ผลของการให้น้ำเสริมและอัตราปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของอ้อย 3 พันธุ์ที่ปลูกในดินเหนียวจังหวัดนครสวรรค์

Effect of Supplemental Water and Fertilizer Rates on Yield of Three Sugarcane Cultivars Grown on Clay Soil at Nakhon Sawan Province

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[1/*] ดาวรุ่ง คงเทียน[2/] การิตา จงเจือกลาง[3/] วาสนา วันดี[4/]

Suphakarn Luanmanee[1/*] Daorung Kongtien[2/] Karita Chongchuaklang[3/] Wasana Wandee[4/]

Received 7 May 2021/Revised 5 Sep 2021/Accepted 8 Sep 2021

ABSTRACT

Water and nutrients play important roles in the growth and yield of sugarcane while sugarcane responses differently to water and nutrients depending on cultivars and cultivation area. Therefore, the effect of supplemental water and fertilizer rates on yield of three sugarcane cultivars grown on clay soil at Nakhon Sawan Province was studied, in order to find out suitable water and fertilizer management for sugarcane production. The experimental treatments were designed as split plot with 4 replicates. The main plots consisted of three methods of supplemental water and fertilizer rates i.e. 1) fertilizing according to soil-based analysis recommendation, under rain-fed condition, 2) fertilizing at a recommended rate with supplemental water and 3) fertilizing about 1.5 time of the recommended rate with supplemental water. The subplots consisted of 3 sugarcane cultivars i.e. KK07-037, LK92-11 and Khon Kaen 3. Results showed that water and fertilizer management had no interaction with sugarcane cultivars for obtained yield. In addition, three methods of water and fertilizer management had no statistically different effect on yield. However, sugarcane with supplemental water and fertilizing at 1.5 times of the recommended rate had higher number of tiller of planted and the 1st ratoon canes when compared to those received fertilizers at the recommended rate under rain-fed condition and with supplemental water. The three sugarcane cultivars showed significantly different in yields which the KK07-037 planted cane had higher in yield but lower in CCS as compared to Khon Kaen 3 and LK92-11 cultivars. As a consequence,

[1/] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Agricultural Production Sciences Research and Development Office, Department of Agriculture, Lad Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

[2/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี ตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี 70120

[2/] Ratchaburi Agricultural Research and Development Center, Kao Cha Ngum, Photharam, Ratchaburi 70120

[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 60190

[3/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Suk Samran, Tak Fa, Nakhon Sawan 60190

[4/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี 72160

[4/] Suphan Buri Field Crops Research Center, Chorakhe Sam Phan, U Thong, Suphan Buri 72160

*** Corresponding author: kei__suphakarn@hotmail.com**

Khon Kaen 3 and LK92-11 cultivars resulted in higher sugar yield than KK07-037 clone. Therefore, planting of Khon Kaen 3 and LK92-11cultivars under rain-fed conditions and fertilizing at the recommendation rate of 12-9-18 kg N-P_2O_5-K_2O per rai was suitable for sugarcane cultivation in clay soil at Nakhon Sawan Province.

Keywords: sugarcane cultivar, supplemental water, fertilizer application, clay soils

บทคัดย่อ

น้ำและธาตุอาหารมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อย ซึ่งอ้อยมีการตอบสนองต่อน้ำและธาตุอาหารแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์และสภาพพื้นที่ปลูก จึงได้ศึกษาผลของการให้น้ำเสริมและอัตราปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของอ้อย 3 พันธุ์ ที่ปลูกในดินเหนียวในพื้นที่ จ.นครสวรรค์ เพื่อให้ได้วิธีการจัดการน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตอ้อยในพื้นที่ดังกล่าว วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วยการจัดการปุ๋ยและน้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินและปลูกโดยอาศัยน้ำฝน 2) ใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำและให้น้ำเสริม และ 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่า ของอัตราแนะนำและให้น้ำเสริม ปัจจัยรองประกอบด้วยอ้อยจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ โคลน KK07-037, พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ผลการทดลองพบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ต่อการให้ผลผลิตของอ้อย นอกจากนี้ การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 วิธี ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การปลูกอ้อยโดยให้น้ำเสริมและใส่ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าของอัตราแนะนำทำให้อ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 มีจำนวนลำมากกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยในอัตราแนะนำที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน และที่มีการให้น้ำเสริมในขณะที่อ้อยทั้ง 3 พันธุ์ ให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยอ้อยโคลน KK07-037 ให้ผลผลิตอ้อยปลูกมากกว่า แต่มีความหวานต่ำกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ จึงทำให้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าโคลน KK07-037 ดังนั้น การปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 โดยอาศัยน้ำฝนและใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในอัตรา 12-9-18 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O เป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อผลิตอ้อยในดินเหนียว จ.นครสวรรค์

คำสำคัญ: พันธุ์อ้อย การให้น้ำเสริม การจัดการปุ๋ย ดินเหนียว

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยในปีการผลิต 2562/63 ประมาณ 11,959,140 ไร่ มีผลผลิตอ้อยทั้งหมด 85,369,690 ตัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 7.09 ตัน/ไร่ จ. นครสวรรค์ เป็นแหล่งปลูกอ้อยที่ใหญ่ที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือ ในปีการผลิต 2562/63 มีพื้นที่ปลูก 811,354 ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.99 ตัน/ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2563) ในขณะที่ยุทธศาสตร์ด้านอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2556-2559 ได้กำหนดเป้าหมายผลผลิตอ้อย 15 ตัน/ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและเครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ, 2556) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการที่เหมาะสมเพื่อยกระดับผลผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

การยกระดับผลผลิตพืชโดยทั่วไปมีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ ซึ่งอ้อยแต่ละพันธุ์จะตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายชุดดินบ้านไผ่ จ. ขอนแก่น ดินร่วนปนทรายชุดดินสัตหีบ จ.ชลบุรี และดินเหนียว ชุดดินลพบุรี

