การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับแปลง
Assessment of Aboveground Biomass and Carbon Storage of Sugarcane at Field Scale Level

นุชนาฏ ตันวรรณ สายน้ำ อุดพ้วย ปรีชา กาเพ็ชร[1] วลัยพร ศะศิประภา[2]
อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข [3]

Nutchanart Tanwan Sainam Udpuay Preecha Kapetch[1] Walaiporn Sasiprapa[2]
Udomsak Daunmeesuk[3]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Enhancing carbon dioxide absorption in plant is the most common practice to mitigate a global warming. The objective of this study was to investigate an effect of nutrient management on biomass and carbon storage of sugarcane. The experiment was conducted in clay loam soil in the field condition at Suphan Buri Field Crops Research Center, Suphan Buri Province from 2020 to 2021. The experimental design was a split plot with four replicates. Main plots comprised Khon Kaen 3 and U-Thong 15 sugarcane varieties. Subplots were fertilizers application levels, i.e. 7.5-3-6, 15-3-6 and 22.5-3-6 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai. The results showed that clay loam soil as Kamphaeng Saen soil series was moderate to high soil fertility level. At 6 months after planting, the net photosynthesis rate of sugarcane leaves reached maximum CO_2 fixation during 8 a.m. to 2 p.m. at average 21.276 21.276 μmol $CO_2\, m^{-2}\, s^{-1}$. Among the two varieties, an average carbon storage in one crop yield of U-thong 15 sugarcane variety can store more carbon than Khon Kean 3 sugarcane variety which were about 5.26 and 4.98 tons C/rai, respectively. With U-Thong 15, the fertilizer should be applied at 22.5-3-6 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai, which had the most carbon storage, average of 6.09 tons C/rai or 22.3 tons CO_2/rai for carbon absorption capacity. Therefore, the right nutrient management and a selection of proper varieties are a key management practice for improving a biomass and carbon storage of sugarcane.

Keywords : Carbon storages, Sugarcane, Nutrient management, Clay loam soil

[1]ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
[1]Chiang Mai field crops research center
[2]ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
[2]Information technology center
[3]ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี
[3]Lopburi seed research and development center

บทคัดย่อ

การเพิ่มศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการกักเก็บคาร์บอนในพืช เป็นแนวทางปฏิบัติอย่างหนึ่งที่ช่วยบรรเทาภาวะโลกร้อน จึงได้ทำการศึกษาถึงผลการจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่อมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในพื้นที่ดินร่วนเหนียว ดำเนินการที่แปลงทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2564 วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย 1) พันธุ์ขอนแก่น 3 และ 2) พันธุ์อู่ทอง 15 และปัจจัยรอง คือ อัตราปุ๋ย ได้แก่ 7.5-3-6 15-3-6 และ 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ผลการทดลองพบว่า ดินร่วนเหนียว ชุดดินกำแพงแสนมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-สูง ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูกอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบอ้อย ตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงสุดช่วงเวลา 08.00 – 14.00 น. ประสิทธิภาพสูงสุด เฉลี่ย 21.276 $\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ เมื่อมีการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูกอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 สามารถกักเก็บคาร์บอนมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยกักเก็บคาร์บอน เฉลี่ย 5.26 และ 4.98 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ โดยการใส่ปุ๋ย อัตรา 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ สามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ได้มากที่สุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 22.3 ตัน CO_2/ไร่ ดังนั้นควรใส่ปุ๋ยและเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสม จึงเป็นแนวทางปฏิบัติที่สำคัญในการเพิ่มชีวมวลและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของอ้อย

คำหลัก : การกักเก็บคาร์บอน อ้อย การจัดการธาตุอาหาร ดินร่วนเหนียว

คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของไทย ปีการผลิต 2562/2563 มีพื้นที่ปลูกอ้อย 11.96 ล้านไร่ และมีปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานประมาณ 77 ล้านตัน ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 7.85 ตันต่อไร่ (สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2563) การปลูกอ้อยสามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในเนื้อเยื่อพืช เนื่องจากอ้อยมีส่วนประกอบที่เรียกว่า Phytoliths มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบทำหน้าที่หุ้มคาร์บอนอินทรีย์อยู่ภายใน มักพบในเนื้อเยื่อพืช โดยเฉพาะในหญ้าอาหารสัตว์และพืชไร่ อ้อยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ตระกูลหญ้า (Poaceae family) เป็นพืช C_4 มีรูปแบบการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าพืชประเภทอื่น โดยมีมวลแห้งรวมทั้งหมด 16.2 ตัน/ไร่ (ประสิทธิ์ และสุนทรี, 2554) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกตรึงไว้ในต้นอ้อย สามารถกักเก็บ CO_2 ได้มากถึง 0.66 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ในขณะที่พืชผลอื่น ๆ (โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว) สามารถกักเก็บ CO_2 ได้ค่อนข้างน้อย ดังนั้นประโยชน์ของการปลูกอ้อยนั้นไม่ได้จำกัดแค่เพียงผลผลิตที่ได้อย่างน้ำตาลเท่านั้น ยังรวมถึงด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากกักเก็บปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากผลผลิตของอ้อยเอง (Parr and Sullivan, 2007) ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมชีวมวล ได้แก่ สภาพแวดล้อม ชนิดพืชพรรณ ระยะการเจริญเติบโต และการจัดการ เช่น ความผันแปรของฤดูกาลมีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบพืช จะเห็นว่าแม้จะมีการใช้พันธุ์และเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (วีระพล และคณะ, 2554) แต่ยังมีการใส่ปุ๋ยที่ยังต่ำอยู่ (ประสิทธิ์ และสุนทรี, 2554) Jangpromma *et al.* (2012) ศึกษาการเจริญเติบโตของราก และประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อยในพื้นที่แห้งแล้ง พบว่า ขนาดของลำต้น ความยาวราก และมวลชีวภาพลดลง ซึ่งมีผลกระทบต่อการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย ดังนั้นนอกจากสภาพแวดล้อมแล้ว การจัดการน้ำ มีส่วนช่วยเพิ่มมวลชีวภาพของอ้อยเช่นกัน

