รายงานโครงการวิจัย

# ศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

# The Potential for Carbon Sink on Sugarcane Plantation

กรมวิชาการเกษตร

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

วลัยพร ศะศิประภา

Walaiporn Sasiprapa

2565

รายงานโครงการวิจัย

# ศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

# The Potential for Carbon Sink on Sugarcane Plantation

กรมวิชาการเกษตร

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

วลัยพร ศะศิประภา

Walaiporn Sasiprapa

2565

## คำปรารภ

การลดและการกักเก็บก๊าซ $CO_2$ ในระบบการผลิตอ้อย สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศโดยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปรับตัวให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ **โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย** เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ และเป้าประสงค์ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 – 25 ใน ปี พ.ศ. 2573 เทียบกับกรณีปกติ เพื่อประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนทั้งในระดับแปลงปลูกอ้อยและระดับพื้นที่ อธิบายด้วยรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช พร้อมทั้งพัฒนาเทคนิคการประเมินอย่างง่ายที่ไม่ทำลายตัวอย่างที่มีความแม่นยำ สามารถนำไปวางแผนการจัดการพื้นที่ ด้วยการเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพดูดซับก๊าซเรือนกระจก และมีการจัดการแปลงที่ดีเหมาะสม ช่วยดูดซับและกักเก็บคาร์บอนให้หมุนเวียนอยู่ในระบบการผลิตอ้อยได้ และใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติภาคการเกษตรตามหลักการของ IPCC

คณะผู้วิจัย

2565

กรมวิชาการเกษตร

**สารบัญ**


| | หน้า |
|---|---|
| คำปรารถ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| ผู้วิจัย | ง |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ | จ |
| บทนำ | 1 |
| บทคัดย่อ | 4 |
| กิจกรรมงานวิจัย 1 การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตอ้อย | 6 |
| กิจกรรมงานวิจัย 2 การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงผลิตอ้อย | 43 |
| บทสรุปและข้อเสนอแนะ | 99 |
| บรรณานุกรม | 102 |


กรมวิชาการเกษตร

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรทุกๆท่าน เจ้าหน้าที่และทีมงานวิจัยของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ และศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ขอขอบคุณคุณวิชณีย์ ออมทรัพย์สิน และทีมงาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

กรมวิชาการเกษตร

## ผู้วิจัย


| | |
|---|---|
| วลัยพร ศะศิประภา | ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร |
| สายน้ำ อุดพ้วย | กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร |
| นุชนาฏ ตันวรรณ | กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร |
| ปรีชา กาเพ็ชร | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ |
| อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข | ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี |
| อานนท์ มลิพันธ์ | ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง |
| ธนพันธ์ พงษ์ไทย | กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร |
| ไชยา บุญเลิศ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ |
| ปฐมพงษ์ วงศ์สุวรรณ์ | ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร |
| เบญจรัตน์ เลิศการค้าสุข | สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน |
| กุสุมา รอดแผ้วพาล | ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง |
| จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข | ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง |


กรมวิชาการเกษตร

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | |
|---|---|
| $CO_2$ : Carbon dioxide | ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ |
| $K_2O$ : Potassium dioxide | โพแทชที่ละลายน้ำได้ |
| LAI : Leaf Area Index | ดัชนีพื้นที่ใบ (พื้นที่ใบทั้งหมดของพืช/พื้นที่ปลูก) |
| $l_c$ : Light compensation point | จุดที่ความเข้มแสงทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ |
| $l_s$ : Light saturation point | จุดที่พืชอิ่มตัวด้วยแสง คือ เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่งการสังเคราะห์แสงจะไม่มีการเพิ่มขึ้น |
| N : Nitrogen | ไนโตรเจน |
| $P_2O_5$ : Phosphorus pentoxide | ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ |
| $P_{max}$ : Maximum gross photosynthesis rate | อัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุด |
| $P_n$ : Net photosynthesis | การสังเคราะห์แสงสุทธิ |
| PPF : Photosynthetic Photon Flux | ปริมาณหรือความเข้มของโฟตอนที่ตกกระทบใบพืช เป็นปริมาณแสงในช่วง PAR ที่แหล่งกำเนิดแสงผลิตได้ มีหน่วยเป็น $\mu mole\ s^{-1}$ |
| $R^2$ : R-Square | ค่าทางสถิติที่ใช้เป็นเกณฑ์การยอมรับผลการทดลอง |
| RMSE: root mean square error | รากที่สองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังสองระหว่างการทำนายและการสังเกตจริง |

กรมวิชาการเกษตร

# บทนำ

ก๊าซเรือนกระจกถูกปลดปล่อยจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การถางและเผาพื้นที่เกษตร การตัดไม้ทำลายป่าและไฟป่า หนึ่งในนั้นได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ $CO_2$ เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ปริมาณและการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนแปลงไป มีความแปรปรวนและรุนแรงมากขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ (IPCC, 2007) พื้นที่ป่าไม้เป็นแหล่งดูดซับ $CO_2$ และเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญ แต่พื้นที่ที่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรก็สามารถเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญ และมีศักยภาพเพียงพอต่อการหมุนเวียนการกักเก็บคาร์บอนทั้งในต้นพืชและในดิน อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย มีเนื้อที่ปลูกประมาณ 9 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนทั้งในต้นพืชและในดิน โดย $CO_2$ ถูกดูดซับผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและกักเก็บคาร์บอนในรูปเนื้อเยื่อพืช การเลือกปลูกพืชที่ให้ระยะเวลาคืนทุนคาร์บอนหรือดูดซับคาร์บอนกลับคืนสั้นลงควรได้รับการพิจารณา เช่น การผลิตอ้อยในบราซิล (ABC Science, 2011) การกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินเป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพ คาร์บอนในดินอยู่ในรูปสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ แต่ปริมาณยังผันแปรสูงขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ การกักเก็บคาร์บอนและการปลดปล่อยนั้นเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นควบคู่กัน แต่จะเป็นไปในทิศทางใดมากกว่ากันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การจัดการดิน ปุ๋ย เนื้อดิน ความชื้น อุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตในดิน (Grant *et al*., 2001) การไถกลบเศษซากพืชทำให้คาร์บอนเก็บสะสมไว้ในรูปของฮิวมัสอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด (Matsumoto *et al*., 2008) การจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยอย่างเหมาะสมสามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองหลังนาและสภาพไร่ (ศุภกาญจน์และคณะ, 2560) อ้อยเป็นพืช $C_4$ จัดเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับ $CO_2$ ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง และกักเก็บคาร์บอนนั้นไว้ในรูปเนื้อเยื่อพืช ปริมาณของสารอินทรีย์ที่พืชสังเคราะห์ขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสง จะอยู่ในรูปสารอินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นชีวมวล สามารถวัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ได้ (Brown, 1997) การดูดซับ $CO_2$ เกี่ยวข้องโดยตรงกับชนิดพืช การเพิ่มขึ้นของ $CO_2$ มีผลต่อกระบวนการสรีรวิทยาของพืชแต่ละชนิด/พันธุ์ที่แตกต่างกัน (DaMatta *et al*., 2010) ความเข้มข้นและทิศทางการเคลื่อนที่ของ $CO_2$ (สายรุ้ง และคณะ, 2015) อ้อยเป็นพืช $C_4$ มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูง (เกษม, 2561) แต่พันธุ์มีลักษณะทรงใบและทรงกอที่แตกต่างกัน ย่อมมีผลต่อการรับแสง จึงทำให้อ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน (เฉลิมพล, 2542; นฤนาท, 2546) อัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดที่ส่วนบน (พูนพิภพและคณะ, 2537) การปลูกอ้อย 1 ตันช่วยลด $CO_2$ ในบรรยากาศได้ 0.53 ตัน (สุทธิลักษณ์, 2559) อ้อยมีอัตราสร้างมวลแห้งสูงสุดขนาด 21.3 กก./ไร่ ที่อายุ 9 เดือน (ประสิทธิ์ และสุนทรี, 2554) ระยะการเจริญเติบโตของพืชมีผลต่อการดูดซับ $CO_2$ (นงภัทร และคณะ, 2555; Wachirawan, *et al*, 2009; เพ็ญนภา, 2005) ตำแหน่งใบ (พูนพิภพและคณะ, 2537) และระยะการเจริญเติบโต (Khorramdel *et al*.,2013; Wachirawan, *et al* (2009) พบวา อ้อยในหนึ่งรอบการเพาะปลูกมีปริมาณการสะสมคารบอนทั้งหมด 4,214.09 กก./ไร ประกอบดวย ปริมาณการสะสมคารบอนในพืช 357.56 กก./ไร สิ่งปกคลุมดิน 40.43 กก./ไร และในดิน 3,816.10 กก./ไร การสะสมคารบอนเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งการจัดการดินและน้ำ (ศรีสุดา และคณะ,2560) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยรักษาระดับอินทรีย์คาร์บอน

ในดินได้ โดยการใส่มูลไก่ 1 ตัน/ไร่ ทำให้คาร์บอนในดินลดลงในอัตรา 1 กก.C/ไร่/ปี ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้คาร์บอนในดินลดลง 53 กก. C/ไร่/ปี แต่หากไม่ใส่ปุ๋ย คาร์บอนในดินลดลงสูงสุดอัตรา 7 กก.C/ไร่/ปี ซึ่งจะส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และมีศักยภาพในการผลิตพืชได้อย่างยั่งยืน (ศุภกาญจน์ และคณะ, 2560)

การประเมินชีวมวลแบบไม่ทำลายตัวอย่าง อาจใช้สมการแอลโลเมตรี (allometric equations) และภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ เช่น นวลปราง (2548) ได้ศึกษาใช้เทคโนโลยีด้านการรับรู้ระยะไกล ประมาณค่าดัชนีพื้นที่ใบ และชีวมวลที่อยู่เหนือพื้นดินในป่าไม้ สำหรับการศึกษาวิจัยชีวมวลในอ้อยและการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน Rocha *et al.* (2017) ใช้เซนเซอร์วัดทรงพุ่ม (canopy sensor) Chapman, *et al.* (2016) ใช้ภาพถ่าย UAV ประเมินพืชปกคลุม (ground cover) รวมทั้งการประเมินชีวมวลของอ้อยพันธุ์ K95-84 โดยใช้เทคนิคการตัดฟันอ้อย และสมการลอจิสติก logistic ซึ่งใช้อายุพืช กับมวลแห้งเป็นตัวแปรหลัก (ประสิทธิ์ และสุนทรี, 2554) หากประเมินชีวมวลทางอ้อมจากผลผลิต ปรีชาและคณะ (2559) ได้เสนอวิธีการประเมินผลผลิตอ้อยโดยไม่มีการทำลายต้นอ้อยในอ้อย 2 พันธุ์ ได้แก่ ขอนแก่น 3 และแอลเค 92-11 จากองค์ประกอบผลผลิต ให้มีความแม่นยำ ใช้งานง่าย แต่สมการที่ได้มีความเหมาะสมเฉพาะพันธุ์