จ.นครสวรรค์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ (ศุภกาญจน์และคณะ, 2555; วัลลีย์และคณะ, 2555; ดาวรุ่งและคณะ, 2555) การปรับปรุงดินและใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับสภาพของดินในพื้นที่ปลูก มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิตอ้อย กรณีที่เป็นดินทรายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำกว่า 5.5 หากปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และโดโลไมท์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่า สามารถยกระดับผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ได้ 52-62% (ศุภกาญจน์และคณะ, 2555; วัลลีย์และคณะ, 2555) อย่างไรก็ตาม ถ้าหากดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ผลของการจัดการปุ๋ยต่อผลผลิตจะไม่เด่นชัด ซึ่งดาวรุ่งและคณะ (2555) พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินเหนียวชุดดินลำนารายณ์ จ.นครสวรรค์ ถ้าไม่มีการปรับปรุงดินและไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จะให้ผลผลิตเฉลี่ย 25.69 ตัน/ไร่ หากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เหมาะสม 12 กก.N/ไร่ พบว่า ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 28.13 ตัน/ไร่ ดินในพื้นที่ปลูกอ้อยของ จ.นครสวรรค์ ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มดินที่ 52 ได้แก่ ชุดดินตาคลี กลุ่มดินที่ 54 ได้แก่ ชุดดินสมอทอดและชุดดินลำนารายณ์ และกลุ่มดินที่ 28 ได้แก่ ชุดดินลพบุรี (ปรีชาและคณะ, 2545) ซึ่งดินในชุดดินลพบุรีโดยทั่วไปจะมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว เมื่อดินแห้งจะแตกระแหงเป็นร่องลึก ส่งผลเสียต่อระบบรากพืชได้ นอกจากนี้ ดินยังมีปฏิกิริยาเป็นด่างเล็กน้อยถึงปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง มีการซาบซึมได้ของน้ำค่อนข้างช้า จำเป็นต้องมีการจัดการน้ำอย่างเหมาะสม

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการผลิตอ้อยเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง อ้อยต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต กัญญารัตน์ (2563) รายงานว่า การเพาะปลูกอ้อยได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ภัยแล้งต่อเนื่องมาตั้งแต่ปลายปี 2562 ส่งผลให้ปริมาณอ้อยเข้าหีบสำหรับผลิตน้ำตาลในฤดูการผลิตปี 2562/2563 ลดลงมากถึง 25 ล้านตัน หรือคิดเป็น 27% ของปริมาณอ้อยเข้าหีบโดยรวม ส่งผลให้มีปริมาณอ้อยเข้าหีบสำหรับผลิตน้ำตาลในฤดูการผลิตปี 2562/2563 เหลือประมาณ 75 ล้านตัน หรือลดลง 43% เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูการผลิตที่ผ่านมาที่มีปริมาณอ้อยเข้าหีบ 132 ล้านตัน ความต้องการน้ำของอ้อยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและช่วงระยะการเจริญเติบโต Brouwer and Heibloem (1986) รายงานว่า อ้อยมีความต้องการใช้น้ำตั้งแต่ 1,500-2,500 มม./ฤดูปลูก ส่วน Carr and Knox (2010) รายงานว่า ความต้องการใช้น้ำของอ้อยทั้งหมดประมาณ 1,100-1,800 มม. โดยช่วงที่ต้องการน้ำสูงสุดมีอัตราการใช้น้ำ 6-15 มม./วัน ในขณะที่กอบเกียรติและคณะ (2555) พบว่า อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,591-1,620 มม./ฤดูปลูก ส่วนอ้อยตอมีความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,566-1,654 มม./ฤดูปลูก ในขณะที่ ปรีชาและคณะ (2553) พบว่า การให้น้ำในอัตรา 24 มม. เมื่อค่าระเหยสะสม 40 และ 60 มม. และ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ให้น้ำ 31 %

การจัดการช่วงวันปลูกเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของอ้อย ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมจะทำให้อ้อยแต่ละระยะการเจริญเติบโตได้รับปริมาณน้ำฝนตรงตามความต้องการ มีโอกาสเสี่ยงต่อการขาดน้ำน้อยที่สุด ซึ่งความต้องการน้ำของอ้อยปลูกที่ระยะตั้งตัว (0-30 วันหลังปลูก) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (31-170 วันหลังปลูก) ระยะสร้างน้ำตาล (171-295 วันหลังปลูก) และระยะสุกแก่ (296-330 วันหลังปลูก) เฉลี่ย 1.1, 4.4, 10.2 และ 6.4 มม./วัน ตามลำดับ (กอบเกียรติ, 2555) ในขณะที่การปลูกอ้อยใน จ.นครสวรรค์ ส่วนใหญ่ปลูกช่วงต้นฤดูฝน คือช่วงเดือน เม.ย.-พ.ค. ดังนั้น จะทำให้อ้อยในระยะที่ต้องการน้ำสูงสุดเจริญเติบโตในช่วงเดือน ต.ค. ถึง ก.พ. ซึ่งคาบเกี่ยวกับช่วงฤดูแล้ง จึงทำให้อ้อยได้รับปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าความต้องการ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และการสะสม น้ำตาลของอ้อยได้ จะเห็นได้ว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ

หลายปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยเรื่องดิน ธาตุอาหาร น้ำ และพันธุ์ จึงต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสมกับแต่ละสภาพพื้นที่ ซึ่งมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงได้ศึกษาผลของการให้น้ำเสริมและอัตราปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของอ้อย 3 พันธุ์ ที่ปลูกในดินเหนียว เพื่อให้ได้วิธีการจัดการน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตอ้อยในพื้นที่ จ.นครสวรรค์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สมบัติดินในพื้นที่ทำการศึกษา

ทำการทดลองในดินเหนียวชุดดินลพบุรี (Very-fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts) ในแปลงเกษตรกร ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ระหว่างปี พ.ศ.2560-2561 ก่อนปลูกอ้อยทำการเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มรวม (composite sampling) ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-50 ซม. เพื่อพิจารณาอัตราปุ๋ยแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยวิเคราะห์เนื้อดินด้วยวิธี Hydrometer ความหนาแน่นรวมของดิน วิเคราะห์โดยใช้กระบอกโลหะเก็บตัวอย่างดินที่ทราบปริมาตรแน่นอน (core method) (McIntyre and Loveday, 1974) pH วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 อินทรียวัตถุ วิเคราะห์ด้วยวิธี Wet oxidation ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และทำให้การเกิดสีด้วยวิธี Molybdenum Blue จากนั้นวัดความเข้มข้นของสีโดยใช้ Spectrophotometer โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สกัดดินด้วย 1N Ammonium acetate, pH7.0 แล้ววัดเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐาน โดยใช้ Flame photometer (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

2. การวิเคราะห์ช่วงวันปลูกอ้อยที่เหมาะสม

วิเคราะห์ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับอ้อยที่ปลูกในพื้นที่ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ โดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายสัปดาห์ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย 20 ปี และความต้องการน้ำรายสัปดาห์ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ ความต้องการน้ำของอ้อยคำนวณจากอัตราการคายระเหยน้ำของอ้อยในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งค่าการคายระเหยน้ำของอ้อย (ETc) ได้จาก Kc x ETo โดยที่ Kc หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ซึ่งในที่นี้ใช้ค่า Kc ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ดังนี้ Kc ของอ้อยปลูกที่ระยะตั้งตัว (0-30 วันหลังปลูก) ระยะแตกกอ (31-170 วันหลังปลูก) ระยะสร้างน้ำตาล (171-295 วันหลังปลูก) และระยะสุกแก่ (296-330 วันหลังปลูก) เท่ากับ 0.21, 0.73, 1.70 และ 1.17 ตามลำดับ และ Kc ของอ้อยตอที่ระยะตั้งตัว (0-45 วันหลังปลูก) ระยะพักตัว (46-120 วัน) ระยะแตกกอ (121-225 วันหลังปลูก) ระยะสร้างน้ำตาล (226-330 วันหลังปลูก) และระยะสุกแก่ (331-360 วันหลังปลูก) เท่ากับ 0.69, 0.39, 0.84, 2.28 และ 0.75 ตามลำดับ (กอบเกียรติและคณะ, 2555) ส่วน ETo หมายถึงปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงคำนวณตามวิธีของ Blaney and Criddle (Brouwer and Heibloem, 1986) แล้วคัดเลือกวันปลูกที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากความต้องการน้ำของอ้อยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตที่มีความสอดคล้องกับรูปแบบการกระจายตัวของฝนในพื้นที่มากที่สุด