อ้อยแต่ละพันธุ์มีรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแตกต่างกัน จากการศึกษาของ จิดาภา และคณะ (2560) พบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง 12 และอู่ทอง 13 มีน้ำหนักแห้งเหนือดินลดลงเมื่อขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต การคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่มีข้อจำกัดบางประการมีความสำคัญมากในการเพิ่มผลผลิตอ้อย ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดี จะสามารถเพิ่มอัตราการสะสมของมวลชีวภาพ ซึ่งนำไปสู่การกักเก็บคาร์บอนที่มากขึ้นเช่นกัน

นอกจากการเพิ่มศักยภาพของต้นอ้อยในการดูดซับ CO_2 แล้ว การใช้ปุ๋ยเคมีก็มีผลโดยตรงต่อการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก Tenelli *et al.* (2021) รายงานว่า อ้อยเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) ในปริมาณมาก เนื่องจากไนโตรเจนมีความสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืชมากที่สุด และมีบทบาทสำคัญในการแตกกอ และการยืดของลำอ้อย นอกจากนี้การขาดไนโตรเจนยังส่งผลให้พื้นที่ใบลดลงจึงทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตลดลง

ด้วย (Sreewarome *et al.,* 2007) เมื่อมีการใส่ปุ๋ย N สามารถช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพืช เพิ่มผลผลิตและปริมาณมวลชีวภาพ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอน (Shahid *et al.,* 2017) อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้เป็นอย่างดี มีความเหมาะสมตามระดับความอุดมสมบูรณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำที่สามารถลดปริมาณก๊าซ CO_2 ในบรรยากาศ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยปลูก 2 พันธุ์ที่มีการจัดการปุ๋ยแตกต่างกันในสภาพแปลงทดลองปลูกอ้อย เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกพันธุ์และวิธีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สามารถช่วยเพิ่มชีวมวลและการกักเก็บปริมาณคาร์บอนในพืชได้ สำหรับรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และอาจเป็นประโยชน์ต่อศักยภาพการผลิตคาร์บอนเครดิตของประเทศไทยในอนาคต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

ท่อนพันธุ์อ้อย ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์อู่ทอง 15 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินและพืช วัสดุวิทยาศาสตร์และสารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

วิธีการ

ดำเนินการทดลองในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ชุดดินกำแพงแสน (Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic, Typic *Haplustalfs*) พิกัด 47P 592842^{E} 1581588^{N} ความสูงจากระดับน้ำทะเล 4 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย ปัจจัยหลัก (Main-plot) คือ พันธุ์อ้อย จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์ขอนแก่น 3 และ 2) พันธุ์อู่ทอง 15 ปัจจัยรอง (Sub-plot) คือ อัตราปุ๋ย มี 3 ระดับ ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 7.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และ 3) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ขนาดแปลงย่อย 7.5 x 5 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 1.5 เมตร ทำการปลูกวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้ง สำหรับอ้อยปลูกใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราที่กำหนด ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่ครั้งเดียวเต็มอัตรา ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยมีอายุประมาณ 4 เดือนและเมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ ทำการให้น้ำเสริมแบบปล่อยร่อง เก็บเกี่ยววันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 จำนวน 3 แถว ๆ ละ 5 เมตร ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 22.5 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย

วิเคราะห์สมบัติดินในพื้นที่ทำการศึกษา

วิเคราะห์สมบัติดินแบบสุ่มรวม (composited sample) ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร พบว่ามีความหนาแน่นรวม อยู่ในช่วง 1.45-1.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง ดังนั้นเมื่อประเมินการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย อัตราที่แนะนำ คือ 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์สมบัติดินในพื้นที่ทำการศึกษา

Soil properties	Top soil (0 – 20 cm)	Subsoil (20 – 50 cm)	Optimal values of sugarcane
pH (1:1)	6.8	6.8	5.5 – 7.5
EC (1:5) (dS/m)	0.4	0.4	-
OM (%)	1.5	1.4	1.5 – 2.5
OC (%)	0.9	0.8	-
Available P (Bray-II) (mg/kg)	148	140	10 – 20
Exchangeable K (mg/kg)	168	170	80 – 150
Exchangeable Ca (mg/kg)	1395	1327	110 – 125
Exchangeable Mg (mg/kg)	233	236	12 – 30
% Sand	40.2	46.9	-
% Silt	30.1	25.6	-
% Clay	29.7	27.5	-
Texture	Clay loam	Sandy clay loam	Sandy loam – Clay loam
Bulk Density (g/cm^{-3})	1.45	1.50	-

ที่มา : ดัดแปลงปรีชา (2547) และ กรมวิชาการเกษตร (2564)

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด
2. บันทึกข้อมูลมวลชีวภาพของน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ ของอ้อย ได้แก่ ลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง
3. ประเมินการกักเก็บคาร์บอน จากการวิเคราะห์อินทรียคาร์บอนในพืช โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน โดยมีสมการ ดังนี้

$$\text{การกักเก็บคาร์บอน (ตันคาร์บอน/ไร่)} = \frac{\text{มวลชีวภาพ (ตัน/ไร่)} \times \text{ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (\%)}}{100}$$

4. ประเมินการการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีสมการ ดังนี้

$$\text{การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์} = \frac{\text{การกักเก็บคาร์บอน} \times 44}{12}$$

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละพันธุ์และการจัดการปุ๋ย โดยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2562 - สิ้นสุด กันยายน 2564

