

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย :
2. โครงการวิจัย : การสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
กิจกรรม :
กิจกรรมย่อย :
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาวิธีการจัดการปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำอย่างเหมาะสมต่อการกักเก็บคาร์บอนไว้ในระบบการผลิตอ้อย

ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ):Optimum fertilizer and water management for Soil carbon sequestration in Sugarcane

4. คณะผู้ดำเนินงาน

- หัวหน้าการทดลอง : ชยันต์ ภักดีไทย สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
ผู้ร่วมงาน : กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ สังกัดสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
: ศรีสุดา ทิพย์รักษ์ สังกัดศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
: ปรีชา กาเพ็ชร สังกัดศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย

5. บทคัดย่อ

ปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย จึงได้ทำการศึกษาวิธีการจัดการปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำอย่างเหมาะสมต่อการกักเก็บคาร์บอนไว้ในระบบการผลิตอ้อยในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือการให้น้ำ มี 2 ระดับ ได้แก่ 1)อาศัยน้ำฝน 2) ให้น้ำตามความต้องการของอ้อย โดยวิธีน้ำหยด ปัจจัยรอง คือการปรับปรุงดินและปุ๋ยมี 5 ระดับ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่กากตะกอนหมักกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ + กากตะกอนหมักกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ยเคมี1.5 เท่าของอัตราที่แนะนำ + กากตะกอนหมักกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ในพื้นที่ปลูกอ้อย มีการปลดปล่อย CO₂ ในปริมาณสูงในทุกๆกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินเมื่ออ้อยมีอายุ 231 วันหลังปลูก และในอ้อยตอพบว่าการปลดปล่อย CO₂ จากพื้นที่ในปริมาณสูงในทุกๆกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินเมื่ออ้อยมีอายุ 245 วันหลังการตัดอ้อย และการจัดการน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน อ้อยปลูกให้ผลผลิตสูงสุด 24.28 ตันต่อไร่ และผลผลิตสูงสุด 12.53 ตันต่อไร่ในอ้อยตอ กรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีการขาดดุลคาร์บอนในพื้นที่น้อยที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่มีการจัดการน้ำให้ค่าสมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อยเกินดุล

คำสำคัญ : โลกเรือน อ้อย คาร์บอน การจัดการน้ำ ปุ๋ย

6. คำนำ

ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งจากภาคอุตสาหกรรมและการเกษตรอันเนื่องมาจากกิจกรรมความต้องการของมนุษย์ซึ่งเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรโลก โดยปัจจุบันความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 380 ส่วนในล้านส่วน จากเดิมเมื่อ 150 ปีก่อนที่มีเพียง 280 ส่วนในล้านส่วน การกักเก็บคาร์บอน (carbon storage) ในพื้นที่เกษตร เป็นแนวทางหนึ่งที่หลายประเทศนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งอาศัยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืช ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปเก็บสะสมไว้ในส่วนของเนื้อเยื่อพืช (ลำต้น ใบ ผล และราก) และเมื่อเศษซากพืชเหล่านี้หลุดร่วงหรือตายลง สารอินทรีย์เหล่านั้นจึงถูกย่อยสลาย และส่วนที่ย่อยสลายยากจะเหลือตกค้างอยู่ในดินในรูปของฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอินทรีย์วัตถุ โดยเรียกกระบวนการดังกล่าวนี้ว่า “Soil carbon sequestration” (Lal, 2004; Lal *et al.*, 2007; Yonekura *et al.*, 2010) ปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย แต่ปัจจัยหลักๆ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิอากาศ และการทำการเกษตร ทำให้มีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดิน และปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศ ในทางกลับกันหากมีการจัดการดิน-ปุ๋ย-น้ำและพืชอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพกับพื้นที่ปลูก พื้นที่ทำการเกษตรก็จะเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญแหล่งหนึ่ง แต่ประเด็นปัญหาคือประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ดินไร้ทั่วไปสามารถเก็บกักคาร์บอนไว้ในดินน้อยกว่าเขตอบอุ่นเนื่องจากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นเร็ว ทำให้มี CO₂ ปลดปล่อยออกมา นอกจากนี้การกัดกร่อนผิวดินก็เป็นตัวเร่งให้เกิดการสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนออกไปจากพื้นที่อีกด้วย ดังนั้นจึงควรมีวิธีการจัดการดิน-ปุ๋ย-น้ำและพืชอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการสูญเสีย หรือสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ ทำให้เกิดการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้มากขึ้น เพื่อให้ดินเป็นเสมือนธนาคารในการกักเก็บคาร์บอน

การกักเก็บคาร์บอนในดิน(Soil carbon sequestration)ดินเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่ใหญ่และสำคัญอีกแหล่งหนึ่ง ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในดิน (soil carbon pool) มีประมาณ 3.3 เท่าในบรรยากาศ (atmospheric pool) และ 4.3 เท่าของที่กักเก็บไว้โดยมวลชีวภาพ (biotic pool) คาร์บอนในดินอยู่ในรูปสารอินทรีย์ (soil organic carbon, SOC) และอนินทรีย์ (soil inorganic carbon, SIC) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินมีค่าผันแปรสูงขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากสภาพธรรมชาติมาใช้ในการเกษตรมีผลทำให้สารอินทรีย์ลดลงมากถึงร้อยละ 60 ในเขตหนาว และอาจมากถึงร้อยละ 75 หรือมากกว่าในเขตร้อน การลดลงของปริมาณสารอินทรีย์ทำให้ดินเสื่อมสภาพ (IPCC, 2000) การกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินและการปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศนั้นเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นควบคู่กัน แต่จะเป็นไปในทิศทางใดมากกว่ากันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การจัดการดิน การใช้ปุ๋ย เนื้อดิน ความชื้น อุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตในดิน และพืชที่ปลูก เป็นต้น Grant *et al.* (2001) พบว่า การใช้วิธีการจัดการดินผสมผสานหลายวิธีร่วมกัน เช่น การลดการไถพรวน การปลูกพืชหมุนเวียน การใส่วัสดุอินทรีย์ และการเลือกปลูกพืช มีประสิทธิภาพต่อการเก็บสะสมคาร์บอนในดินมากกว่าการจัดการดินด้วยวิธีใดเพียงวิธีหนึ่ง Rasmussen and Parton (1994) ได้อธิบายว่าคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นในดินส่วนใหญ่ได้มาจากคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในพืช จากการที่พืชดูดใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศมาใช้ในสังเคราะห์แสง สร้างการเจริญเติบโต เมื่อรากพืชและเศษซากพืชที่คลุม

ดินหรือโกลบกลับลงไปดินสลายตัวก็จะมีคาร์บอนส่วนหนึ่งเหลือตกค้างอยู่ในดินโดยเป็นองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นรูปที่สลายตัวได้ช้าลง การจัดการในพื้นที่ปลูกพืชเป็นกลไกสำคัญในการลดก๊าซเรือนกระจก การโกลบเศษซากพืชกลับลงไปในพื้นที่ ทำให้คาร์บอนถูกเก็บสะสมไว้ในดิน

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยในปีการผลิต 2557/2558 ประมาณ 10 ล้านไร่ พื้นที่ตัดเข้าโรงงาน 9.5 ล้านไร่ ซึ่งหากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพต่อการเก็บสะสมคาร์บอนในดินและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จะเป็นการช่วยลดหรือชดเชยการเกิดภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่ง

7. อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- ท่อนพันธุ์อ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3
- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต โปแทสเซียมคลอไรด์
- กากตะกอนหม้อกรองอ้อย
- สารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช
- ท่อน้ำแบบพีอี พีวีซี หัวน้ำหยด เครื่องกรองน้ำและเครื่องสูบน้ำขนาด 20-40 แรงม้า
- เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช
- ส่วนเก็บตัวอย่างดิน และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบ Undisturbed core sample