3. การให้น้ำเสริมและอัตราปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของอ้อย

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักคือ การจัดการปุ๋ยและน้ำ 3 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยเคมี 12-9-18 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน) ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน 2) ใส่ปุ๋ยเคมี 12-9-18 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ให้น้ำเสริมระบบน้ำหยด และ 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 18-13.5-27 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O (1.5 เท่าของอัตราแนะนำ) ให้น้ำเสริมระบบน้ำหยด ปัจจัยรองประกอบด้วยอ้อย จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ โคลน KK07-037 พันธุ์ LK92-11 และขอนแก่น 3 ขนาดของแปลงย่อย 13.5 x 9 ม. ระยะระหว่างแถว 1.5 ม. ระยะระหว่างกอ 0.5 ม. และเว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 1.5 ม. ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 40.5 ตร.ม./แปลงย่อย

ปลูกอ้อยเมื่อวันที่ 11 ม.ค. 2560 แบ่งใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราที่กำหนด ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามอัตราที่กำหนด โดยใช้ปุ๋ยยูเรียเป็นแหล่งของไนโตรเจน ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตเป็นแหล่งของฟอสฟอรัส และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นแหล่งของโพแทสเซียม โดยหว่านในร่องปลูกแล้วใช้ดินกลบก่อนทำการวางลำ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยปลูกอายุประมาณ 4 เดือน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอีกครึ่งอัตราโดยโรยข้างแถวปลูก สำหรับการจัดการน้ำมีการให้น้ำเสริมด้วยระบบน้ำหยดในช่วง 3 เดือนแรกของการปลูกในทุกกรรมวิธี เพื่อให้อ้อยสามารถงอกและตั้งตัวได้ดีผ่านช่วงฤดูแล้งไปได้ จากนั้นจึงเริ่มวิธีการจัดการน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยให้น้ำเมื่อพบว่า เกิดภาวะแห้งแล้งต่อเนื่องยาวนานเกินกว่า 2 สัปดาห์ เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกระหว่างวันที่ 8-10 ม.ค. 2561

หลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก ทำการไถระหว่างแถวอ้อยเพื่อตัดรากเก่า แล้วจึงใส่ปุ๋ยบำรุงตอ แบ่งใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราที่กำหนด ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่ครั้งเดียวเต็มอัตรา โดยโรยข้างแถวแล้วใช้ดินกลบ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยตออายุประมาณ 4 เดือน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอีกครึ่งอัตราโรยข้างแถว การจัดการน้ำสำหรับอ้อยตอ 1 กรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนไม่มีการให้น้ำเสริม ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม พิจารณาให้น้ำหลังจากไว้ตอในเดือนที่ 1-3 เพื่อให้อ้อยงอกและตั้งตัวได้ดี หลังจากนั้น จะให้น้ำเมื่อพบว่า เกิดภาวะแห้งแล้งต่อเนื่องยาวนานเกินกว่า 2 สัปดาห์ เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 ระหว่างวันที่ 7-11 มค. 2562

อ้อยตอ 2 มีการจัดการปุ๋ยและน้ำเช่นเดียวกับอ้อยตอ 1 เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 2 ระหว่างวันที่ 13-15 ม.ค. 2563

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำ น้ำหนักลำ และ CCS บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศสำหรับใช้ในการคำนวณความต้องการน้ำของอ้อย บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำที่ให้เสริม และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติดินในพื้นที่ทำการศึกษา

จากการวิเคราะห์สมบัติของชุดดินลพบุรีในพื้นที่ทดลอง พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวถึงเหนียวปนทรายแป้ง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมแก่การปลูกอ้อย (Calcino *et al*., 2018) ดิน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.84 - 7.96 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน ดินที่เหมาะสมกับการปลูกอ้อย ควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 7.5 (Meyer *et al*., 2011) มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (Table 1) ซึ่งดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยควรมีอินทรียวัตถุ 1.5-2.5 % (Fageria *et al*., 2010) ในขณะที่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า อยู่ในระดับต่ำ (Table 1) ไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย ซึ่งต้องการดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 10-20 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 80-150 มก./กก. (Calcino *et al*., 2018) ดังนั้นอัตราปุ๋ยที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 12-9-18 กก./ไร่ ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$

2. ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับอ้อย

จากการวิเคราะห์ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับอ้อยที่ปลูกในพื้นที่ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ (Figure 1) พบว่า ควรปลูกอ้อยในช่วงกลางเดือน ม.ค. เพื่อให้อ้อยได้รับปริมาณน้ำฝนตรงตามความต้องการของอ้อยในแต่ละระยะการเจริญ

Table 1 Soil properties of Lop Buri soil series at Tak Fa District, Nakhon Sawan Province

Soil depth (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	BD (g/cm^3)	pH	Organic Matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
0-20	7	42	51	Silty clay	1.53	7.84	2.18	2	60
20-50	7	39	54	Clay	1.67	7.96	1.62	3	60

เติบโต โดยความต้องการน้ำของอ้อยปลูกในระยะตั้งตัว ระยะแตกกอ ระยะสร้างน้ำตาล และระยะสุกแก่ เฉลี่ย 7.7, 30.8, 70.0 และ 42.0 มม./สัปดาห์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนในฤดูปลูก พบว่า ตั้งแต่เริ่มปลูก (เดือน ม.ค.) จนกระทั่งถึงเดือน เม.ย. 2560 มีความแห้งแล้งเป็นระยะเวลายาวนาน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้น้ำเสริมในทุกกรรมวิธี เพื่อให้อ้อยงอกและตั้งตัวได้ดี โดยให้น้ำตั้งแต่วันที่ 11 ม.ค. 2560 ถึง 31 มี.ค. 2560 รวม 212 มม. จากนั้น กรรมวิธีที่มีการให้น้ำเสริมได้มีการให้น้ำอีก 4 ครั้ง ในเดือน เม.ย. 2560 รวม 111.5 มม. และตั้งแต่เดือน พ.ค. เป็นต้นไป พบว่า ปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสอดคล้องกับความต้องการน้ำของอ้อย จึงไม่จำเป็นต้องให้น้ำเสริมในช่วงดังกล่าว ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนในฤดูปลูกปี 2560/61 รวม 1,528.2 มม. ดังนั้น กรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน และกรรมวิธีที่มีการให้น้ำเสริมได้รับปริมาณน้ำรวม 1,740.2 และ 1,851.7 มม. ตามลำดับ (Figure 2) ซึ่งอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย (กอบเกียรติและคณะ, 2555; Doorenbos and Pruitt (1992); Carr and Knox, 2010)

