รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย

2. โครงการวิจัย : การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และการใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่

กิจกรรม : การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ในกลุ่มดินต่าง ๆ

3. ชื่อการทดลอง : การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหารและพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินเหนียว-ดินร่วนเหนียว จังหวัดนครสวรรค์

Optimum Management of Water, Nutrient, and Cultivars for Increasing Sugarcane Production Efficiency in Clay to Clay Loam Soils at Nakhon Sawan Province

4. คณะผู้ดำเนินงาน :

หัวหน้าการทดลอง : ศุภกาญจน์ ล้วนมณี กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน : ดาวรุ่ง คงเทียน[1/] การิตา จงเจือกลาง[2/] และ วาสนา วันดี[3/]

5. บทคัดย่อ

ศึกษาการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในพื้นที่ดินเหนียวถึงดินร่วนเหนียวชุดดินลพบุรี จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักเป็นการจัดการน้ำและปุ๋ย 3 ระดับ ได้แก่ ใส่ปุ๋ยเคมี 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อาศัยน้ำฝน) ใส่ปุ๋ยเคมี 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ให้น้ำเสริม) และใส่ปุ๋ยเคมี 18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ให้น้ำเสริม) ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อยจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ โคลน KK07-037 พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3

ผลการทดลองในอ้อยปลูก พบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่ทำให้อ้อยปลูกให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 25.25 ตันต่อไร่ แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยอ้อยโคลน KK07-037 ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 27.45 ตันต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ตามลำดับ แต่พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ความหวานสูงกว่าโคลน KK07-037 โดยมีค่าซีซีเอสเฉลี่ย 16.3 15.7 และ 11.3 ตามลำดับ จึงทำให้พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าโคลน KK07-037 กว่า เฉลี่ย 3.73 3.98 และ 3.08 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

รหัสทะเบียนวิจัย 01-02-59-01-01-00-01-59

[1/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี จังหวัดราชบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท

กรมวิชาการเกษตร

[2/] กลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[3/] กลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

ส่วนในอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 พบว่า ให้ผลไปในทางเดียวกันกับอ้อยปลูก การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ รวม 3 ปี พบว่า การปลูกอ้อยในดินเหนียวจังหวัดนครสวรรค์ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนสูงสุดเมื่อปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ พันธุ์ LK92-11 โดยอาศัยน้ำฝนและใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในอัตรา 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

คำสำคัญ: น้ำ ธาตุอาหาร พันธุ์ อ้อย ดินเหนียว

Abstract

Appropriate management of water, nutrients and cultivars to improve sugarcane production efficiency was studied in Lopburi soil series, clay to clay loam soil, at Nakhon Sawan Province. The experimental plan was designed in split plot with 4 replicates. The main plot was a combination management of water supplement and fertilizer application i.e. application of 12-9-18 kg N-P_2O_5-K_2O per rai (rainfed), application of 12-9-18 kg N-P_2O_5-K_2O per rai (water supplement) and application of 18-13.5-27 kg N-P_2O_5-K_2O per rai (water supplement). The subplot consisted of 3 cultivars i.e. KK07-037, LK92-11 and Khon Kaen 3.

The results of plantcane showed that the water and fertilizer management of the three methods did not cause significant different yield of the plantcane which the average yield was about 25.25 tons per rai. There was a difference between the varieties which KK07-037 clone gave the average maximum yield of 27.45 tons per rai, more than Khon Kaen 3 and LK92-11, respectively. However, LK92-11 and Khon Kaen 3 cultivars were higher in sugar than than the KK07-037 clone which the average CCS of those 3 cultivars were 16.3, 15.7 and 11.3, respectively. The results of the 1st and the 2nd ratoon cane showed the same trend to the plant cane. An economic return analysis for 3 years showed that sugarcane cultivation in clay soil at Nakhon Sawan gave the highest return when planting Khon Kaen 3 and LK92-11 under rainfed condition and fertilizing at the rate of 12-9-18 kg N-P_2O_5-K_2O per rai.

Key Words: Water, Fertilizer, Cultivar, Sugarcane, Clay soils

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง รวมทั้งมีความสำคัญต่อการผลิตเอทานอล สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2562) ได้รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยในปีการผลิต 2561/62 ประมาณ 12,236,074 ไร่ มีปริมาณอ้อยทั้งหมด 131,478,148 ตัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.83 ตันต่อไร่ โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ปลูกอ้อยอยู่ใน 20 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเลย หนองบัวลำภู อุดรธานี หนองคาย บึงกาฬ สกลนคร นครพนม ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ มุกดาหาร อำนาจเจริญ ยโสธร นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี รวม 5,345,711 ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.99 ตันต่อไร่ ภาคกลางมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยจำนวน 12 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี สระบุรี อ่างทอง สุพรรณบุรี กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมด 3,203,034 ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.39 ตันต่อไร่ และภาคเหนือ มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยจำนวน 9 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดแพร่ อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์ มีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมด 3,000,922 ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.83 ตันต่อไร่ โดยจังหวัดนครสวรรค์ เป็นแหล่งปลูกอ้อยที่ใหญ่ที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือ มีพื้นที่ปลูก 842,896 ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.64 ตันต่อไร่

ศักยภาพการผลิตอ้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 ประการ ได้แก่ พันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ประกอบด้วยคุณสมบัติของดินทั้งทางด้านเคมี กายภาพ และชีวภาพ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นดินที่เป็นประโยชน์ และอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้อ้อยแต่ละพันธุ์แสดงออกโดยให้ผลผลิตสูงสุด ดังนั้นเพื่อให้อ้อยแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพของพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน จำเป็นต้องมีการจัดการกับปัญหาข้อจำกัดที่มีให้เหลือน้อยหรือหมดไป จึงจะได้ผลผลิตอ้อยตามต้องการ ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรเป็นกรดปานกลางถึงด่างอ่อน (pH 5.6-7.3) มีอินทรียวัตถุปานกลาง 1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ปรีชา, 2547) อย่างไรก็ตาม แม้ดินแต่ละพื้นที่จะมีคุณสมบัติทางเคมีหรือระดับความอุดมสมบูรณ์ไม่แตกต่างกัน ก็ไม่ได้หมายความว่าอ้อยจะสามารถดูดใช้ธาตุอาหารเหล่านั้นได้เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของดิน สภาพภูมิอากาศ (ฝน และอุณหภูมิ) พันธุ์และอายุพืชเป็นตัวกำหนด

น้ำเป็นปัจจัยการผลิตหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อย เมื่ออ้อยได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดช่วงการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อยจะเพิ่มปริมาณสูงขึ้น น้ำมีความสำคัญต่อพืชเนื่องจากเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ในพืชทำให้ปฏิกิริยาต่าง ๆ ดำเนินไปได้ นอกจากนี้น้ำยังเป็นองค์ประกอบของสารประกอบในพืช โดยในพืชสดจะมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ75-92 เพราะน้ำจำเป็นสำหรับกระบวนการต่าง ๆ ในพืช เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ นอกจากนี้น้ำยังทำให้เซลล์พืชเต่ง ช่วยในการเคลื่อนย้ายสารต่าง ๆ ภายในพืช และยังเป็นตัวการสำคัญในการรักษาอุณหภูมิให้คงที่ภายในพืช ความต้องการน้ำของอ้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ลม จำนวนและขนาดของปากใบ พื้นที่ใบ (Allen *et al*., 1998) น้ำในดินเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่นกัน เช่น ลักษณะของผิวหน้าดิน ความลึกของชั้นดิน และเนื้อดิน โดยดินที่มี

กรมวิชาการเกษตร

ผิวหน้าดินเป็นแผ่นแข็งหรือไม่มีสิ่งปกคลุมก็จะทำให้น้ำสูญหายไปกับการไหลบ่า 30-50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความลึกของชั้นดินมีผลต่อการใช้น้ำของพืชเนื่องจากรากพืชส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับความลึก 0-70 เซนติเมตร ส่วนเนื้อดินนั้นหากเป็นดินทรายจะสามารถดูดยึดน้ำไว้ได้เพียง 80 มิลลิเมตร ในขณะที่ดินเหนียวสามารถดูดยึดน้ำไว้ได้มากถึง 200 มิลลิเมตร

Brouwer and Heibloem (1986) รายงานว่าอ้อยมีความต้องการใช้น้ำตั้งแต่ 1,500-2,500 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก ส่วน Carr and Knox (2010) สรุปว่าความต้องการใช้น้ำของอ้อยทั้งหมดประมาณ 1,100-1,800 มิลลิเมตร โดยช่วงที่ต้องการน้ำสูงสุดมีอัตราการใช้น้ำ 6-15 มิลลิเมตรต่อวัน และจากการทดลองโดย ธงชัยและคณะ (2550) ได้แนะนำการให้น้ำแก่อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ในปริมาณ 10 มิลลิเมตรต่อครั้งโดยวิธีการให้ตามร่อง ควรให้ในช่วงความถี่ไม่นานเกิน 14 วัน เพื่อให้อ้อยมีการแตกกอและยืดปล้องที่ดี ซึ่งจะทำให้ผลผลิตสูงขึ้น Silva *et al*. (2013) ได้รายงานผลผลิตอ้อยพันธุ์ RB92579 ที่ปลูกในประเทศบราซิล มีการให้น้ำที่ 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของค่าการคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration; ETo) พบว่าการให้น้ำที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ของ ETo ให้ผลผลิตสูงถึง 21.77 ตันต่อไร่ ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่มีการให้น้ำให้ผลผลิต 10 ตันต่อไร่ และยังพบอีกว่าพื้นที่ใบจะแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย Allen *et al*. (1998) ได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยในเขตร้อนในระยะตั้งต้น ระยะสร้างน้ำตาล และระยะสุกแก่ 0.4 1.25 และ 0.75 ตามลำดับ ต่อมา นุชจรินทร์และอรรถสิทธิ์ (2555) ได้ศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตของอ้อย พบว่าที่ระยะตั้งตัว (ปลูก-อ้อยอายุ 45 วัน) การให้น้ำในปริมาณ 8 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ช่วยส่งเสริมการงอก ในระยะแตกกอ (อ้อยอายุ 2-4 เดือน) ควรให้น้ำครั้งละ 16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และระยะย่างปล้อง (อ้อยอายุ 4 เดือน – 45 วันก่อนการเก็บเกี่ยว) ควรให้น้ำครั้งละ 24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยกำหนดการให้น้ำทุกๆ 15 วัน