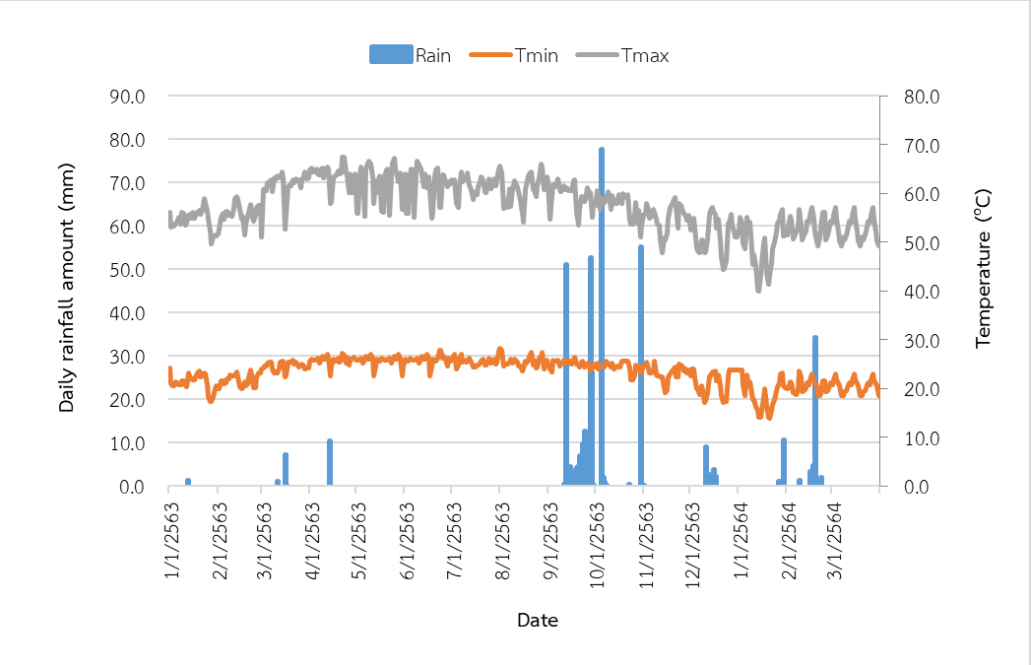
สถานที่ทำการทดลอง

- ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี
- กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพภูมิอากาศฤดูปลูกอ้อย

ตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งอ้อยอยู่ในระยะตั้งตัว (0 – 30 วัน) อ้อยได้รับน้ำฝน 8.5 มิลลิเมตร เฉลี่ย 0.3 มิลลิเมตรต่อวัน โดยอ้อยที่ระยะตั้งตัว (0 - 30 วัน) มีความต้องการน้ำเฉลี่ย 1.1 มิลลิเมตรต่อวัน เมื่ออ้อยเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (31 – 170 วัน) ได้รับน้ำฝน 10.4 มิลลิเมตร เฉลี่ย 0.1 มิลลิเมตรต่อวัน ในระยะนี้อ้อยมีความต้องการน้ำที่บ่อยครั้ง เฉลี่ย 4.4 มิลลิเมตรต่อวัน เพื่อใช้ในการแตกกอและสร้างปล้อง ขณะที่ระยะสร้างน้ำตาลหรือช่วงสร้างผลผลิต (171 -295 วัน) อ้อยได้รับน้ำฝน 316.4 มิลลิเมตร เฉลี่ยเพียง 2.5 มิลลิเมตรต่อวัน แต่ในระยะนี้อ้อยมีความต้องการน้ำในปริมาณมาก เฉลี่ย 10.2 มิลลิเมตรต่อวัน จนกระทั่งเข้าสู่ระยะสุกแก่ (296 – 330 วัน) แม้ว่าช่วงนี้จะเป็นช่วงที่อ้อยต้องการน้ำลดลง เฉลี่ย 6.4 มิลลิเมตรต่อวัน แต่ยังมีปริมาณน้ำฝนเพียง 21.2 มิลลิเมตร เฉลี่ย 0.6 มิลลิเมตรต่อวัน จะเห็นว่าตลอดอายุการเจริญเติบโตของอ้อย มีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อความต้องการการน้ำของอ้อย ดังนั้นจึงต้องมีการให้น้ำเสริมแบบปล่อยร่อง แต่เมื่ออ้อยอายุ 8 เดือน มีฝนตกปริมาณมากในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม เป็น 179.7 และ 136.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในช่วงดังกล่าวต้นอ้อยส่วนมากล้มเสียหาย และน้ำท่วมแปลงปลูก ทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปลูกวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 จนกระทั่งเก็บเกี่ยววันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เท่ากับ 369.7 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.9 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย อยู่ในช่วง 30-35 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 1 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563)



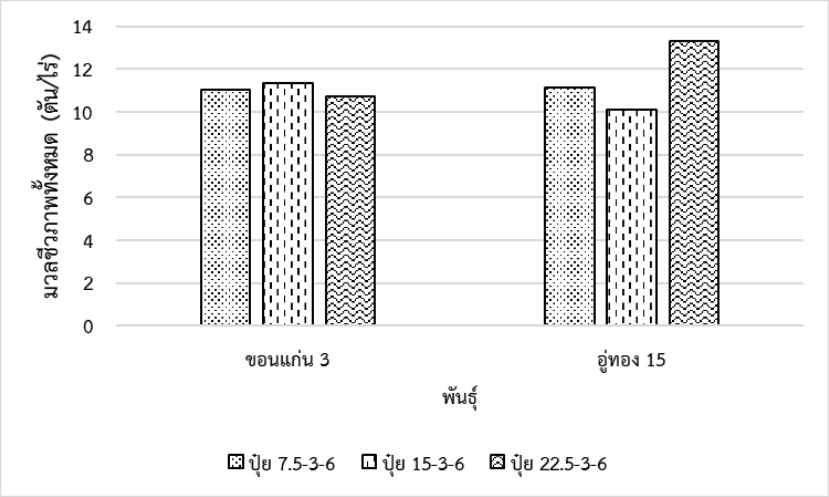
ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาเกษตรอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2563 – มีนาคม 2564