ในขณะที่อ้อยตอ 1 มีความต้องการน้ำที่ระยะตั้งตัว ระยะพักตัว ระยะแตกกอ ระยะสร้างน้ำตาล และระยะสุกแก่ เท่ากับ 25.2, 16.1, 36.4, 91.7 และ 27.3 มม./สัปดาห์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนในฤดูปลูก พบว่า ช่วงเดือน ม.ค.-ก.พ. 2561 อยู่ในสภาพแห้งแล้ง ดังนั้น หลังจากไว้ตอ 1 เดือน จึงได้ให้น้ำ 24 มม. จำนวน 1 ครั้ง จากนั้น ตั้งแต่เดือน มี.ค. - ก.ย. พบว่า ปริมาณน้ำฝนสอดคล้องกับความต้องการน้ำของอ้อยตอ 1 จึงไม่จำเป็นต้องให้น้ำเสริมในช่วงดังกล่าว อย่างไรก็ตาม พบว่า ในช่วงเดือน ต.ค.-พ.ย. 2561 ซึ่งอ้อยอยู่ในระยะสร้างน้ำตาลและต้องการน้ำในปริมาณสูง แต่ปริมาณน้ำฝนในช่วงดังกล่าวไม่เพียงพอแก่ความต้องการของอ้อย จึงได้ให้น้ำเสริมอีก 4 ครั้ง รวม 216 มม. ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนในฤดูปลูกปี 2561/62 รวม 1,275.7 มม. ดังนั้น กรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน และกรรมวิธีที่มีการให้น้ำเสริมได้รับน้ำตลอดฤดูปลูก 1,275.7 และ 1,515.9 มม. ตามลำดับ (Figure 3) ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่อ้อยได้รับในกรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน พบว่า ต่ำกว่าความต้องการน้ำของอ้อย ในขณะที่กรรมวิธีที่ให้น้ำเสริมได้รับปริมาณน้ำในระดับที่เหมาะสม ซึ่งความต้องการน้ำของอ้อยตออยู่ในช่วง 1,566-1,654 มม./ฤดูปลูก (กอบเกียรติและคณะ, 2555)

สำหรับอ้อยตอ 2 มีความต้องการน้ำที่ระยะตั้งตัว ระยะพักตัว ระยะแตกกอ ระยะสร้างน้ำตาล และระยะสุกแก่ เท่ากับ 26.4, 16.0, 36.4, 95.5 และ 27.9 มม./สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำฝนในฤดูปลูก พบว่า ตั้งแต่เดือน ม.ค.-เม.ย. 2562 มีปริมาณน้ำฝนเล็กน้อยแต่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย จึงให้น้ำเสริมระหว่างวันที่ 13 มี.ค. ถึง 1 พ.ค. 2562 รวม 72 มม. และเมื่อเกิดฝนทิ้งช่วงยาวนานตั้งแต่วันที่ 4 – 24 ก.ค. 2562 จึงให้น้ำเสริมในช่วงดังกล่าว 48 มม. ซึ่งปริมาณน้ำฝนในฤดูปลูกปี 2562/63 รวม 1,050.1 มม. ดังนั้น กรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่มีการให้น้ำเสริมได้รับปริมาณน้ำรวม 1,050.1 และ 1,170.1 มม. ตามลำดับ (Figure 4) ซึ่งต่ำกว่าระดับที่อ้อยต้องการ

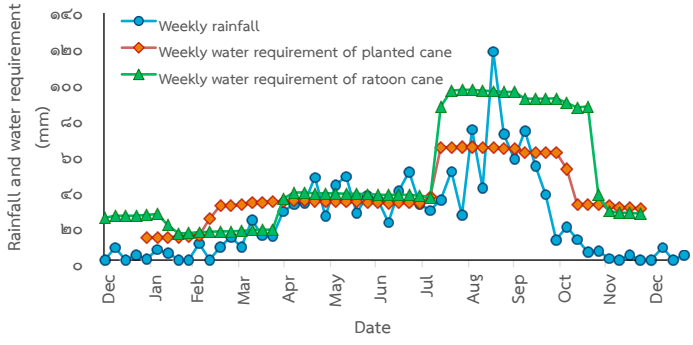

Figure 1 Weekly rainfall at Takfa Sub-District, Nakhon Sawan Province and weekly water requirement of planted and ratoon cane

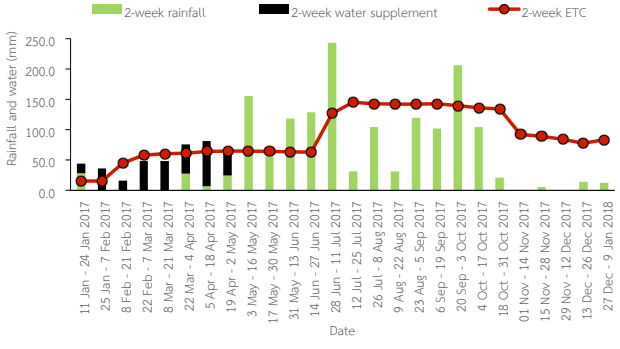

Figure 2 Weekly rainfall, water requirement of planted cane and water supplement during 2017/18 cropping seasons

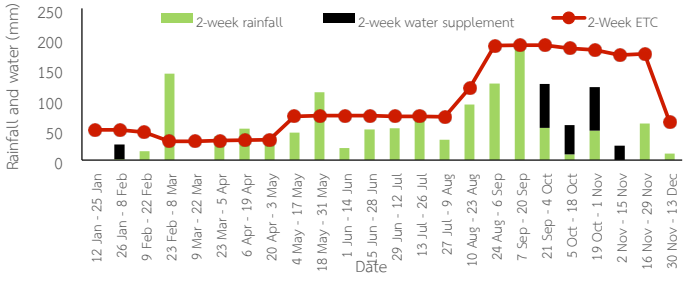

Figure 3 Rainfall, water requirement of the 1st ratoon cane and water supplement during 2018/19 cropping seasons

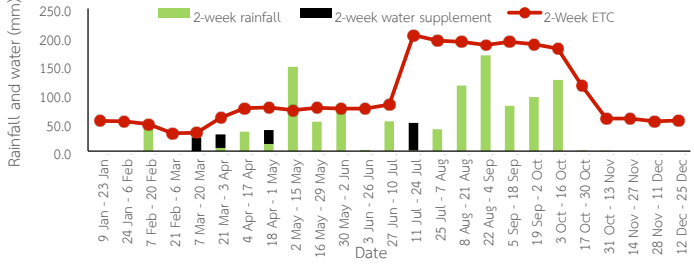

Figure 4 Rainfall, water requirement of the 2nd ratoon cane and water supplement during 2019/20 cropping seasons