สำหรับในปัจจัยด้านพันธุ์นั้นพบว่าอ้อยแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยควรเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝนและมีความแห้งแล้ง ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 80 พันธุ์อู่ทอง 6 และพันธุ์ K88-92 แต่ในพื้นที่อาศัยน้ำฝนที่ไม่แห้งแล้งมากนัก พันธุ์ที่เหมาะสม ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 พันธุ์ขอนแก่น 80 พันธุ์อู่ทอง 5 พันธุ์สุพรรณบุรี 80 พันธุ์ K88-92 พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ K95-84 ส่วนในเขตชลประทานหรือมีน้ำเสริม พันธุ์ที่เหมาะสม ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 8 พันธุ์อู่ทอง 9 พันธุ์อู่ทอง 84-10 พันธุ์อู่ทอง 84-11 พันธุ์ LK92-11 พันธุ์ K99-72 พันธุ์ K99-75 พันธุ์ K99-82 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ศุภกาญจน์และคณะ (2555) พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายชุดดินบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 เช่นเดียวกับ วัลลีย์และคณะ (2555) ซึ่งพบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายชุดดินสัตหีบ จังหวัดขอนแก่น ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ในขณะที่ ดาวรุ่งและคณะ (2555) พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินเหนียวชุดดินลพบุรี จังหวัดนครสวรรค์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 เช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม อ้อยแต่ละพันธุ์ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมและสรีระวิทยาที่แตกต่างกันนั้นก็มีความต้องการใช้น้ำและธาตุอาหารแตกต่างกันไปด้วย กอบเกียรติและคณะ (2555) ศึกษาความต้องการน้ำของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่าอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,591-1,620 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก โดย

กรมวิชาการเกษตร

ให้ผลผลิต 34.8-35.0 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำ 21.6-21.8 กิโลกรัมผลผลิตต่อไร่ต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ในขณะที่อ้อยตอ 1 มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,566-1,654 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิต 20.0-21.1 ตันต่อไร่ และประสิทธิภาพการใช้น้ำลดลงเหลือเพียง 12.2-12.8 กิโลกรัมผลผลิตต่อไร่ต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ดังนั้นในการคำนวณการให้น้ำของอ้อยจำเป็นต้องทราบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยแต่ละพันธุ์ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop coefficient; Kc) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) กับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแปลงพืชจริง โดยปกติค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชไม่ใช่ค่าคงที่ แต่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยจะเปลี่ยนไปตามชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโต ฤดูกาล ช่วงเวลาในรอบปี และสถานที่ปลูก ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และระยะการเจริญเติบโต ซึ่งระยะการเจริญเติบโตของอ้อย แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะตั้งตัว ตั้งแต่อายุ 0-30 วันหลังปลูก ระยะแตกกอ ตั้งแต่อายุ 31-170 วันหลังปลูก ระยะสะสมน้ำตาล ตั้งแต่อายุ 171-295 วันหลังปลูก และ ระยะสุกแก่ ตั้งแต่อายุ 296-330 วันหลังปลูก (เฉลิมพลและคณะ, 2547) อย่างไรก็ตาม Doorenbos and Pruitt (1992) รายงานว่าช่วงเวลาของแต่ละระยะการเจริญเติบโตไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวพืชเพียงอย่างเดียว ยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศ และความชื้นดิน ที่เป็นปัจจัยสำคัญอีกด้วย กอบเกียรติและคณะ (2555) ได้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายชุดดินวาริน จังหวัดขอนแก่น พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ระยะตั้งตัว (0-75 วันหลังปลูก) ระยะแตกกอ (76-195 วันหลังปลูก) ระยะสร้างน้ำตาล (196-285 วันหลังปลูก) และระยะสุกแก่ (286-375 วันหลังปลูก) เฉลี่ย 0.34 0.74 1.52 และ 0.83 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยตอ 1 ของพันธุ์ขอนแก่น 3 ระยะตั้งตัว (0-45 วันหลังปลูก) ระยะพักตัว (46-120 วัน) ระยะแตกกอ (121-225 วันหลังปลูก) ระยะสร้างน้ำตาล (226-330 วันหลังปลูก) และระยะสุกแก่ (331-360 วันหลังปลูก) เฉลี่ย 0.69 0.39 0.84 2.28 และ 0.75 ตามลำดับ

สำหรับความต้องการธาตุอาหารของอ้อยนั้นนอกจากแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์แล้ว ชนิดดิน สมบัติทางเคมีและกายภาพดิน รวมทั้งสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ยังมีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อยด้วย กอบเกียรติและคณะ (2551) รายงานว่า อ้อยโคลน 94-2-200 (หรือพันธุ์ขอนแก่น 3) ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายชุดดินสตึก ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงสุดเฉลี่ย 14.5 ตันต่อไร่ เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ส่วนในชุดดินจอมพระให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงสุดเฉลี่ย 11.1 ตันต่อไร่ เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมัก 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 13.2 และ 11.7 ตันต่อไร่ ในชุดดินสตึกและชุดดินจอมพระ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อติดตามการให้ผลผลิตของอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ของอ้อยโคลน 94-2-200 ใน 2 ชุดดินดังกล่าว พบว่า ทั้งอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ให้ผลผลิตลดลงและไม่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยอ้อยตอ1 ในชุดดินสตึก ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 6.14 ตันต่อไร่ เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ส่วนในชุดดินจอมพระให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 4.42 ตันต่อไร่ เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี 12 กิโลกรัม N ไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมัก 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 7.77 และ 7.91 ตันต่อไร่ ในชุดดินสตึกและชุดดินจอมพระ ตามลำดับ สำหรับอ้อยตอ 2 พบว่าในชุดดินสตึก ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 4.98 ตันต่อไร่ เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ส่วนในชุดดินจอมพระให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 4.40 ตันต่อไร่ เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 500

กรมวิชาการเกษตร

กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 5.69 และ 7.01 ตันต่อไร่ ในดินชุดสตึกและจอมพระ ตามลำดับ

นอกจากนี้ ศุภกาญจน์และคณะ (2555) พบว่า อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินทรายชุดดินบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ให้ผลผลิตเฉลี่ย 14.2 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน 915 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.6 ตันต่อไร่ และมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน 882 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม เป็นไปในทางเดียวกันกับรายงานผลของ วัลลีย์และคณะ (2555) ซึ่งพบว่า อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินทรายชุดดินสัตหีบ จังหวัดระยอง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 14.1 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน 934 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.1 ตันต่อไร่ และมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน 634 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

การศึกษาปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 พบว่า ทั้งสองพันธุ์มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 ดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมด 15.40 กิโลกรัม N ต่อไร่ และดูดใช้ฟอสฟอรัสทั้งหมด 4.01 กิโลกรัม P ต่อไร่ ส่วนพันธุ์ LK92-11 มีการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมด 14.46 กิโลกรัม N ต่อไร่ และดูดใช้ฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.69 กิโลกรัม P ต่อไร่ ในขณะที่การดูดใช้โพแทสเซียมของอ้อยทั้งสองพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งพบว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมด 30.06 กิโลกรัม K ต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ LK92-11 ซึ่งมีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมด 27.07 กิโลกรัม K ต่อไร่ (ศุภกาญจน์และคณะ, 2555)

จะเห็นได้ว่าการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆหลายปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยเรื่องน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสมกับแต่ละสภาพพื้นที่ซึ่งมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในพื้นที่ดินเหนียว-ดินร่วนเหนียว จังหวัดนครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

7. วิธีดำเนินการ

- **อุปกรณ์**

ท่อนพันธุ์อ้อย ได้แก่ โคลน KK07-037 พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3

ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

สารกำจัดวัชพืช ได้แก่ อะทราซีน ไกลโฟเสต

อุปกรณ์ในการให้น้ำ ได้แก่ ท่อพีวีซี เทปน้ำหยด

อุปกรณ์วัดการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย ได้แก่ เวอร์เนีย ไม้วัดความสูง เทปวัดความยาว Refractometer เครื่องชั่ง

อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ ท่อเจาะดินสแตนเลส กระบอกเก็บตัวอย่างดินปริมาตร 100 มิลลิลิตร

- **วิธีการ**

คัดเลือกแปลงเกษตรกรสำหรับทำการทดลอง โดยเป็นแปลงของนายสุวรรณ นิ่มสวน หมู่ 8 ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พิกัดแปลง 47P 663974E 1694810N มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง (Altitude) 56 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักเป็นการจัดการน้ำและปุ๋ย 3 ระดับ ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยเคมี 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อาศัยน้ำฝน) 2) ใส่ปุ๋ยเคมี 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ให้น้ำเสริมระบบน้ำหยด) และ 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ให้น้ำเสริมระบบน้ำหยด) ปัจจัยรอง ประกอบด้วยพันธุ์อ้อยจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ โคลน KK07-037 พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3

เตรียมแปลงพันธุ์ โดยนำท่อนพันธุ์อ้อยโคลน KK07-037 พันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 มาเพาะชำในถุงจากนั้นประมาณ 1.5 เดือนจึงย้ายไปปลูกในแปลงในพื้นที่เดียวกันและมีวิธีการบำรุงดูแลรักษาแบบเดียวกัน เป็นการขยายให้มีจำนวนลำมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นท่อนพันธุ์สำหรับการทดลองครั้งนี้ และเพื่อให้ท่อนพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีความแข็งแรงเริ่มต้นเท่าเทียมกัน ไม่ก่อให้เกิดความได้เปรียบหรือเสียเปรียบระหว่างพันธุ์ ทำการเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อนำมาทำเป็นท่อนพันธุ์เมื่ออ้อยมีอายุประมาณ 9 เดือน

ปลูกอ้อยในแปลงย่อยขนาด 13.5 x 9 เมตร ระยะปลูก 1.5 x 0.50 เมตร ดังนั้นในแต่ละแปลงย่อยจะมีทั้งหมด 9 แถว เว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 1.5 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราที่กำหนด ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่ครั้งเดียวเต็มอัตรา สำหรับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอีกครึ่งอัตรา เมื่ออ้อยอายุประมาณ 4 เดือนหรือเมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ พื้นที่เก็บเกี่ยว 40.5 ตารางเมตร (3 แถวกลาง แถวละ 9 เมตร) ปลูกอ้อยเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2560 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเมื่อวันที่ 8-10 มกราคม 2561 จากนั้นทำการไว้ตอ ตัดแต่งราก และใส่ปุ๋ยบำรุงรักษาตามกรรมวิธีที่กำหนด เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 เมื่อวันที่ 7-9 มกราคม 2562 และเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 2 เมื่อวันที่ 13-15 มกราคม 2563

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่มีการให้น้ำเสริม ได้ทำการวางระบบน้ำหยด และพิจารณาการให้น้ำทุก 7-14 วัน เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องให้กับพืช ตามสมการ

ปริมาณน้ำที่ให้ (มิลลิเมตร) = ความต้องการน้ำของอ้อย (มิลลิเมตร) – ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

ความต้องการน้ำของอ้อย (ETc) คำนวณได้ดังนี้

ETc = Kc x ETo

โดยที่ Kc : สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
โดยใช้ค่า Kc ของพันธุ์ขอนแก่น 3 (กอบเกียรติและคณะ, 2555)

ETo (มิลลิเมตร): ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตร)
คำนวณตามวิธีของ Blaney and Criddle (Brouwer and Heibloem, 1986)

ETo = p (0.46 Tmean+8)

โดยที่ *p* : เปอร์เซ็นต์ประจำวันเฉลี่ยของชั่วโมงกลางวันทั้งหมดในระยะ 1 ปี

Tmean : ค่าอุณหภูมิประจำเดือนเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

Tmean = (Tmax + Tmin)/2

Tmax : ผลรวมของอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเดือน/จำนวนวันของหนึ่งเดือน