Note: ปลูกอ้อยแปลงศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี เมื่อวันที่ 5 ก.พ. 63 พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้นตามกรรมวิธีที่กำหนด ให้น้ำหลังปลูกวันที่ 6 20 และ 23 ก.พ. 63 มีความงอกมากกว่า 80 % ส่วนที่ไม่งอกได้ทำการปลูกซ่อมเมื่อวันที่ 9 มี.ค. 63 ทำการใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 23 เม.ย. 63 ตามกรรมวิธีที่กำหนดพร้อมพรวนดินกลบ

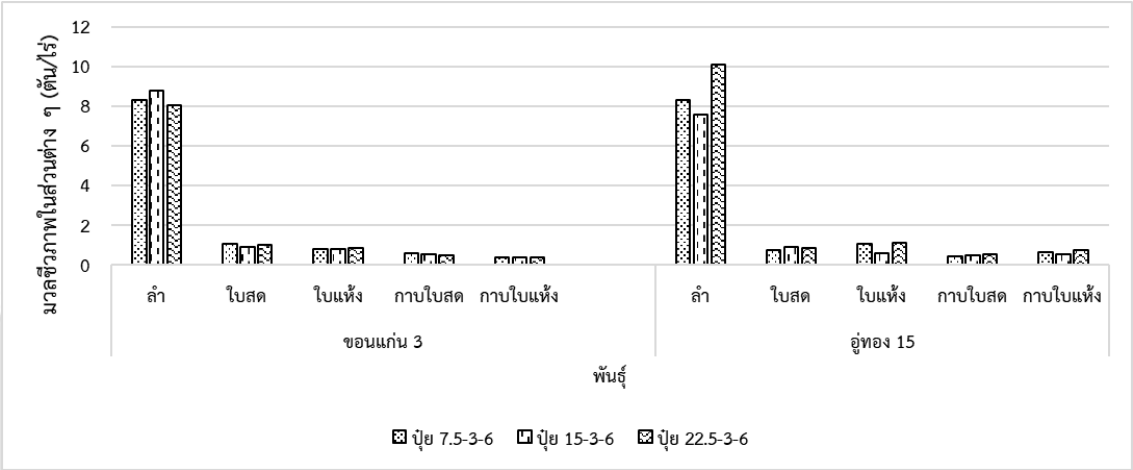
2. ปริมาณมวลชีวภาพของอ้อย

ที่อายุเก็บเกี่ยว ปริมาณมวลชีวภาพรวมสูงสุด เฉลี่ย 11.28 ตัน/ไร่ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เฉลี่ย 11.34 ตัน/ไร่ ในขณะที่พันธุ์อู่ทอง 15 มีปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เฉลี่ย 13.31 ตัน/ไร่ (ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาถึงอัตราปุ๋ยระดับต่าง ๆ พบว่า การให้ปุ๋ยอัตรา 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่งผลให้มวลชีวภาพของลำอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 สูงสุด เฉลี่ย 8.77 ตัน/ไร่ และการให้ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่งผลให้มวลชีวภาพของลำอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 สูงสุด เฉลี่ย 10.1 ตัน/ไร่ สำหรับสัดส่วนมวลชีวภาพที่อายุเก็บเกี่ยวในแต่ละส่วนของอ้อยปลูกทั้ง 2 พันธุ์ พบว่า มวลชีวภาพส่วนใหญ่สะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เฉลี่ย 8 % 8 % 4 % และ 4 % ตามลำดับ (ภาพที่ 3) เช่นเดียวกับ Watcharapirak and Pattanakiat (2009) รายงานว่าอ้อยมีการสะสมมวลชีวภาพส่วนใหญ่อยู่ในลำต้น รองลงมา คือ ใบและราก ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ผลของพันธุ์และอัตราปุ๋ย (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ต่อปริมาณมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของอ้อย ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูปลูกปี 2563



ภาพที่ 3 สัดส่วนปริมาณมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่ปลูกในในดินร่วนเหนียว ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูปลูกปี 2563 ที่อายุเก็บเกี่ยว

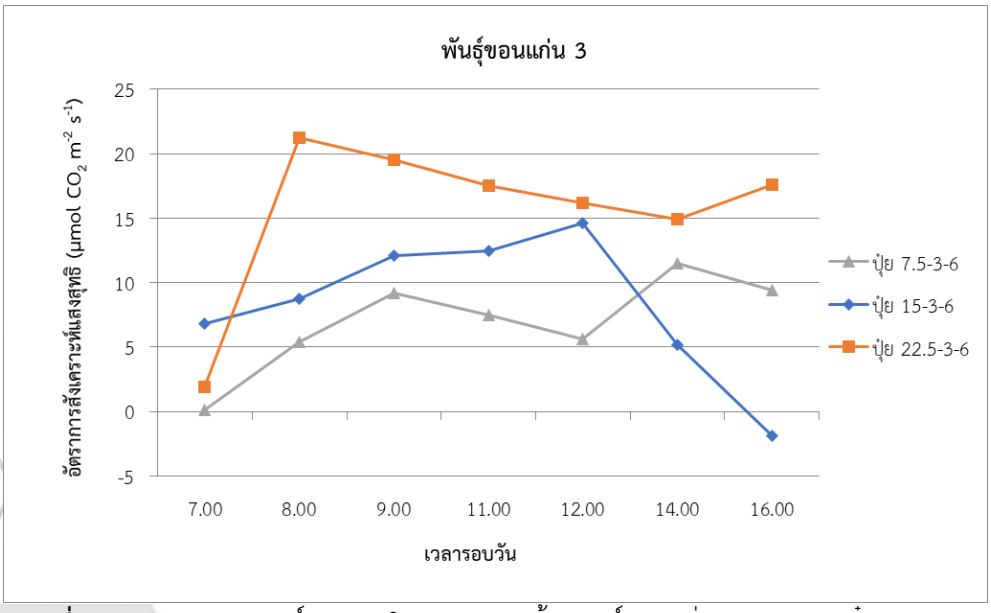
3. อัตราการสังเคราะห์แสงของอ้อย

การตอบสนองต่อแสงของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ และปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ดังภาพที่ 4 จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า การให้ปุ๋ยทั้ง 3 อัตรา พันธุ์ขอนแก่น 3 มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นจาก 7.00 น. ถึง 9.00 น. เริ่มที่ 0.140 ถึง 9.230 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ที่อัตราปุ๋ย 7-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่วนอัตราปุ๋ย 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เริ่มที่ 7.00 น. ถึง 11.00 น. ตั้งแต่ 6.791 ถึง 12.451 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ในขณะที่อัตราปุ๋ย 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบอ้อย เพิ่มขึ้นจาก 7.00-8.00 น.