3. ผลของการให้น้ำเสริมและอัตราปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของอ้อย

อ้อยปลูก ผลของการให้น้ำเสริมและอัตราปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในดินเหนียวชุดดินลพบุรี จ.นครสวรรค์ พบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์อ้อยทั้งในด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยปลูก อ้อยปลูกภายใต้การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี มีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ย 368-370 ซม. และมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.61-2.76 ซม. (Table 2) แตกต่างจากการศึกษาในดินเหนียวชุดดินนครปฐม จ.ราชบุรี ซึ่งพบว่า การให้น้ำเสริมร่วมกับการใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำและอัตรา 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ ทำให้อ้อยปลูกมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (อุดมและคณะ, 2563) แต่พบว่า การให้น้ำเสริมร่วมกับการใช้ปุ๋ยในอัตรา 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ ทำให้อ้อยปลูกมีการแตกกอดี ให้จำนวนลำเฉลี่ย 13,893 ลำ/ไร่ มากกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำ 12-9-18 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ทั้งในกรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและที่ให้น้ำเสริม (Table 2) อย่างไรก็ตาม อ้อยปลูกภายใต้การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี ให้ผลผลิตและความหวานไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.53-26.44 ตัน/ไร่ และมีความหวานเฉลี่ย 13.7-15.1 CCS (Table 3) แตกต่างจากการศึกษาในดินทราย ชุดดินสัตหีบ จ.ชลบุรี ซึ่งพบว่า การให้น้ำเสริมร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ อ้อยปลูกให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (วัลลีย์และคณะ, 2561) ทั้งนี้ เป็นเพราะดินเหนียวชุดดินลพบุรี มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับอ้อย อ้อยจึงมีการตอบสนองต่อปุ๋ยได้น้อย ในขณะที่ดินทรายชุดดินสัตหีบ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อ้อยจึงตอบสนองต่อปุ๋ยได้มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Kihara *et al*. (2016)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า โคลน KK07-037 มีความสูงมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 โดยมีความสูงเฉลี่ย 420, 355 และ 334 ซม. ตามลำดับ (Table 2) แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีขนาดลำเล็กกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.56, 2.80 และ 2.71 ซม. ตามลำดับ (Table 2) นอกจากนี้ยังพบว่า โคลน KK07-037 มีการแตกกอดี ให้จำนวนลำเฉลี่ย 14,255 ลำ/ไร่ มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) ดังนั้น จึงทำให้อ้อยโคลน KK07-037 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 27.45, 25.38 และ 22.9 ตัน/ไร่ ตามลำดับ แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีความหวานต่ำกว่าพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยมีความหวานเฉลี่ย 11.3 16.3 และ 15.7 CCS ตามลำดับ (Table 3) ดังนั้น จึงทำให้อ้อยปลูกพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตน้ำตาลมากกว่าโคลน KK07-037 (Table 3) สอดคล้องกับผลการศึกษาในดินเหนียวชุดดินตาคลี จ.นครสวรรค์ (ดาวรุ่งและคณะ, 2561) และในดินร่วนชุดดินกำแพงแสน จ.สุพรรณบุรี (วาสนาและคณะ, 2561)

จากการศึกษาในอ้อยปลูกจะเห็นได้ว่า ปัจจัยด้านพันธุ์ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อยมากกว่าปัจจัยด้านการจัดการน้ำและปุ๋ยอย่างเด่นชัด สอดคล้องกับ Bokhtiar *et al*. (2008) และ Koochekzadeh *et al*. (2009) ที่รายงานว่าการใช้ปุ๋ยไม่มีผลต่อคุณภาพความหวานของอ้อย นอกจากนี้ Hemalatha (2015) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปมีผลทำให้ความหวานของอ้อยลดลงได้ ส่วน Calcino *et al*. (2018) Watanabe *et al*. (2016) และ Watanabe *et al*. (2017) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตราสูงไม่ได้ทำให้ความหวานของอ้อยเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

Table 2 Stalk height, stalk diameter and number of millable stalk of planted cane grown on clay soil at Nakhon Sawan Province during 2017/18 cropping seasons

Cultivars	Stalk height (cm)				Stalk diameter (cm)				Number of millable stalk/rai			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average
KK07-037	433	414	414	420 a	2.64	2.59	2.44	2.56 b	13,294	14,143	15,328	14,255 a
LK92-11	322	345	334	334 c	2.76	2.74	2.64	2.71 a	12,247	12,820	13,136	12,734 b
Khon Kaen3	350	352	363	355 b	2.87	2.77	2.75	2.80 a	11,743	12,049	13,215	12,336 b
Average	368	370	370	370	2.76	2.70	2.61	2.69	12,428 b	13,004 b	13,893 a	13,108
	CV (A) 6.14%, CV (B) 6.28%				CV (A) 8.80%, CV (B) 6.02%				CV (A) 5.61%, CV (B) 5.16%			

Means, followed by a common letter in a column are not signicantly different at the 5% level by DMRT. A: Main plot (Fertilizer and water supplement), B: Subplot (Cultivars)

Table 3 Millable cane yield, CCS and Sugar yield of plantcane grown on clay soil at Nakhon Sawan Province during 2017/18 cropping seasons

Cultivars	Millable cane yield (ton/rai)				CCS				Sugar yield (ton CCS/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average
KK07-037	26.79	26.61	28.97	27.45 a	11.1	12.3	10.4	11.3 b	2.97	3.26	3.01	3.08 b
LK92-11	22.47	23.38	22.60	22.90 c	15.7	16.6	16.6	16.3 a	3.51	3.87	3.81	3.73 a
Khon Kaen3	24.33	24.32	27.50	25.38 b	14.4	16.6	16.1	15.7 a	3.50	4.03	4.43	3.98 a
Average	24.53	24.77	26.44	25.25	13.7	15.1	14.4	14.4	3.33	3.72	3.75	3.60
	CV (A) 8.77%, CV (B) 5.08%				CV (A) 15.23%, CV (B) 12.41%				CV (A) 14.46%, CV (B) 13.04%			

Means, followed by a common letter in a column are not signicantly different at the 5% level by DMRT. A: Main plot (Fertilizer and water supplement), B: Subplot (Cultivars)

แต่กลับทำให้ปริมาณเถ้าในน้ำอ้อยเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลในน้ำตาลดิบและน้ำตาลบริสุทธิ์ลดลงได้