การลดและการกักเก็บก๊าซ $CO_2$ ในระบบการผลิตอ้อย สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศโดยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปรับตัวให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยการเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพดูดซับก๊าซเรือนกระจก และมีการจัดการแปลงที่ดีเหมาะสม สามารถช่วยดูดซับและกักเก็บคาร์บอนให้หมุนเวียนอยู่ในระบบการผลิตอ้อย จึงควรมีการศึกษาวิจัยด้านพันธุ์และการจัดการที่มีผลต่อดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับพื้นที่ และเทคนิคการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในระดับพื้นที่ที่ไม่ซับซ้อน ใช้งานง่าย และมีความแม่นยำสูง

**วัตถุประสงค์**

1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้สภาพแวดล้อมแตกต่างกัน

2 เพื่อประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตอ้อย

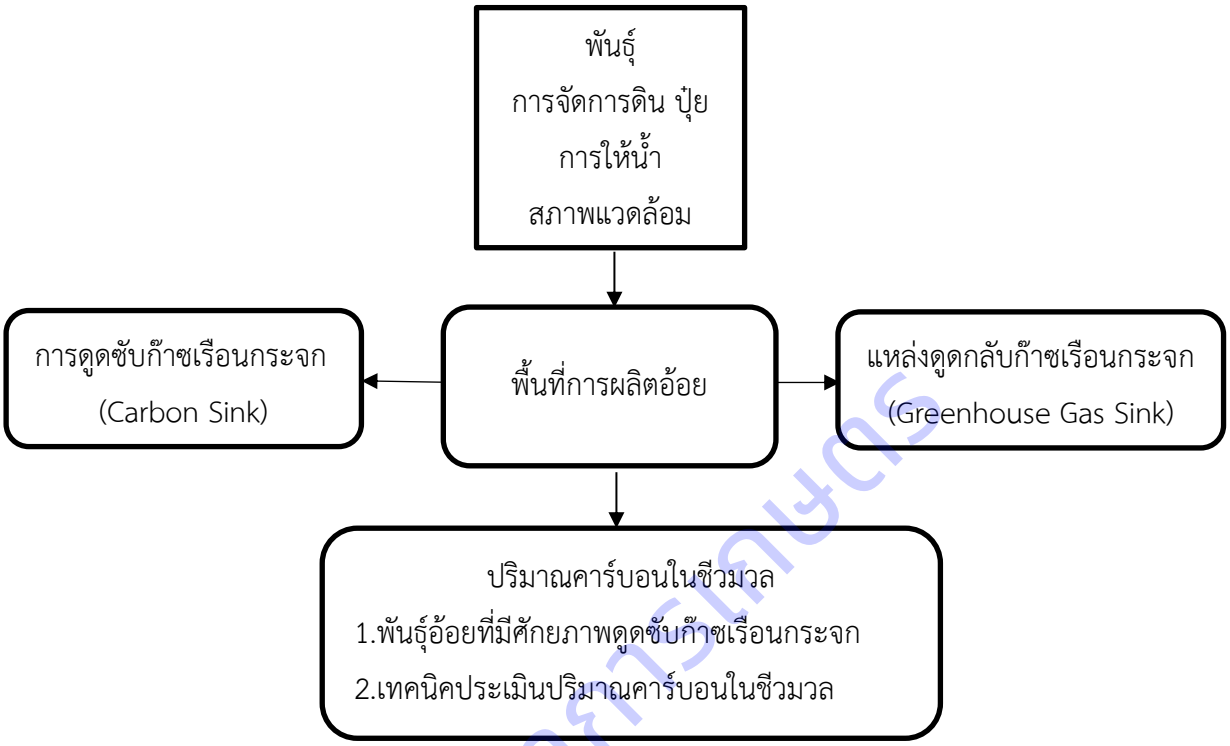
3 เพื่อให้ได้รูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตอ้อย โดยไม่ทำลายตัวอย่าง

**ขอบเขตการศึกษา**

ศึกษาพันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพดูดซับก๊าซ $CO_2$ ภายใต้สภาพแวดล้อมแตกต่างกัน เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน อธิบายด้วยรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช ประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอน จากการเปรียบเทียบการดูดซับคาร์บอนรูปของชีวมวลในระบบการผลิตที่มีความแตกต่างของพันธุ์ การจัดการ และการใช้ปุ๋ย กับลักษณะพืช ค่าที่ได้จากเซนเซอร์วัดการรับรู้จากพืช อัตราการสังเคราะห์แสงของพืช นำมาพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่ายที่ไม่ทำลายตัวอย่างที่สัมพันธ์กับปริมาณการกัก

กรมวิชาการเกษตร

เก็บคาร์บอนของพืช และชีวมวล การศึกษาศักยภาพการดูดซับก๊าซ $CO_2$ ในอ้อย จึงให้ความสำคัญกับชนิด พันธุ์ และการจัดการแปลงที่มีผลต่อการดูดซับก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเหล่านี้สามารถช่วยให้ออกแบบระบบการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้ มีกรอบแนวคิดในการศึกษาดังนี้




กรมวิชาการเกษตร

## บทคัดย่อ

ศึกษาศักยภาพการดูดซับก๊าซ $CO_2$ ของอ้อย เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน อธิบายด้วยรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช ประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนจากการเปรียบเทียบในระบบการผลิตที่มีความแตกต่างของพันธุ์ และการใช้ปุ๋ย นำมาพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่ายที่ไม่ทำลายตัวอย่างที่สัมพันธ์กับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพืช และชีวมวล ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ และ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี รวมทั้งพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดนครสวรรค์และสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2564 พบว่า สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน น้ำและความสมบูรณ์ของต้นมีผลการปิดเปิดปากใบและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้น ค่านำไหลปากใบจึงเพิ่มขึ้นตามแสง ในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว แต่เมื่อพืชขาดน้ำปากใบจะเปิดน้อยมากและเป็นช่วงเวลาที่สั้นลง ทำให้โอกาสที่อ้อยจะทำการสังเคราะห์แสงลดลง ส่วนการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย ระดับแปลงและระดับพื้นที่ พบว่า พันธุ์มีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช สัดส่วนมวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยวสะสมไว้ในส่วนของลำเฉลี่ย 76% โดยปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนในต้นได้เฉลี่ย 5.12 กก. C/ไร่ หรือดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เฉลี่ย 18.77 ตัน $CO_2$/ไร่ และกักเก็บคาร์บอนในดินในรูปของอินทรียวัตถุที่ความลึก 0 - 20 ซม. เฉลี่ย 3.7-5.8 ตัน C/ไร่ สำหรับการพัฒนาเทคนิคอย่างง่ายที่ไม่ทำลายตัวอย่างในการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย ทั้งระดับแปลงทดลอง และระดับพื้นที่ พบว่า ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และจำนวนลำต่อกอ สามารถใช้ประเมินได้มีความเชื่อมั่นทางสถิติ


กรมวิชาการเกษตร

## ABSTRACT

The study of carbon sink potential in sugarcane in order to reduce greenhouse gases and increase adsorption of carbon dioxide, account for growth and physiological characteristics. Carbon sink assessed from difference varieties and practices, and developed a simple technique to assess carbon sink potential in sugarcane conducted at Suphanburi Field Crop Research Center and Nakornsawan Agricultural Research and Development Center and sugarcane fields in Nakornsawan and Suphanburi provinces during October 2019 – September 2021. The result shown environments difference effected to growth and biomass accumulation, as well as net photosynthetic rate by age and hour of the day. The opening of stomata and the net photosynthetic rate were affected by water and plant fertility. Stomata conductance increase by sunlight during sufficient soil moisture condition. Water is limiting probability of photosynthesis process. Varieties have an effects on growth and physiological characteristics, but not on fertilizer application. At the harvesting, 76 percent of the biomass was deposited in the stem part. Sugarcane cultivation in one season can store organic carbon an average of 5.12 tons C/rai, which accounts for an average of 18.77 tons $CO_2$/rai in carbon dioxide absorption, and store soil organic carbon at 3.7-5.8 tons C/rai. Stalk height, stalk diameter and number of stalk per hill were utilized to build non- destructive model for determining biomass and organic carbon storage in sugarcane experimental plots and planting sites, and the results were statistically significant.


กรมวิชาการเกษตร

**กิจกรรมที่ 1**

# การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตอ้อย

# Assessment of carbon sink potential in sugarcane

**วลัยพร ศะศิประภา**

**ปรีชา กาเพ็ชร อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข ธนพันธ์ พงษ์ไทย สายน้ำ อุดพ้วย อานนท์ มลิพันธ์**

**เบญจรัตน์ เลิศการค้าสุข ปฐมพงษ์ วงศ์สุวรรณ์ กุสุมา รอดแผ้วพาล จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข**

Walaiporn Sasiprapa

Preecha Kapetch Udomsak Daunmeesuk Tanapan Pongthai Sainam Udpuay Anon Malipan

Benjarat Lertkankasuk Prathompong Wongsuwan Kusuma Rodpawpan Jinnajar Hansethasuk

**คำสำคัญ** (Key words) การกักเก็บคาร์บอน อินทรีย์คาร์บอน การสังเคราะห์แสง อ้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

## บทคัดย่อ

ประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอ้อย 6 พันธุ์ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ และ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2564 ทั้ง 2 สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน น้ำและความสมบูรณ์ของต้นพืชมีผลการปิดเปิดปากใบและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้น ค่านำไหลปากใบจึงเพิ่มขึ้นตามแสงในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว มีน้ำเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย ทุกพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 10 เดือน ยกเว้นพันธุ์ UT10-615 ที่น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด 9,320 กก./ไร่ รองลงมา คือ ขอนแก่น 3 UT10-615 UT10-009R และอู่ทอง 17 ส่วนอู่ทอง 12 น้ำหนักแห้งต่ำสุด พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว คือ พันธุ์ UT10-615 รวม 8,962 กก./ไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 น้ำหนักแห้งรวมเท่ากัน 8,728 กก./ไร่ โดยที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 6,027 กก./ไร่ สัดส่วนของน้ำหนักลำสูงสุดทุกระยะ ตั้งแต่ 4 เดือนและสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน มีสัดส่วน 70-80% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามพันธุ์และอายุอ้อยที่มากขึ้น แต่แตกต่างตามชนิดของแต่ละส่วน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่อ้อยปลูกเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน พันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 4,359 กก.C/ไร่ รองลงมา ได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R และอู่ทอง 17 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 4,177 3,960 3,663 และ 3,194 กก.C/ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 12 น้อยที่สุด 2,834 กก.C/ไร่ ศักยภาพการดูดซับคาร์บอนของพันธุ์อ้อยแตกต่างตามช่วงการเจริญเติบโต แบ่งได้ 3 กลุ่มคือ 1) UT10-615 และ UT10-009R 2) ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 และอู่ทอง 17 3) อู่ทอง 12 ซึ่งสอดคล้องกับการให้ผลผลิตและปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

## Abstracts

Carbon sink potential accessed in sugarcane 6 varieties at Suphanburi Field Crop Research Center and Nakornsawan Agricultural Research and Development Center during October 2019 – September 2021. The 2 environments difference effected to growth and biomass accumulation, net photosynthetic rate in age and hour of the day. The opening of stomata and net photosynthetic rate were affected by water and plant fertility. When the soil moisture level is sufficient, sunshine increases stomata conductivity. In 10 MAP, all varieties gave the most above-ground dry matter, except UT10-615, which reached the highest at harvest. UT 15 gave the highest above-ground dry matter 9,320 kg./rai, followed by KK3, UT10-615, UT10-009R, UT17, and UT12. At harvest, UT10-615 had the most above-ground dry matter (8,962 kg./rai), followed by KK3 and UT 15, which all had 8,728 kg./rai while UT12 had the lowest 6,027 kg./rai. The proportion of stem is highest all phases and highest 70-80% of above-ground dry matter at harvest. There are no significant differences in organic carbon percentage in each portion of biomass between varieties, but significant between phases and parts. UT10-615 had a maximum amount of organic carbon of 4,359 kg C/rai at harvest. KK3, UT15, UT10-009R, and UT17 had C/rai of 4,177, 3,960, 3,663, and 3,194 kg C/rai , respectively, while UT12 had a minimum of 2,834 kg. C/rai. Sugarcane varieties' carbon sink potential varied depending on the growth stage. They were categorized into 3 groups: 1) UT10-615 and UT10-009R are UT10-615 and UT10-009R, respectively. 2) U-Thong 15, U-Thong 17 and Khon Kaen 3 3) U-Thong 12, which was correlated to organic carbon storage and yield.