วิธีการ

การทดลองนี้ได้ดำเนินการในแปลงทดลองพิกัด UTM 48Q 267338^E 1823867^N ภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2559 วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือการให้น้ำ มี 2 ระดับ ได้แก่ 1)อาศัยน้ำฝน 2) ให้น้ำตามความต้องการของอ้อย (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ปัจจัยรอง คือการปรับปรุงดินและปุ๋ยมี 5 ระดับ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ + กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ยเคมี1.5 เท่าของอัตราที่แนะนำ + กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ สมบัติของดินได้แก่ เนื้อดิน ความลึกของชั้นดิน ความหนาแน่นรวม ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณอินทรีย์วัตถุ วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-20, 20-50 และ 50-100 เซนติเมตร ก่อนปลูกอ้อยแต่ละปี รวมถึงวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ดำเนินการในแปลงทดลอง ขนาดของแปลงย่อย 9x9 เมตร โดยเว้นแต่ละแปลงย่อยห่างกัน 1.5 เมตรเพื่อเป็นร่องระบายน้ำปลูกอ้อยและไว้ต่ออ้อยแบบระบบปลูกพืชเดี่ยว (sole crop) ใช้ระยะแถวปลูก 1 เมตร วางลำเหลี่ยมสลักโคนและปลาย โดยปลูกและเก็บเกี่ยวตามฤดูกาลของเกษตรกรปฏิบัติ แบ่งใส่ปุ๋ยเคมีเป็นสองครั้งเท่าๆกัน ครั้งที่ 1 โรยในร่องก่อนปลูกด้วย $\frac{1}{2}(N-P-K)$ และที่เหลือใส่เป็นแถวข้างร่องปลูกห่างจากแถวอ้อยประมาณ 10-15 เซนติเมตร เมื่ออ้อยมีอายุ 4-5 เดือนหลังปลูก วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับ

ความลึก 0-20, 20-50 และ 50-100 เซนติเมตร ก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ความชื้น อินทรีย์คาร์บอน และธาตุอาหารในภาคตะกอนหม้อกรองอ้อย เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20, 20-50 และ 50-100 เซนติเมตร หาความชื้นทุก 7 วัน และคำนวณปริมาณน้ำที่จะต้องให้ โดยใช้สมการ

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

$$ET_c = \text{ปริมาณความต้องการน้ำของอ้อย (มม./วัน)}$$

$$K_c = \text{สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย}$$

$$ET_o = \text{ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน) จาก FAO Blaney-Criddle method}$$

วัดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินภายใต้การจัดการดินต่างกันในระยะเวลาดังกล่าว ภายใน 1 รอบวัน ทุกๆ 4 สัปดาห์ และทุกครั้งที่มีการเกิดขึ้นในแปลงทดลอง เช่น ไถพรวน ใส่ปุ๋ย เป็นต้น

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

- ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2559 ดำเนินการทดลองภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

ค่าวิเคราะห์ดินก่อนปลูก

ค่าวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพบว่าดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.62% อินทรีย์คาร์บอน 0.36% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ 53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.55% อินทรีย์คาร์บอน 0.32% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ 41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 1)

1. อ้อยปลูก

1.1 การเจริญเติบโต

1.1.1 เส้นผ่านศูนย์กลางลำ อ้อยในกรรมวิธีอาศัยน้ำฝนที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง มากกว่ากรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย โดยมีขนาด 32-34 มม. และกรรมวิธีอาศัยน้ำรวมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน(18-3-12) ให้ขนาดของลำมากที่สุด(ตารางที่ 2)

1.1.2 ความสูง กรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย อ้อยมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีที่อาศัยน้ำฝนแต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ วิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้อ้อยมีความสูงแตกต่างกันในทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่วิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดิน อ้อยมีความสูงไม่แตกต่างกันในทางสถิติแต่มีความแตกต่างกันในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย(ตารางที่ 2)

- 1.1.3 จำนวนลำต่อกอ การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ย อ้อยมีจำนวนลำต่อกอไม่แตกต่างกัน ในทางสถิติ(ตารางที่ 2)

1.2 ผลผลิต

- 1.2.1 ผลผลิตอ้อย พบว่าในกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอาศัยน้ำฝน และมีความแตกต่างในทางสถิติ โดยให้ผลผลิต 19.16 ตัน/ไร่ และ 12.87 ตันต่อไร่ ตามลำดับ วิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้อ้อยให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน(18-3-12) ให้ผลผลิตสูงสุด 18.19 ตันต่อไร่ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ย โดยการจัดการน้ำ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน อ้อยให้ผลผลิตสูงสุด 24.28 ตันต่อไร่(ตารางที่ 3)
- 1.2.2 ค่า CCS อ้อยที่ปลูกโดยมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย และกรรมวิธีอาศัยน้ำฝน ให้ค่า CCS ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่การปลูกอ้อยโดยมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย ให้ค่า CCS สูงกว่า อ้อยที่ปลูกโดยกรรมวิธีอาศัยน้ำฝน มีค่า CCS อยู่ที่ 14.93 และ 12.41 ตามลำดับ แต่การใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันไม่ทำให้อ้อยมีค่า CCS แตกต่างกันในทางสถิติ การใช้ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับ Filter Cake ให้ค่าเฉลี่ย CCS สูงสุด 14.15(ตารางที่ 3)

1.3 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อ้อยปลูก

เมื่อดำเนินการเก็บข้อมูล การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในสภาพอาศัยน้ำฝนและมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย พบว่า มีการปลดปล่อย CO₂ ในปริมาณสูงในทุกๆกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินเมื่ออ้อยมีอายุ 231 วันหลังปลูก เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ฝนตกชุกและเป็นระยะที่อ้อยมีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้น(ระยะสร้างน้ำตาล (196-285วัน) โดยในสภาพการปลูกอาศัยน้ำฝนพบปริมาณ CO₂ สูงในกรรมวิธีที่ใช้อัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (18-3-12) และกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย พบปริมาณ CO₂ สูงในกรรมวิธีการใช้ปุ๋ย 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ Filter Cake เป็นวัสดุปรับปรุงดิน และปริมาณ CO₂ ที่ปลดปล่อยจากทุกกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินเริ่มลดลงหลังจากอ้อยอายุ 231 วันหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินแบบเดียวกันแต่จัดการน้ำในทุกๆกรรมวิธี ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกรรมวิธีที่ปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า กรรมวิธีจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย ยกเว้นการใช้ Filter cake ที่พบว่าในกรรมวิธีจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า กรรมวิธีที่ปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝน(ตารางที่ 4)

2. อ้อยต่อ 1

2.1 การเจริญเติบโต

- 2.1.1 เส้นผ่าศูนย์กลางลำ อ้อยต่อ 1 ในกรรมวิธีจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำมากกว่ากรรมวิธีปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝน โดยมีขนาด 31 มม. และ 30

มม. ตามลำดับ และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการน้ำกับวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดิน โดยการปลูกอ้อยในกรรมวิธีปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน(18-3-12) ให้ขนาดของลำเล็กที่สุดคือ 29 มม. ส่วนกรรมวิธีอื่นๆให้ขนาดลำไม่แตกต่างกันในทางสถิติ(ตารางที่ 5)

2.1.2 ความสูง การจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย อ้อยต่อ 1 มีความสูงมากกว่ากรรมวิธีปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนแต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันไม่ทำให้อ้อยมีความสูงแตกต่างกันในทางสถิติ(ตารางที่ 5)

2.1.3 จำนวนลำต่อกอ การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ย อ้อยต่อ 1 มีจำนวนลำต่อกอไม่แตกต่างกันในทางสถิติ(ตารางที่ 5)

2.2 ผลผลิต

2.2.1 ผลผลิตอ้อยต่อ 1 พบว่าในกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝน และมีความแตกต่างในทางสถิติ โดยให้ผลผลิต 12.17 ตันต่อไร่ และ 7.93 ตันต่อไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้อ้อยให้ผลผลิตที่ต่างกัน โดยการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน(18-3-12) ให้ผลผลิตสูงสุด 12.53 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 6)