<u>อ้อยตอ 1</u> จากการศึกษาในอ้อยตอ 1 พบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ ทั้งในด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต (Table 4 and 5) นอกจากนี้ พบว่า อ้อยตอ 1 ภายใต้การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี มีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม่แตกต่างกัน โดยมีความสูงเฉลี่ย 252-266 ซม. และมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.75-2.82 ซม. (Table 4) ซึ่งอ้อยตอ 1 มีความสูงน้อยกว่าอ้อยปลูก ในทุกกรรมวิธี สอดคล้องกับการทดลองในดินเหนียวชุดดินนครปฐม จ.ราชบุรี (อุดมและคณะ, 2563) ดินเหนียวชุดดินตาคลี จ.นครสวรรค์ (การิตาและคณะ, 2563) ดินร่วนชุดดินกำแพงแสน จ.สุพรรณบุรี (วาสนาและคณะ, 2563) ดินร่วนชุดดินลาดหญ้า จ. กาญจนบุรี (สุมาลีและคณะ, 2563) ดินทรายชุดดินสัตหีบ จ.ชลบุรี (วัลลีย์และคณะ, 2563) หากมีการให้น้ำเสริมร่วมกับการใช้ปุ๋ยในอัตรา 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ พบว่า อ้อยตอ 1 มีจำนวนลำมากกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำ 12-9-18 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ทั้งในกรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและที่ให้น้ำเสริม (Table 4) อย่างไรก็ตาม อ้อยตอ 1 ภายใต้การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี ให้ผลผลิตและความหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.12-14.19 ตัน/ไร่ และมีความหวานเฉลี่ย 12.0-12.8 CCS (Table 5)

การเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1 มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ (Table 4) โดยพบว่า โคลน KK07-037 มีความสูงมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 โดยมีความสูงเฉลี่ย 301 243 และ 232 ซม. ตามลำดับ แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีขนาดลำเล็กกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.58 2.96 และ 2.80 ซม. ตามลำดับ อ้อยตอ 1 แต่ละพันธุ์มีขนาดลำไม่แตกต่างกับอ้อยปลูก แต่จำนวนลำของอ้อยตอ 1 ลดน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยปลูก โดยโคลน KK07-037 และพันธุ์ LK92-11 ให้จำนวนลำมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (Table 4) ถึงแม้ผลผลิตของอ้อยตอ 1 จะลดน้อยลงจากอ้อยปลูก แต่ทั้ง 3 พันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน เฉลี่ย 12.56 – 14.09 ตัน/ไร่ (Table 5) แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีความหวานต่ำกว่าพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 (Table 5) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอ้อยปลูก ดังนั้น จึงทำให้อ้อยตอ 1 พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตน้ำตาลมากกว่าโคลน KK07-037 โดยให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.90, 1.74 และ 1.38 ตัน CCS/ไร่ ตามลำดับ (Table 5)

<u>อ้อยตอ 2</u> การศึกษาในอ้อยตอ 2 พบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์อ้อย ทั้งในด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต (Table 6 and 7) เป็นไปในทิศทางเดียวกับอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และพบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี ทำให้อ้อยตอ 2 มีความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำ ผลผลิต ความหวาน และผลผลิตน้ำตาล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ย 200-208 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.73-2.81 ซม. จำนวนลำเฉลี่ย 9,623 – 11,371 ลำ/ไร่ (Table 6) ผลผลิตเฉลี่ย 8.38-10.38 ตัน/ไร่ ความหวาน 13.9-14.5 CCS และผลผลิตน้ำตาล 1.22-1.45 ตัน CCS/ไร่ (Table 7) ทั้งนี้ เป็นผลมาจากในฤดูปลูกปี 2562/63 อ้อยตอ 2 ทั้งกรรมวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและที่ให้น้ำเสริม ได้รับปริมาณน้ำตลอดฤดูปลูกต่ำกว่าที่อ้อยต้องการ จึงทำให้อ้อยตอ 2 เจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ อ้อยตอ 2 ให้ผลผลิตลดต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gomathi *et al,* (2013) ซึ่งพบว่า อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ให้จำนวนลำลดน้อยลง 17.0% และ 28.1% และให้ผลผลิตลดลง 27.38% และ 31.42% ตามลำดับ

Table 4 Stalk height, stalk diameter and number of millable stalk of the 1st ratoon cane grown on clay soil at Nakhon Sawan Province during 2018/19 cropping seasons

Cultivars	Stalk height (cm)				Stalk diameter (cm)				Number of millable stalk/rai			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average
KK07-037	301	299	303	301 a	2.49	2.66	2.59	2.58 c	10,183	10,291	12,543	11,006 a
LK92-11	229	248	218	232 b	2.89	2.75	2.75	2.80 b	11,536	11,368	12,059	11,654 a
Khon Kaen3	244	251	234	243 b	2.93	2.83	3.13	2.96 a	8,711	8,731	9,136	8,859 b
Average	258	266	252	259	2.77	2.75	2.82	2.78	10,143 b	10,130 b	11,246 a	10,506
	CV (A) 11.67%, CV (B) 9.55%				CV (A) 3.94%, CV (B) 5.64%				CV (A) 6.26%, CV (B) 10.36%			

Means, followed by a common letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT, A: Main plot (Fertilizer and water supplement), B: Subplot (Cultivars)

Table 5 Millable cane yield, CCS and Sugar yield of the 1st ratoon cane grown on clay soil at Nakhon Sawan Province during 2018/19 cropping seasons

Cultivars	Millable cane yield (ton/rai)				CCS				Sugar yield (ton CCS/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average
KK07-037	13.19	13.56	15.51	14.09	9.8	10.6	9.1	9.9 b	1.29	1.45	1.40	1.38 b
LK92-11	13.69	14.04	13.71	13.81	14.1	13.6	13.7	13.8 a	1.92	1.90	1.88	1.90 a
Khon Kaen3	12.57	11.75	13.36	12.56	14.5	14.2	13.0	13.9 a	1.82	1.65	1.74	1.74 a
Average	13.15	13.12	14.19	13.49	12.8	12.8	12.0	12.5	1.67	1.67	1.68	1.67
	CV (A) 10.37%, CV (B) 12.64%,				CV (A) 6.90%, CV (B) 7.35%				CV (A) 14.27%, CV (B) 13.05%			

Means, followed by a common letter in a column are not signicantly different at the 5% level by DMRT, A: Main plot (Fertilizer and water supplement), B: Subplot (Cultivars)

Table 6 Stalk height, stalk diameter and nimber of millable stalk of the 2nd ratoon cane grown on clay soil at Nakhon Sawan Province during 2018/19 cropping seasons

Cultivars	Stalk height (cm)				Stalk diameter (cm)				Number of millable stalk/rai			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average
KK07-037	224	235	245	235 a	2.63	2.50	2.53	2.55 c	10,548	9,185	11,674	10,469 b
LK92-11	171	186	180	179 c	2.74	2.73	2.75	2.74 b	12,721	11,822	12,820	12,454 a
Khon Kaen3	206	199	199	201 b	3.06	2.96	3.02	3.01 a	8,642	7,862	9,620	8,708 c
Average	200	207	208	205	2.81	2.73	2.76	2.77	10,637	9,623	11,371	10,544
	CV (A) 12.59%, CV (B) 11.60%				CV (A) 6.56%, CV (B) 3.8%				CV (A) 19.60%, CV (B) 16.09%			