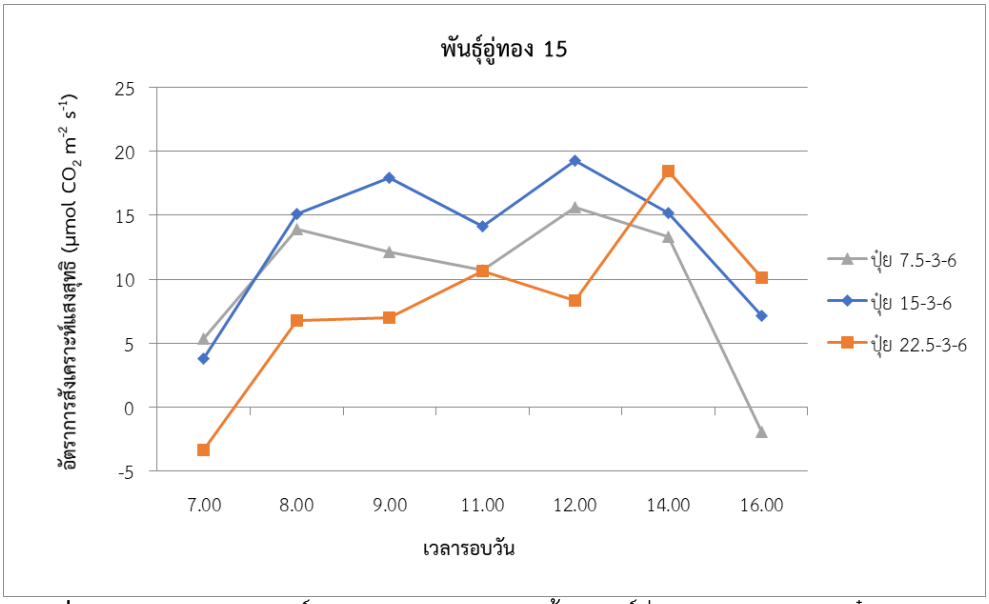
เริ่มจาก 1.889 ถึง 21.276 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} และค่อย ๆ ลดลงจนถึงเวลา 14.00 น. เฉลี่ย 14.946 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} จะเห็นว่า การให้ปุ๋ย 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีอัตราการแลกเปลี่ยน CO_2 สูงสุด เมื่อเทียบกับอัตราการให้ปุ๋ยระดับอื่น ๆ

รูปแบบของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบในรอบวันของอ้อย พันธุ์อู่ทอง 15 พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ เพิ่มขึ้นจาก 7.00 น. จนถึง 9.00 น. จาก 5.393 ถึง 12.138 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ที่อัตราปุ๋ย 7-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และ จาก 3.820 ถึง 17.937 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ที่อัตราปุ๋ย 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และลดลงที่ 11.00 น. เฉลี่ย 10.728 และ 14.159 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} เมื่อเวลา 12.00 น. ปุ๋ยอัตรา 7-3-6 และ 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด ถึง 15.610 และ 19.308 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ในขณะที่อัตราปุ๋ย 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นจาก 7.00 น. จนถึง 11.00 น. จาก -3.324 ถึง 10.677 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} แสดงว่าการให้ปุ๋ย อัตรา 22.5-3-6 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ช่วยรักษาอัตราการสังเคราะห์แสงในช่วงนี้ได้ดี จากนั้น ที่เวลา 12.00 น. อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลง เฉลี่ย 8.321 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} และเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่เวลา 14.00 น. เฉลี่ย 18.435 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} สรุปได้ว่า พันธุ์อู่ทอง 15 การให้ปุ๋ยที่ อัตรา 15-3-6 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เฉลี่ย 19.305 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ที่เวลา 12.00 น. (ภาพที่ 5)

อัตราการสังเคราะห์แสงของใบอ้อย ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก จะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เวลา 7.00 น. โดยสัมพันธ์กับความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นและจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 08.00 – 14.00 น. หลังจากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง ดังนั้นพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดในกลุ่มนี้ คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการให้ปุ๋ยที่อัตรา 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ โดยมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบสูงสุด เฉลี่ย 21.276 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} รองลงมาเป็น พันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการให้ปุ๋ยที่อัตรา 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบ เฉลี่ย 19.308 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงเวลาที่ต้นอ้อยตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงสุด คือ เวลา 09.00-14.00 น. จะเห็นว่าพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงไม่เท่ากัน เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ชนิดและปริมาณรงควัตถุในใบพืช สภาพภูมิอากาศ (ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ) (ธีรโชติ และคณะ, 2556)



ภาพที่ 4 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอัตราปุ๋ย (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ในดินร่วนเหนียว ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก



ภาพที่ 5 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 และอัตราปุ๋ย (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ในดินร่วนเหนียว ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก

4. ปริมาณมวลชีวภาพของน้ำหนักแห้งส่วนต่าง ๆ ของอ้อย

การจัดการปุ๋ยที่ต่างกันไม่มีผลต่อการสะสมมวลชีวภาพของน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าใส่ปุ๋ยเคมี 7-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับอ้อยปลูกทั้ง 2 พันธุ์ ส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละส่วนไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (1 เท่า ตามค่าวิเคราะห์ N) พบว่า มวลชีวภาพส่วนใหญ่จะถูกสะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้งเฉลี่ย 8 8 4 และ 4 % ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของประสิทธิ์ และสุนทรี (2554) รายงานว่า อ้อยสร้างมวลสะสมไว้ที่ลำเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นมวลส่วนที่มากที่สุดถึง 77 %