## บทนำ

การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสร้างอาหาร และผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช คือ การเพิ่มขึ้นของชีวมวล (biomass) (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ปริมาณของสารอินทรีย์ที่พืชสังเคราะห์ขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจะอยู่ในรูปสารอินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นชีวมวล สามารถวัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ได้ (Brown, 1997) การดูดซับ $CO_2$ เกี่ยวข้องโดยตรงกับชนิดพืช การเพิ่มขึ้นของ $CO_2$ มีผลต่อกระบวนการสรีรวิทยาของพืชแต่ละชนิด/พันธุ์ที่แตกต่างกัน (เฉลิมพล, 2542) ความเข้มข้นและทิศทางการเคลื่อนที่ของ $CO_2$ (สายรุ้ง และคณะ,2015) อ้อยเป็นพืช C4 มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูง (เกษม, 2561) แต่พันธุ์มีลักษณะทรงใบและทรงกอที่แตกต่างกันย่อมมีผลต่อการรับแสง จึงทำให้อ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน (เฉลิมพล, 2542; นฤนาท, 2546) อัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในส่วนบนของทรงพุ่ม (นฤนาท, 2546) ระยะการเจริญเติบโตของพืชมีผลต่อการดูดซับ $CO_2$ (นงภัทร และคณะ, 2555; Wachirawan, et al, 2009; เพ็ญนภา, 2005) ตำแหน่งใบ (พูนพิภพและคณะ, 2537) และระยะ

กรมวิชาการเกษตร

การเจริญเติบโต (Khorramdel et al.,2013; ศรีสุดา และคณะ,2560) การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีพืชและแสงเป็นกลไกสำคัญ มีคลอโรฟิลล์ เอ ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงโดยตรง (primary pigment) ส่วนรงควัตถุชนิดอื่น ๆ ต้องรับแสงแล้วจึงส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ เอ (accessory pigment) ประกอบด้วย 2 กระบวนการหลัก คือ 1) การไหลของอิเล็กตรอน หรือ light reaction มีน้ำเป็นตัวให้อิเล็กตรอนและโปรตอน ที่เกิดจากพลังงานแสง ที่คลอโรฟิลล์ดูดแล้ว ส่งไปช่วยเอนไซม์ ที่ทำหน้าที่แยกโมเลกุลของน้ำ ให้เกิดปฏิกิริยาได้อิเล็กตรอนและก๊าซออกซิเจน รวมทั้งสังเคราะห์สารเคมีที่ให้พลังงานสูง ATP จากการไหลของอิเล็กตรอน และ 2) enzymatic reaction หรือ dark reaction เกิดในสโตรมาเป็นกระบวนการที่เปลี่ยน $CO_2$ ให้เป็นน้ำตาล สามารถเกิดได้ ทั้งในที่มืดและที่มีแสง แสงที่พืชใช้ประโยชน์ได้ จึงอยู่ในช่วง 400-700 nm หรือเรียกว่า photosynthetically active radiation (PAR) (ดนัย, 2539) เนื่องจากอ้อยเป็นพืช $C_4$ การจับ $CO_2$ จึงเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม (C-4 dicarboxylic acid pathway) คือ กรดมาลิก (malic acid) และกรดแอสพาติก (aspartic acid) ใบของพืช $C_4$ มีเมโซฟิลล์ (mesophyll) และบันเดิลชีท (bundle sheath) รอบ ๆ ท่อน้ำท่ออาหาร) เมโซฟิลล์มีเอนไซม์ PEP carboxylase มาก และมี $O_2$ เพียงจำนวนน้อยที่ผ่านเข้าไปถึง bundle sheath ดังนั้น พลังงานที่ต้องการใช้ใน $C_4$ pathway ร่วมไปกับ calvin cycle ในการจับ $CO_2$ จะต้องใช้ ATP เพิ่มขึ้นอีก 2 โมเลกุล ($C_3$ ใช้ 3 โมเลกุล) ATP ที่เพิ่มขึ้นนี้ถูกสังเคราะห์มาจาก AMP เพื่อใช้ในการรักษาระดับปริมาณของ PEP ส่วนปริมาณของ NADPH ที่ใช้จะเท่ากับในพืช $C_3$ พืช $C_4$ ใช้ ATP มากกว่า $C_3$ แต่ก็มีการสังเคราะห์แสงที่มีประสิทธิภาพมากกว่าโดยเฉพาะในเขตที่มีอุณหภูมิสูง (25-35 °ซ) และความเข้มของแสงมาก และสิ่งที่จำกัดการสังเคราะห์แสงของพืช $C_4$ ไม่ใช่การขาด ATP แต่เป็นปริมาณของ $CO_2$ มีการสังเคราะห์แสงได้อย่างเร็วและมีประสิทธิภาพมาก อัตราการสังเคราะห์แสงมีความแตกต่างในระหว่างพันธุ์และในแต่ละช่วงอายุ โดยเป็นผลมาจากความแตกต่างของอัตราการสังเคราะห์แสงของใบ อัตราการหายใจและการรับแสงของเรือนพุ่ม แต่ไม่สัมพันธ์กับดัชนีพื้นที่ใบของอ้อยแต่ละพันธุ์ในช่วงอายุเดียวกัน ด้วยความแตกต่างของสถาปัตยลักษณ์ของเรือนพุ่ม ซึ่งมีผลต่อการรับแสงของเรือนพุ่ม ประสิทธิภาพในการใช้น้ำของอ้อยปลูกและอ้อยตอใกล้เคียงกัน พันธุ์ที่มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงได้มากจะสูญเสียน้ำโดยการคายน้ำมาก (นฤนาท, 2546) พืชต่างพันธุ์ก็ยังมีความต้องการความเข้มแสงสูงแตกต่างกัน บางพันธุ์อ่อนไหวต่อระดับความเข้มแสงที่สูงเกินไป (พรรณี และสุนทรี, 2560) นงภัทรและคณะ (2555) ได้ศึกษาการประเมินแลกเปลี่ยนก๊าซของอ้อยตอหนึ่ง พบว่า การแลกเปลี่ยน $CO_2$ กับบรรยากาศอยู่ระหว่าง -2.4-2.8 mg $CO_2m^{-2}s^{-1}$ มีค่าเป็นลบในช่วงเวลากลางวัน เป็นบวกในช่วงเวลากลางคืน ระยะย่างปล้องสามารถดูดซับ $CO_2$ ได้มากที่สุด 2,448.3 g $CO_2m^{-2}$ ขณะที่ระยะงอกสามารถดูดซับ $CO_2$ ได้น้อยที่สุด 63.1 g $CO_2m^{-2}$ ทั้งนี้ปริมาณ $CO_2$ ที่แปลงอ้อยตอ 1 สามารถดูดซับได้ทั้งหมดตลอดฤดูปลูกมีค่า 4,300.4 g $CO_2m^{-2}$

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในอุตสาหกรรมน้ำตาล พื้นที่ปลูกอ้อยในปีการผลิต 2559/60 จำนวน 10.9 ล้านไร่ พื้นที่อ้อยส่งโรงงาน 9.8 ล้านไร่ มีปริมาณอ้อยส่งเข้าโรงงานทั้งประเทศ 92 ล้านตัน มีประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลทรายเฉลี่ย 107.9 กก./ตันอ้อย (สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2561) ลดลงจากปีก่อนเนื่องจากได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง การปลูกอ้อย 1 ตันจะช่วยลด $CO_2$ ในบรรยากาศได้ 0.53 ตัน (สุทธิลักษณ์, 2559) ผลผลิตอ้อยมีอัตราสร้างมวลแห้งสูงสุดขนาด 21.3 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 9 เดือน (ประสิทธิ์ และสุนทรี,

2554) Wachirawan, et al (2009) รายงานวา ในพื้นที่ปลูกออยในหนึ่งรอบการเพาะปลูกมีปริมาณการสะสมคารบอนทั้งหมด 4,214.09 กก./ไร ประกอบดวย ปริมาณการสะสมคารบอนในพืช 357.56 กก./ไร สิ่งปกคลุมดิน 40.43 กก./ไร และในดิน 3,816.10 กก./ไร การสะสมคารบอนเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยระยะย่างปลองมีปริมาณการสะสมคารบอนทั้งหมด 7,648.37 กก./ไร ประกอบดวยปริมาณการสะสมคารบอนในพืช 702.38 กก./ไร สิ่งปกคลุมดิน 50.43 กก./ไร และในดิน 6,895.55 กก./ไร สำหรับระยะสุกแก มีปริมาณการสะสมคารบอนทั้งหมด 8,653.46 กก./ไร ประกอบดวยปริมาณการสะสมคารบอนในพืช 1,373.92 กก./ไร สิ่งปกคลุมดิน 86.30 กก./ไร และในดิน 6,216.43 กก./ไร การลดและการกักเก็บก๊าซ $CO_2$ ในระบบการผลิตอ้อย ด้วยการเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพดูดซับก๊าซเรือนกระจก การศึกษาประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการพิจารณาเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมได้