Means, followed by a common letter in a column are not signicantly different at the 5% level by DMRT, A: Main plot (Fertilizer and water supplement), B: Subplot (Cultivars)

Table 7 Millable cane yield, CCS and Sugar yield of the 2nd ratoon cane grown on clay soil at Nakhon Sawan Province during 2018/19 cropping seasons

Cultivars	Millable cane yield (ton/rai)				CCS				Sugar yield (ton CCS/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Irrigate)	18-13.5-27 (Irrigate)	Average
KK07-037	8.86	7.73	11.32	9.30	12.9	13.0	12.1	12.7 b	1.14	1.00	1.35	1.16
LK92-11	9.25	10.10	9.81	9.72	14.3	15.2	14.7	14.8 a	1.32	1.55	1.46	1.44
Khon Kaen3	8.66	7.31	10.02	8.66	15.5	15.3	14.8	15.2 a	1.34	1.11	1.54	1.33
Average	8.92	8.38	10.38	9.23	14.2	14.5	13.9	14.2	1.27	1.22	1.45	1.31
	CV (A) 21.31%, CV (B) 26.55%				CV (A) 10.04%, CV (B) 8.34%				CV (A) 31.88%, CV (B) 28.68%			

Means, followed by a common letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT, A: Main plot (Fertilizer and water supplement), B: Subplot (Cultivars)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า โคลน KK07-037 มีความสูงมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 โดยมีความสูงเฉลี่ย 235, 201 และ 179 ซม. ตามลำดับ แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีขนาดลำเล็กกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.55, 2.74 และ 3.01 ซม. ตามลำดับ (Table 6) ส่วนจำนวนลำของอ้อยตอ 2 พบว่า พันธุ์ LK92-11 ให้จำนวนลำสูงสุด ในขณะที่โคลน KK07-037 และพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการแตกกอลดน้อยลง (Table 6) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในดินเหนียวชุดดินนครปฐม จ.ราชบุรี (อุดมและคณะ, 2563) เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิต พบว่า อ้อยทั้ง 3 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 8.66-9.72 ตัน/ไร่ และมีความหวาน 15.2, 14.8 และ12.7 CCS ในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 พันธุ์ LK92-11 และโคลน KK07-037 ตามลำดับ (Table 7) อย่างไรก็ตาม อ้อยตอ 2 ทั้ง 3 พันธุ์ ให้ผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกัน เฉลี่ย 1.16-1.44 ตัน CCS/ไร่ (Table 7)

จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การปลูกอ้อยในดินเหนียวชุดดินลพบุรีที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง หากปลูกในช่วงวันปลูกที่เหมาะสม ทำให้อ้อยได้รับปริมาณน้ำฝนตรงตามความต้องการในแต่ละระยะการเจริญเติบโต และใส่ปุ๋ยในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อให้อ้อยได้รับธาตุอาหารในระดับที่เพียงพอแก่ความต้องการ จึงทำให้ปัจจัยด้านน้ำและธาตุอาหารไม่เป็นปัจจัยที่จำกัดต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ดังนั้น จึงพบว่า ปัจจัยด้านพันธุ์มีการแสดงออกอย่างชัดเจน โดยพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ทั้งในด้านการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต

สรุปผลการทดลอง

ดินเหนียวชุดดินลพบุรีในพื้นที่ทดลอง อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีเนื้อดินที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อย อัตราปุ๋ยที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 12-9-18 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับอ้อยอยู่ในช่วงกลางเดือน ม.ค. ซึ่งทำให้อ้อยปลูกและอ้อยตอได้รับปริมาณน้ำฝนที่สอดคล้องกับความต้องการน้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของอ้อย แต่ต้องให้น้ำเสริมในช่วง 3 เดือนแรกของการปลูก เพื่อให้อ้อยสามารถงอกและตั้งตัวได้ดี ซึ่งพบว่าอ้อยที่ปลูกในช่วงกลางเดือน ม.ค. โดยอาศัยน้ำฝนทำให้อ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการให้น้ำเสริมที่มีการใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำและ 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ อย่างไรก็ตาม การให้น้ำเสริมและใส่ปุ๋ยในอัตรา 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ มีแนวโน้มทำให้อ้อยมีการแตกกอดี และให้จำนวนลำเพิ่มขึ้นทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ ส่วนการให้ผลผลิตของอ้อยทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า อ้อยโคลน KK07-037 มีความสูงและจำนวนลำมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีขนาดลำเล็กกว่า จึงทำให้ผลผลิตสูงกว่าทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีความหวานน้อยกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ผลผลิตน้ำตาลที่ได้จึงต่ำกว่า ดังนั้น การปลูกอ้อยในดินเหนียวชุดดินลพบุรี จ.นครสวรรค์ ควรปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ควรเริ่มต้นปลูกในช่วงกลางเดือนมกราคม ให้น้ำเสริมเฉพาะ 3 เดือนแรกของการปลูก และใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในอัตรา 12-9-18 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. *คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.* เอกสารวิชาการ กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 164 หน้า.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ทักษิณา ศันสยะวิชัย ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศรีสุดา ทิพยรักษ์

เกษม ชูสอน จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง และชยันต์ ภักดีไทย. 2555. ความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3. *ว.แก่นเกษตร. 40 ฉบับพิเศษ* 3: 103 – 114.

กัญญารัตน์ กาญจนวิสุทธิ์. 2563. EIC ประเมินภัยแล้ง 2020 ยาวนานถึง มิ.ย. กระทบผลผลิตอ้อย ข้าวนาปรัง และมันสำปะหลัง. Economic Intelligence Center (EIC) ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน). แหล่งข้อมูล: https://www.scbeic.com/th/detail/product/6659 สืบค้นเมื่อ: วันที่ 5 กันยายน 2564

การิตา จงเจือกลาง สามัคคี จงฐิตินนท์ และศุภกาญจน์ ล้วนมณี. 2563. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินตื้น จังหวัดนครสวรรค์. *รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563* กรมวิชาการเกษตร. 21 หน้า.

ดาวรุ่ง คงเทียน ศุภกาญจน์ ล้วนมณี กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ สมควร คล้องช้าง และสมฤทัย ตันเจริญ. 2555. การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในดินเหนียวภาคกลาง. *ว.แก่นเกษตร.* 40 ฉบับพิเศษ 3: 130-140.

ดาวรุ่ง คงเทียน วรกานต์ ยอดชมภู ศุภกาญจน์ ล้วนมณี สำราญ พึ่งพุ่ม และอภิชาติ สุพรรณรัตน์. 2561. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุดดินตาคลี จังหวัดนครสวรรค์. *ว.แก่นเกษตร.* 46 ฉบับพิเศษ 2: 121-129.