ตารางที่ 2 มวลชีวภาพของน้ำหนักแห้งลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด กาบแห้ง และมวลชีวภาพของน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่ปลูกในในดินร่วนเหนียว ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูปลูกปี 2563 ที่อายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

Biomass (ton/rai) (V)									
Fertilizer management (F)	Stalk			Fresh leaves			Dry leaves		
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average
7-3-6	8.31	8.32	8.31	1.05	0.72	0.89	0.79	1.06	0.93
15-3-6	8.77	7.56	8.17	0.90	0.88	0.89	0.78	0.57	0.67
22.5-3-6	8.04	10.10	9.07	0.99	0.84	0.92	0.85	1.11	0.98
Average	8.37	8.66	8.52	0.98	0.81	0.90	0.81	0.91	0.86
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns		
CV (%)	(V)	22.2		(V)	32.1		(V)	11.6	
	(F)	18.4		(F)	16.9		(F)	23.8	

Biomass (ton/rai) (V)									
Fertilizer management (F)	Fresh leaves sheath			Dry leaves sheath			Total		
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average
7-3-6	0.57	0.41	0.49	0.34	0.64	0.49	11.06	11.15	5.95
15-3-6	0.52	0.47	0.49	0.37	0.52	0.45	11.34	10.00	6.83
22.5-3-6	0.47	0.54	0.51	0.38	0.71	0.55	10.73	13.30	7.33
Average	0.52	0.47	0.49	0.36	0.63	0.49	11.05	11.48	11.28
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns		
CV (%)	(V)	30.0		(V)	28.6		(V)	20.6	
	(F)	20.2		(F)	23.1		(F)	15.7	

หมายเหตุ ^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การกักเก็บคาร์บอนในอ้อย

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่างกัน ไม่ส่งผลให้การกักเก็บคาร์บอนในอ้อยในส่วนต่าง ๆ ที่อายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 3 แต่ลักษณะของพันธุ์อ้อยมีผลให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกาบใบแห้งแตกต่างกัน โดยกาบใบแห้งอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 สามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 เฉลี่ย 0.28 และ 0.16 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตลอดอายุการปลูกอ้อยทั้งสองพันธุ์ สามารถกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด เฉลี่ย 5.12 ตัน C/ไร่ เมื่อมีการให้ปุ๋ยอัตรา 15-3-6 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ ที่ระยะเก็บเกี่ยวอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เฉลี่ย 5.10 ตัน C/ไร่ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 15 ที่อัตราปุ๋ย 22.5-3-6 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ สำหรับกรรมวิธีที่มีการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดต่ำที่สุด คือ การใช้พันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 15-3-6 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ ให้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนเพียง 4.55 ตัน C/ไร่ ทั้งนี้อัตราการกักเก็บคาร์บอนจะแตกต่างกันตามการจัดการปุ๋ย (Watcharapirak and Pattanakiat, 2009) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย พบว่า การปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 สามารถกักเก็บคาร์บอนมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (ภาพที่ 6 - 7) สำหรับการดูดซับ CO_2 ของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ ซึ่งให้ค่าการดูดซับ CO_2 ในทำนองเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอน พบว่า อ้อยจะค่อย ๆ เพิ่มการดูดซับ CO_2 ตามการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้กรรมวิธีการใช้พันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด เฉลี่ย 22.33 ตัน CO_2/ไร่ สอดคล้องกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย แสดงดังภาพที่ 5 ทั้งนี้ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ ในส่วนต่าง ๆ ของอ้อยแต่ละพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 พันธุ์ขอนแก่น 3 มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เฉลี่ย 3.77 0.44 0.37 0.24 และ 0.16 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ หรือสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 18.26 ตัน CO_2/ไร่ คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 13.82 1.61 1.36 0.88 และ 0.59 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 15 กักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เฉลี่ย 4.00 0.36 0.41 0.21 และ 0.28 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ หรือสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 19.29 ตัน CO_2/ไร่ คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 14.67 1.32 1.50 0.77 และ 1.03 ตัน CO_2/ไร่ จากตารางจะเห็นว่าอ้อยทั้งสองพันธุ์มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่อยู่ในส่วนของลำ เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่มีลำต้นสูง 2-3 เมตร จึงสามารถเก็บชีวมวลและคาร์บอนไว้ในลำได้มากกว่าส่วนอื่น ๆ ทั้งนี้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลชีวภาพ เนื่องจากชีวมวลนั้นประกอบด้วยคาร์บอนอยู่ร้อยละ 50 (Watcharapirak and Pattanakiat, 2009)

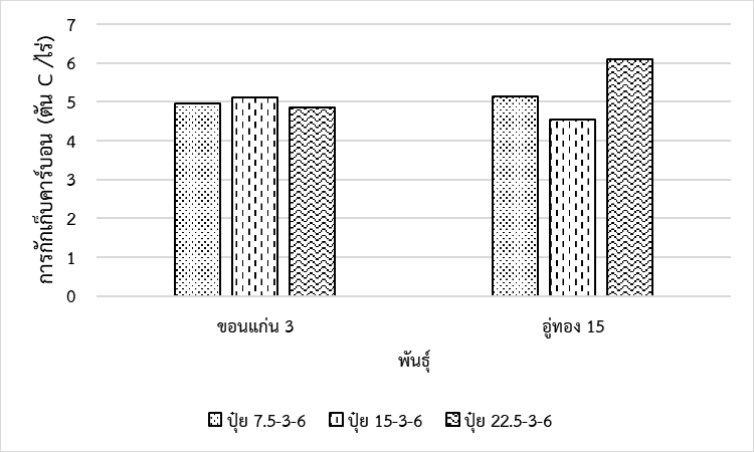
ตารางที่ 3 การกักเก็บคาร์บอนในลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด กาบแห้ง และการกักเก็บคาร์บอนรวมของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่ปลูกในในดินร่วนเหนียว ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูปลูกปี 2563 ที่อายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