## ระเบียบวิธีการวิจัย

อ้อย 6 พันธุ์ ปลูกตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร วัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและการคายน้ำของใบอ้อย ในตำแหน่งใบสูงสุดที่เห็นดิวแล็พ dewlap (top visible dewlap, TVD) ของหน่อหลัก โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง รุ่น LI-6400 Portable Photosynthesis System โดยใช้แสงจากดวงอาทิตย์ ทำ 4 ซ้ำในแต่ละพันธุ์ ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่ช่วงเวลา 07.00 ถึง 18.00 น. และใช้แสง จาก LED ที่ความเขมแสง 0, 25, 50, 75, 100, 200, 400, 600, 800, 1,000 1,200, 1400, 1600, 1800 และ 2000 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และกำหนดความเขมขนของ $CO_2$ 400 ppm ความชื้นสัมพัทธอยูระหวาง 50-60 % และ อุณหภูมิอยูระหวาง 27-30 °ซ รวมทั้งกำหนดความเขมขนของกาซคารบอนไดออกไซด์ระหว่าง 100 - 800 ppm ที่อายุ 4 6 8 10 เดือน และในระยะแรกของอ้อยตอ วิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยแบบจำลอง non-rectangular hyperbola (Johnson, et al.,1989) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ และศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2564

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### พื้นที่ศึกษา

เขตชลประทาน ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ. อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นดินร่วนเหนียว – ดินร่วนเหนียวปนทราย ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เป็นกลาง ระดับค่าการนำไฟฟ้า EC 1:5 (dS/m) ของดินอยู่ในระดับเค็มเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ปลูกอ้อยเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563 ได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 12 อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 ขอนแก่น 3 UT10-009R และ UT10-615 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้น้ำแบบร่องคูเสริมในช่วงแรก ดำเนินการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและการคายน้ำของใบอ้อยที่อายุ 4 6 และ 10 เดือนทั้ง 6 พันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

เขตน้ำฝน ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 108 เมตร ในดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน-ดินร่วนปนทราย ดินเป็นกรดจัดมาก-กรดจัด ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 1) สามารถประเมินการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย คือ 27-9-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ปลูกอ้อยเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2562 ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 4 อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 ขอนแก่น 3 และสุพรรณบุรี 50 หลังปลูกมีฝนตกหนัก หน้าดินแน่นทึบเมื่อแห้ง ทำให้ความงอกต่ำ งอกวันที่ 24 ตุลาคม ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เนื่องจากแล้งยาวนาน จำเป็นต้องให้น้ำเสริมแต่ในปริมาณจำกัด ดำเนินการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและการคายน้ำของใบอ้อยที่อายุ 4 8 10 12 และ 14 เดือนทั้ง 5 พันธุ์

ตารางที่ 1 สมบัติของดินก่อนทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2563 ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 ซม.

| สมบัติของดิน บางประการ | ศวพ.นครสวรรค์ | | ศวร. สุพรรณบุรี | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 – 20 ซม. | 20 – 50 ซม. | 0 – 20 ซม. | 20 – 50 ซม. |
| pH (1:1) | 5.3 | 4.7 | 6.8 | 6.8 |
| EC (1:5) (dS/m) | 0.03 | 0.01 | 0.4 | 0.4 |
| OM(%) | 1.0 | 0.5 | 1.5 | 1.4 |
| Available P (Bray II) (mg/kg) | 6.9 | 2.7 | 148 | 140 |
| Exchangable K (mg/kg) | 185.4 | 76.6 | 168 | 170 |
| Exch. Ca (mg/kg) | 381.9 | 247.9 | 1395 | 1327 |
| Exch. Mg (mg/kg) | 75.7 | 44.1 | 233 | 236 |
| % Sand | 81.3 | 79.4 | 40.2 | 46.9 |
| % Silt | 7.9 | 9.7 | 30.1 | 25.6 |
| % Clay | 10.8 | 10.8 | 29.7 | 27.5 |
| Texture | ดินทรายปนร่วน | ดินร่วนปนทราย | ดินร่วนเหนียว | ดินร่วนเหนียวปนทราย |

กรมวิชาการเกษตร

สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน รายละเอียดมีดังนี้

**การเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อย**

**สุพรรณบุรี** อ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูกอยู่ในช่วงกำลังเจริญเติบโต แตกหน่อ ดินชื้น ความสูง 87-123 ซม. ที่ 6 เดือน ระยะย่างปล้อง ความสูง 171-203 ซม. 8 เดือน เป็นช่วงมรสุมมีฝนตกหนักน้ำท่วมขังแปลงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ ที่อายุ 10 เดือน ระยะสะสมน้ำหนักเจอลมแรงทำให้ต้นอ้อยล้ม ความสูง 260-340 ซม. เก็บเกี่ยว กุมภาพันธ์ 2564 เพื่อไว้ตอ อัตราการเพิ่มความสูงมากในช่วง 10 เดือน ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทั้ง 6 พันธุ์ พื้นที่ใบและจำนวนใบไม่แตกต่างกันทั้งพันธุ์และช่วงเวลา แต่อัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักของใบ

(specific leaf area : SLA) แตกต่างกันระหว่างพันธุ์และช่วงเวลา ($P<0.01$) โดยทุกพันธุ์ใบบางลงเมื่ออายุมากขึ้น โดยพันธุ์อู่ทอง 12 และอู่ทอง 17 มีค่า SLA ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ ทุกช่วงอายุ แสดงว่า2 พันธุ์นี้ใบหนากว่า (ตารางที่ 2) ปริมาณคลอโรฟิลด์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลด์ บี และปริมาณคลอโรฟิลด์รวมไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์และช่วงเวลา ยกเว้นปริมาณคลอโรฟิลด์ เอ ที่ต่างช่วงเวลากันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ละพันธุ์และช่วงเวลาผันแปรค่อนข้างสูง (ตารางที่ 3) พันธุ์และสภาพแวดล้อมมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์ เอ นั้นจัดว่าเป็น primary pigment ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงโดยตรง ส่วนรงควัตถุชนิดอื่น ๆ ต้องรับแสงแล้วจึงส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ เอ (accessory pigment) ในพืชชั้นสูงมักจะมีคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่าคลอโรฟิลล์ บี ประมาณ 2-3 เท่า (ดนัย, 2539) ในพืชคลอโรฟิลล์เอดูดแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวช่วงคลื่นซึ่งมีศูนย์กลางปฏิกิริยาที่ 680 และ 700 นาโนเมตร เรียก P680 และ P700 ตามลำดับ สำหรับคลอโรฟิลล์บีสามารถดูดแสงได้ดีในหลายความยาวคลื่น ได้แก่ 480, 640 และ 650 นาโนเมตร (สมบุญ, 2537) ซึ่งพืชจะมีการสร้างคลอโรฟิลล์ในปริมาณเท่าที่จำเป็นต้องใช้และเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีถึงสภาวะการขาดไนโตรเจน และธาตุอาหารที่เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (สุนทรี และคณะ, 2544)

ตารางที่ 2 ความสูง พื้นที่ใบ จำนวนใบ และอัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อหน่วยน้ำหนักของใบเฉลี่ยของอ้อยลำหลัก ที่ สุพรรณบุรี ปลูกวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563

| พันธุ์ | ความสูง (ซม.) | | | LA (ตร.ม.) | | | จำนวนใบ | | | SLA (ตร.ซม./กรัม) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4m | 6m | 10m | 4m | 6m | 10m | 4m | 6m | 10m | 4m | 6m | 10m |
| ขอนแก่น 3 | 87 | 181 | 263 | 0.52 | 0.65 | 0.60 | 10.0 | 12.0 | 11.0 | 113 | 97 | 85 |
| อู่ทอง 12 | 94 | 171 | 293 | 0.45 | 0.42 | 0.57 | 15.0 | 10.7 | 14.0 | 98 | 87 | 78 |
| อู่ทอง 15 | 114 | 181 | 260 | 0.41 | 0.50 | 0.50 | 8.3 | 10.0 | 10.0 | 100 | 100 | 86 |
| อู่ทอง17 | 110 | 178 | 311 | 0.60 | 0.51 | 0.58 | 13.3 | 10.7 | 12.0 | 76 | 76 | 73 |
| UT10-615 | 114 | 203 | 340 | 0.61 | 0.58 | 0.66 | 13.7 | 11.3 | 12.7 | 103 | 84 | 86 |
| UT10-009R | 123 | 200 | 291 | 0.76 | 0.71 | 0.41 | 16.3 | 12.7 | 9.7 | 117 | 108 | 88 |

m : เดือนหลังปลูก

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลด์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลด์ บี และปริมาณคลอโรฟิลด์รวม (mg/dm$^2$) ของอ้อย 6 พันธุ์ ที่สุพรรณบุรี

| พันธุ์ | คลอโรฟิลด์ เอ | | | | คลอโรฟิล บี | | | | คลอโรฟิลรวม | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4m | 6m | 10m | 12m | 4m | 6m | 10m | 12m | 4m | 6m | 10m | 12m |
| ขอนแก่น 3 | 3.99 | 5.79 | 5.16 | 3.73 | 0.97 | 1.57 | 1.25 | 1.03 | 4.97 | 7.35 | 6.41 | 4.76 |
| อู่ทอง 12 | 1.33 | 2.96 | 3.71 | 2.33 | 0.69 | 0.86 | 0.96 | 0.61 | 2.03 | 3.81 | 4.67 | 2.93 |
| อู่ทอง 15 | 0.97 | 3.78 | 3.71 | 3.71 | 0.59 | 1.00 | 0.96 | 1.04 | 1.57 | 4.78 | 4.67 | 4.75 |
| อู่ทอง 17 | 2.10 | 4.06 | 4.55 | 3.62 | 0.85 | 1.20 | 1.11 | 1.06 | 2.95 | 5.26 | 5.65 | 4.68 |
| UT10-615 | 6.10 | 5.25 | 3.75 | 2.31 | 1.65 | 1.44 | 0.88 | 0.62 | 7.76 | 6.69 | 4.63 | 2.93 |
| UT10-009R | 1.00 | 5.03 | 2.36 | 2.71 | 0.65 | 1.36 | 0.57 | 0.70 | 1.65 | 6.39 | 2.93 | 3.41 |

m : เดือนหลังปลูก

**การสะสมคาร์บอนของอ้อยส่วนเหนือดิน**

สภาพฟ้าอากาศที่แห้งแล้งในช่วงแรกและน้ำท่วมขังในช่วง 8 เดือนหลังปลูก ส่งผลต่อการสะสมชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย โดยที่พันธุ์อ้อยและช่วงอายุมีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ที่อยู่เหนือดิน ($P<0.01$) น้ำหนักแห้งรวมของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ทุกพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 10 เดือน ยกเว้นพันธุ์ UT10-615 ที่น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด 9,320 กก./ไร่ รองลงมา คือ ขอนแก่น 3 UT10-615 UT10-009R และอู่ทอง 17 ส่วนอู่ทอง 12 น้ำหนักแห้งต่ำสุด พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว คือ พันธุ์ UT10-615 รวม 8,962 กก./ไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 น้ำหนักแห้งรวมเท่ากัน 8,728 กก./ไร่ โดยที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 6,027 กก./ไร่ เฉลี่ยทุกพันธุ์มีสัดส่วนมวลลำแห้งต่อมวลลำสดเฉลี่ย 0.34 ที่ระยะเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวน้ำหนักลดลงสาเหตุหนึ่งมาจากอ้อยล้มมากและหนูกัดแทะเสียหาย (ตารางที่ 4) ซึ่งปกติการสะสมชีวมวลจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เช่น พฤทธ์ วรรณและคณะ (2559) รายงานว่าผลผลิตชีวมวลของอ้อยมากที่สุดที่ระยะเก็บเกี่ยว 5,171 กก./ไร่ รวมทั้ง ประสิทธิ์ และสุนทรี (2554) ที่ว่ามวลแห้งของผลผลิตลำสูงสุดที่ระยะเก็บเกี่ยว 4.9 ตัน/ไร่ และเป็นมวลแห้งส่วนเหนือดินและใต้ดินรวมทั้งหมด 16.2 ตัน/ไร่