2.2.2 ค่า CCS อ้อยต่อ 1 ที่ปลูกโดยกรรมวิธีปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนและการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อยให้ค่า CCS ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่การปลูกอ้อยโดยมีการจัดการน้ำให้ค่า CCS สูงกว่า อ้อยที่ปลูกโดยไม่มีการจัดการน้ำ มีค่า CCS อยู่ที่ 15.42 และ 13.64 ตามลำดับ แต่กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้อ้อยต่อ 1 มีค่า CCS แตกต่างกันในทางสถิติโดย การให้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ค่าเฉลี่ย CCS สูงสุด 14.95 (ตารางที่ 6)

2.3 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อ้อยต่อ 1

เมื่อดำเนินการเก็บข้อมูล การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในสภาพอาศัยน้ำฝนและมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย พบว่ามีการปลดปล่อย CO₂ ในปริมาณสูงในทุกๆกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินเมื่ออ้อยมีอายุ 245 วันหลังการตัดอ้อย เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ฝนตกชุกและเป็นระยะที่อ้อยมีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้น(ระยะสร้างน้ำตาล (196-285วัน) โดยในสภาพการปลูกอาศัยน้ำฝนพบปริมาณ CO₂ สูงในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย และกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย พบปริมาณ CO₂ สูงในกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ Filter Cake เป็นวัสดุปรับปรุงดิน และปริมาณ CO₂ ที่ปลดปล่อยจากทุกกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินเริ่มลดลงหลังจากอ้อยอายุ 245 วันหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินแบบเดียวกันแต่จัดการน้ำในทุกๆกรรมวิธี ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกรรมวิธีที่ปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า กรรมวิธีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย(ตารางที่ 7)

3. ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1 อ้อยปลูก

เมื่อนำปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากพื้นที่ปลูกอ้อยในแต่ละช่วงอายุ มาคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุอ้อยและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้สมการพหุนามกำลังสอง ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุอ้อยและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากพื้นที่ปลูกอ้อยในกรณีที่ปลูกอ้อยข้ามแล้งดังนี้

| กรรมวิธี (อ้อยปลูก) | สมการ | ปริมาณ kg CO ₂ /ไร่/ปี |
|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
| สภาพอาศัยน้ำฝน | | |
| 0-0-0 | $y = -0.2298x^2 + 97.377x - 1880.7$ $R^2 = 0.6161^*$ | 3,351 |
| Filter cake | $y = -0.1928x^2 + 77.021x - 149$ $R^2 = 0.6208^*$ | 3,124 |
| 18-3-12 | $y = -0.2448x^2 + 101.57x - 1830.1$ $R^2 = 0.5951^*$ | 3,437 |
| 18-3-18+Filter Cake | $y = -0.2305x^2 + 93.97x - 1380.7$ $R^2 = 0.6397^*$ | 3,247 |
| 27-4.5-18+Filter Cake | $y = -0.2451x^2 + 101.94x - 1980.6$ $R^2 = 0.5932^*$ | 3,385 |
| จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย | | |
| 0-0-0 | $y = -0.1759x^2 + 64.131x + 1595.6$ $R^2 = 0.6819^{**}$ | 3,155 |
| Filter cake | $y = -0.1968x^2 + 74.535x + 1085.5$ $R^2 = 0.7709^{**}$ | 3,483 |
| 18-3-12 | $y = -0.1564x^2 + 60.814x + 825.7$ $R^2 = 0.5453^*$ | 2,888 |
| 18-3-18+Filter Cake | $y = -0.1959x^2 + 73.646x + 603.68$ $R^2 = 0.6892^{**}$ | 3,086 |
| 27-4.5-18+Filter Cake | $y = -0.2061x^2 + 80.403x + 173.01$ $R^2 = 0.6902^{**}$ | 3,364 |

จากข้อมูลข้างต้น เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในสภาพอาศัยน้ำฝนจะพบว่ามี การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในปริมาณที่มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3,437 kg CO₂/ไร่/ปี แต่เมื่อมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อยร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้เหลือ 2,888 kg CO₂/ไร่/ปี

3.2 อ้อยต่อ

เมื่อนำปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากพื้นที่อ้อยต่อ 1 ในแต่ละช่วงอายุมาคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุอ้อยและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้สมการพหุนามกำลังสอง ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุอ้อยและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากพื้นที่ปลูกอ้อยในกรณีที่ปลูกอ้อยข้ามแล้งดังนี้

| กรรมวิธี (อ้อยต่อ 1) | สมการ | ปริมาณ Kg CO ₂ /ไร่/ปี |
|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
| สภาพอาศัยน้ำฝน | | |
| 0-0-0 | $y = -0.1535x^2 + 68.455x - 294.92$ $R^2 = 0.5035ns$ | 3,147 |
| Filter cake | $y = -0.1416x^2 + 59.953x + 350.86$ $R^2 = 0.4975ns$ | 2,925 |
| 18-3-12 | $y = -0.1568x^2 + 68.515x - 494.56$ $R^2 = 0.5617*$ | 2,953 |
| 18-3-18+Filter Cake | $y = -0.1158x^2 + 48.893x + 1187.2$ $R^2 = 0.5173ns$ | 2,903 |
| 27-4.5-18+Filter Cake | $y = -0.1158x^2 + 48.893x + 1187.2$ $R^2 = 0.5173ns$ | 2,903 |
| จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย | | |
| 0-0-0 | $y = -0.1433x^2 + 62.737x + 91.156$ $R^2 = 0.8065*$ | 3,026 |
| Filter cake | $y = -0.1298x^2 + 52.58x + 1191.3$ $R^2 = 0.724ns$ | 2,935 |
| 18-3-12 | $y = -0.0951x^2 + 36.628x + 1952.1$ $R^2 = 0.6723*$ | 2,578 |
| 18-3-18+Filter Cake | $y = -0.1106x^2 + 46.832x + 986.24$ $R^2 = 0.5489*$ | 2,701 |
| 27-4.5-18+Filter Cake | $y = -0.1425x^2 + 59.501x + 726.59$ $R^2 = 0.7436*$ | 3,072 |

จากข้อมูลข้างต้น ในอ้อยต่อ 1 เมื่อไม่ใช้ปุ๋ยเคมีจะพบว่ามี การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน ในปริมาณที่มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3,147 kg CO₂/ไร่/ปี แต่ในกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อยร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้โดยการปลดปล่อย 2,578 kg CO₂/ไร่/ปี ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

4. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในอ้อย

4.1 อ้อยปลูก

- 4.1.1 ลำต้น พบว่าในกรรมวิธีที่ที่อาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำมีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกันและกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดินก็มีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน(ตารางที่ 8)
- 4.1.2 ใบสด พบว่าในกรรมวิธีที่ที่อาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำมีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกันและกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดินก็มีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน(ตารางที่ 9)
- 4.1.3 ใบแห้ง พบว่าในกรรมวิธีที่ที่อาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำมีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกันและกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดินก็มีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์กันระหว่างการจัดการน้ำและวิธี การใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดิน โดยการปลูกอาศัยน้ำฝนร่วมกับการใช้ปุ๋ย 18-3-18 และ Filter Cake มีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนพบน้อยที่สุดในกรรมวิธีใช้ Filter Cake ในสภาพอาศัยน้ำฝน(ตารางที่ 10)

4.2 อ้อยตอ

- 4.2.1 ลำต้น ในกรรมวิธีที่ที่อาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำมีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกันและกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดินก็มีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์กันระหว่างการจัดการน้ำและวิธีการใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดิน โดยการให้น้ำตามความต้องการของอ้อยร่วมกับการใช้ปุ๋ย 18-3-18 และ Filter Cake มีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญและปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนพบน้อยที่สุดในกรรมวิธีใช้ปุ๋ย 18-3-18 และ Filter Cake แต่ไม่มีการจัดการน้ำ(ตารางที่ 8)
- 4.2.2 ใบสด อ้อยตอ 1 พบว่าในกรรมวิธีที่ที่อาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำมีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดินโดยกรรมวิธีการใช้ ปุ๋ย 18-3-12 และกรรมวิธีใช้ Filter cake ให้ผลผลิตสูงอย่างมีนัยสำคัญเหมือนกัน(ตารางที่ 9)
- 4.2.3 ใบแห้ง อ้อยตอ 1 พบว่าในกรรมวิธีที่ที่อาศัยน้ำฝนและกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำมีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกันและกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและ/หรือใช้วัสดุปรับปรุงดินก็มีปริมาณร้อยละอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน(ตารางที่ 10)

5. สมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อย

จากผลการทดลองเมื่อคำนวณสมดุลของคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อย โดยคำนวณจากปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินก่อนปลูกอ้อยและปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มลงไปในดินจากส่วนของใบสดและใบแห้งในพื้นที่ 1 ไร่(ไม่มีข้อมูลน้ำหนักรากอ้อย) และปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียจากพื้นที่ปลูกอ้อยประเมินจากน้ำหนักลำและปริมาณของคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกจากดิน พบว่าในกรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด 24.28 ตันต่อไร่ มีการขาดดุลคาร์บอนในพื้นที่น้อยที่สุดในขณะเดียวกันกรรมวิธี ที่ไม่มีการจัดการน้ำให้ค่าสมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อยเกินดุลแต่ให้ผลผลิตเพียง 12.97 ตันต่อไร่ ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 50%(ตารางที่ 11)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลอง กรรมวิธีที่มีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อยปลูก ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอาศัยน้ำฝน โดยให้ผลผลิต 19.16 ตัน/ไร่ และ 12.87 ตันต่อไร่ ตามลำดับ วิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้อ้อยให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน(18-3-12) ให้ผลผลิตสูงสุด 18.19 ตันต่อไร่ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ย โดยการจัดการน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน อ้อยให้ผลผลิตสูงสุด 24.28 ตันต่อไร่ ค่า CCS อ้อยที่ปลูกโดยมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย และกรรมวิธีอาศัยน้ำฝน ให้ค่า CCS ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่การปลูกอ้อยโดยมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย ให้ค่า CCS สูงกว่า อ้อยที่ปลูกโดยกรรมวิธีอาศัยน้ำฝน ในอ้อยตอ 1 ในกรรมวิธีที่มีการ

จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝน ให้ผลผลิต 12.17 ตันต่อไร่ และ 7.93 ตันต่อไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้อ้อยให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน(18-3-12) ให้ผลผลิตสูงสุด 12.53 ตันต่อไร่ ค่า CCS อ้อยที่ปลูกโดยมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย และกรรมวิธีอาศัยน้ำฝน ให้ค่า CCS ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดังนั้นการปลูกอ้อยโดยไม่มีการจัดการน้ำ จะทำให้ผลผลิตอ้อยที่ได้ต่ำกว่าเมื่อมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย และมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมากกว่าวิธีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย และเมื่อมีการจัดการน้ำตามความต้องการของอ้อยรวมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินนอกจากจะให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีอื่นแล้วด้วยยังมีปริมาณสมมูลคาร์บอนขาดคูลน้อยที่สุดอีกด้วย

10. เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2560. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2560. จาก http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/reports/weather_days.asp
- Bray, R.H., and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Grant, R.F., N.G. Juma, J.A. Robertson, R.C. Izaurralde, and W.B. McGill. 2001. Long-Term Changes in Soil Carbon under Different Fertilizer, Manure, and Rotation: Testing the Mathematical Model Ecosystem with Data from the Breton Plots. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65: 205-214.
- Lal, R. 2004b. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. *Geoderma* 123: 1-22.
- Lal, R., R.F. Follett, B.A. Stewart and J.M. Kimble. 2007. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change and Advance Food Security. *Soil Science* 172 (12): 943-956.
- Peech, M. 1965. Hydrogen-ion Activity. In C. A. Black(ed). *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties #9*, Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin., pp 914-925.
- Rasmussen, P.E. and W.J. Parton. 1994. Long-Term Effects of Residue Management in Wheat-Fallow: I. Inputs, Yield, and Soil Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 523-530.
- Schollenberger, C.J., and R.H. Simon. 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soils-ammonium acetate method. *Soil Sci.* 59:13-24.
- Walkley, A. and Black, C.A. 1934. An examination of Degtijeff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-35.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2556. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2556. จาก http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/reports/weather_days.asp

ตารางที่ 1 ค่าวิเคราะห์ดินก่อนปลูก

| ระดับ ความลึก (ซ.ม.) | pH | Organic matter (%) | Organic Carbon (%) | Available P (มก.P/ดิน 1 กก.) | Exchangeable K (มก.K/ดิน 1 กก.) |
|----------------------------|-----|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 0-20 | 5.9 | 0.62 | 0.36 | 47 | 53 |
| 20-50 | 5.9 | 0.55 | 0.32 | 44 | 41 |

¹ Peech (1965) ² Walkley and Black (1934) ³ Bray and Kurtz (1945)

⁴ Schollenberger and Simon (1945)

ตารางที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความสูงและจำนวนลำของของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

| กรรมวิธี | เส้นผ่านศูนย์กลางลำ(มม.) | | | ความสูง(ซ.ม.) | | | จำนวนลำ/กอ | | |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------|--------|------------------------------------|-------|--------|-------------------------------------|-------|--------|
| | RF ^{1/} | IR ^{2/} | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย |
| 0-0-0 | 33 ab | 32 a-d | 32 | 252 | 312 | 282 b | 5 | 6 | 6 |
| Filter cake | 32 a-d | 30 d | 31 | 323 | 324 | 324 a | 7 | 6 | 6 |
| 18-3-12 | 34 a | 30 cd | 32 | 217 | 386 | 301 ab | 4 | 8 | 6 |
| 18-3-12+Filter Cake | 32 abc | 31 bcd | 32 | 316 | 283 | 299 ab | 6 | 5 | 5 |
| 27-4.5-18+Filter Cake | 34 ab | 31 bcd | 32 | 290 | 328 | 309 ab | 6 | 6 | 6 |
| เฉลี่ย | 33 | 31 | | 280 | 327 | | 6 | 5 | |
| F-Test | (a) = * (b) = ns (a) x (b) = * | | | (a) = ns (b) = * (a) x (b) = ns | | | (a) = ns (b) = ns (a) x (b) = ns | | |
| CV (%) | (a) | 3.72 | | (a) | 34.74 | | (a) | 15.11 | |
| | (b) | 4.29 | | (b) | 11.02 | | (b) | 17.81 | |

ตัวเลขที่อยู่ในช่วงสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/}สภาพอาศัยน้ำฝน

^{2/}จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย

ตารางที่ 3 ผลผลิตและค่า CCS ของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

| กรรมวิธี | ผลผลิต(ตันต่อไร่) | | | CCS | | |
|------------------------|-------------------|------------------|--------|----------------|-------|--------|
| | RF ^{1/} | IR ^{2/} | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย |
| 0-0-0 | 10.40 e | 13.55 cde | 11.98 | 13.90 | 13.88 | 13.89 |
| Filter cake | 12.97 cde | 17.46 bc | 15.28 | 11.47 | 15.07 | 13.27 |
| 18-3-12 | 11.95 de | 24.28 a | 18.19 | 11.91 | 15.01 | 13.46 |
| 18-3-18 + Filter Cake | 15.80 bcd | 20.20 b | 18.00 | 12.14 | 15.05 | 13.59 |
| 27-4.5-18+ Filter Cake | 13.24 cde | 20.33 ab | 16.78 | 12.64 | 15.67 | 14.15 |
| เฉลี่ย | 12.87 | 19.16 | | 12.41 | 14.93 | |
| F-Test | (a)=*, (b)=* | | | (a)=ns, (b)=ns | | |
| | (a) x (b) = * | | | (a) x (b) = ns | | |
| CV (%) | (a) | 15.92 | | (a) | 9.64 | |
| | (b) | 14.52 | | (b) | 6.77 | |