Carbon Storage (ton C/rai) (V)									
Fertilizer management (F)	Stalk			Fresh leaves			Dry leaves		
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average
7-3-6	3.74	3.87	3.80	0.47	0.31	0.39	0.36	0.48	0.42
15-3-6	3.96	3.46	3.71	0.41	0.39	0.40	0.35	0.26	0.31
22.5-3-6	3.65	4.66	4.16	0.44	0.37	0.40	0.38	0.50	0.44
เฉลี่ย	3.78	4.00	3.98	0.44	0.36	0.40	0.36	0.41	0.39
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns		
CV (%)	(V)	23.3		(V)	32.8		(V)	14.1	
	(F)	17.8		(F)	17.8		(F)	25.7	

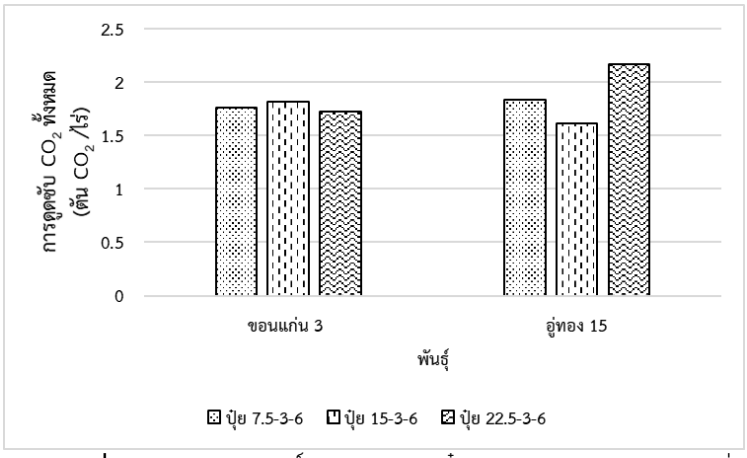
Carbon Storage (ton C/rai) (V)									
Fertilizer management (F)	Fresh leaves sheath			Dry leaves sheath			Total		
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average	KK3	UT15	Average
7-3-6	0.26	0.18	0.22	0.15	0.28	0.22	4.97	5.14	5.05
15-3-6	0.23	0.21	0.22	0.16	0.23	0.20	5.12	4.55	4.84
22.5-3-6	0.22	0.24	0.23	0.17	0.32	0.24	4.86	6.09	5.47
เฉลี่ย	0.24	0.21	0.22	0.16b	0.28a	0.22	4.98	5.26	5.12
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns		
CV (%)	(V)	28.2		(V)	28.7		(V)	22.0	
	(F)	20.0		(F)	24.8		(F)	15.7	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 6 ผลของพันธุ์และอัตราปุ๋ย (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ต่อการกักเก็บคาร์บอนของอ้อย ที่ปลูกในในดินร่วนเหนียว ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูปลูกปี 2563 ที่อายุเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 7 ผลของพันธุ์และอัตราปุ๋ย (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อย ที่ปลูกในในดินร่วนเหนียว ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูปลูกปี 2563 ที่อายุเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 2 ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนต่าง ๆ ของอ้อยปลูก ในพื้นที่ 1 ไร่

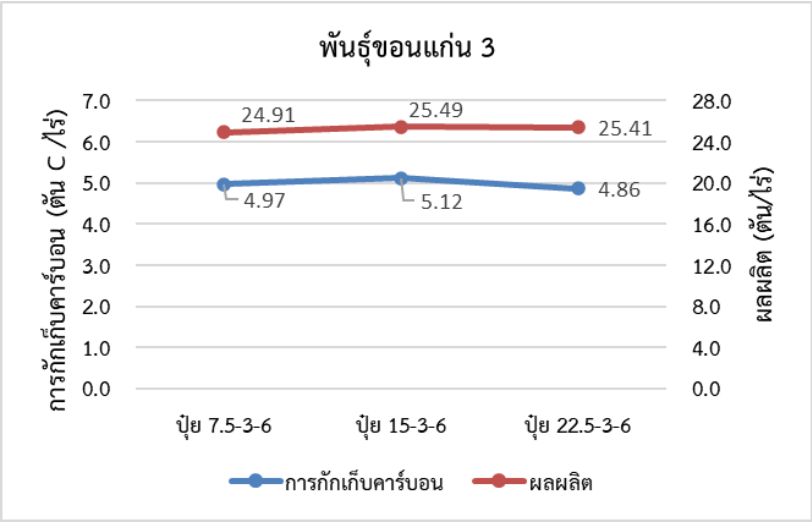
Part of sugarcane	KK3		UT15	
	Carbon Storage (ton C/rai)	CO_2 absorption (ton CO_2/rai)	Carbon Storage (ton C/rai)	CO_2 absorption (ton CO_2/rai)
Stalk	3.77	13.82	4.00	14.67
Fresh leaves	0.44	1.61	0.36	1.32
Dry leaves	0.37	1.36	0.41	1.50
Fresh leaves sheath	0.24	0.88	0.21	0.77
Dry leaves sheath	0.16	0.59	0.28	1.03
Total	4.98	18.26	5.26	19.29

Note: 1/ การกักเก็บคาร์บอน = น้ำหนักแห้ง x ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน/100

