CCS values. Increasing organic matter in the soil by alternating organic fertilizers with chemical fertilizers is recommended as a method for maintaining electrical conductivity levels, increasing organic matter in the soil, and improving the availability of phosphorus in the soil.

Keywords: LK92-11, Khon Kaen 3, Sugarcane, CCS, Multiple linear regression analysis

1. บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาล ประเทศไทยมีการส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับ 2 ของโลก ทำรายได้ให้แก่ประเทศไม่ต่ำกว่าแสนล้านบาทต่อปี ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมดประมาณ 11,125,480 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 82,169,922 ตัน ภาคตะวันออกเป็นหนึ่งในพื้นที่ปลูกอ้อยที่สำคัญของประเทศ โดยมีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 641,307 ไร่ ครอบคลุม 6 จังหวัด ได้แก่ สระแก้ว ชลบุรี ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา จันทบุรี และระยอง (Office of the cane and sugar board, 2024a) มีปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานเพื่อทำน้ำตาลประมาณ 4,902,556 ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น ๆ ภาคตะวันออกถือว่ามีพื้นที่ปลูกน้อยที่สุด แต่ด้วยศักยภาพในการให้ผลผลิตต่อไร่อยู่ในระดับดี ทำให้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออก รองจากข้าว มันสำปะหลัง และยางพารา สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามนอกจากปริมาณผลผลิตของอ้อยที่มีผลโดยตรงต่อรายได้ของเกษตรกรแล้ว คุณภาพความหวานในอ้อย หรือค่าซีซีเอส (Commercial Cane Sugar: CCS) ยังเป็นตัวกำหนดรายได้ที่สำคัญอีกด้วย โดยค่า ซีซีเอส เป็นปริมาณของน้ำตาลทรายที่มีอยู่ในอ้อย ซึ่งสามารถหีบสกัดออกมาได้เป็นน้ำตาลทรายบริสุทธิ์ ในปีการผลิต 2566/2567 อ้อยที่ให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้นทุก 1 ซีซีเอส จะได้เงินค่าตอบแทนเพิ่มซีซีเอสละ 85.2 บาท ต่ออ้อย 1 ตัน คิดได้จากร้อยละ 6 ของประกาศราคาอ้อยขั้นต่ำของฤดูการผลิตปี 2566/2567 โดยคิดค่าตอบแทนเพิ่มเติม ที่ 10 ซีซีเอส ขึ้นไป (Office of the cane and sugar board, 2024b) ดังนั้นหากเกษตรกรสามารถผลิตอ้อยให้มีผลผลิตสูงและให้ซีซีเอสสูง ก็จะทำให้เกษตรกรมีรายได้ที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและซีซีเอสของอ้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัย เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน แสงแดด และอุณหภูมิ โดยหากอ้อยได้รับแสงแดดมาก และอุณหภูมิต่ำที่ 20–24 องศาเซลเซียส ในช่วงสุกแก่ จะทำให้เพิ่มอัตราการสะสมน้ำตาล การประเมินอิทธิพลคุณสมบัติบางประการของดินที่มีผลต่อผลผลิตและค่าซีซีเอสของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 (KK3) และพันธุ์ LK92-11 ในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทยอย่างไรก็ตาม แสงแดดและอุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยาก ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงเป็นปัจจัยแรกๆ ที่เกษตรกรให้ความสำคัญ Calcino et al. (2018) รายงานว่า อ้อยสามารถเจริญเติบโตในดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนปนเหนียว แต่ดินที่มีเนื้อดินที่เป็นดินเหนียวปนทรายหรือดินที่มีปริมาณดินเหนียว 20–35 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของอ้อยมากที่สุด อย่างไรก็ตามดินแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ส่งผลให้มีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกัน ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของดินเกี่ยวข้องกับความเป็นกรดด่างของดิน ความสามารถในการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย นอกจากนั้นพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์จะตอบสนองต่อดินในแต่ละที่ต่างกัน โดยพันธุ์อ้อยที่นิยมปลูกมากในภาคตะวันออกคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีลักษณะดี คือ แตกกอดี โตเร็ว ให้ความหวานสูง ใบคลุมพื้นที่เร็ว ทรงกอกว้าง ไม่หักล้ม มีไขเล็กน้อย ด้านทานโรคเส้ด้า ทนทานต่อหนอนกอ ทนแล้ง และฟื้นตัวเร็วหลังประสบภัยแล้ง เหมาะสำหรับปลูกในดินร่วนปนทราย แต่ไม่เหมาะสำหรับที่ดอน ส่วนพันธุ์ LK92-11 มีลักษณะดี คือ แตกกอดี ให้ความหวานสูง ทรงกอกว้าง ขนาดลำปานกลาง มีไขเล็กน้อย ไม่หักล้ม ทนต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงและเส้ด้า ด้านทานต่อหนอนกอ ทนแล้ง แต่จะฟื้นตัวช้าหลังจากประสบภัยแล้ง (Office of the cane and sugar board, 2024a) มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตและซีซีเอสในอ้อย โดย Kalapakdee et al. (2015) รายงานว่า จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพบว่าพันธุ์อ้อยและซีซีเอส พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยต่อชุด