ตัวเลขที่อยู่ในช่วงสมมติเดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/}สภาพอาศัยน้ำฝน

^{2/}จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย

ตารางที่ 4 แสดงการปลดปล่อย CO₂ จากพื้นดินในแปลงอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน (mg CO₂/m²/d) อ้อยปลูก

| | | Treatment | | | | | |
|------------------|-----------|-----------|-------------|---------|-----------------------|-------------------------|-----------|
| Water management | Age (DAP) | 0-0-0 | Filter cake | 18-3-12 | 18-3-12 + Filter Cake | 27-4.5-18 + Filter Cake | Bare soil |
| Rainfed | 43 | 3,926 | 4,055 | 3,926 | 3,783 | 3,965 | 4,017 |
| | 78 | 3,537 | 3,563 | 3,796 | 3,537 | 3,576 | 3,084 |
| | 100 | 3,550 | 3,913 | 3,965 | 4,068 | 3,718 | 3,550 |
| | 128 | 6,711 | 7,554 | 7,170 | 7,268 | 6,815 | 5,869 |
| | 169 | 5,403 | 6,698 | 5,727 | 5,750 | 5,545 | 6,297 |
| | 206 | 9,776 | 7,831 | 10,188 | 10,358 | 11,406 | 9,887 |
| | 231 | 11,864 | 11,026 | 12,899 | 10,515 | 11,851 | 10,398 |
| | 259 | 8,669 | 5,696 | 8,970 | 8,721 | 8,957 | 11,655 |

| | | Treatment | | | | | |
|-------------------|-------|-----------|--------|---------|---------------|---------------|-----------|
| Water management | Age | 0-0-0 | Filter | 18-3-12 | 18-3-12 | 27-4.5-18 | Bare soil |
| | (DAP) | | cake | | + Filter Cake | + Filter Cake | |
| | 289 | 6,980 | 5,173 | 5,055 | 4,963 | 5,081 | 6,823 |
| | 318 | 3,444 | 3,300 | 3,994 | 2,606 | 3,706 | 4,531 |
| | 352 | 3,693 | 2,789 | 2,881 | 3,090 | 2,960 | 4,073 |
| | 375 | 2,907 | 2,711 | 3,051 | 2,606 | 2,999 | 3,156 |
| | 43 | 4,120 | 3,965 | 3,654 | 4,081 | 4,509 | 3,278 |
| | 78 | 4,483 | 4,768 | 3,498 | 4,146 | 4,457 | 3,537 |
| | 100 | 5,934 | 5,986 | 4,768 | 5,390 | 4,638 | 3,965 |
| | 128 | 9,212 | 10,093 | 8,577 | 8,694 | 8,046 | 4,405 |
| | 169 | 5,727 | 6,556 | 4,677 | 5,183 | 5,856 | 5,766 |
| Crop requirements | 206 | 7,635 | 8,512 | 5,290 | 6,914 | 8,145 | 7,779 |
| | 231 | 9,638 | 8,708 | 9,533 | 10,319 | 10,817 | 8,525 |
| | 259 | 5,238 | 7,215 | 5,801 | 6,849 | 7,988 | 11,393 |
| | 289 | 4,832 | 5,670 | 5,487 | 4,727 | 5,160 | 6,849 |
| | 318 | 2,711 | 3,365 | 3,379 | 2,933 | 3,929 | 4,033 |
| | 352 | 2,056 | 2,907 | 2,161 | 2,043 | 1,977 | 3,365 |
| | 375 | 2,226 | 2,396 | 2,449 | 1,388 | 2,331 | 2,907 |

ตารางที่ 5 เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความสูงและจำนวนลำของอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขนแแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

| กรรมวิธี | เส้นผ่านศูนย์กลางลำ(มม.) | | | ความสูง(ซ.ม.) | | | จำนวนลำ | | |
|-----------------------|------------------------------------|------------------|--------|-------------------------------------|-------|--------|-------------------------------------|-------|--------|
| | RF ^{1/} | IR ^{2/} | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย |
| 0-0-0 | 30 ab | 31 a | 30 | 199 | 239 | 219 | 6 | 6 | 6 |
| Filter cake | 31 a | 30 ab | 30 | 215 | 238 | 227 | 7 | 6 | 6 |
| 18-3-12 | 29 b | 31 a | 30 | 167 | 285 | 226 | 6 | 7 | 6 |
| 18-3-18+Filter Cake | 31 a | 31 a | 31 | 227 | 212 | 219 | 7 | 6 | 7 |
| 27-4.5-18+Filter Cake | 30 ab | 30 ab | 30 | 199 | 259 | 229 | 7 | 6 | 6 |
| เฉลี่ย | 30 | 31 | | 201 | 247 | | 6 | 6 | |
| F-Test | (a) = ns (b) = ns (a) x (b) = * | | | (a) = ns (b) = ns (a) x (b) = ns | | | (a) = ns (b) = ns (a) x (b) = ns | | |
| CV (%) | (a) | 2.02 | | | 33.58 | | | 10.92 | |
| | (b) | 3.59 | | | 9.73 | | | 18.34 | |

ตัวเลขที่อยู่ในช่วงสมมติเดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/}สภาพอาศัยน้ำฝน

^{2/}จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย

ตารางที่ 6 ผลผลิตและค่า CCS ของอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขนแแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

| กรรมวิธี | ผลผลิต(ตันต่อไร่) | | | CCS | | |
|------------------------|---------------------------------|------------------|---------|---------------------------------|-------|----------|
| | RF ^{1/} | IR ^{2/} | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย |
| 0-0-0 | 5.03 | 8.40 | 6.71 b | 14.36 | 15.4 | 14.88 ab |
| Filter cake | 7.75 | 12.24 | 10.00 a | 12.90 | 15.4 | 14.15 ab |
| 18-3-12 | 10.00 | 15.07 | 12.53 a | 14.40 | 15.5 | 14.95 a |
| 18-3-18 + Filter Cake | 9.17 | 11.37 | 10.28 a | 13.26 | 14.6 | 13.93 b |
| 27-4.5-18+ Filter Cake | 7.72 | 13.77 | 10.75 a | 13.26 | 16.2 | 14.73 ab |
| เฉลี่ย | 7.93 | 12.17 | | 13.64 | 15.42 | |
| F-Test | (a)=ns, (b)=* (a) x (b) = ns | | | (a)=ns, (b)=* (a) x (b) = ns | | |
| CV (%) | (a) | 50.20 | | (a) | 14.19 | |
| | (b) | 24.28 | | (b) | 5.54 | |

ตัวเลขที่อยู่ในช่วงสมมติเดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/}สภาพอาศัยน้ำฝน

^{2/}จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย

ตารางที่ 7 แสดงการปลดปล่อย CO₂ จากพื้นดินในแปลงอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน (mg CO₂/m²/d) อ้อยต่อ 1