Tmin : ผลรวมของอุณหภูมิต่ำสุดระหว่างเดือน/จำนวนวันของหนึ่งเดือน

บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอก ข้อมูลการเจริญเติบโตที่อายุ 6 9 และ 12 เดือน ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำ น้ำหนักลำ ความหวาน (CCS) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศตลอดฤดูปลูก เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ข้อมูลปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละครั้งและตลอดฤดูปลูก วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบผลของการใช้การจัดการน้ำและธาตุอาหารร่วมกับการใช้พันธุ์ต่อการเพิ่มผลผลิตของอ้อย และวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธี Benefit-Cost Ratio (BCR)

- **เวลาและสถานที่**

ระยะเวลา ตุลาคม 2558 – กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง ไร่เกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์
ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ
อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

สมบัติของดินในพื้นที่ทดลอง

ดินในพื้นที่ทำการทดลองจัดอยู่ในชุดดินลพบุรี (Very-fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts) มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นที่สลายตัวมาจากหินปูน มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวตลอดหน้าตัดดิน สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด ความชันร้อยละ 2 ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำช้า การไหล่บ่าของน้ำบนผิวดินช้า ขณะทำการศึกษาระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกเกินกว่า 150 เซนติเมตรจากผิวดิน

การวิเคราะห์ลักษณะหน้าตัดดิน (Figure 1) พบว่า ดินบนมีสีเทาเข้มมาก (10YR 3/1) หนาประมาณ 35 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง โครงสร้างดินแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมคมขนาดใหญ่และปานกลาง ความคงทนสูง ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลาง (field pH 8.0) ดินล่างตอนบน ช่วงความลึก 35-50 เซนติเมตร มีลักษณะคล้ายกับดินบนตลอดหน้าตัดดินไปจนถึงตอนล่างของดินล่าง พบรอยแตกระแหง และรอยไถล (slickensides) ขนาดเล็กในปริมาณค่อนข้างมาก พบการสะสมชิ้นส่วนของเม็ดปูนขนาดเล็กในปริมาณค่อนข้างมาก มีปฏิกิริยาดินในภาคสนามเป็นด่างเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (field pH 7.5-8.0)

ผลวิเคราะห์ดินทางกายภาพ พบว่าดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง และที่ระดับความลึก 25-80 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว ดังนั้นดินในพื้นที่ดังกล่าวจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี แต่มีการระบายน้ำได้ช้า ต้องระมัดระวังการท่วมขังของน้ำในช่วง ฤดูฝน (Table 1) ซึ่งอ้อยสามารถปลูกได้ในดินร่วนปนทรายจนถึงร่วนปนเหนียว แต่ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินที่มีปริมาณดินเหนียว 20 -35 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยมากที่สุด (Calcino *et al*., 2018)

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มรวม (composite soil samples) ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร นำไปวิเคราะห์ดินทางเคมี พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.84 และ 7.96 ตามลำดับ (Table 2) จัดเป็นด่างปานกลางซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน ซึ่งละลายออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้น้อยลงในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่างมากขึ้น อ้อยสามารถปลูกได้ในดินที่หลากหลายและทนต่อความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH) ในช่วงกว้าง ตั้งแต่ระดับ pH 4 ถึง pH 9 ดินที่เหมาะสมกับการปลูกอ้อย ควรมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 7.5 (Meyer *et al.*, 2011)

ดินที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง 2.18 และ 1.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งดินที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยควรมีอินทรียวัตถุ 1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์ (Fageria *et al*., 2010) อินทรียวัตถุนั้นมีความสำคัญมาก โดยเป็นแหล่งของคาร์บอนที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ดิน ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน อินทรียวัตถุมีประจุลบจำนวนมากช่วยในการดูดซับประจุบวกทำให้ดินสามารถกักเก็บธาตุอาหารไว้ไม่ให้สูญหายไปกับน้ำได้ง่าย และเป็นแหล่งธาตุอาหารครบทุกชนิดสำหรับให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ ปริมาณอินทรียวัตถุเป็นแหล่งสำรองที่สำคัญของไนโตรเจนซึ่งจะปลดปล่อยให้พืชนำไปใช้ได้อย่างช้าๆ หากดินมีอินทรียวัตถุสูง พืชจะมีการตอบสนองต่อไนโตรเจนค่อนข้างน้อย

นอกจากนี้ยังพบว่าดินที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2) ไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อยซึ่งต้องการดิน

กรมวิชาการเกษตร

ที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การที่ดินในพื้นที่ทดลองมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำนั้นเป็นผลมาจากดินมีปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลาง และมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นหินปูน ดังนั้นจึงทำให้ฟอสฟอรัสในดินถูกตกตะกอนร่วมกับสารประกอบแคลเซียม ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก เช่น อยู่ในรูปของ dicalcium phosphate dehydrate หรือ octacalcium phosphate หรืออาจจะแปรสภาพไปอยู่ในรูปของ hydroxyapatite (Leytem and Mikkelsen, 2015)

ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งสองระดับความลึก พบว่า อยู่ในระดับต่ำ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 2) ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Calcino *et al*., 2018) ดินในพื้นที่ดังกล่าวเป็นดินเหนียวชุดดินลพบุรีซึ่งโดยทั่วไปจะมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณสูง การที่ดินในพื้นที่ดังกล่าวมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณต่ำอาจเกิดจากการใช้ปุ๋ยที่ไม่เหมาะสมของเกษตรกร หากเกษตรกรใช้ปุ๋ย 16-20-0 อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานหรือใส่ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมในปริมาณน้อย ก็จะมีผลทำให้โพแทสเซียมในดินลดลงได้เช่นกัน เนื่องจากโพแทสเซียมในดินถูกพืชดูดดึงไปใช้ และเมื่อนำเอาผลผลิตและเศษซากพืชออกไปจากพื้นที่ จึงทำให้โพแทสเซียมสูญหายออกไปจากพื้นที่และโพแทสเซียมในดินจึงลดน้อยถอยลงไปเรื่อยๆ

ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยในอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

เนื่องจากการปลูกอ้อยในอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ เป็นการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมเพื่อให้อ้อยได้รับปริมาณน้ำฝนที่เพียงพอกับความต้องการน้ำของอ้อยในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโตที่มีความต้องการน้ำแตกต่างกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายสัปดาห์ของอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่เป็นค่าเฉลี่ย 20 ปี มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความต้องการน้ำรายสัปดาห์ของอ้อยปลูกและอ้อยตอในแต่ละระยะการเจริญเติบโต พบว่า หากต้องการปลูกอ้อยในพื้นที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมอยู่ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม –กุมภาพันธ์ (Figures 2 and 3) เพื่อให้แต่ละระยะการเจริญเติบโตของอ้อยปลูกและอ้อยตอได้รับปริมาณน้ำฝนตรงตามความต้องการน้ำของอ้อยปลูกและอ้อยตอ และมีโอกาสเสี่ยงต่อการขาดน้ำน้อยที่สุด หรือจำเป็นต้องให้น้ำเสริมน้อยครั้งที่สุด แต่ทั้งนี้ เกษตรกรควรมีแหล่งน้ำสำรองเพื่อให้น้ำแก่อ้อยในระยะตั้งต้นในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์เพื่อให้อ้อยสามารถตั้งตัวได้ในช่วงฤดูแล้ง

จากการวิเคราะห์ความต้องการน้ำของอ้อยปลูกและอ้อยตอในแต่ละระยะการเจริญเติบโต พบว่าอ้อยปลูกมีความต้องการน้ำที่ระยะตั้งต้น (0-75 วันหลังปลูก) ประมาณ 13 -14 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ระยะแตกกอ (76-195 วันหลังปลูก) ประมาณ 23 – 36 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ระยะสร้างน้ำตาล (196-285 วันหลังปลูก) ประมาณ 63 – 51 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ และระยะสุกแก่ (286-375 วันหลังปลูก) ประมาณ 29 – 31 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ในขณะที่อ้อยตอ มีความต้องการน้ำในระยะพักตัว (0-45 วันหลังปลูก) ประมาณ 24 – 26 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ระยะแตกกอ (121-225 วันหลังปลูก) ประมาณ 17 – 20 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ระยะสร้างน้ำตาล

กรมวิชาการเกษตร

(226-330 วันหลังปลูก) ประมาณ 86 – 95 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ และระยะสุกแก่ (331-360 วันหลังปลูก) ประมาณ 26 – 36 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ (Figures 2 and 3) ในขณะที่ข้อมูลรูปแบบการกระจายตัวของฝนในพื้นที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ชี้ให้เห็นว่าในช่วงเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนสิงหาคมมักเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน ดังเห็นได้จากในฤดูปลูกปี 2560/61 2561/62 และ 2562/63 (Figures 4-6) ดังนั้น หากจัดการช่วงวันปลูกไม่เหมาะสม โดยปลูกอ้อยเร็วเกินไปในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม จะทำให้ระยะที่อ้อยต้องการน้ำสูงสุดตรงกับช่วงที่ฝนทิ้งช่วงยาวนาน ก็จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยได้

ผลของการจัดการดิน น้ำ ธาตุอาหาร และการใช้พันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยปลูก

จากการวิเคราะห์ช่วงวันปลูกที่เหมาะสม พบว่า อยู่ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม –กุมภาพันธ์ จึงได้ปลูกอ้อยเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2560 ทุกแปลงให้น้ำเสริมตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งถึงวันที่ 30 มีนาคม 2560 ปริมาณน้ำที่ให้เสริมในช่วงแรก รวม 212 มิลลิเมตร เพื่อให้อ้อยงอกและตั้งตัวได้ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรทั่วไปปฏิบัติ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่วิธีการที่ได้วางไว้ในแต่ละกรรมวิธี หลังจากวันที่ 30 มีนาคม 2560 กรรมวิธีที่มีการให้น้ำเสริมได้ให้น้ำอีก 4 ครั้งจนกระทั่งถึงวันที่ 1 พฤษภาคม 2560 เป็นปริมาณรวมทั้งสิ้น 111.5 มิลลิเมตร (Figure 4) และปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว มีปริมาณน้ำฝนรวม 1528.2 มิลลิเมตร ดังนั้น กรรมวิธีที่มีการให้น้ำเสริมได้รับปริมาณน้ำรวม 1,851.7 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนในฤดูปลูกปี 2560 พบว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย โดย กอบเกียรติและคณะ (2555) พบว่า อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,591-1,620 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก ในขณะที่ Doorenbos and Pruitt (1992) รายงานว่าอ้อยมีความต้องการใช้น้ำตั้งแต่ 1,500 – 2,500 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก และ Carr and Knox (2010) ได้สรุปไว้ว่าอ้อยมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมดประมาณ 1,100 – 1,800 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก

อ้อยปลูกมีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 97.8 เปอร์เซ็นต์ โดยโคลน KK07-037 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเฉลี่ยน 99.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 96.8 และ 97.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3)