พันธุ์กำแพงแสนและซีซีเอสในแต่ละพันธุ์นั้นแตกต่างกัน โดยมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยที่พบในพันธุ์ส่วนใหญ่ได้แก่ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนช่วง 1-4 เดือนหลังปลูกและวันปลูก ในขณะที่ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อซีซีเอสของอ้อยในพันธุ์ส่วนใหญ่ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน 3 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ Khunpek et al. (2016) ได้ศึกษาการตอบสนองของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนชุดปี 2007 จำนวน 10 สายพันธุ์ ต่อลักษณะเนื้อดิน วันปลูก อายุเก็บเกี่ยว และปริมาณน้ำฝน โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการตอบสนองต่อปัจจัยถึง 3 ปัจจัย ในขณะที่สายพันธุ์กำแพงแสน 07-14-2 มีการตอบสนองต่อปัจจัยเพียงปัจจัยเดียว แสดงให้เห็นว่าอ้อยแต่ละพันธุ์มีปัจจัยที่เข้ามามีอิทธิพลต่อผลผลิต และซีซีเอสต่างกัน ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตและค่าซีซีเอสของอ้อยในพันธุ์ ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 เพื่อประเมินคุณสมบัติของดินบางประการที่มีอิทธิพลต่อซีซีเอสและผลผลิตของอ้อยทั้งสองพันธุ์ เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในการจัดการดินและปุ๋ยต่อไป

2. วิธีการทดลอง

ปลูกทดสอบอ้อย 2 พันธุ์ คือพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ใน 15 พื้นที่ ครอบคลุม 3 จังหวัด คือ ชลบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา โดยจังหวัดชลบุรีประกอบด้วย 1) ตำบลห้วยสูง อำเภอนนทบุรี 2) ตำบลหนองเสือ อำเภอนนทบุรี 3) ตำบลคลองพลู อำเภอนนทบุรี 4) ตำบลธาตุทอง อำเภอบ่อทอง 5) ตำบลวัดสุวรรณ อำเภอบ่อทอง และ 6) ตำบลบ่อขวางทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดสระแก้วประกอบด้วย 1) ตำบลห้วยโจด อำเภอวัฒนานคร 2) ตำบลท่าเกวียน อำเภอวัฒนานคร 3) ตำบลผักขะ อำเภอวัฒนานคร 4) ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น 5) ตำบลขี้มะกรูด อำเภอวังน้ำเย็น และ 6) ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วย 1) ตำบลทุ่งพระยา อำเภอสนามชัยเขต 2) ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต และ 3) ตำบลคูยายหมี อำเภอสนามชัยเขต แต่ละพื้นที่มีขนาดแปลง 1 ไร่ โดยปลูกในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 และเก็บเกี่ยวในเดือนมกราคม พ.ศ. 2564

การดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการฝังกลบตอนปลูก และเมื่ออ้อยอายุ 3 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำตามความเหมาะสม ดูแลกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก เมื่ออ้อยอายุครบ 12 เดือน สุ่มตัดอ้อยเพื่อวัดค่าซีซีเอส โดยเก็บตัวอย่างอ้อย 6 ซ้ำ และเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อไร่ในแต่ละพื้นที่ปลูก

2.1 การเก็บตัวอย่างดิน

สุ่มตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ก่อนปลูก ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร แต่ละพื้นที่ปลูกเก็บตัวอย่างดิน 10 จุด โดยใช้วิธีของ Department of agriculture (2010) วิเคราะห์คุณภาพดิน จำนวน 7 รายการ ประกอบด้วย 1) ค่าพีเอช (pH) 2) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) 3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter : OM) 4) ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) 5) โพแทสเซียม (Potassium : K) 6) แคลเซียม (Calcium : Ca) และ 7) แมกนีเซียม (Magnesium : Mg) โดยทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพดิน ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคที่ 3

2.2 ผลผลิตอ้อย

ผลผลิตอ้อยคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{ผลผลิตอ้อย (ตันต่อไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักในพื้นที่เก็บเกี่ยว (กิโลกรัม)} \times \text{พื้นที่ 1 ไร่ (1,600 ตารางเมตร)}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว (ตารางเมตร)} \times 1,000}$$

2.3 การเก็บตัวอย่างอ้อยและการวิเคราะห์ค่าซีซีเอส

เมื่ออ้อยอายุครบ 12 เดือน เก็บตัวอย่างอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ ใน 15 พื้นที่ปลูก เพื่อวัดค่าซีซีเอส โดยสุ่มตัดอ้อย 6 ซ้ำ ในแต่ละพื้นที่ จดละ 6 ลำ รวม 60 ตัวอย่าง ตัดอ้อยให้ชิดดิน จากนั้นแบ่งอ้อยออกเป็น 3 คู่ คู่ที่ 1 ตัดส่วนโคนของลำ คู่ที่ 2 ตัดส่วนกลางของลำ คู่ที่ 3 ตัดส่วนปลายของลำ จะได้ชิ้นส่วนของอ้อยที่มาจาก โคน กลางและปลาย จัดให้ชิ้นส่วนนี้รวมกันเป็นส่วนที่ 1 และอ้อยที่เหลือจากการตัด โคน กลาง ปลายแล้วรวมกัน จัดให้เป็นส่วนที่ 2

ส่วนที่ 1 จะนำไปฝนกับเครื่องฝอยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อไปวิเคราะห์หาค่าร้อยละเส้นใยในอ้อย (% fiber)

ส่วนที่ 2 นำไปหีบกับเครื่องหีบอ้อยให้น้ำอ้อยออกมา เพื่อไปวิเคราะห์หาค่า Polarization (ค่าร้อยละของน้ำตาลซูโครส) ด้วยเครื่อง Polarimeter และ ค่า Brix (ค่าปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ) ด้วยเครื่อง Refractometer

การวิเคราะห์ค่าซีซีเอสวิเคราะห์ตามวิธีการของ ICUMSA methods (De Whalley, 2013) โดยใช้สูตร

$$CCS = 0.9433 \frac{P_1(100 - F)}{100} + 1/2 - \left[0.9660 \frac{B_1(100 - F)}{100} + 0.9433 \frac{P_1(100 - F)}{100} \right]$$

เมื่อ P_1 คือ ค่าโพล (Polarization)

B_1 คือ ค่าบริกซ์ (Brix)

F คือ เปอร์เซนต์ (% Fiber)

2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

สถิติเชิงพรรณนา แสดงลักษณะการกระจายของตัวแปรต่าง ๆ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17 ส่วนสถิติเชิงอนุมาน อธิบายสูตรและการแทนค่าในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11

จากการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาพบว่าผลผลิตของพันธุ์ขอนแก่น 3 ใน 15 พื้นที่ มีค่าอยู่ระหว่าง 11.46 – 13.96 ตันต่อไร่ และมีค่าซีซีเอสอยู่ระหว่าง 12.39–15.64 ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 11.40–13.54 ตันต่อไร่ และมีค่าซีซีเอสอยู่ระหว่าง 12.23–14.50 (Table 1) มีรายงานผลผลิตของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ในจังหวัดระยอง พบว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 และมีค่าซีซีเอสไม่ต่างกัน โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตที่ 16 ตันต่อไร่ พันธุ์ LK92-11 ให้ผลผลิตที่ 11 ตันต่อไร่ และมีค่าซีซีเอสใกล้เคียงกันที่ 12.14 และ 12.30 ตามลำดับ (Insuk et al., 2023) เช่นเดียวกับงานทดลองในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ที่พบว่า พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตที่ 25 ตันต่อไร่ ในขณะที่ LK92-11 พันธุ์ 23 ตันต่อไร่ และให้ค่าซีซีเอสเท่ากันที่ 16.6 (Luanmanee et al., 2021) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของพันธุ์ทั้งสองในพื้นที่จังหวัดระยองและนครสวรรค์ พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ทั้งสองพื้นที่ ซึ่งพบว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ทั้งสองพันธุ์ต่างกันในแต่ละพื้นที่คือ พันธุ์กรรม พันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนทราย อย่างไรก็ตามในงานทดลองครั้งนี้เมื่อนำอ้อยทั้งสองพันธุ์มาปลูกใน 15 พื้นที่ของจังหวัดชลบุรี สระแก้ว และฉะเชิงเทรา พบว่าอ้อยทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน ในขณะที่พันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่าซีซีเอสมากกว่าพันธุ์ LK92-11 เล็กน้อย สำหรับค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของแปลงปลูกอ้อยทั้งสองพันธุ์ใน 15 พื้นที่นั้นมีความใกล้เคียงกัน และมีความแปรปรวนน้อย ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีความแปรปรวนมากเช่นเดียวกันทั้งสองพันธุ์ ความแปรปรวนของธาตุอาหารในดินดังกล่าวขึ้นอยู่กับเนื้อดิน สภาพอากาศ และการจัดการดินในแต่ละพื้นที่

3.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (multiple linear regression analysis)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุค่าวิเคราะห์ดินและค่าซีซีเอส ในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัส และอินทรีย์วัตถุในดิน มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในอ้อยทั้งสองพันธุ์ ซึ่งมีสมการถดถอยและค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ coefficient of determination, R^2 ดังนี้

$$CCS_{KK3} = 13.134 - 8.449 (EC) + 0.040 (P) + 0.606 (OM) \quad R^2 = 0.643$$

$$CCS_{LK92-11} = 12.032 - 3.722 (EC) + 0.024 (P) + 0.587 (OM) \quad R^2 = 0.761$$

โดยพบว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีผลต่อค่าซีซีเอสในทางลบ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณอินทรีย์วัตถุมีผลต่อค่าซีซีเอสในทางบวก

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมและฟอสฟอรัสมีอิทธิพลต่อผลผลิต ซึ่งมีสมการถดถอยและค่า coefficient of determination ดังนี้

$$\text{Yield}_{\text{KK3}} = 13.708 - 0.005 (\text{Mg}) + 0.033 (\text{P}) R^2 = 0.513$$

โดยพบว่า แมกนีเซียมมีผลต่อผลผลิตในทางลบ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสมีผลต่อผลผลิตในทางบวก

ในพันธุ์ LK92-11 พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณฟอสฟอรัส มีอิทธิพลต่อผลผลิต ซึ่งมีสมการถดถอยและค่า coefficient of determination ดังนี้

$$\text{Yield}_{\text{LK92-11}} = 12.573 - 5.033 (\text{EC}) + 0.023 (\text{P}) R^2 = 0.627$$

โดยพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณฟอสฟอรัสมีผลต่อผลผลิตในทางบวก

จากผลการศึกษา การเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าส่งผลให้ค่าซีซีเอสในอ้อยทั้ง 2 สายพันธุ์ลดลง ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสฟอรัสและอินทรีย์วัตถุทำให้ค่าซีซีเอสเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความเค็ม งานวิจัยของ Luanmanee (2024) รายงานว่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือในดินที่สูง ทำให้อ้อยดูดน้ำจากดินมาใช้ประโยชน์ยาก ทำให้อ้อยแสดงอาการขาดน้ำ โดยมีอาการใบเหี่ยว ส่งผลให้ชะงักการเจริญเติบโต ขัดขวางการเคลื่อนย้ายและเก็บสะสมน้ำตาลในลำต้นอ้อย ซึ่งมีผลทำให้ค่าซีซีเอสลดลง มีรายงานว่าอ้อยสามารถทนความเค็มได้ระดับปานกลาง โดยค่าการนำไฟฟ้า ไม่ควรเกิน 1.7 dS/m หากดินมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 10 dS/m อาจทำให้อ้อยตายได้ (Fageria et al., 1997) ถึงแม้ว่าค่าการนำไฟฟ้าจากงานทดลองนี้ยังไม่ถือว่าดินมีสภาพเป็นดินเค็ม แต่การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยมีความสัมพันธ์กับค่าซีซีเอสอย่างชัดเจน การใช้ปุ๋ยเคมีในไร่อ้อยอย่างต่อเนื่องน่าจะเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าในอนาคต ดังนั้นเพื่อให้สภาพดินกลายเป็นดินเค็ม จำเป็นต้องมีการให้ปุ๋ยอินทรีย์สลับกับการให้ปุ๋ยเคมี ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปุ๋ยเคมีจะมีค่า EC สูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ดี

Table 1 Descriptive statistics analysis for soil properties in the area growing sugarcane
Var. Khonkaen 3 and LK92-11.

Variety/ Variables	Khon Kaen 3				LK92-11			
	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD
Yield (Tons/rai)	11.46	13.96	12.70	0.77	11.40	13.54	12.50	0.81
CCS	12.39	15.64	13.86	1.09	12.23	14.50	13.27	0.67
pH	4.91	7.22	5.99	0.53	5.04	6.89	5.59	0.45
EC (dS/m)	0.02	0.24	0.08	0.06	0.02	0.21	0.07	0.07
OM (%)	0.48	2.59	1.55	0.70	0.57	2.16	1.18	0.48
P (mg/kg)	0.20	30.40	10.62	10.49	0.60	110.00	16.13	28.4
K (mg/kg)	17.30	1,103.90	334.44	373.47	7.40	1,103.90	275.65	298.57
Ca (mg/kg)	122.00	1,851.00	866.27	403.62	122.00	1,939.00	1,028.93	598.30
Mg (mg/kg)	76.00	344.00	154.33	75.21	65.00	514.00	221.53	138.19