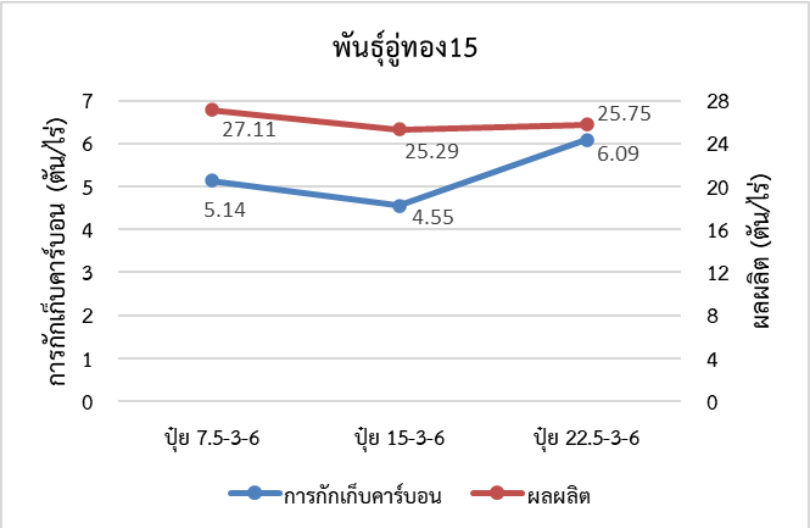
2/ การกักเก็บ CO_2 = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12 (1 ตันของคาร์บอน = 44/12 หรือ 3.67 ตันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)

6. ความสัมพันธ์การจัดการปุ๋ย ผลผลิต และการกักเก็บคาร์บอนของอ้อย

อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีการกักเก็บคาร์บอนและให้ผลผลิตสูงที่สุด เฉลี่ย 5.12 ตัน C/ไร่ และ 25.49 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 8) แสดงว่าการให้ปุ๋ยตามอัตราคำแนะนำ ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนและให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีอื่น ขณะที่อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 พบมีทิศทางตรงกันข้าม โดยการให้ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณผลผลิต พบว่า มีปริมาณผลผลิต เฉลี่ย 25.75 ตัน/ไร่ ซึ่งน้อยกว่าการจัดการปุ๋ยที่อัตรา 7-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 27.11 ตัน/ไร่ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 8 การกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ



ภาพที่ 9 การกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

การศึกษามวลชีวภาพและกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในพื้นดินร่วนเหนียว สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของพันธุ์อ้อยที่อายุ 6 เดือน ใบอ้อยมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดในช่วงเวลา 08.00-14.00 น. มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบสูงสุด เฉลี่ย 21.276 μmol CO2 m^{-2} s^{-1} สัดส่วนมวลชีวภาพที่อายุเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่สะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % เมื่อพิจารณาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยตลอดฤดูปลูก อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 สามารถกักเก็บคาร์บอนมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยกักเก็บคาร์บอน เฉลี่ย 5.26 และ 4.98 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 18.26 และ 19.29 ตัน CO_2/ไร่ โดยการใช้พันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ สามารถกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงที่สุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ หรือ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 22.3 ตัน CO_2/ไร่ จะเห็นว่า การจัดการปุ๋ย และการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะช่วยยกระดับผลผลิตอ้อยและการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่างพื้นที่ เพื่อศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อื่น ๆ ในการเลือกพันธุ์พืชและการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การจัดการและการผลิตอ้อยที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. การวางแผนจัดการระบบการผลิตพืชที่สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. ***คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.*** กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2564. ***คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ.*** กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2563. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.awsobservation.tmd.go.th/web/main/index.asp (6 เมษายน 2564)

จิดาภา คงหินไธสง พัชริน ส่งศรี และนันทวุฒิ จงรั้งกลาง. 2560. รูปแบบการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของอ้อยต่อการจำลองความแห้งแล้ง ในระบบการปลูกอ้อยข้ามแล้ง. ***วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร.*** 25(2): 102-112.

ธีรโชติ ฮีสวัสดิ์ พัชรียา บุญกอแก้ว ณัฏฐ พิชกรรม และประศาสตร์ เกื้อมณี. 2556. **การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันของสับปะรดสีพันธุ์การค้าบางพันธุ์.** เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51: สาขาพืช. กรุงเทพฯ. หน้า 505-511

ประสิทธิ์ ขุนสนิท และสุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2554. มวลชีวภาพของอ้อยพันธ์ K95-84. ***วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.*** 42(3): 485-493.

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

วีระพล พลรักดี ทักษิณา ศันสยะวิชัย เพียงเพ็ญ ศรวัต เทวา เมาลานนท์ ปรีชา กาเพ็ชร และอุดม เลียบวัน. 2554. ขอนแก่น 3 พันธุ์อ้อยสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ***วารสารวิชาการเกษตร.*** 29(3): 283-301.

สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2563. “รายงานสถานการณการปลูกออยปการผลิต 2562/63.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-1854.pdf (7 เมษายน 2564)

Jangpromma, N., S. Thammasirirak, P. Jaisil, and P. Songsri. 2012. Effects of drought and recovery from drought stress on above ground and root growth, and water use efficiency in sugarcane (*'Saccharum officinarum'L.).* **Aust. J. Crop Sci.** 6(8): 1298-1304.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1983. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic matter. *In* **Method of soil analysis: Part 2 Chemical and Microbiology Properties 9.** Pp.539-579.

Parr, J. F. and L.A. Sullivan. 2007. Sugarcane the champion crop at carbon sequestration.

Shahid, M., A.K. Nayak, C. Puree, R. Tripathi, B. Lal, P. Gautam, P. Bhattacharya, S. Mohantry, A. Kumar, B.B. Panda, U. Kumar, and A.K. Shukla. 2017. Carbon and nitrogen fractions and stocks under 41 years of chemical and organic fertilization in a sub-tropical rice soil. ***Soil and Tillage Research.*** 170: 136-146.

Sreewarome, A., S. Saensupo, P. Prammannee and P. Weerathwom. 2007. Effect of rate and split application of nitrogen on agronomic characteristics, cane yield and juice quality. Prog. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 26: 465-469.

Tenelli, S., R. Otto, R.O. Bordonal and J.L.N Carvalho. 2021. How do nitrogen fertilization and cover crop influence soil CN stocks and subsequent yields of sugarcane?. ***Soil and Tillage Research.*** 211: 104999.

Watcharapirak, W and S. Pattanakiat. 2009. The Estimation of Carbon Storages in Various Growth Stages of Sugarcane in Si Sat Chanalai District, Sukhothai Province, Thailand. **Environ. Nat. Resour. J.** 7(2): 72-81.