เมื่ออ้อยมีอายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยในอัตราสูง 1.5 เท่าของอัตราแนะนะ (18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และให้น้ำเสริม อ้อยมีความสูงเฉลี่ย 234 เซนติเมตร ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในอัตราแนะนำ (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และให้น้ำเสริม ที่อ้อยมีความสูงเฉลี่ย 202 เซนติเมตร แต่มีความสูงมากกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ แต่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ที่มีความสูงเฉลี่ย 188 เซนติเมตร (Table 4) แสดงให้เห็นว่า การให้น้ำเสริมส่งเสริมให้อ้อยเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่าปัจจัยของปุ๋ย ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงดังกล่าวน้ำเป็นปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดมากกว่าธาตุอาหารซึ่งอ้อยได้รับธาตุอาหารในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งเป็นไปตามกฎของปัจจัยน้อยที่สุด (The Law of Minimum) แต่เมื่ออ้อยอายุ 9 เดือน ซึ่งอยู่ในระยะสร้างน้ำตาล พบว่า การจัดการปุ๋ยและน้ำทั้ง 3 วิธี ไม่ทำให้อ้อยมีความสูงแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ย 319 เซนติเมตร และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า อ้อยโคลน KK07-037 มีความสูงมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) (Tables 4 and 5)

เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกที่อายุ 12 เดือน พบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 ระดับ อ้อยมีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Tables 6 and 7) แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยโคลน KK07-037 มีความสูงเฉลี่ย 420 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ซึ่งมีความยาวลำเฉลี่ย 355 และ 334 เซนติเมตร ตามลำดับ (Tables 6 and 7) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านพันธุ์มีผลต่อลักษณะของอ้อยด้านความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำมากกว่าปัจจัยด้านน้ำและธาตุอาหาร เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในดินร่วนชุดดินกำแพงแสน จังหวัดสุพรรณบุรี (วาสนาและคณะ, 2561) ดินร่วนชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี (สุมาลีและคณะ, 2561) และดินทรายชุดดินสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (วัลลีย์และคณะ, 2561)

เมื่อพิจารณาจำนวนลำเก็บเกี่ยว พบว่า การใช้ปุ๋ยในอัตรา 18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และให้น้ำเสริม อ้อยปลูกมีจำนวนลำเฉลี่ย 13,893 ลำต่อไร่ มากกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราอัตราแนะนำ (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ทั้งในกรรมวิธีที่อาศัยน้ำฝนและที่ให้น้ำเสริมซึ่งมีจำนวนลำเฉลี่ย 12,428 และ 13,004 ลำต่อไร่ (Table 8) แสดงว่าการใช้ปุ๋ยในอัตรา 18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และให้น้ำเสริมทำให้อ้อยมีการแตกกอดี จึงทำให้ได้จำนวนลำเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่าอ้อยโคลน KK07-037 มีการแตกกอดีให้จำนวนลำเฉลี่ย 14,255 ลำต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีจำนวนลำเฉลี่ย 12,336 ลำต่อไร่ (Table 8)

นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 ระดับ อ้อยปลูกให้ผลผลิตและมีความหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 25.25 ตันต่อไร่ และมีความหวานเฉลี่ย 18.3 องศาบริกซ์ และ 14.4 ซี.ซี.เอส. (Tables 9 and 10) แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยโคลน KK07-037 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 27.45 ตันต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 25.38 และ 22.90 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (Table 9) แต่อ้อยโคลน KK07-037 มีความหวานเฉลี่ย 11.3 ซี.ซี.เอส. ต่ำกว่าพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีค่าความหวานเฉลี่ย 16.3 และ 15.7 ซี.ซี.เอส. ตามลำดับ (Table 10) และเมื่อพิจารณาผลผลิตน้ำตาล พบว่า อ้อยพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 3.73 และ 3.98 ตันน้ำตาลต่อไร่ มากกว่าอ้อยโคลน KK07-037 ซึ่งให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 3.08 ตันน้ำตาลต่อไร่ (Table 11) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ดาวรุ่งและคณะ (2561) ในดินเหนียวชุดดินตาคลี ตำบลเขาชายธง อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ทั้งนี้เนื่องจากดินเหนียวชุดดินลพบุรี และชุดดินตาคลี มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง ดังนั้นจึงทำให้อ้อยตอบสนองต่อปุ๋ยค่อนข้างน้อย ดังนั้น หากมีการให้น้ำเสริม ควรใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำ ไม่จำเป็นต้องเพิ่มอัตราปุ๋ย ซึ่ง วรกานต์และคณะ (2561) ได้ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อย 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 โคลน KK07-037 โคลน NSUT10-310 และโคลน UT07-317 ที่ปลูกในชุดดินวังไฮ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่มีอินทรียวัตถุในดิน 1.29 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0-24 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ หรือแสดงให้เห็นว่าอ้อยทั้ง 4 พันธุ์ที่ปลูกในชุดดินวังไฮไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ในขณะที่ วาสนาและคณะ (2561) พบว่า การให้น้ำเสริมร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตอ้อยในดินร่วนชุดดินกำแพงแสน ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ทำให้อ้อยปลูกให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ซึ่งเป็นผลจากการขาดน้ำของอ้อยในระยะสร้างน้ำตาลที่มีความต้องการน้ำสูงสุด ดังนั้นเมื่อมีการให้น้ำเสริมจึงส่งเสริมให้อ้อยเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน และ

กรมวิชาการเกษตร

พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของอัตราแนะนำและมีการให้น้ำเสริมอ้อยปลูกให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราแนะนำ แตกต่างจากการศึกษาของ วัลลีย์และคณะ (2561) ซึ่งพบว่า การให้น้ำเสริมร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของอัตราแนะนำในการผลิตอ้อยในดินทรายชุดดินสัตหีบ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี อ้อยปลูกให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เป็นเพราะดินทรายมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารได้น้อย ดินมีการระบายน้ำดี จึงทำให้ไนโตรเจนสูญหายไปกับน้ำได้ง่าย ซึ่งจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จังหวัดชลบุรีในฤดูปลูกที่ทำการทดลองมีปริมาณฝนมากในช่วง 20-140 วันหลังปลูก ซึ่งเป็นระยะเวลาที่มีการใส่ปุ๋ยครบทั้ง 2 ครั้ง จึงทำให้วิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีที่ใส่ปุ๋ยในอัตราแนะนำ

ผลของการจัดการดิน น้ำ ธาตุอาหาร และการใช้พันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยตอ 1

หลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเมื่อวันที่ 8-10 มกราคม 2561 ได้ทำการบำรุงอ้อยตอ 1 ตามกรรมวิธีที่กำหนด ในกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม ได้ให้น้ำทั้งหมด 5 ครั้ง ได้แก่ เมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2561 และในช่วงวันที่ 4 ตุลาคม 2561 ถึงวันที่ 15 พฤศจิกายน 2561 รวม 240 มิลลิเมตร ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มไว้ตอจนกระทั่งเก็บเกี่ยว รวม 1,275.9 มิลลิเมตร ดังนั้น อ้อยตอ 1 ในกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม ได้รับน้ำรวมทั้งหมด 1,515.9 มิลลิเมตร (Figure 5) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับอ้อยตามที่อ้างอิงโดย กอบเกียรติ และคณะ (2555) FAO (2011) และ Carr and Knox (2010)

จากการติดตามผลของการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และพันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1 พบว่าความสูงของอ้อยตอ 1 ที่อายุ 6 เดือน และ 9 เดือน ภายใต้วิธีการจัดการน้ำและปุ๋ยวิธีต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยอ้อยตอ 1 โคลน KK07-037 มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 (Tables 12 and 13) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอ้อยปลูก

เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 เมื่อวันที่ 7-9 มกราคม 2562 พบว่า อ้อยตอ 1 ภายใต้กรรมวิธีการจัดการปุ๋ยและน้ำทั้ง 3 วิธี มีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ย 259 เซนติเมตร (Table 14) และมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.78 เซนติเมตร (Table 15) แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยอ้อยโคลน KK07-037 มีความสูงเฉลี่ย 301 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) (Table 14) แต่ในทางกลับกันอ้อยตอ 1 โคลน KK07-037 มีขนาดลำเล็กกว่าพันธุ์ LK92-11 และ พันธุ์ขอนแก่น 3 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.58 2.80 และ 2.96 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 15)

เมื่อพิจารณาจำนวนลำต่อไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยในอัตรา 18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และให้น้ำเสริม พบว่าอ้อยตอ 1 มีการแตกกอดีมีจำนวนลำเฉลี่ย 11,246 ลำต่อไร่ มากกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราอัตราแนะนำ (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ทั้งในกรรมวิธีที่อาศัยน้ำฝนและที่ให้น้ำเสริมซึ่งมีจำนวนลำเฉลี่ย 10,143 และ 10,130 ลำต่อไร่ (Table 16) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอ้อยปลูก และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า โคลน KK07-037 และพันธุ์ LK92-11 ให้จำนวนลำมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยให้จำนวนลำเฉลี่ย 11,006 11,654 และ 8,859 ลำต่อไร่ ตามลำดับ (Table 16)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตน้ำหนักลำต่อไร่ พบว่า อ้อยตอ 1 ภายใต้กรรมวิธีการจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 ระดับ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.487 ตันต่อไร่ (Table 17) สำหรับค่าความหวานจากการวัด CCS พบว่า อ้อยตอ 1 ภายใต้กรรมวิธีการจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 ระดับ มีความหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 มีความหวานสูงกว่าโคลน KK07-037 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าความหวานเฉลี่ย 13.9 13.8 และ 9.9 ซี.ซี.เอส. ตามลำดับ (Table 18) เมื่อนำมาคำนวณผลผลิตน้ำตาล พบว่า พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าโคลน KK07-037 โดยให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.74 1.90 และ 1.38 ตันน้ำตาลต่อไร่ ตามลำดับ (Table 19) ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านพันธุ์มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเด่นชัดมากกว่าการจัดการธาตุอาหารและน้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีไม่มีผลต่อคุณภาพความหวานของอ้อย (Bokhtiar *et al*., 2008; Koochekzadeh *et al*., 2009) ในทางกลับกัน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป มีผลทำให้ความหวานของอ้อยลดลงได้ (Hemalatha, 2015) และการใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตราสูงไม่ได้ทำให้ความหวานของอ้อยเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด แต่กลับทำให้ปริมาณเถ้าในน้ำอ้อยเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลในน้ำตาลดิบและน้ำตาลบริสุทธิ์ลดลงได้ (Calcino *et al*., 2018; Watanabe *et al*., 2016; Watanabe *et al*., 2017)

ผลของการจัดการดิน น้ำ ธาตุอาหาร และการใช้พันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อยตอ 2

เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ได้มีสมมติฐานว่าหากมีการจัดการธาตุอาหารและน้ำที่เหมาะสมจะทำให้สามารถไว้ตอได้หลายตอมากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน เพราะต้นทุนที่สำคัญในการปลูกอ้อย เป็นต้นทุนจากการปลูก ซึ่งเกษตรกรต้องลงทุนเกี่ยวกับท่อนพันธุ์ การไถเตรียมดินและยกร่อง ปุ๋ย และค่าแรงงานในการเตรียมดิน ปลูกและใส่ปุ๋ย ที่มีต้นทุนค่อนข้างสูง ดังนั้นหากเกษตรกรสามารถไว้ตอได้มาก เกษตรกรจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ และได้ผลตอบแทนสูงกว่าการปลูกอ้อยใหม่ทุกปีหรือไว้ตอได้เพียงครั้งเดียว

หลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 เมื่อวันที่ 7-9 มกราคม 2562 ได้ทำการบำรุงอ้อยตอ 2 ตามกรรมวิธีที่กำหนด ในกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม ได้ให้น้ำทั้งหมด 5 ครั้ง ตั้งแต่วันที่ 14 มีนาคม ถึงวันที่ 24 กรกฎาคม 2562 รวม 120 มิลลิเมตร ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เริ่มไว้ตอจนกระทั่งเก็บเกี่ยว รวม 1,050.1 มิลลิเมตร ดังนั้น ในกรรมวิธีที่ให้น้ำเสริม อ้อยตอ 1 ได้รับน้ำรวมทั้งหมด 1,170.1 มิลลิเมตร (Figure 6) ซึ่งได้รับน้ำต่ำกว่าความต้องการน้ำของอ้อยตามที่อ้างอิงโดย กอบเกียรติและคณะ (2555) FAO (2011) และ Carr and Knox (2010)

จากการทดลองอ้อยตอ 2 ที่อายุ 6 เดือน พบว่า ความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยตอ 2 ภายใต้การจัดการธาตุอาหารและน้ำทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยอ้อยตอ 2 โคลน KK07-037 มีความสูงต้นเฉลี่ย 117 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งมีความสูงต้นเฉลี่ย 98 และ 94 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 20) เมื่ออ้อยตอ 2 มีอายุ 9 เดือน พบว่า ให้ผลสอดคล้องกับอ้อยตอ 2 ที่อายุ 6 เดือน กล่าวคือ การเจริญเติบโตด้านความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยตอ 2 ภายใต้กรรมวิธีการจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบความแตกต่างระหว่าง

ศรีวิชาการเกษตร

พันธุ์ โดยพบว่าโคลน KK-07-037 มีความสูงต้นสูงสุด เฉลี่ย 197 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 172 และ 157 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 21)

เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 2 ที่อายุ 12 เดือน เมื่อวันที่ 13-15 มกราคม 2563 พบว่า ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำเก็บเกี่ยว ผลผลิตน้ำหนักลำต่อไร่ และความหวาน ภายใต้การจัดการน้ำและปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Tables 22-26) แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยพบว่า โคลน KK07-037 มีความยาวลำสูงสุด เฉลี่ย 235 เซนติเมตร รองลงมาเป็นพันธุ์ขอนแก่น 3 และ พันธุ์ LK92-11 ซึ่งมีความยาวลำเฉลี่ย 201 และ 179 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 22) แต่ในทางกลับกัน พันธุ์ขอนแก่น 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำสูงสุด เฉลี่ย 3.01 เซนติเมตร รองลงมาเป็นพันธุ์ LK92-11 และโคลน KK07-037 ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.74 และ 2.55 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 23) ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 มีจำนวนลำเก็บเกี่ยวสูงสุด เฉลี่ย 12,454 ลำต่อไร่ รองลงมาเป็นโคลน KK07-037 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งมีจำนวนลำเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 10,469 และ 8,708 ลำต่อไร่ ตามลำดับ (Table 24) เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตน้ำหนักลำต่อไร่ พบว่า อ้อยตอ 2 ทั้ง 3 พันธุ์/โคลน ให้ผลผลิตน้ำหนักลำต่อไร่ไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 9.229 ตันต่อไร่ (Table 25) แต่มีความหวานแตกต่างกัน โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีความหวานสูงสุด 15.2 ซี.ซี.เอส. (Table 26) รองลงมาเป็นพันธุ์ LK92-11 ซึ่งให้ความหวาน 14.8 ซี.ซี.เอส. (Table 26) ในขณะที่อ้อยตอ 2 โคลน KK07-037 มีความหวานต่ำที่สุด โดยให้ความหวาน 12.7 ซี.ซี.เอส. (Table 26) เมื่อคำนวณเป็นผลผลิตน้ำตาล พบว่า พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงสุด เฉลี่ย 1.44 ตันน้ำตาลต่อไร่ รองลงมาเป็นพันธุ์ LK92-11 ให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.33 ตันน้ำตาลต่อไร่ ในขณะที่โคลน KK07-037 ให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด เฉลี่ย 1.16 ตันน้ำตาลต่อไร่ (Table 27)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการจัดการน้ำ ปุ๋ย และพันธุ์ ในการผลิตอ้อยในดินเหนียวชุดดินลพบุรี จังหวัดนครสวรรค์

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธี Benefit-Cost Ratio (BCR) สำหรับอ้อยปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนเมื่อปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยให้ค่า BCR 1.11 และ 1.07 ตามลำดับ และหากมีการจัดการน้ำโดยให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดและใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) พบว่าให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนหากปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยให้ค่า BCR 1.05 และ 1.09 ตามลำดับ แต่หากให้น้ำเสริมด้วยระบบน้ำหยดและให้ปุ๋ย 1.5 เท่าของอัตราที่แนะนำ (18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) พบว่า มีเพียงพันธุ์ขอนแก่น 3 เท่านั้นที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน โดยให้ค่า BCR 1.08 และให้ผลกำไรสุทธิสูงสุด 17,157 บาทต่อไร่ (Table 28)

ส่วนในอ้อยตอ 1 พบว่า การปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด และให้ผลกำไรสูงสุดในพันธุ์ LK92-11 โดยให้ค่า BCR 1.42 ตามด้วยพันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งให้ค่า BCR 1.39 ในขณะที่อ้อยโคลน KK07-037 ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน โดยให้ค่า BCR 0.89 (Table 29) เมื่อมีการให้น้ำเสริมร่วมกับการใช้ปุ๋ยอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่า พันธุ์ LK92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 โดย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ให้ค่า BCR 1.31 และ 1.22 ตามลำดับ ในขณะที่โคลน KK07-037 ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน (BCR 0.95) และในกรณีที่ใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินและให้น้ำเสริมพบว่าพันธุ์ LK92-11 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน (ค่า BCR 1.09) ในขณะที่พันธุ์ขอนแก่น 3 และโคลน KK07-037 ให้ค่า BCR ต่ำกว่า 1 (Table 29)

สำหรับในอ้อยตอ 2 พบว่า การปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 ที่ใช้ปุ๋ยอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และให้น้ำเสริม ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนสูงสุด โดยให้ค่า BCR 1.19 และได้ผลกำไรสุทธิ 6,335 บาทต่อไร่ รองลงมาเป็นอ้อยตอ 2 ที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนและใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนรองลงมาในพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยให้ค่า BCR 1.16 และได้ผลกำไรสุทธิ 5,437 บาทต่อไร่ ตามด้วยพันธุ์LK92-11 ซึ่งให้ค่า BCR 1.10 และได้ผลกำไรสุทธิ 5,365 บาทต่อไร่ ในขณะที่อ้อยโคลน KK07-037 ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน โดยให้ค่า BCR < 1 ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และให้น้ำเสริม ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในอ้อยตอ 2 ทั้งสามพันธุ์ โดยให้ค่า BCR < 1 (Table 30)

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์รวม 3 ปี พบว่า การปลูกอ้อยในดินเหนียวถึงร่วนเหนียว จังหวัดนครสวรรค์ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนสูงสุดเมื่อปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ พันธุ์ LK92-11 โดยอาศัยน้ำฝนและใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในอัตรา 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยให้ค่า BCR 1.18 และ 1.16 ตามลำดับ ได้ผลกำไรสุทธิ 3 ปี รวม 27,984 และ 27,547 บาทต่อไร่ ส่วนโคลน KK07-037 ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน โดยให้ค่า BCR < 1 ในขณะที่กรรมวิธีที่ ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในอัตรา 12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และให้น้ำเสริม ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนเมื่อปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 และพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยให้ค่า BCR 1.11 และ 1.05 ตามลำดับ ซึ่งได้ผลกำไรสุทธิ 28,821 และ 25,819 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น 1.5 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18-13.5-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และให้น้ำเสริม ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในอ้อยทั้งสามพันธุ์ โดยให้ค่า BCR < 1 (Table 31)

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในดินเหนียวชุดดินลพบุรี ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ สามารถทำได้ด้วยการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน แต่ต้องเลือกช่วงวันปลูกให้เหมาะสมเพื่อให้อ้อยได้รับน้ำฝนในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการตลอดฤดูปลูกทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ โดยช่วงวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยในตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ อยู่ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ แต่จะต้องมีแหล่งน้ำสำรองสำหรับให้น้ำอ้อยในช่วง 3 เดือนแรกของการปลูก เพื่อให้อ้อยมีการตั้งตัวได้ดี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยในอัตราแนะนำ (12-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสม ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ LK92-11 ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่าโคลน KK07-037

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปถ่ายทอดให้ความรู้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยและเจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาล ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย และนักวิจัยสามารถนำข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในการผลิตอ้อยในพื้นที่อื่นต่อไปได้

11. คำขอบคุณ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต่อยอดมาจากโครงการวิจัยดิน ปุ๋ย และน้ำ ในการผลิตอ้อย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ผู้เชี่ยวชาญด้านพืชไร่ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการจัดการน้ำ การวิเคราะห์ช่วงวันปลูกที่เหมาะสม ทำให้คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง อุดม เลียบวัน อรรถสิทธิ์ บุญธรรม ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ วันทนีย์ อู่วานิชย์ ณัฐกฤต พิทักษ์วัลลิภา สุชาโต สมศักดิ์ ทองศรี และ ตุลย์ อินทรีมพรรย์. 2547. เอกสารวิชาการ อ้อย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 147 หน้า.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ทักษิณา ศันสยะวิชัย ศรีสุดา ทิพยรักษ์ วีระพล พลรักดี เกษม ชูสอน. 2551. การเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างเหมาะสมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: อ้อยปลูก จ. ขอนแก่น. *รายงานผลงานวิจัย ปีงบประมาณ 2551 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น.* 17 หน้า.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ทักษิณา ศันสยะวิชัย ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศรีสุดา ทิพยรักษ์ เกษม ชูสอน จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง และชยันต์ ภักดีไทย. 2555. ความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3. *แก่นเกษตร.* 40 ฉบับพิเศษ (3) : 103 – 114.

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

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

ธงชัย ตั้งเปรมศรี วันทนา ตั้งเปรมศรี ประชา ถ้ำทอง และณรงค์ ย้อนใจทัน. 2550. การให้น้ำอ้อยที่ปลูกในดินชุดกำแพงแสน. หน้า 11-17 *ใน:เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาพืช.* 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

กรมวิชาการเกษตร

นุชจรินทร์ พึ่งพา และอรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2555. การศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโตของอ้อย. หน้า 2241-2247 *ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ภาคโปสเตอร์.* 6-7 ธันวาคม 2555มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม.

ปรีชา พราหมณีย์. 2547. โปรแกรมคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในอ้อยตามคุณสมบัติดิน Canefert 1.0. *รายงานผลโครงการวิจัยอ้อย.* สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 25 หน้า.