Min=Minimum, Max-Maximum, SD=standard deviation

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ค่าซีซีเอสสูงขึ้นในอ้อยทั้งสองพันธุ์ โดยค่าฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ส่วนใหญ่จะถูกตรึงอยู่ในดินให้อยู่ในสภาพที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยหากดินเป็นกรด ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงโดยอลูมิเนียมและเหล็ก หากดินเป็นด่างฟอสฟอรัสจะถูกตรึงกับแคลเซียม ดังนั้น ความเป็นกรด-ด่าง ของดินที่เหมาะสมเท่ากับ 6-7 จะทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ (Department of agriculture, 2010) จากงานทดลองนี้ถึงแม้ค่า pH ไม่มีผลต่อค่าซีซีเอสโดยตรง แต่ค่า pH อาจมีผลต่อความเป็นประโยชน์ในดินของปริมาณฟอสฟอรัสได้ โดยค่า pH ในงานทดลองนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 4.91-7.22 (Table 1) ซึ่งมีบางแปลงที่มีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญในการสะสมน้ำตาลเนื่องจากมีส่วนร่วมในกระบวนการถ่ายโอนพลังงานที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงและการสังเคราะห์น้ำตาล การมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินน้อยอาจส่งผลให้การสะสมน้ำตาลลดลงเช่นเดียวกับลักษณะผลผลิตที่พบว่า การเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัสทำให้ผลผลิตสูงขึ้นในอ้อยทั้งสองพันธุ์ เช่นเดียวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุ มีบทบาทสำคัญต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและชีวภาพของดิน ประกอบด้วยไนโตรเจนและธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ ที่ค่อย ๆ ปลดปล่อยให้พืชนำไปใช้อย่างช้า ๆ ทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บธาตุอาหารพืชและน้ำ มีรายงานว่า การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นการเพิ่มการรักษาระดับความชื้นในแปลงปลูกอ้อยได้ดี (Chawburee et al., 2021) นอกจากนั้นยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินเป็นสารเชื่อมอนุภาคดินให้รวมตัวกันเป็นเม็ดดิน ทำให้ระบายน้ำได้ดี มีคุณสมบัติเป็นสารคลีเลตช่วยส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน ช่วยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุให้เกิดขึ้น เพิ่มความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของดินและทำให้ดินมีสภาพที่เหมาะสมในการปลูกอ้อย ซึ่งดินควรมีอินทรีย์วัตถุ 1.5-2 เปอร์เซ็นต์ (Fageria et al., 1997) ซึ่งปริมาณอินทรีย์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าระหว่าง 0.48-2.59 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) แสดงให้เห็นว่ายังมีพื้นที่ปลูกอ้อยบางแปลงที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม นอกจากนั้นปริมาณอินทรีย์วัตถุยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง กระบวนการเจริญเติบโตของลำต้นและการแตกกอ และส่งเสริมการสะสมน้ำตาลระยะสุกแก่ของอ้อย (Calcino et al., 2018)

การดูดซึมแมกนีเซียมในดินไปใช้ประโยชน์ของพืชขึ้นอยู่กับสัดส่วนของโพแทสเซียมและแคลเซียมในดิน มีรายงานว่า ถ้าดินมีปริมาณแมกนีเซียมสูงจะยับยั้งการดูดซึมโพแทสเซียม (Nguyen et al., 2015; Pongthai et al., 2017) จากรายงานของกรมวิชาการเกษตร ดินที่มีค่าแมกนีเซียมสูงกว่า 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจัดว่ามีปริมาณแมกนีเซียมที่สูง (Department of Agriculture, 2010) จากงานทดลองนี้พบว่ามีบางแปลงที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่า 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งอาจมีผลต่อการดูดซึมของโพแทสเซียม อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าแมกนีเซียมมาหาความสัมพันธ์กับโพแทสเซียมพบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางลบแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ถึงแม้ว่าโพแทสเซียมไม่มีอิทธิพลโดยตรงต่อผลผลิตในการศึกษาครั้งนี้ แต่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตและค่าซีซีเอสของอ้อย หากมีแมกนีเซียมที่สูงเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตได้

เมื่อนำผลผลิตมาหาความสัมพันธ์กับซีซีเอสพบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.81 ในพันธุ์ขอนแก่น 3 และ 0.79 ในพันธุ์ LK92-11 แสดงให้เห็นว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์กับค่าซีซีเอส เมื่ออ้อยมีผลผลิตสูงค่าซีซีเอสมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย

Table 2 Correlation coefficient (r) between yield and CCS. of corn Var. Khonkaen 3 and LK92-11 are growing in 15 different areas