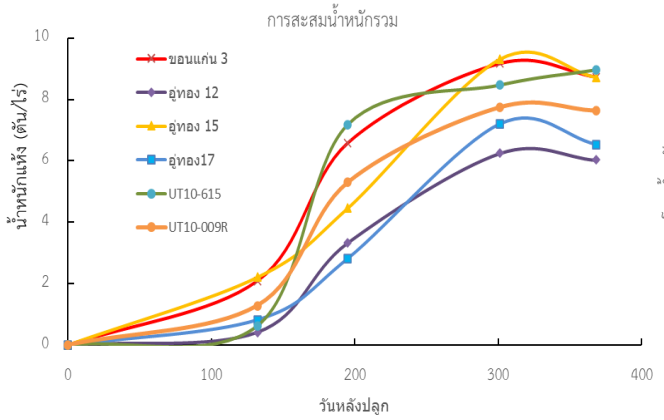
สำหรับการแบ่งสัดส่วนของชีวมวลไปยังส่วนต่างๆ ของอ้อย พบว่า สัดส่วนของน้ำหนักลำสูงสุดทุกระยะตั้งแต่ 4 เดือนและสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน มีสัดส่วน 70-80% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด (ภาพที่ 1) และมีสัดส่วนมวลลำแห้งต่อมวลลำสดเฉลี่ย 0.34 ที่ระยะเก็บเกี่ยว หรือลำอ้อยมีความชื้นต่อน้ำหนักแห้งของลำ 65.6% แต่การศึกษาครั้งนี้ไม่ครอบคลุมส่วนใต้ดิน เนื่องจากการปลูกและเก็บเกี่ยวอ้อยทำให้มีการหมุนเวียนชีวมวล ตัดอ้อยเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตส่งโรงงานและแตกกอใหม่เป็นอ้อยตอ ลำอ้อยเป็นผลผลิตที่นำออกจากแปลง น้ำหนักแห้งของผลผลิตลำอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 UT10-615 และ UT10-009R จำนวน 6,703 4,208 6,948 5,100 7,186 และ 5,822 กก./ไร่ ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนของน้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือดิน 76.8 69.8 79.6 78.0 80.2 และ 76.3 % ตามลำดับ ส่วนที่เหลือจะทิ้งอยู่ในแปลงปกคลุมดินและย่อยสลายปลดปล่อยก๊าซ $CO_2$ ต่อไป

ตารางที่ 4 การสะสมน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนเหนือดินของอ้อย 6 พันธุ์ (กก./ไร่) ที่สุพรรณบุรี ระหว่าง กุมภาพันธ์ 2563- กุมภาพันธ์ 2564

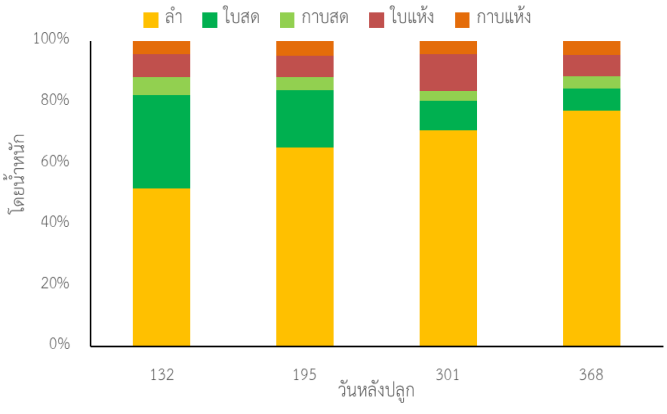
| พันธุ์ | วันหลังปลูก | น้ำหนักแห้งชีวมวล (กก./ไร่) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำ | ใบสด | กาบสด | ใบแห้ง | กาบแห้ง | รวม |
| ขอนแก่น 3 | 132 | 1,150 | 680 | 50 | 140 | 70 | 2,090 |
| | 195 | 4,589 | 1,038 | 234 | 467 | 254 | 6,582 |
| | 301 | 7,186 | 894 | 316 | 647 | 128 | 9,171 |
| | 368 | 6,703 | 852 | 399 | 532 | 242 | 8,728 |
| อู่ทอง 12 | 132 | 117 | 147 | 48 | 55 | 38 | 405 |
| | 195 | 1,963 | 619 | 119 | 294 | 329 | 3,324 |
| | 301 | 4,135 | 644 | 260 | 970 | 242 | 6,251 |
| | 368 | 4,208 | 438 | 258 | 674 | 449 | 6,027 |
| อู่ทอง 15 | 132 | 1,262 | 592 | 114 | 154 | 85 | 2,207 |
| | 195 | 2,760 | 790 | 180 | 460 | 270 | 4,460 |
| | 301 | 6,800 | 865 | 285 | 999 | 371 | 9,320 |
| | 368 | 6,948 | 628 | 314 | 332 | 506 | 8,728 |
| อู่ทอง 17 | 132 | 418 | 255 | 79 | 38 | 32 | 822 |
| | 195 | 1,699 | 603 | 143 | 203 | 173 | 2,821 |
| | 301 | 4,954 | 676 | 239 | 828 | 505 | 7,202 |
| | 368 | 5,100 | 487 | 270 | 447 | 231 | 6,535 |
| UT10-615 | 132 | 303 | 190 | 50 | 44 | 34 | 621 |
| | 195 | 4,922 | 1,228 | 301 | 425 | 307 | 7,183 |
| | 301 | 5,587 | 907 | 291 | 1,271 | 413 | 8,469 |
| | 368 | 7,186 | 617 | 351 | 567 | 241 | 8,962 |
| UT10-009R | 132 | 580 | 414 | 98 | 122 | 70 | 1,284 |
| | 195 | 3,363 | 1,295 | 314 | 196 | 131 | 5,299 |
| | 301 | 5,348 | 695 | 232 | 1,093 | 380 | 7,748 |
| | 368 | 5,822 | 350 | 224 | 774 | 465 | 7,635 |

กรมวิชาการเกษตร

ก) การสะสมน้ำหนักรวม




ข) สัดส่วนการแบ่งชีวมวล




ภาพที่ 1 การสะสมน้ำหนักรวมของอ้อย 6 พันธุ์และการแบ่งสัดส่วนไปยังส่วนต่างๆของอ้อยที่ 4 ช่วงเวลา

การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของส่วนเหนือดิน พบว่า เปอร์เซนต์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามพันธุ์และอายุอ้อยที่มากขึ้น แต่แตกต่างตามชนิดของแต่ละส่วน ($P<0.01$) (ตารางที่ 5) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่อ้อยปลูกเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน สะสมได้แตกต่างกันตามพันธุ์ ($P<0.05$) โดยพันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 4,359 กก./ไร่ รองลงมา ได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R และอู่ทอง 17 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 4,177 3,960 3,663 และ 3,194 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 12 น้อยที่สุด 2,834 กก./ไร่ (ตารางที่ 6) โดยเป็นปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนของผลผลิตลำอ้อยทำนองเดียวกันดับส่วนเหนือดินทั้งหมด โดยพันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 3,500 กก./ไร่ รองลงมา ได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R อู่ทอง 17 และอู่ทอง 12 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 3,243 3,171 2,803 2,527 และ 1,974 กก./ไร่ ตามลำดับ การสะสมคารบอนเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโต และมวลชีวภาพของอ้อยสอดคล้องกับพฤทธ์วรรณและคณะ(2559) ผลการประเมินปริมาณคาร์บอนส่วนเหนือดินสูงกว่าของ Wachirawan *et al* (2009) ที่รายงานว่า อ่อยในหนึ่งรอบการเพาะปลูกมีปริมาณการสะสมคารบอนทั้งหมด 4,214 กก./ไร ประกอบดวย การสะสมคารบอนในพืช 357.6 กก./ไร สิ่งปกคลุมดิน 40.4 กก./ไร และในดิน 3,816 กก./ไร ซึ่งในส่วนของดินนั้น ศรีสุดาและคณะ (2560) รายงานปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินที่ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การจัดการปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำอย่างเหมาะสมที่ไม่เกิน 37.5% AWC ทำให้อินทรีย์คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นจาก 0.26 เป็น 0.33% ซึ่งมากกว่าการให้น้ำที่มากเกินไปและการปลูกแบบอาศัยน้ำฝน อีกทั้งยังมีการปลดปล่อยก๊าซ $CO_2$ จากผิวดินที่ขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของอ้อย โดยการปลดปล่อยเกิดขึ้นมากในช่วงระยะ 196-285 วันหลังปลูก หรือระยะสร้างน้ำตาลซึ่งอ้อยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ซึ่งในสภาพอาศัยน้ำฝนมีการปล่อยก๊าซ $CO_2$ จากดินเฉลี่ย 3,437 กก. C/ไร่/ปี และการนำผลผลิตลำออกจากแปลงทำให้คาร์บอนออกไปเฉลี่ย 3,371 – 5,731 กก. C/ไร่ ในขณะที่คาร์บอนที่ใส่ลงไปในพื้นที่เฉลี่ย 444 – 898 กก. C/ไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลส่วนเหนือดินในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์

| พันธุ์ | วันหลังปลูก | % อินทรีย์คาร์บอน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำ | ใบสด | กาบสด | ใบแห้ง | กาบแห้ง |
| ขอนแก่น 3 | 132 | 45.5 | 44.3 | 44.0 | 42.7 | 41.3 |
| | 195 | 47.3 | 47.8 | 44.0 | 45.6 | 43.7 |
| | 301 | 47.8 | 47.1 | 46.2 | 45.2 | 45.7 |
| | 368 | 48.4 | 46.4 | 45.3 | 45.8 | 47.3 |
| อู่ทอง 12 | 132 | 37.5 | 45.6 | 40.2 | 39.5 | 33.4 |
| | 195 | 46.4 | 47.2 | 44.8 | 48.1 | 45.0 |
| | 301 | 47.4 | 45.3 | 45.3 | 46.6 | 46.4 |
| | 368 | 46.9 | 48.4 | 47.3 | 46.3 | 47.7 |
| อู่ทอง 15 | 132 | 46.7 | 46.4 | 46.0 | 39.1 | 41.3 |
| | 195 | 49.2 | 47.3 | 39.6 | 42.9 | 45.0 |
| | 301 | 44.2 | 44.3 | 44.3 | 42.7 | 43.9 |
| | 368 | 45.6 | 43.8 | 44.6 | 44.3 | 44.8 |
| อู่ทอง17 | 132 | 38.4 | 44.0 | 38.5 | 37.5 | 37.8 |
| | 195 | 47.2 | 47.7 | 44.3 | 45.5 | 45.9 |
| | 301 | 47.5 | 46.6 | 44.8 | 46.5 | 44.7 |
| | 368 | 49.5 | 46.6 | 47.0 | 46.0 | 46.9 |
| UT10-615 | 132 | 38.4 | 43.5 | 41.3 | 38.3 | 34.9 |
| | 195 | 46.7 | 48.0 | 46.4 | 46.6 | 43.7 |
| | 301 | 45.9 | 48.5 | 46.0 | 46.9 | 46.4 |
| | 368 | 48.7 | 49.9 | 47.4 | 47.1 | 48.8 |
| UT10-009R | 132 | 39.0 | 44.3 | 40.1 | 38.0 | 37.5 |
| | 195 | 48.2 | 46.6 | 44.3 | 46.9 | 45.6 |
| | 301 | 47.0 | 46.3 | 45.7 | 46.4 | 46.4 |
| | 368 | 48.2 | 49.7 | 46.7 | 46.4 | 47.9 |