| Water management | Age (DAP) | 0-0-0 | Filter cake | Treatment | | | Bare soil |
|-------------------|-----------|--------|-------------|-----------|-----------------------|-------------------------|-----------|
| | | | | 18-3-12 | 18-3-12 + Filter Cake | 27-4.5-18 + Filter Cake | |
| Rainfed | 36 | 2,776 | 3,248 | 2,855 | 3,496 | 3,287 | 3,038 |
| | 63 | 3,994 | 3,785 | 3,771 | 3,706 | 3,837 | 4,020 |
| | 93 | 5,002 | 3,745 | 3,274 | 3,771 | 3,195 | 3,575 |
| | 125 | 4,963 | 5,827 | 5,513 | 5,867 | 6,521 | 5,186 |
| | 155 | 3,156 | 3,693 | 3,667 | 4,636 | 3,365 | 3,418 |
| | 185 | 6,775 | 6,815 | 6,730 | 6,749 | 6,540 | 6,631 |
| | 245 | 10,395 | 9,937 | 9,793 | 8,863 | 9,714 | 9,845 |
| | 275 | 7,975 | 5,945 | 7,687 | 5,068 | 7,477 | 9,088 |
| | 304 | 7,360 | 5,133 | 5,710 | 4,060 | 6,325 | 5,382 |
| | 338 | 3,837 | 3,418 | 3,496 | 4,557 | 4,518 | 4,623 |
| 367 | 3,483 | 3,418 | 3,287 | 3,758 | 3,313 | 3,470 | |
| Crop requirements | 36 | 2,881 | 3,287 | 3,536 | 2,986 | 3,156 | 3,379 |
| | 63 | 3,745 | 4,164 | 4,086 | 3,235 | 3,850 | 3,562 |
| | 93 | 3,627 | 3,785 | 3,221 | 3,816 | 3,640 | 3,667 |
| | 125 | 5,958 | 6,600 | 5,736 | 5,592 | 6,954 | 5,683 |
| | 155 | 5,225 | 5,382 | 4,937 | 4,583 | 6,037 | 3,274 |
| | 185 | 6,507 | 6,573 | 5,636 | 6,350 | 7,070 | 5,407 |
| | 245 | 7,789 | 7,763 | 6,335 | 8,116 | 8,103 | 7,540 |
| | 275 | 7,111 | 5,081 | 4,007 | 3,832 | 6,037 | 5,500 |
| | 304 | 6,731 | 5,290 | 4,321 | 4,497 | 4,623 | 4,898 |
| | 338 | 4,335 | 3,470 | 3,339 | 4,138 | 4,060 | 4,243 |
| 367 | 3,313 | 3,365 | 2,658 | 3,614 | 4,046 | 4,544 | |

ตารางที่ 8 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน(ร้อยละ)ในลำต้น ของอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

| กรรมวิธี | อ้อยปลูก | | | อ้อยต่อ 1 | | |
|------------------------|------------------------------------|------------------|--------|-----------------------------------|----------|--------|
| | RF ^{1/} | IR ^{2/} | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย |
| 0-0-0 | 50.7 | 49.2 | 49.9 | 46.7 a-d | 47.8 ab | 47.2 |
| Filter cake | 49.4 | 47.5 | 48.5 | 46.1 a-d | 44.4 cd | 45.2 |
| 18-3-12 | 50.5 | 48.4 | 49.5 | 44.7 bcd | 47.2 a-d | 45.9 |
| 18-3-12 + Filter Cake | 48.1 | 49.1 | 48.6 | 47.9 a | 44.2 d | 46.0 |
| 27-4.5-18+ Filter Cake | 50.7 | 46.0 | 48.4 | 46.3 a-d | 47.4 abc | 46.8 |
| เฉลี่ย | 49.9 | 48.0 | | 46.3 | 46.2 | |
| F-Test | (a)= ns, (b)= ns (a) x (b) = ns | | | (a)= ns, (b)= ns (a) x (b) = * | | |
| CV (%) | (a) | 5.38 | | (a) | 2.27 | |
| | (b) | 6.04 | | (b) | 3.92 | |

ตัวเลขที่อยู่ในช่วงสมรภูมิเดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/}สภาพอาศัยน้ำฝน

^{2/}จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย

ตารางที่ 9 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน(ร้อยละ)ใบสด ของอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

| กรรมวิธี | อ้อยปลูก | | | อ้อยต่อ 1 | | |
|------------------------|------------------------------------|------------------|--------|-----------------------------------|------|---------|
| | RF ^{1/} | IR ^{2/} | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย |
| 0-0-0 | 49.1 | 51.1 | 50.1 | 36.8 | 36.9 | 36.8 ab |
| Filter cake | 49.3 | 50.6 | 50.0 | 38.9 | 35.9 | 37.4 a |
| 18-3-12 | 48.7 | 47.5 | 48.1 | 37.7 | 36.7 | 37.2 a |
| 18-3-12 + Filter Cake | 48.3 | 48.9 | 48.6 | 34.8 | 37.8 | 36.3 ab |
| 27-4.5-18+ Filter Cake | 50.2 | 47.2 | 48.7 | 33.6 | 35.1 | 34.3 b |
| เฉลี่ย | 49.1 | 49.1 | | 36.3 | 36.5 | |
| | (a)= ns, (b)= ns (a) x (b) = ns | | | (a)= ns, (b)= * (a) x (b) = ns | | |
| CV (%) | (a) | 5.46 | | (a) | 5.73 | |
| | (b) | 4.96 | | (b) | 6.27 | |

ตัวเลขที่อยู่ในช่วงสมรภูมิเดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/}สภาพอาศัยน้ำฝน

^{2/}จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย

ตารางที่ 10 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน(ร้อยละ)ใบแห้ง ของอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

| กรรมวิธี | อ้อยปลูก | | | อ้อยต่อ 1 | | |
|------------------------|-----------------------------------|------------------|--------|------------------------------------|-------|--------|
| | RF ^{1/} | IR ^{2/} | เฉลี่ย | RF | IR | เฉลี่ย |
| 0-0-0 | 47.5 ab | 46.0 ab | 46.8 | 33.5 | 39.2 | 36.4 |
| Filter cake | 46.4 ab | 45.4 b | 45.9 | 39.5 | 38.8 | 39.1 |
| 18-3-12 | 49.6 ab | 49.5 ab | 49.6 | 40.4 | 37.1 | 38.7 |
| 18-3-12 + Filter Cake | 49.7 ab | 49.8 a | 49.7 | 40.5 | 39.1 | 39.8 |
| 27-4.5-18+ Filter Cake | 48.8 ab | 47.7 ab | 48.2 | 34.8 | 44.1 | 39.5 |
| เฉลี่ย | 48.4 | 47.7 | | 37.7 | 39.7 | |
| F-Test | (a)= ns, (b)= ns (a) x (b) = * | | | (a)= ns, (b)= ns (a) x (b) = ns | | |
| CV (%) | (a) | 7.66 | | (a) | 13.48 | |
| | (b) | 5.19 | | (b) | 15.37 | |

ตัวเลขที่อยู่ในช่วงสมมติเดียวกันที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{1/}สภาพอาศัยน้ำฝน

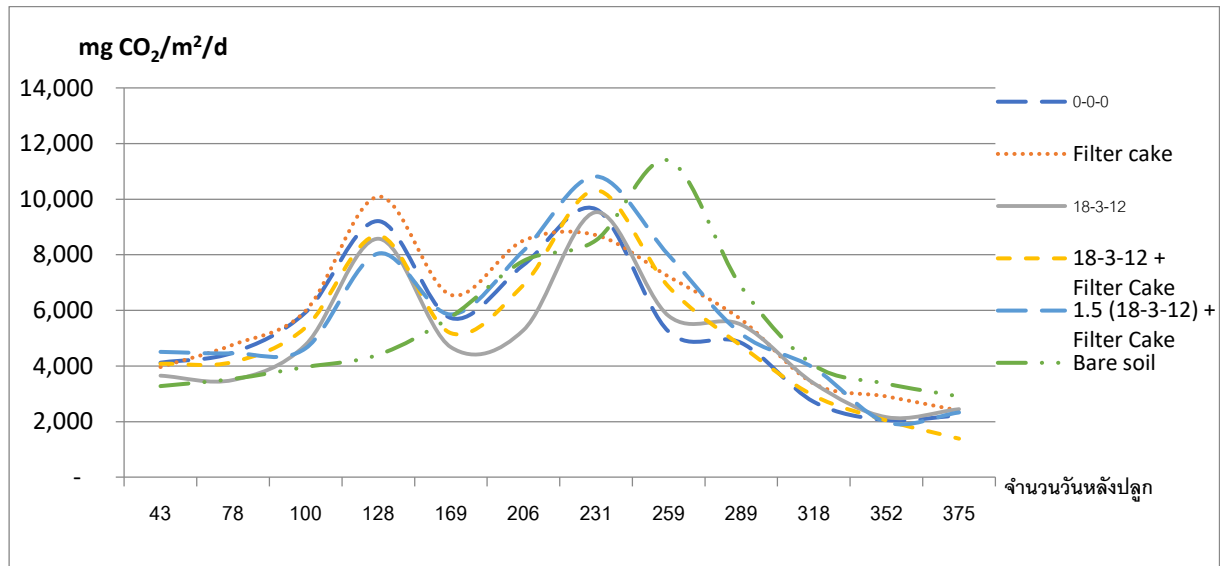
^{2/}จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย

ตารางที่ 11 ปริมาณสมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อยในอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

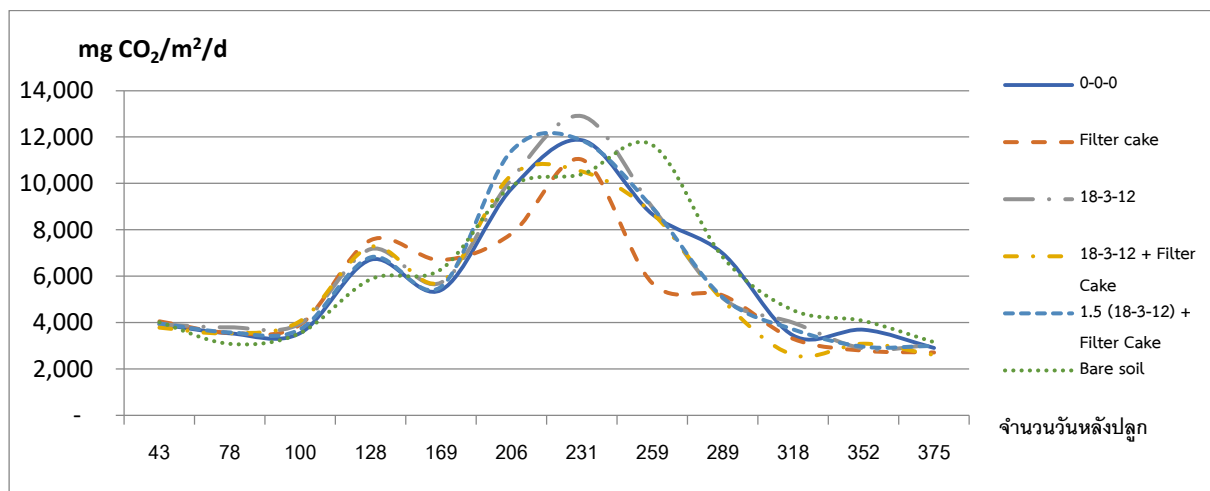
| กรรมวิธี | ปริมาณ คาร์บอน (กก/ไร่) | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|------|--------|-------|------------|-------|
| | ดิน | ใบสด | ใบแห้ง | ลำ | C Emission | สมดุล |
| สภาพอาศัยน้ำฝน | | | | | | |
| 0-0-0 | 4,212 | 241 | 204 | 4,364 | 914 | -621 |
| Filter cake | 4,212 | 294 | 119 | 3,391 | 852 | 382 |
| 18-3-12 | 4,212 | 258 | 228 | 3,428 | 938 | 332 |
| 18-3-12 + Filter Cake | 4,212 | 303 | 266 | 3,736 | 886 | 161 |
| 27-4.5-18+ Filter Cake | 4,212 | 178 | 147 | 3,371 | 924 | 243 |
| จัดการน้ำตามความต้องการของอ้อย | | | | | | |
| 0-0-0 | 4,212 | 484 | 264 | 5,442 | 861 | -1343 |
| Filter cake | 4,212 | 570 | 209 | 4,762 | 950 | -721 |

| | | | | | | |
|------------------------|-------|-----|-----|-------|-----|-------|
| 18-3-12 | 4,212 | 503 | 302 | 4,252 | 788 | -23 |
| 18-3-12 + Filter Cake | 4,212 | 391 | 159 | 5,731 | 842 | -1811 |
| 27-4.5-18+ Filter Cake | 4,212 | 377 | 248 | 4,076 | 918 | -157 |

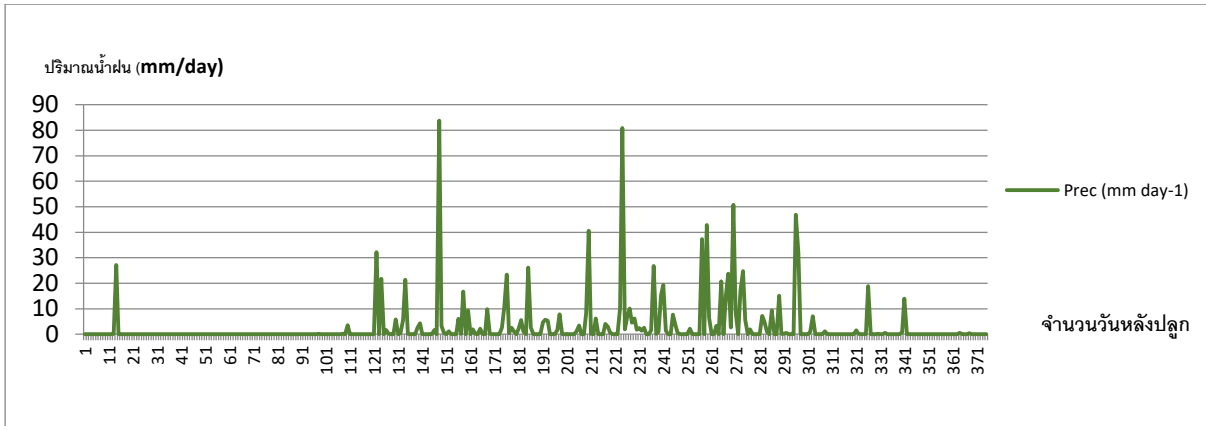
หมายเหตุ ไม่มีข้อมูลน้ำหนักราก



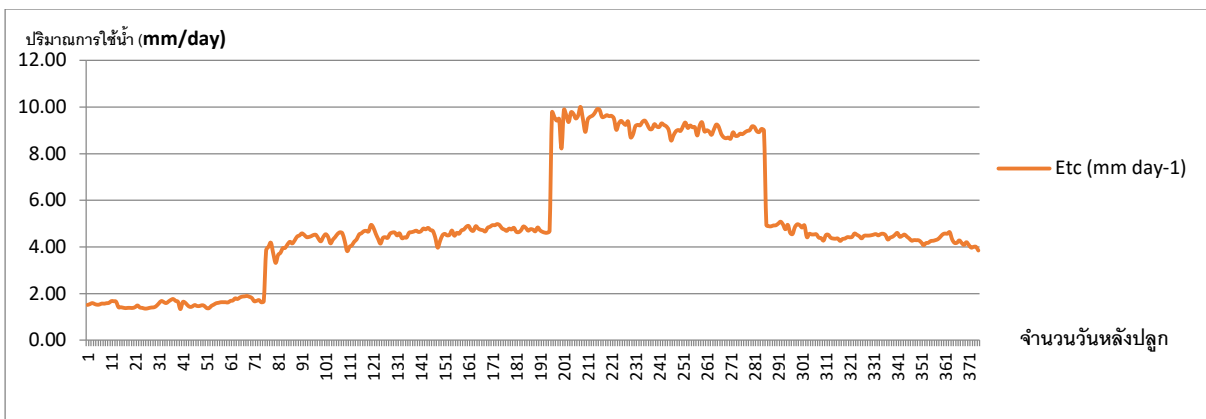
ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงปริมาณการปลดปล่อย CO₂ จากพื้นที่ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยมีการจัดการน้ำ