Varieties	r	P -value
Khonkaen 3	0.81	<0.05
LK92-11	0.79	<0.05

4. สรุป

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซีซีเอสในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดชลบุรี สระแก้ว และ ฉะเชิงเทรา คือค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัสและอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 คือปริมาณแมกนีเซียมและฟอสฟอรัส ในขณะที่ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตในอ้อยพันธุ์ LK92-11 คือ ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณ ฟอสฟอรัส โดยผลผลิตมีความสัมพันธ์กับค่าซีซีเอสสูงทางบวก แสดงว่าอ้อยที่มีผลผลิตสูงมักมีค่าซีซีเอสสูงไปด้วย การเพิ่ม อินทรีย์วัตถุในดินโดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์สลับกับการให้ปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางในการรักษาระดับค่าการนำไฟฟ้า เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดิน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ภาคที่ 3 จังหวัดชลบุรี และสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

6. เอกสารอ้างอิง

- Calcino, D., Schroeder, B., Panitz, J., Hurney, A., & Wood, A. (2018). *Australian sugarcane nutrition manual*. Sugar Research Australia Limited.
- Chawburee, K., Sangkhasila, K., Karuna, S. & Trakoonyingcharoen, P. (2021). Effect of Continuous Application of Organic Materials on Soil Water Retention Curve of Soils under Sugarcane Plantation. *Thai Journal of Soils and Fertilizers*, 39(1), 25-34. [in Thai]
- De Whalley, H. C. S. (Ed.). (2013). *ICUMSA methods of sugar analysis: Official and tentative methods recommended by the International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA)*. Elsevier.
- Department of Agriculture. (2010). *A handbook of soil analysis: Chemical and physical methods*. [in Thai]
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (1997). *Growth and mineral nutrition of field crops* (2nd Ed). Marcel Dekker.
- Insuk, P., Amonpon, W., Pantu, M., & Nukaeo, K. (2023). Evaluation of yield and yield stability of U-Thong Cane Clones at different environments. *Thai Agricultural Research Journal*, 41(2), 129-141. [in Thai]
- Kalapakdee, T., Lertruthaiyothin, R., & Songkrasin, A. (2015). Evaluation of environmental factors affecting cane yield and CCS in ratoon cane of Kamphaeng Saen Varieties Series. *Science and Technology*, 4(2), 1-13. [in Thai]
- Khunpek, S., Lersrutaiyotin, R. & Songkrasin, A. (2016). Response of Kamphaeng Saen sugarcane varieties series 2007 in plant cane to soil texture, planting date, ages at harvesting and rainfall. *Journal of Science and Technology Kasetsart University*, 5(2), 45-56. [in Thai]
- Luanmanee, S., Kongtien, D., Chongchuaklang, K., & Wandee, W. (2021). Effect of supplemental water and fertilizer rates on yield of three sugarcane cultivars grown on clay soil at Nakhon Sawan Province. *Thai Agricultural Research Journal*, 39(3), 232-247. [in Thai]
- Luanmanee, S. (2024). *Soil, fertilizer and water management for improving sugarcane productivity*. DOA.
- Nguyen, H. H., Maneepong, S., & Suraninpong, P. (2015, July 1-3). Behavior of nutrient uptake by pummelo growing on salt marsh soil. In *Proceedings of 2nd International Symposium on Agricultural Technology*, (pp. 101-105).

- Office of the Cane and Sugar Board. (2024a). *Report on situation sugarcane cultivation for production season 2023/2024*. [in Thai]
- Office of the Cane and Sugar Board. (2024b). *Announcement of the preliminary price of sugarcane and returns production preliminary selling sugar of production season 2023/2024*. [in Thai]
- Pongthai, T., Onthong, J., & Khawmee, K. (2017). Effect of magnesium on Nutrient concentration and growth of rubber tree sapling. *Journal of Agricultural Research and Extension*, 34(1), 1-12. [in Thai]
- Yates, R. A., & Taylor, R. D. (1986). Water use efficiencies in relation to sugarcane yields. *Soil use and management*, 2(2), 70-76.