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนเหนือดินของอ้อย 6 พันธุ์ ที่ระยะเวลาหลังปลูกเมื่อเก็บเกี่ยว (กก./ไร่)

| พันธุ์ | วันหลังปลูก | | | | เมื่อเก็บเกี่ยวอ้อยนำออกในรูป |
|---|---|---|---|---|---|
| | 132 | 195 | 301 | 368 | ผลผลิตลำอ้อย |
| ขอนแก่น 3 | 935 | 3,093 | 4,349 | 4,177 | 3,243 |
| อู่ทอง 12 | 164 | 1,546 | 2,933 | 2,834 | 1,974 |
| อู่ทอง 15 | 1,012 | 2,122 | 4,102 | 3,960 | 3,171 |
| อู่ทอง17 | 329 | 1,324 | 3,386 | 3,194 | 2,527 |
| UT10-615 | 248 | 3,359 | 3,924 | 4,359 | 3,500 |
| UT10-009R | 522 | 2,515 | 3,622 | 3,663 | 2,803 |

**การสังเคราะห์แสงของอ้อย**

การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อย การปลูกทั้ง 2 สภาพแวดล้อมมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของอ้อยทั้งปริมาณการสังเคราะห์แสงในรอบวัน และศักยภาพในการสังเคราะห์แสง ซึ่งอธิบายได้จากอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ แต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ และช่วงเวลาในรอบวัน ช่วงอายุของอ้อยต้องเกี่ยวพันกับระยะการเจริญเติบโตและสภาพแวดล้อม ทำให้อ้อยปรับตัวและเจริญเติบโตให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสงในรอบวันของอ้อย ทั้งการเปิดปิดปากใบ และพลังงานแสง

**การสังเคราะห์แสงในรอบวัน**

***สุพรรณบุรี***

อ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูก อยู่ในช่วงฝนความชื้นสูง แสงเพิ่มขึ้นในช่วงกลางของวันและลดลง บางช่วงท้องฟ้ามีเมฆมากและฝนตกช่วง 16 น. จึงไม่ได้ทำการตรวจวัด แสงสูงสุดไม่เกิน 1,000 μmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มจาก 29 °ซ เพิ่มเป็น 36°ซ ในช่วง 13 น. แล้วลดลงเล็กน้อย และความชื้นตลอดทั้งช่วงอยู่ระหว่าง 49-53% และลดลงในช่วง 15 น ที่ 46% อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 10-14 น. มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดระหว่าง 15-30 μmol$CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ โดยพันธุ์ UT10-615 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ การเพิ่มขึ้นและลดลงผันแปรตามแสง (PPF) และค่านำไหลปากใบ ($g_s$) ที่มีค่าเฉลี่ย 90 mmol$H_2O$$m^{-2}$$s^{-1}$ ในช่วงเช้าค่อยๆเพิ่มขึ้นถึง 260 mmol$H_2O$ $m^{-2}$$s^{-1}$ แล้วลดลง แรงดึงระเหยน้ำของอากาศ (Air Vapor Pressure Deficit :$VPD_{air}$) เฉลี่ยจาก 2.0 kPa เพิ่มขึ้นในช่วง 13-14 น. แต่ไม่เกิน 3.0 kPa (ภาพที่ 2) สภาพแวดล้อมในช่วงนี้ จึงทำให้สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.83) และ PPF ($r^2$=0.84 ) การคายน้ำ (E) ($r^2$=0.93) และอุณหภูมิ ($r^2$=0.74) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่องว่างระหว่างเซล ($C_i$) ($r^2$=-0.82) ส่วนความชื้นและ $VPD_{air}$ มีความสัมพันธ์กันต่ำ ($r^2$= 0.49 และ 0.32) แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-12 น. ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่า $r^2$สูงขึ้น (ภาพที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

อ้อยอายุ 6 เดือน อยู่ในระยะย่างปล้อง อาศัยน้ำฝน ดินมีความชื้นต่ำ มีเมฆเป็นบางช่วงเวลา แสงสูงสุดประมาณ 2,000 µmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ ในช่วง 12-14 น. สูงกว่า รอบ 4 เดือนแรกมาก อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มจาก 28°ซ เพิ่มเป็น 40°ซ ในช่วง 13 น. แล้วลดลงเล็กน้อย และความชื้นช่วงเช้าสูง อยู่ระหว่าง 55-62% แล้วค่อยๆลดลงตั้งแต่ 11 น. ต่ำสุดในเวลา 18 น.ที่ 36% อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 9-16 น. มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเฉลี่ยระหว่าง 15-20 µmol$CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วง 1 วันใกล้เคียงกัน 17.1-18.8 mol$CO_2$ $m^{-2}$ $d^{-1}$ สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด การเพิ่มขึ้นและลดลงผันแปรตาม PPF และ $g_s$ ที่มีค่าเฉลี่ย 95±55 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ในช่วงเช้าค่อยๆเพิ่มขึ้นถึง 270 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ แล้วลดลงในช่วง 17 น. $VPD_{air}$ เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1.6 kPa ในช่วง 7 น. ไปจนเกิน 3.0 kPa ตั้งแต่ 12 น.เป็นต้นไป สภาพแวดล้อมในช่วงนี้อ้อยสามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด (ภาพที่ 2) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.92) และ PPF ($r^2$=0.72) การคายน้ำ ($r^2$=0.88) และอุณหภูมิ ($r^2$=0.50) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ $C_i$ ($r^2$=-0.55) ส่วนความชื้นและ $VPD_{air}$ มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก ($r^2$= 0.22 และ 0.17) แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-12 น. ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่า $r^2$ สูงขึ้น (ภาพที่ 4) ส่วนอ้อยอายุ 8 เดือนหลังปลูก สภาพแปลงน้ำท่วมขัง จึงไม่ได้ทำการตรวจวัด

อ้อยอายุ 10 เดือน ระยะสะสมน้ำหนัก ดินมีความชื้นสูง มีเมฆเป็นบางช่วงเวลา แสงสูงสุดประมาณ 1,700 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ในช่วง 12 -13 น. ซึ่งต่ำกว่า รอบ 6 เดือนหลังปลูกเล็กน้อย แต่จำนวนชั่วโมงของแสงแดดสั้นกว่า เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มจาก 26 °ซ เพิ่มเป็น 37°ซ ในช่วง 13 น. แล้วลดลงเล็กน้อย และความชื้นช่วงเช้าสูงประมาณ 65% แล้วค่อยๆลดลงต่ำสุดในเวลา 13 น. ที่ 50% แล้วเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยจนถึงช่วงเย็น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 9-11 น. ต่ำลงเล็กน้อยในช่วง 11-15 น. ทุกพันธุ์ และเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วง 15 -16 น. ยกเว้นพันธุ์ UT15 ที่ลดลง ทุกพันธุ์สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเฉลี่ยระหว่าง 15-20 µmol$CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วง 1 วันใกล้เคียงกัน 3.6-5.3 mol$CO_2$ $m^{-2}$ $d^{-1}$ น้อยกว่าช่วง 6 เดือนหลังปลูกประมาณ 4 เท่า อย่างไรก็ตาม อ้อยสามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด (ภาพที่ 2) การเพิ่มขึ้นและลดลงผันแปรตาม PPF และ $g_s$ ที่มีค่าเฉลี่ย 68±39 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ช่วงเช้าต่ำแล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นถึง 230 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ แล้วลดลงในช่วง 13 น. $VPD_{air}$ เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1.1 kPa ในช่วงเช้าไปจนเกิน 3.0 kPa ตั้งแต่ 12 น.เป็นต้นไป แล้วลดลงหลัง 14 น. อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.93) และ PPF ($r^2$=0.82) และการคายน้ำ ($r^2$=0.86) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ Ci ($r^2$=-0.77) ส่วนอุณหภูมิและ $VPD_{air}$ มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก ($r^2$=0.47 และ 0.44) และไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้น แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-12 น. ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่า $r^2$ สูงขึ้นและลดลงเล็กน้อย (ภาพที่ 5)

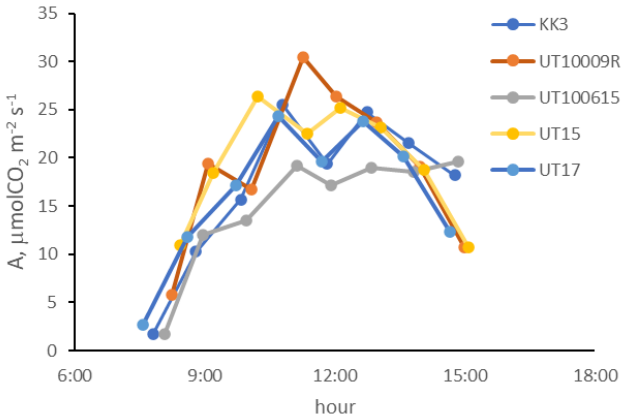
อ้อยอายุ 4 เดือนหลังไว้ตอ ระยะแตกกอ ดินมีความชื้น PPF สูงสุดประมาณ 1,700 µmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ ในช่วง 10-15 น. จำนวนชั่วโมงของแสงแดดยาวนาน ทำให้อุณหภูมิสูงตลอดวัน เฉลี่ยเพิ่มจาก 35 °ซ ในช่วงเช้าเพิ่มเป็น 46°ซ ในช่วง 12 น. แล้วลดลงเล็กน้อย และความชื้นช่วงเช้าสูงประมาณ 72% แล้วค่อยๆลดลง ต่ำสุดในเวลา 17 น. ที่ 35% อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 9-17 น. มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเฉลี่ยระหว่าง 15-25 µmol$CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ทุกพันธุ์สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงวัน โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสง

กรมวิชาการเกษตร

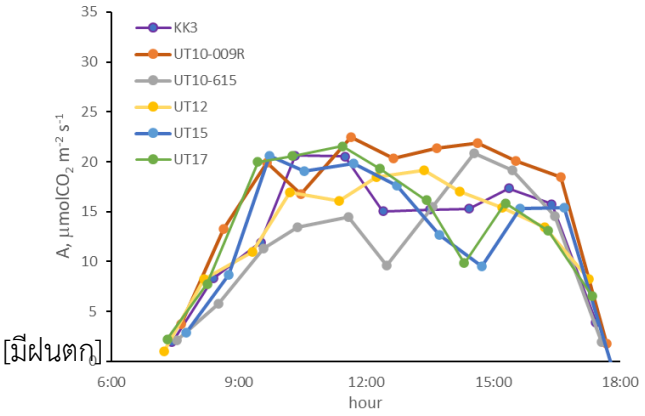
สุทธิในช่วง 1 วันใกล้เคียงกัน 5.0-6.7 mol$CO_2$ $m^{-2}$ $d^{-1}$ น้อยกว่าช่วง 6 เดือนหลังปลูกประมาณ 3 เท่า แต่น้อยกว่าระยะ 4 เดือนหลังปลูกของอ้อยปลูกเล็กน้อย เนื่องจากช่วงที่ทำการตรวจวัดมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำกว่าระยะ 4 เดือนหลังปลูกของอ้อยปลูก แต่ด้วยช่วงเวลาที่มีแสงยาวนานกว่าทำให้การสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันสูงกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม อ้อยสามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด (ภาพที่ 2) การเพิ่มขึ้นและลดลงผันแปรตาม PPF และ $g_s$ ที่มีค่าเฉลี่ย 152$\pm$59 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ช่วงเช้าต่ำแล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นถึง 250 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ แล้วลดลงในช่วง 11 น. VPD เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1.3 kPa ในช่วงเช้าไปจนเกิน 5.0 kPa ตั้งแต่ 11 น.เป็นต้นไป แล้วลดลงหลัง 15 น. อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.81) และ PPF ($r^2$=0.55) และการคายน้ำ ($r^2$=0.83) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ $C_i$ ($r^2$=-0.65) ส่วนอุณหภูมิ ความชื้นและ $VPD_{air}$ มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก ($r^2$=0.47  0.19 และ 0.19) แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-12 น. ความสัมพันธ์เฉพาะ $g_s$ จะมีค่า $r^2$ สูงขึ้น ส่วนปัจจัยอื่นๆ ลดลง (ภาพที่ 1.6)

กรมวิชาการเกษตร

ก) สุพรรณบุรี 4 เดือนหลังปลูก

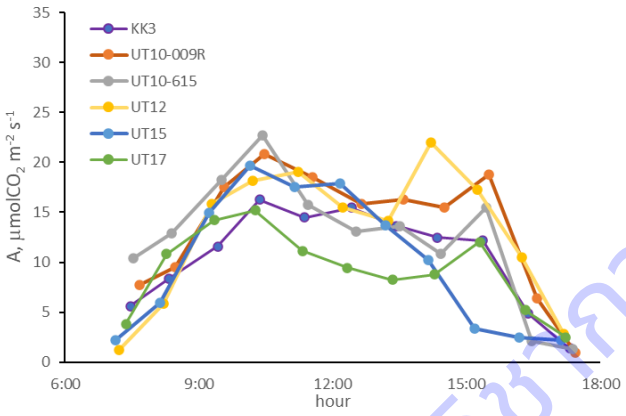



ข) สุพรรณบุรี 6 เดือนหลังปลูก

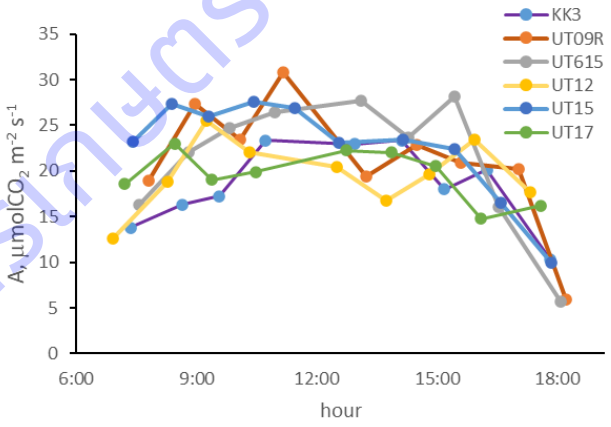



[มีฝนตก]