วรกานต์ ยอดชมภู ดาวรุ่ง คงเทียน ศุภกาญจน์ ล้วนมณี และนัฐภัทร์ คำหล้า. 2561. ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของอ้อยโคลนดีเด่นในพื้นที่ดินร่วนเหนียวสภาพใช้น้ำฝนจังหวัดนครสวรรค์. *แก่นเกษตร.* 46 ฉบับพิเศษ 2: 105-111.

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

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

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

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชยันต์ ภักดีไทย ศรีสุดา ทิพยรักษ์ วัลลีย์ อมรพล. 2555. การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *แก่นเกษตร.* 40 ฉบับพิเศษ 3: 149-158.

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ดาวรุ่ง คงเทียน. 2557. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในดินทรายชุดดินบ้านไผ่ โดยการจัดการดินและปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสม. หน้า 121-132 *ใน: เรื่องเต็มการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ประจำปี 2557.* 13-15 สิงหาคม 2557 ณ โรงแรมเฟลิกซ์ ริเวอร์แคว รีสอร์ท กาญจนบุรี อ.เมือง จ.กาญจนบุรี

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

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2562. *รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2561/62.* กลุ่มวิชาการและสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 126 หน้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Allen, R.G.; L.S. Pereira; D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56*. FAO. Rome. 300 p.

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. 3nd Ed. CRC Press, Boca Ratan, FL. 586 p.

FAO. 2011. Chapter 3: Crop Water Needs. Available : http://www.fao.org/3/s2022e/s2022e07.html. Accessed: Jun. 15th, 2020.

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.

Leytem, A.B. and R.L. Mikkelsen. 2005. The Nature of Phosphorus in Calcareous Soils. *Better Crops*. 89 (2): 1-13.

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.

กรมวิชาการเกษตร

Silva, V.P.R.; B.B. Silva; G. Albuquerque and C.J.R. Borges. 2013. Crop Coefficient, Water Requirements, Yield and Water Use Efficiency of Sugarcane Growth in Brazil. *Agric. Water Manag*. 128: 102-109.

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.

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.

กรมวิชาการเกษตร

Table 1. Physical properties of Lop Buri Soil at Suk Samran Subdistrict, Tak Fa District, Nakhon Sawan Province.

Horizon	Depth	Particle size distribution (g/kg)			Textural class	Bulk density	Hydraulic conductivity
	(cm)	Sand	Silt	Clay		(g/cm^3)	(cm/day)
Apk	0-35	7	42	51	Silty Clay	1.53	0.048
Bssg1	35-60	7	39	54	Clay	1.67	0.048
Bssg2	60-105	8	36	56	Clay	1.62	0.024
Bssg3	105-150	9	44	47	Silty Clay	1.60	0.072

Horizon	Depth	pF2.0	pF4.2	Soil moisture at Field capacity	Soil moisture at Permanent wilting point	Available water capacity
	(cm)	%w/w	%w/w	(mm)	(mm)	(mm)
Apk	0-35	31.4	28.6	168	153	15.0
Bssg1	35-60	39.3	36.3	164	152	12.5
Bssg2	60-105	26.4	23.8	192	174	19.0
Bssg3	105-150	20.4	18.7	147	135	12.2

Table 2. Chemical properties of Lop Buri Soil at Suk Samran Subdistrict, Tak Fa District, Nakhon Sawan Province.

Soil depth	$pH_{1:1}$	Organic matter	Available P	Exchangeable K
(cm)		(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
0-20	7.84	2.18	2	60
20-50	7.96	1.62	3	60

Table 3. Germination percentage of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Germination (%)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	99.5	99.5	100.0	99.7 a
LK92-11	98.1	95.4	96.8	96.8 b
Khon Kaen3	97.2	94.9	99.1	97.1 b
Average	98.3	96.6	98.6	97.8

CV (A) 2.42%, CV (B) 1.79%, F-test: A (ns), B (P<0.01), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at ($P>0.05$) by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 4. Stalk height at 6 months after planting of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	222	232	311	255 a
LK92-11	162	178	183	174 b
Khon Kaen3	181	196	209	195 b
Average	188 b	202 ab	234 a	

CV (A) 16.27%, CV (B) 18.76%, F-test: A ($P<0.05$), B ($P<0.01$), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column and a row are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 5. Stalk height at 9 months after planting of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	330	339	330	333 a
LK92-11	306	305	292	301 b
Khon Kaen3	324	321	328	324 a
Average	320	322	317	319

CV (A) 2.59%, CV (B) 6.21%, F-test: A (*ns*), B ($P<0.01$), A x B (*ns*).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 6. Stalk height at harvest of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	433	414	414	420 a
LK92-11	322	345	334	334 c
Khon Kaen3	350	352	363	355 b
Average	368	370	370	370

CV (A) 6.14%, CV (B) 6.28%, F-test: A (*ns*), B (*P<0.01)*, A x B (*ns*).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at (*P>0.05)* by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 7. Stalk diameter at harvest of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Stalk diameter (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	2.64	2.59	2.44	2.56 b
LK92-11	2.76	2.74	2.64	2.71 a
Khon Kaen3	2.87	2.77	2.75	2.80 a
Average	2.76	2.70	2.61	2.69

CV (A) 8.80%, CV (B) 6.02%, F-test: A (*ns*), B (*P<0.01*), A x B (*ns*).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at (*P>0.05*) by DMRT

Table 8. Number of millable stalk at harvest of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Number of millable stalk/rai			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	13,294	14,143	15,328	14,255 a
LK92-11	12,247	12,820	13,136	12,734 b
Khon Kaen3	11,743	12,049	13,215	12,336 b
Average	12,428 b	13,004 b	13,893 a	13,108

CV (A) 5.61%, CV (B) 5.16%, F-test: A (*P<0.01*), B (*P<0.01*), A x B (*ns*).

Means followed by the same letter in a column and a row are not significantly different at (*P>0.05*) by DMRT

Table 9. Millable cane yield of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Millable cane yield (ton/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	26.79	26.61	28.97	27.45 a
LK92-11	22.47	23.38	22.60	22.90 c
Khon Kaen3	24.33	24.32	27.50	25.38 b
Average	24.53	24.77	26.44	25.25

CV (A) 8.77%, CV (B) 5.08%, F-test: A (*ns*), B (*P<0.01*), A x B (*ns*).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at (*P>0.05*) by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 10. Commercial cane sugar (CCS) of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	CCS (%)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	11.1	12.3	10.4	11.3 b
LK92-11	15.7	16.6	16.6	16.3 a
Khon Kaen3	14.4	16.6	16.1	15.7 a
Average	13.7	15.1	14.4	14.4

CV (A) 15.23%, CV (B) 12.41%, F-test: A (*ns*), B (*P<0.01)*, A x B (*ns*).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at (*P>0.05)* by DMRT

Table 11. Sugar yield of plantcane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Cultivars	Sugar yield (ton/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	2.97	3.26	3.01	3.08 b
LK92-11	3.51	3.87	3.81	3.73 a
Khon Kaen3	3.50	4.03	4.43	3.98 a
Average	3.33	3.72	3.75	3.60

CV (A) 14.46%, CV (B) 13.04%, F-test: A (*ns*), B (*P<0.01)*, A x B (*ns*).

Means followed by the same letter in columns are not significantly different at (P>0.05) by DMRT

Table 12. Stalk height at 6 months of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	158	164	163	162 a
LK92-11	119	121	115	118 b
Khon Kaen3	105	111	114	110 b
Average	127	132	131	130

CV (A) 5.96%, CV (B) 7.83%, F-test: A (ns), B (*P*<0.01), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Table 13. Stalk height at 9 months of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	272	284	274	277 a
LK92-11	206	209	205	207 b
Khon Kaen3	211	213	224	216 b
Average	230	235	234	233

CV (A) 7.06%, CV (B) 6.87%, F-test: A (ns), B (**) AxB (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 14. Stalk height at harvest of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	301	299	303	301 a
LK92-11	229	248	218	232 b
Khon Kaen3	244	251	234	243 b
Average (A)	258	266	252	259

CV (A) 11.67%, CV (B) 9.55%, F-test: A (ns) B (**) AxB (ns)

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 15. Stalk diameter at harvest of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	Stalk diameter (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	2.49	2.66	2.59	2.58 c
LK92-11	2.89	2.75	2.75	2.80 b
Khon Kaen3	2.93	2.83	3.13	2.96 a
Average	2.77	2.75	2.82	2.78

CV (A) 3.94%, CV (B) 5.64%, F-test: A (ns) B (**) AxB (ns)

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 16. Number of millable cane per rai of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	Number of millable cane per rai			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	10,183	10,291	12,543	11,006 a
LK92-11	11,536	11,368	12,059	11,654 a
Khon Kaen3	8,711	8,731	9,136	8,859 b
Average	10,143 b	10,130 b	11,246 a	10,506

CV (A) 6.26%, CV (B) 10.36%, F-test: A (*P<0.01*) B (*P<0.01*) AxB (ns)

Means followed by the same letter in a column and a row are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 17. Millable cane yield of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	Millable cane yield (ton/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	13.189	13.564	15.510	14.088
LK92-11	13.689	14.040	13.711	13.813
Khon Kaen3	12.569	11.745	13.363	12.559
Average	13.149	13.117	14.195	13.487

CV (A) 10.37%, CV (B) 12.64%, F-test: A (ns) B (ns) AxB (ns)

Table 18. Commercial cane sugar (CCS) of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	CCS (%)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	9.8	10.6	9.1	9.9 b
LK92-11	14.1	13.6	13.7	13.8 a
Khon Kaen3	14.5	14.2	13.0	13.9 a
Average	12.8	12.8	12.0	12.5

CV (A) 6.90%, CV (B) 7.35%, F-test: A (ns) B (*P<0.01*) AxB (ns)

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 19. Sugar yield of the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Cultivars	Sugar yield (ton/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	1.29	1.45	1.40	1.38 b
LK92-11	1.92	1.90	1.88	1.90 a
Khon Kaen3	1.82	1.65	1.74	1.74 a
Average	1.67	1.67	1.68	1.67

CV (A) 14.27%, CV (B) 13.05%, F-test: A (ns) B (*P<0.01*) AxB (ns)

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 20. Stalk height at 6 months of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	114	110	126	117 a
LK92-11	94	103	98	98 b
Khon Kaen3	96	90	98	94 b
Average	101	101	107	103

CV (A) 19.68%, CV (B) 15.94, F-test: A (ns), B (*P*<0.01), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 21. Stalk height at 9 months of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	195	186	210	197 a
LK92-11	148	165	159	157 b
Khon Kaen3	171	164	180	172 b
Average	171	172	183	175

CV (A) 12.82%, CV (B) 13.77%, F-test: A (ns), B (*P*<0.01), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 22. Stalk height at harvest (12 months) of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars	Stalk height (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	224	235	245	235 a
LK92-11	171	186	180	179 c
Khon Kaen3	206	199	199	201 b
Average	200	207	208	205

CV (A) 12.59%, CV (B) 11.60%, F-test: A (ns), B (*P*<0.01), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 23. Stalk diameter at harvest (12 months) of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars	Stalk diameter (cm)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	2.63	2.50	2.53	2.55 c
LK92-11	2.74	2.73	2.75	2.74 b
Khon Kaen3	3.06	2.96	3.02	3.01 a
Average	2.81	2.73	2.76	2.77

CV (A) 6.56%, CV (B) 3.8%, F-test: A (ns), B (*P*<0.01), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 24. Number of millable cane at harvest (12 months) of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars	Number of millable cane			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	10548	9185	11674	10469 b
LK92-11	12721	11822	12820	12454 a
Khon Kaen3	8642	7862	9620	8708 c
Average	10637	9623	11371	10544

CV (A) 19.60%, CV (B) 16.09%, F-test: A (ns), B (*P*<0.01), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 25. Millable cane yield of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars	Millable cane yield (ton/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	8.861	7.725	11.324	9.304
LK92-11	9.254	10.100	9.811	9.722
Khon Kaen3	8.664	7.307	10.017	8.662
Average	8.926	8.377	10.384	9.229

CV (A) 21.31%, CV (B) 26.55%, F-test: A (ns), B (ns), A x B (ns).