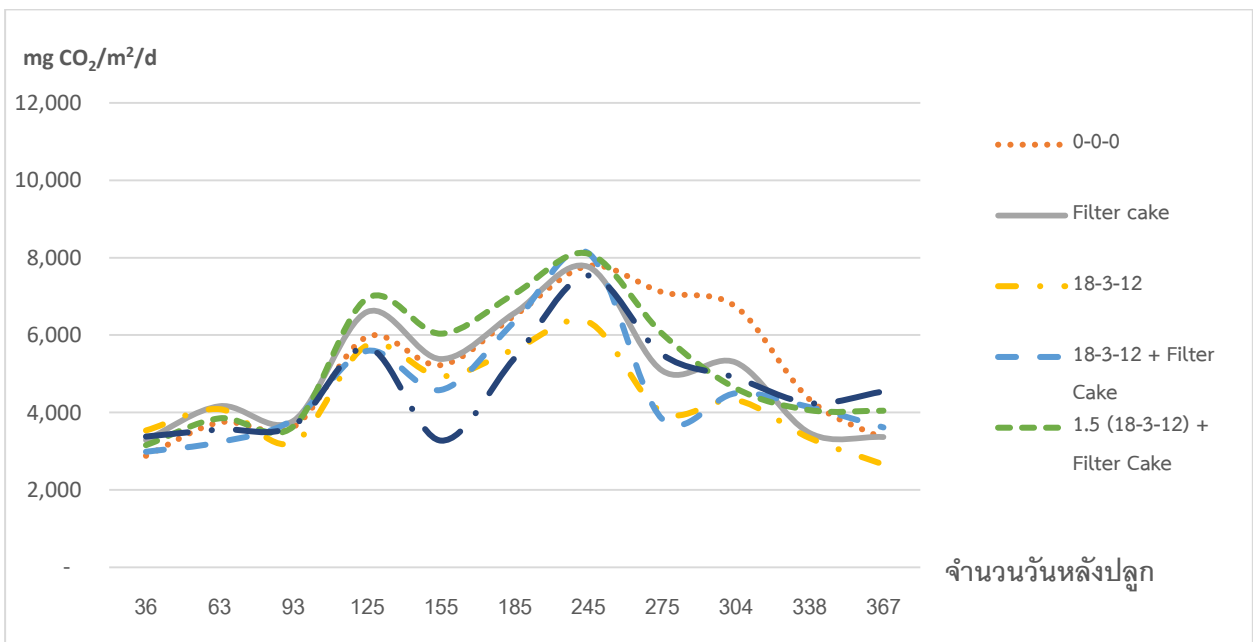
ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงปริมาณการปลดปล่อย CO₂ จากพื้นที่ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยไม่มีการจัดการน้ำ



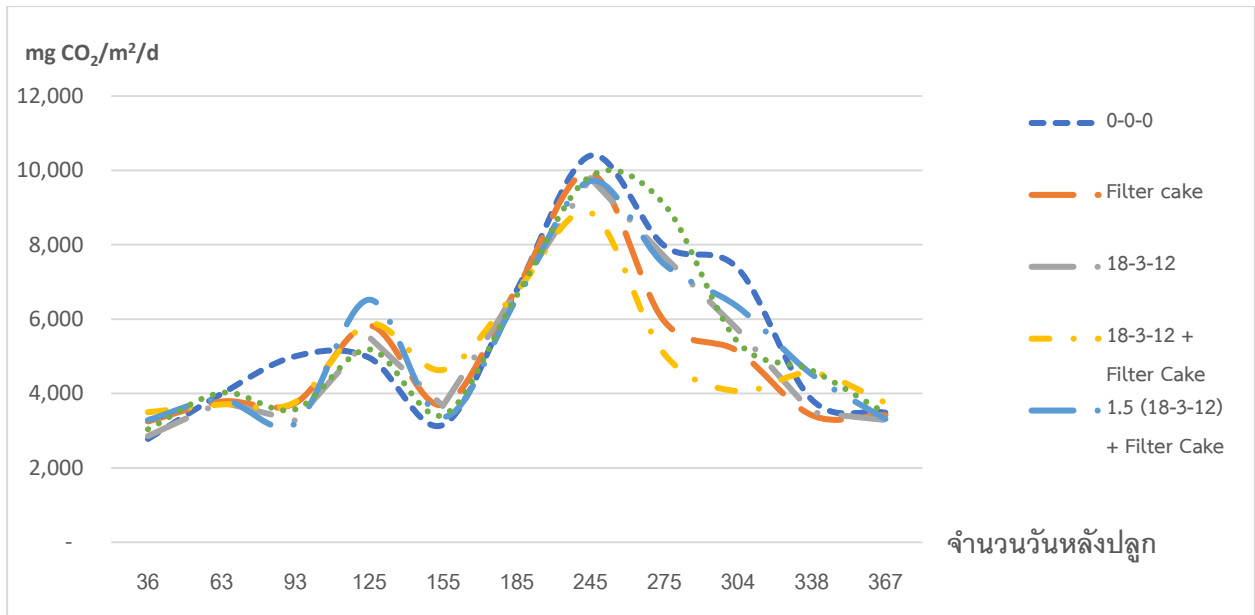
ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงปริมาณน้ำฝนในแปลงทดลองหลังการปลูกอ้อย



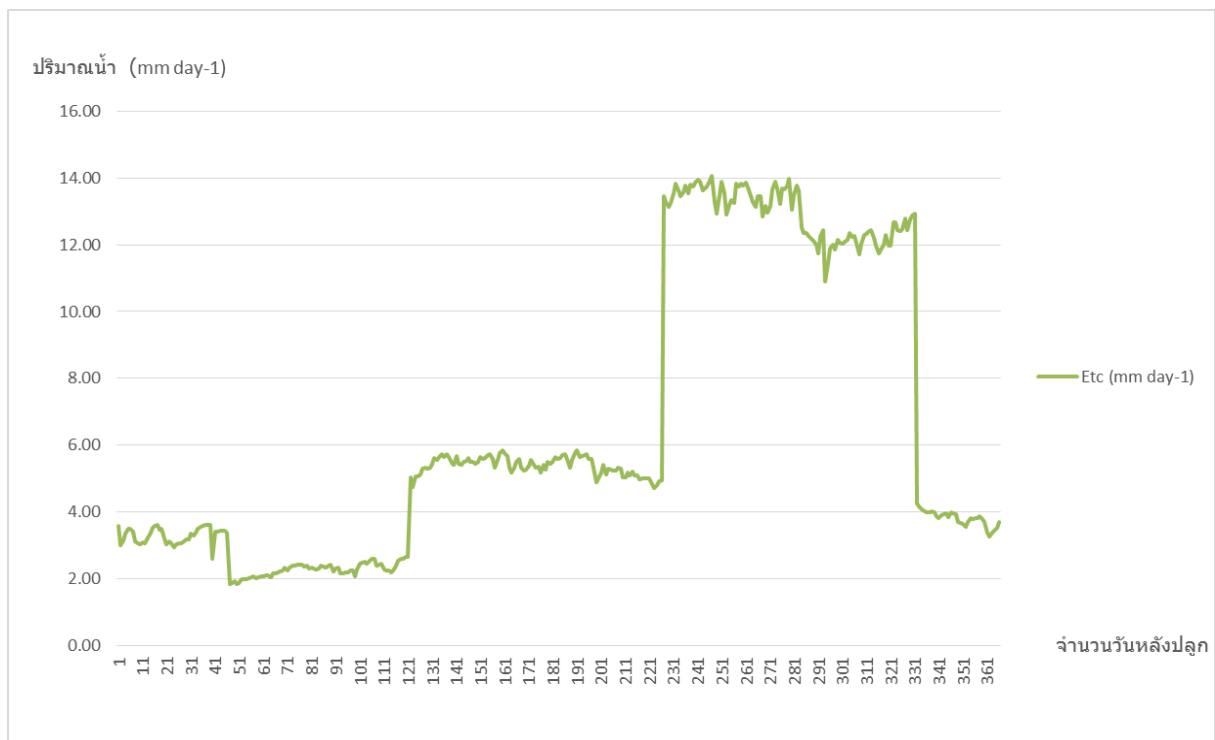
ภาพที่ 4 แผนภาพแสดงปริมาณการใช้น้ำของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3



ภาพที่ 5 ปริมาณการปลดปล่อย CO₂ จากพื้นที่ปลูกอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 โดยมีการจัดการน้ำ



ภาพที่ 6 ปริมาณการปลดปล่อย CO₂ จากพื้นที่ปลูกอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 โดยไม่มีการจัดการน้ำ



ภาพที่ 7 ความต้องการน้ำของอ้อยต่อ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3