ปรีชา พราหมณีย์ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ สุมาลี โพธิ์ทอง เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง สหัสชัย คงทน กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ชัย ทักษิณา ศันสยะวิชัย แรมนภา เต๊าะอ้น อรรถชัย จินตะเวช และพนมศักดิ์ พรหมบุรีย์. 2545. การจำแนกชุดดินหลักของพื้นที่ปลูกอ้อยต่อเนื่องจากโปรแกรมการจำแนกชุดดิน (CaneSoil 1.0). หน้า 23-41. *ใน: รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 โครงการ การพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตอ้อยโดยใช้โปรแกรม CaneFert 1.0.* กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกรมพัฒนาที่ดิน.

ปรีชา กาเพ็ชร ทักษิณา ศันสยะวิชัย กาญจนา กิระศักดิ์ และสุพัฒตรา คณานิตย์. 2553. การตอบสนองของอ้อย (*Saccharum officinarum L.*) พันธุ์ขอนแก่น 3 ต่อการให้น้ำในปริมาณจำกัด. *ว.วิชาการเกษตร.* 28 (3): 306-316.

วัลลีย์ อมรพล พินิจ กัลยาศิลปิน ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศรีสุดา ทิพยรักษ์ และกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2555. การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในดินทรายภาคตะวันออก. *ว.แก่นเกษตร.* 40 ฉบับพิเศษ 3: 141-148.

วัลลีย์ อมรพล รุ่งรวี บุญทั่ง ชยันต์ ภักดีไทย และศุภกาญจน์ ล้วนมณี. 2561. การจัดการธาตุอาหาร น้ำ และพันธุ์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในพื้นที่ดินทรายที่ปลูกในจังหวัดชลบุรี. *ว.แก่นเกษตร.* 46 ฉบับพิเศษ 2: 146-155.

วาสนา วันดี วัลลีย์ อมรพล ศุภกาญจน์ ล้วนมณี และสมบูรณ์ วันดี. 2561. การจัดการน้ำ ธาตุอาหารพืช และพันธุ์ที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในดินร่วนจังหวัดสุพรรณบุรี. *ว.แก่นเกษตร.* 46 ฉบับพิเศษ 2: 112-120.

วาสนา วันดี วัลลีย์ อมรพล ศุภกาญจน์ ล้วนมณี สุมาลี โพธิ์ทอง และสมบูรณ์ วันดี. 2563. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินร่วน จังหวัดสุพรรณบุรี. *รายงาน*

ผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 กรมวิชาการเกษตร. 20 หน้า.

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี กอบเกียรติ ไพศาลเจริญชยันต์ ภักดีไทย ศรีสุดา ทิพยรักษ์ และวัลลีย์ อมรพล. 2555. การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *ว.แก่นเกษตร แก่นเกษตร.* 40 ฉบับพิเศษ 3: 149-158.

สุมาลี โพธิ์ทอง ศุภกาญจน์ ล้วนมณี อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ มนตรี ปานตู ธรรมรัตน์ ทองมี และนันทวัน มีศรี. 2561. การจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในดินร่วนจังหวัดกาญจนบุรี. *ว.แก่นเกษตร.* 46 ฉบับพิเศษ 2: 167-173.

สุมาลี โพธิ์ทอง ศุภกาญจน์ ล้วนมณี อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ กาญจนา พูลเจริญ และนันทวัน มีศรี. 2563. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินร่วน จังหวัดกาญจนบุรี. *รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563* กรมวิชาการเกษตร. 21 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและเครือข่ายองค์องค์บริหารงานวิจัยแห่งชาติ. 2556. ยุทธศาสตร์การวิจัยรายประเด็นด้านอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2556-2559. 35 หน้า

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2563. *รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2562/63.* กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 78 หน้า

อุดม วงศ์ชนะภัย วัลลีย์ อมรพล ศุภกาญจน์ ล้วนมณี และวาสนา วันดี. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหารและพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินเหนียวดินร่วนเหนียว จังหวัดราชบุรี. *รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563* กรมวิชาการเกษตร. 38 หน้า

Bokhtiar, S.M; G.C. Paul and K.M. Alam. 2008. Effects of Organic and Inorganic Fertilizer on Growth, Yield, and Juice Qulity and Residual Effects on Ratoon Crops of Sugarcane. *J. Plant Nutr.* 31: 1832-1843.

Brouwer, C. and M. Heibloem. 1986. *Irrigation Water Needs.* Irrigation Water Management Training Manual No.3. FAO. Rome. 102 p.

Calcino, D. B. Schroeder, J. Panitz, A. Hurney and A. Wood. 2018. *Australian Sugarcane Nutrition Manual.* Sugar Research Australia Limited. 114 p.

Carr, M.K.V. and W. Knox. 2010. The Water Relations and Irrigation Requirements of Sugarcane (*Saccharum officinarum*): *A Review. Expl. Agric.* 47(1): 1-25.

Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1992. *Crop Water Requirements.* FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. FAO. Rome. 145 p.

Fageria, N.K., V.C. Baligar and C.H. Jones. 2010. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops.* 2nd Ed. CRC Press, Boca Ratan, FL. 586 p.

Hemalatha, S. 2015. Impact of Nitrogen Fertilization on Quality of Sugarcane under Fertigation. *Int. J. Sci. Res.* 2 (3): 37-39.

Koochekzadeh, A., G. Fathi, M.H. Gharineh, S.A. Siadat, S. Jafari and Kh. Alami-Saeid.

2009. Impacts of Rate and Split Application of N Fertilizer on Sugarcane Quality. *Int. J. Agric. Res.* 4: 116-123.

McIntyre, D.S. and J. Loveday, 1974. *Bulk Density*. Pages 38-42, *In:* Loveday, J. (ed.). Method of Soil Analysis for Irrigated Soils. Technical Communication No. 54. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, England.

Meyer, J., P. Rein, P. Turner and K. Mathias. 2011. *Good Management Practices Manual for the Cane Sugar Industry (Final)*. The International Finance Corporation, World Bank. Johannesburg, South Africa. 696 p.

Watanabe, K., M. Nakabaru, E. Taira, M. Ueno and Y. Kawamitsu. 2016. Relationships between Nutrients and Sucrose Concentrations in Sugarcane Juice and Use of Juice Analysis for Nutrient Diagnosis in Japan. *Plant Prod. Sci.* 19 (2): 215-222.

Watanabe, K., J. Tominaga, S. Yabuta, H. Takaragawa, R. Suwa, M. Ueno and Y. Kawamitsu. 2017. Effect of Different Kinds of Potassium and Chloride Salts on Sugarcane Quality and Photosynthesis. *Sugar Tech.* 19 (4): 378–385.