Table 26. Commercial cane sugar of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars (B)	Fertilizer and water management (A)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	12.9	13.0	12.1	12.7 b
LK92-11	14.3	15.2	14.7	14.8 a
Khon Kaen3	15.5	15.3	14.8	15.2 a
Average	14.2	14.5	13.9	14.2

CV (A) 10.04%, CV (B) 8.34%, F-test: A (ns), B ($P<0.01$), A x B (ns).

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at *(P>0.05)* by DMRT

Table 27. Sugar yield of the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Cultivars (B)	Sugar yield (ton/rai)			
	12-9-18 (Rainfed)	12-9-18 (Water supplement)	18-13.5-27 (Water supplement)	Average
KK07-037	1.14	1.00	1.35	1.16
LK92-11	1.32	1.55	1.46	1.44
Khon Kaen3	1.34	1.11	1.54	1.33
Average	1.27	1.22	1.45	1.31

CV (A) 31.88%, CV (B) 28.68%, F-test: A (ns), B (ns), A x B (ns)

กรมวิชาการเกษตร

Table 28. Economic return analysis for plantcane production in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18.

Managements	Sugarcane cultivars/clone	Yield (ton/rai)	CCS %	Gross cost (Bath/rai)	Return (Bath/rai)	Net income (Bath/rai)	BCR
12-9-18 (rainfed)	KK07-037	26.78	11.13	13,857	25,164	11,307	0.82
	LK92-11	22.47	15.66	12,564	26,489	13,924	1.11
	Kkon Kaen 3	24.33	14.45	13,122	27,127	14,005	1.07
12-9-18 (irrigation)	KK07-037	26.61	12.29	14,996	26,634	11,638	0.78
	LK92-11	23.38	16.58	14,027	28,697	14,670	1.05
	Kkon Kaen 3	24.32	16.57	14,309	29,838	15,529	1.09
18-13.5-27 (irrigation)	KK07-037	28.97	10.43	16,356	26,151	9,796	0.60
	LK92-11	22.86	16.63	14,523	28,119	13,597	0.94
	Kkon Kaen 3	27.50	16.11	15,915	33,072	17,157	1.08

Remark: Fertilizer cost : 21-0-0 = 9 Baht/kg, 18-46-0 = 20 Baht/kg, 0-0-60 = 18.3 Baht/kg
Cost of harvest = 300 Baht/t yield, Cost of irrigation system = 1,100 Baht/rai,
Cost of irrigation water = 0.5 Baht/m^3, Yield price at 10 CCS 880 Baht/t yield
Yield price at additional CCS was 6% of yield price at 10 CCS, BCR = Net income/Gross cost

Table 29. Economic return analysis for the 1st ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2018/19.

Managements	Sugarcane cultivars/clone	Yield (ton/rai)	CCS %	Gross cost (Bath/rai)	Return (Bath/rai)	Net income (Bath/rai)	BCR
12-9-18 (rainfed)	KK07-037	13.19	9.80	6,060	11,467	5,407	0.89
	LK92-11	13.69	14.10	6,210	15,010	8,799	1.42
	Kkon Kaen 3	12.57	14.50	5,874	14,047	8,173	1.39
12-9-18 (irrigation)	KK07-037	13.65	10.60	6,392	12,448	6,056	0.95
	LK92-11	14.04	13.60	6,508	15,024	8,516	1.31
	Kkon Kaen 3	11.75	14.20	5,819	12,940	7,121	1.22
18-13.5-27 (irrigation)	KK07-037	15.51	9.10	7,600	12,912	5,311	0.70
	LK92-11	13.71	13.70	7,061	14,744	7,683	1.09
	Kkon Kaen 3	13.36	13.00	6,956	13,876	6,920	0.99

Remark: Fertilizer cost : 21-0-0 = 9 Baht/kg, 18-46-0 = 20 Baht/kg, 0-0-60 = 18.3 Baht/kg
Cost of harvest = 300 Baht/t yield, Cost of irrigation system = 1,100 Baht/rai,
Cost of irrigation water = 0.5 Baht/m^3, Yield price at 10 CCS 880 Baht/t yield
Yield price at additional CCS was 6% of yield price at 10 CCS, BCR = Net income/Gross cost

กรมวิชาการเกษตร

Table 30. Economic return analysis for the 2nd ratoon cane in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2019/20.

Managements	Sugarcane cultivars/clone	Yield (ton/rai)	CCS %	Gross cost (Bath/rai)	Return (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	BCR
12-9-18 (rainfed)	KK07-037	8.861	12.9	4,762	9,154	4,393	0.92
	LK92-11	9.254	14.3	4,880	10,245	5,365	1.10
	Kkon Kaen 3	8.664	15.5	4,703	10,140	5,437	1.16
12-9-18 (irrigation)	KK07-037	7.725	13.0	4,613	8,022	3,408	0.74
	LK92-11	10.100	15.2	5,326	11,661	6,335	1.19
	Kkon Kaen 3	7.307	15.3	4,488	8,475	3,987	0.89
18-13.5-27 (irrigation)	KK07-037	11.324	12.1	6,345	11,221	4,876	0.77
	LK92-11	9.811	14.7	5,891	11,068	5,178	0.88
	Kkon Kaen 3	10.017	14.8	5,953	11,354	5,401	0.91

Remark: Fertilizer cost : 21-0-0 = 9 Baht/kg, 18-46-0 = 20 Baht/kg, 0-0-60 = 18.3 Baht/kg

Cost of harvest = 300 Baht/t yield, Cost of irrigation system = 1,100 Baht/rai,

Cost of irrigation water = 0.5 Baht/m^3, Yield price at 10 CCS 880 Baht/t yield

Yield price at additional CCS was 6% of yield price at 10 CCS, BCR = Net income/Gross cost

กรมวิชาการเกษตร

Table 31. Economic return analysis for 3-year sugarcane production in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan Province under different fertilizer, water and cultivars management during 2017/18, 2018/19 and 2019/20.

Managements	Sugarcane cultivars/clone	Total Yield (ton/rai)	Average CCS %	Total Gross cost (Bath/rai)	Total Return (Bath/rai)	Total Benefit (Bath/rai)	BCR
12-9-18 (rainfed)	KK07-037	48.83	11.28	24,680	46,262	21,582	0.87
	LK92-11	45.41	14.69	23,654	51,201	27,547	1.16
	Kkon Kaen 3	45.56	14.82	23,699	51,683	27,984	1.18
12-9-18 (irrigation)	KK07-037	47.99	11.96	26,001	47,205	21,204	0.82
	LK92-11	47.52	15.13	25,860	54,681	28,821	1.11
	Kkon Kaen 3	43.37	15.36	24,616	50,434	25,819	1.05
18-13.5-27 (irrigation)	KK07-037	55.80	10.54	30,301	50,708	20,408	0.67
	LK92-11	46.38	15.01	27,474	53,085	25,611	0.93
	Kkon Kaen 3	50.88	14.64	28,824	57,231	28,407	0.99

Remark: Fertilizer cost : 21-0-0 = 9 Baht/kg, 18-46-0 = 20 Baht/kg, 0-0-60 = 18.3 Baht/kg
Cost of harvest = 300 Baht/t yield, Cost of irrigation system = 1,100 Baht/rai,
Cost of irrigation water = 0.5 Baht/m^3, Yield price at 10 CCS 880 Baht/t yield
Yield price at additional CCS was 6% of yield price at 10 CCS, BCR = Net income/Gross cost

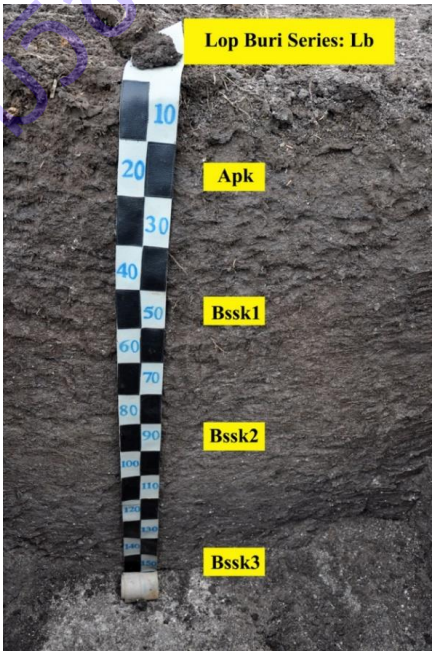

Figure 1. Soil profile of Lop Buri soil at Suk Samran Subdistrict, Tak Fa District, Nakhon Sawan Province.

กรมวิชาการเกษตร

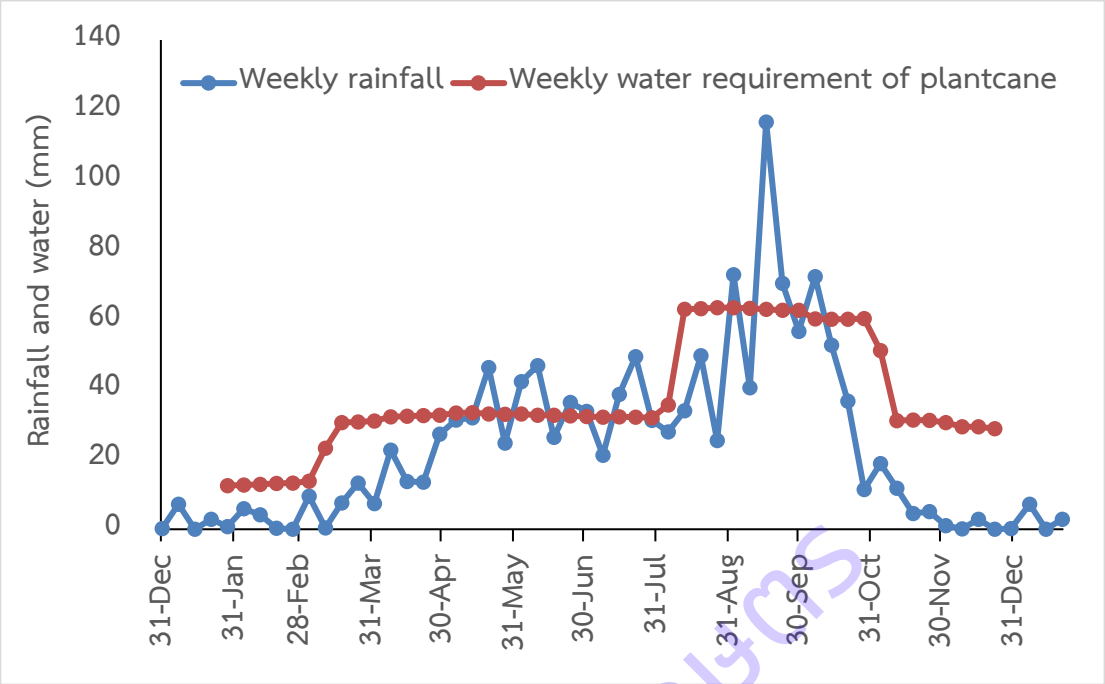

Figure 2. Pattern of average 10 years of weekly rainfall at Tak Fa District, Nakhon Sawan Province matching with water requirement of plantcane.

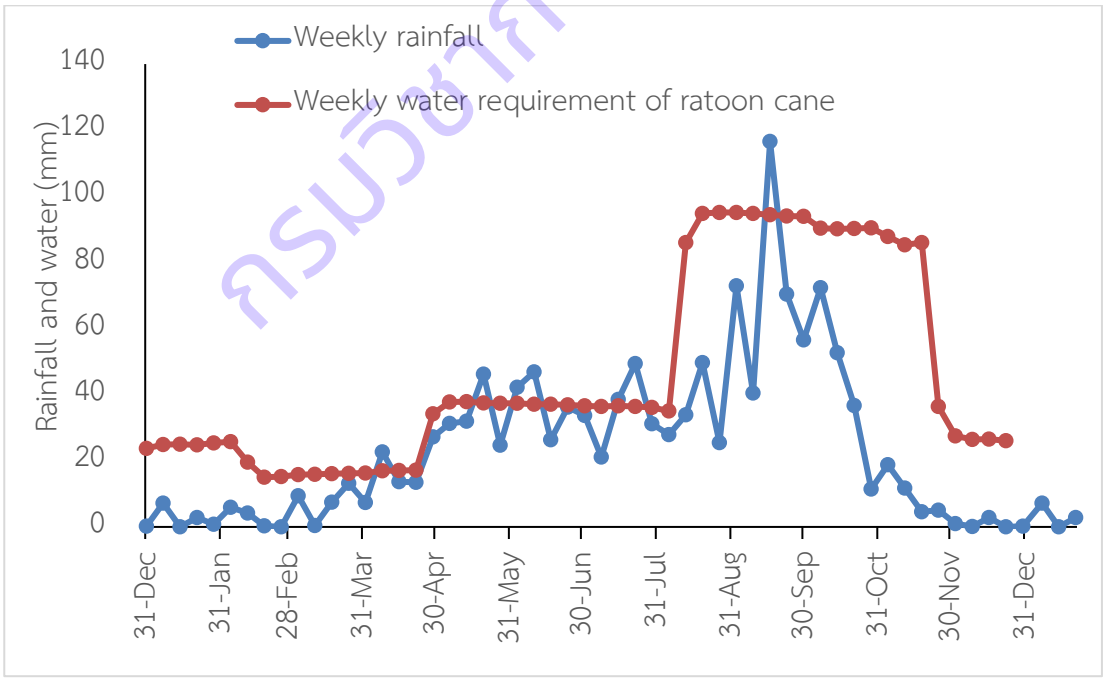

Figure 3. Pattern of average 10 years of weekly rainfall at Tak Fa District, Nakhon Sawan Province matching with water requirement of ratoon cane.

กรมวิชาการเกษตร

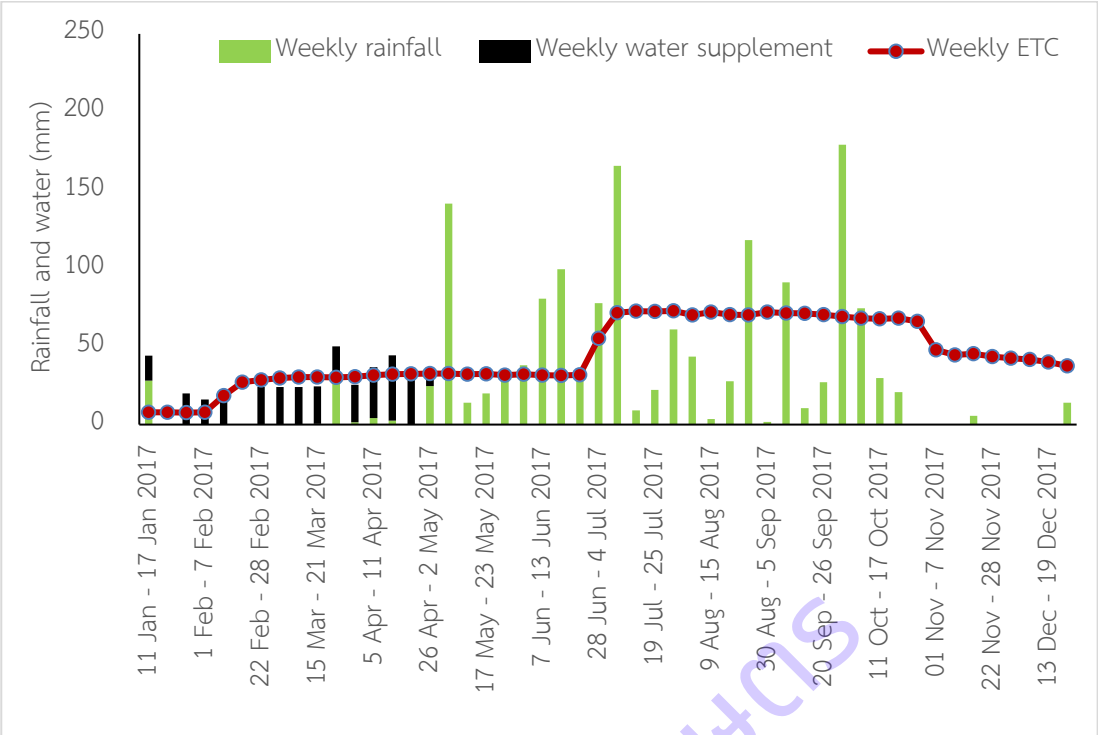

Figure 4. Weekly rainfall at Tak Fa District, Nakhon Sawan Province, weekly water requirement of plantcane and water supplement during 2017/18 (planting on Jan.,11th,2017).

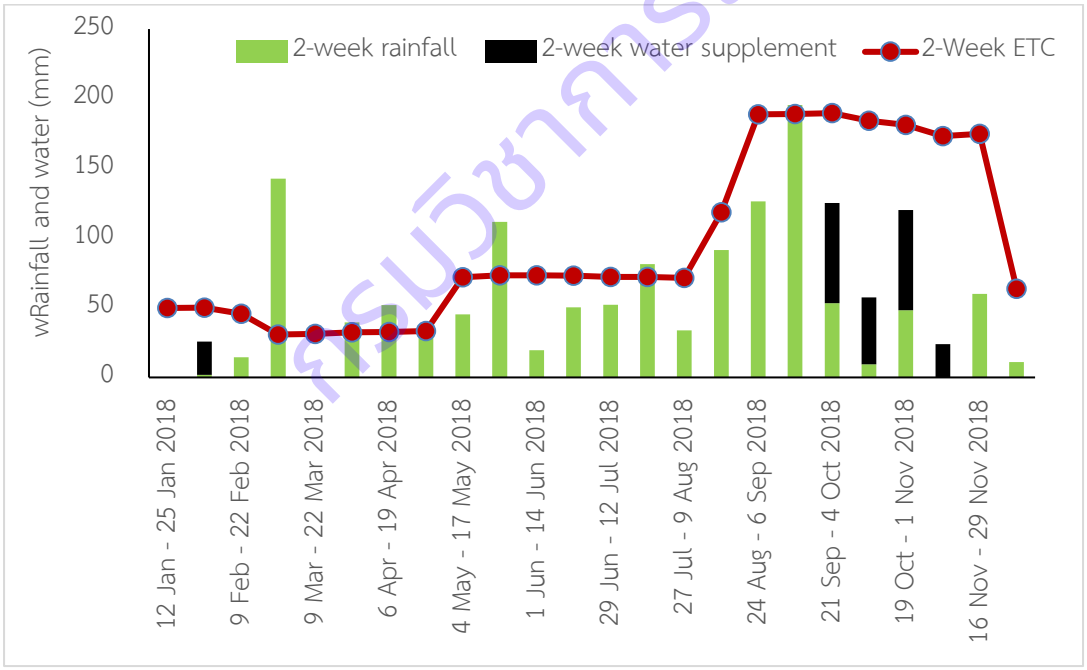

Figure 5. Biweekly rainfall, biweekly water requirement of the 1st ratoon cane and water supplement at Tak Fa District, Nakhon Sawan Province during 2018/19 (ratooning from Jan.,12th,2018).

กรมวิชาการเกษตร

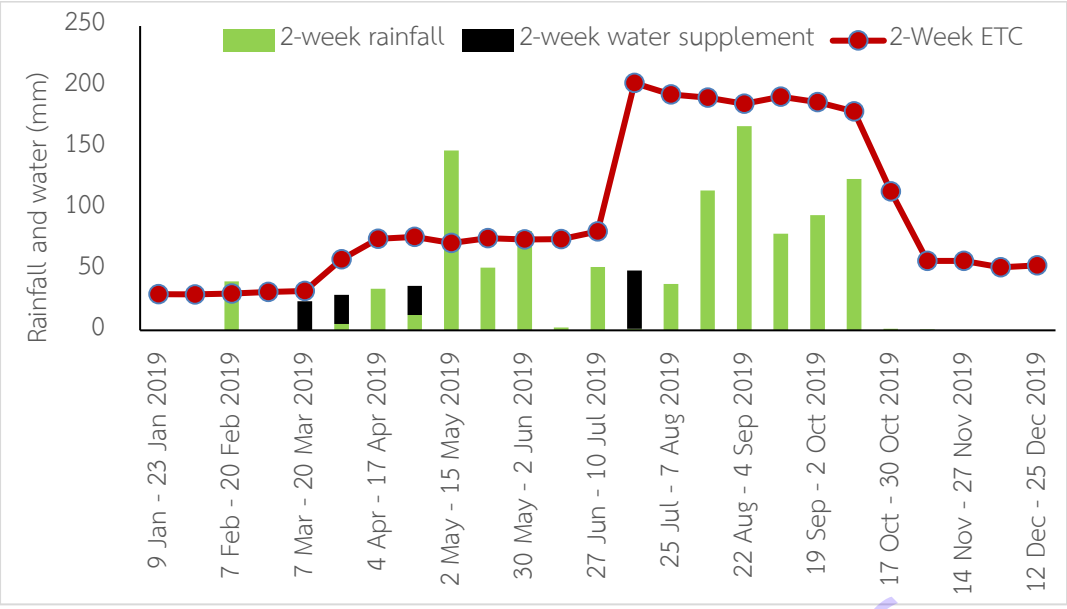

Figure 6. Biweekly rainfall, biweekly water requirement of the 2nd ratoon cane and water supplement at Tak Fa District, Nakhon Sawan Province during 2019/20 (ratooning from Jan.,10th,2019).

กรมวิชาการเกษตร