ค) สุพรรณบุรี 10 เดือนหลังปลูก

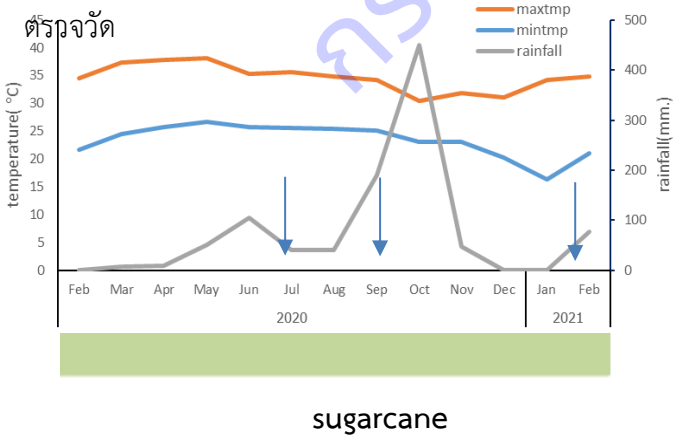



ง) อ้อยตอ 4 เดือนหลังตัด

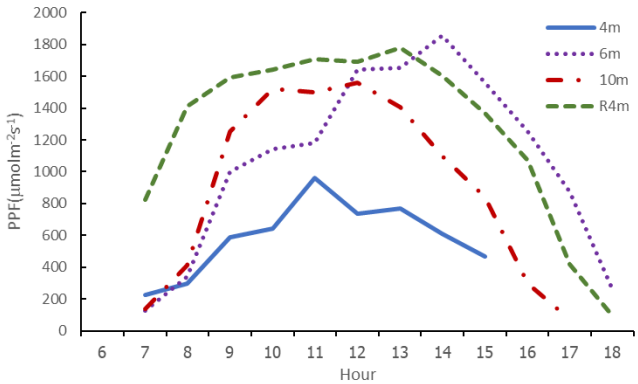



จ) สภาพแวดล้อมในช่วงปลูก

ตรวจวัด

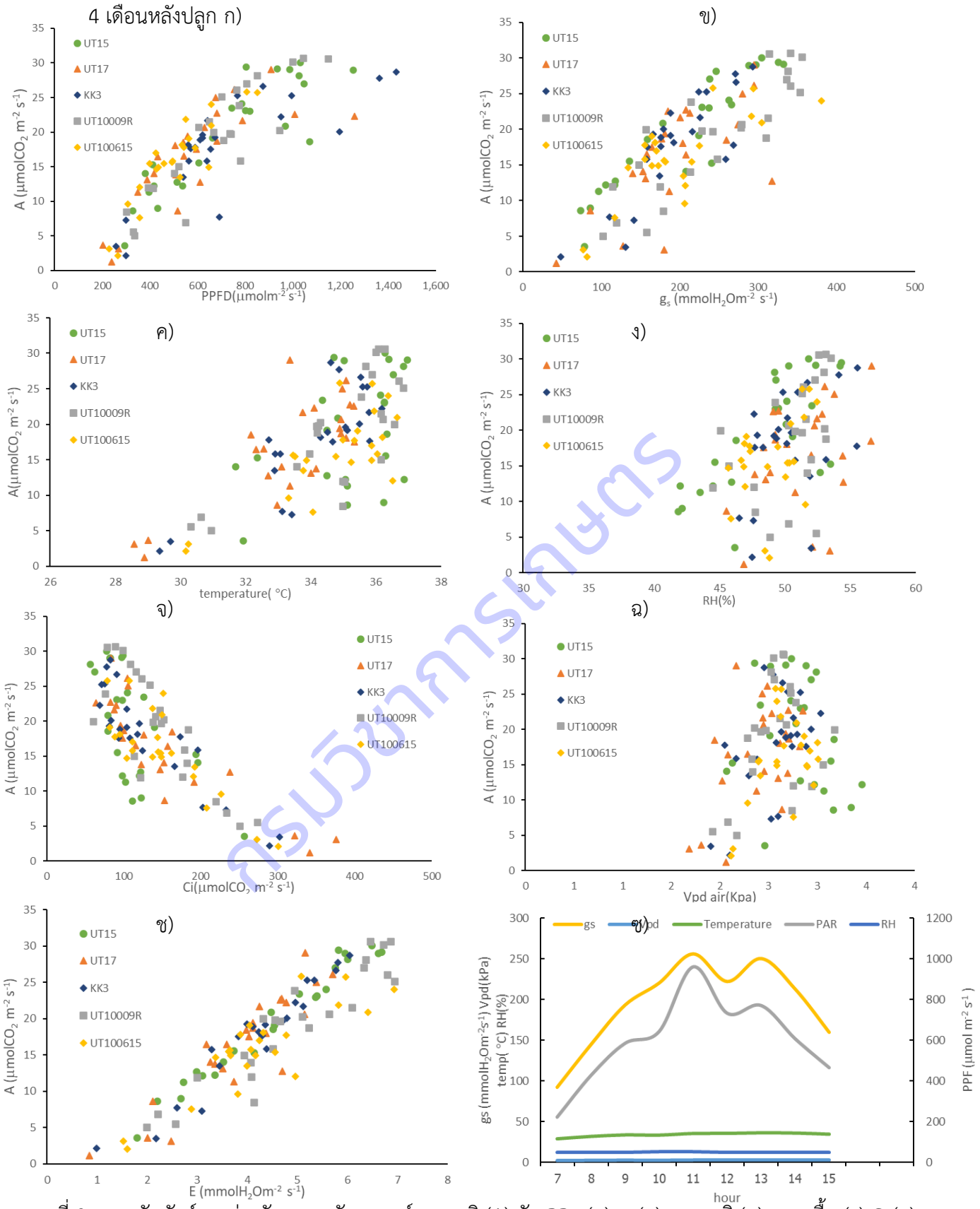



ฉ) PPF ในช่วงเวลาที่ทำการ



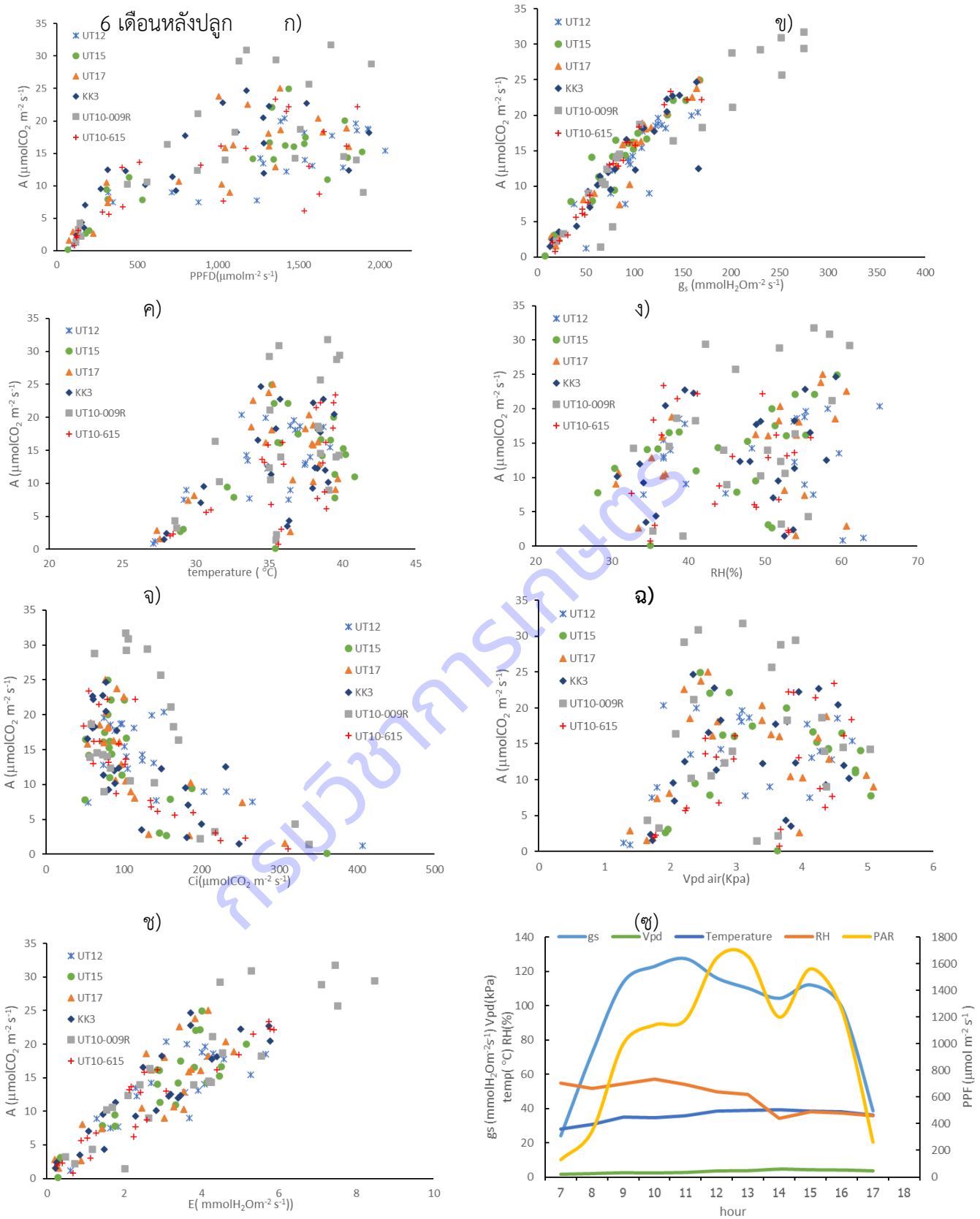

ภาพที่ 2 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) ในรอบวันของอ้อยปลูก 6 พันธุ์ และอ้อยตอที่ 4 เดือนหลังตัด ที่ อ. อู่ทอง จ. สุพรรณบุรี ระหว่างในเดือนมิถุนายน - มิถุนายน 2564

กรมวิชาการเกษตร



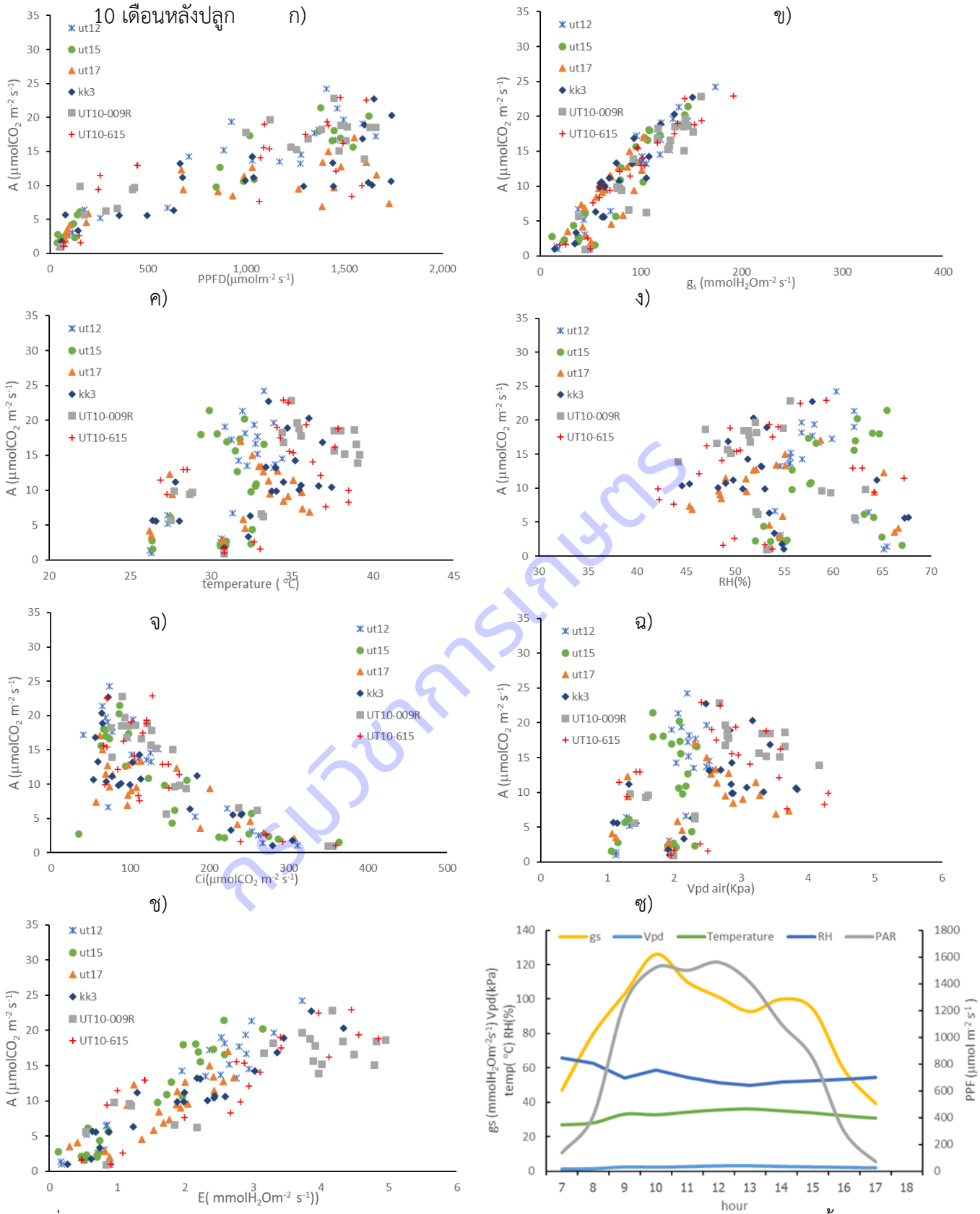

ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 6 พันธุ์ ที่ อ. อู่ทอง จ. สุพรรณบุรี หลังปลูก 4 เดือน

สถาบันการเกษตร



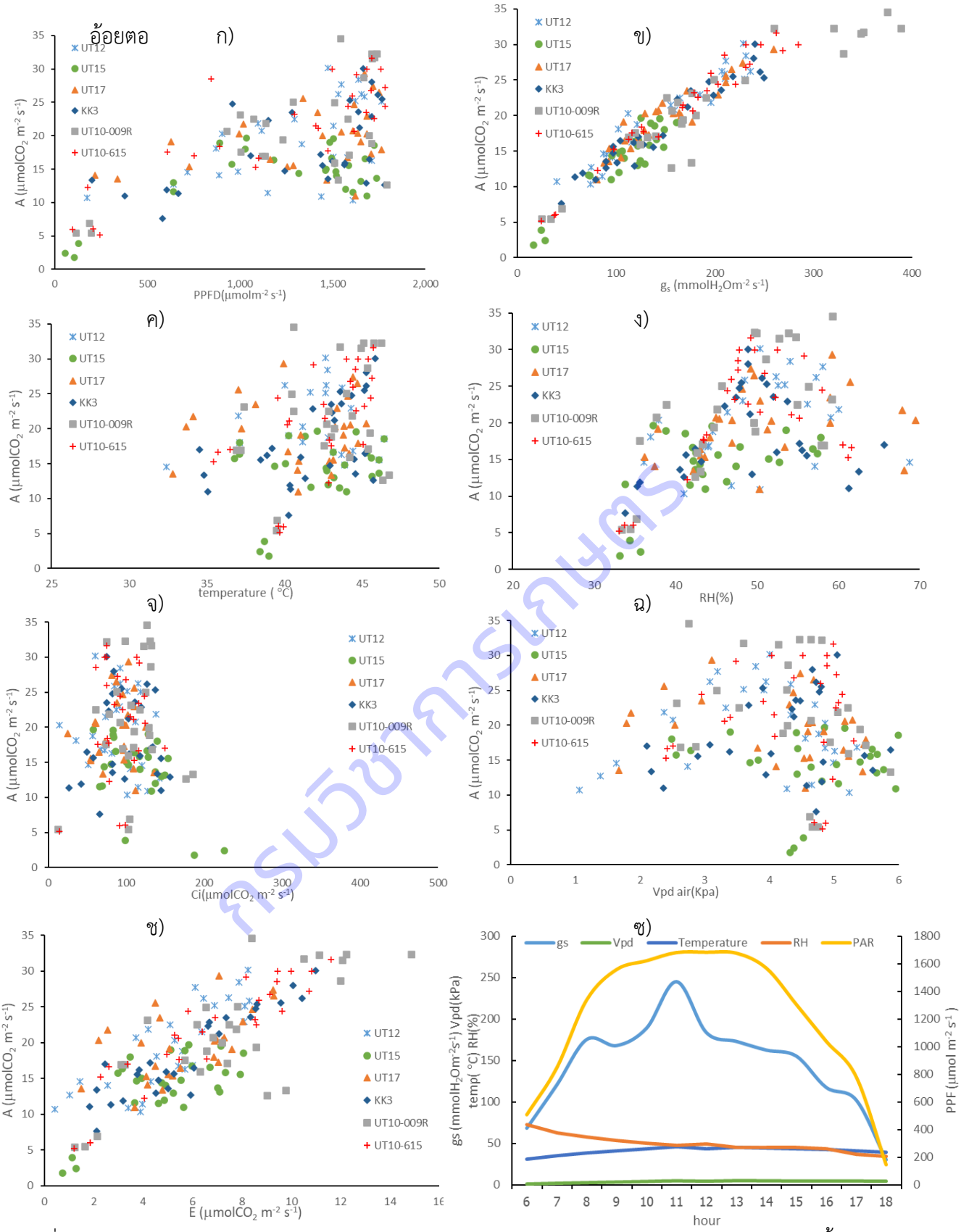

ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 6 พันธุ์ ที่ อ. อู่ทอง จ. สุพรรณบุรี หลังปลูก 6 เดือน

ศรีวิชาการเกษตร




ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 6 พันธุ์ ที่ อ. อู่ทอง จ. สุพรรณบุรี หลังปลูก 10 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

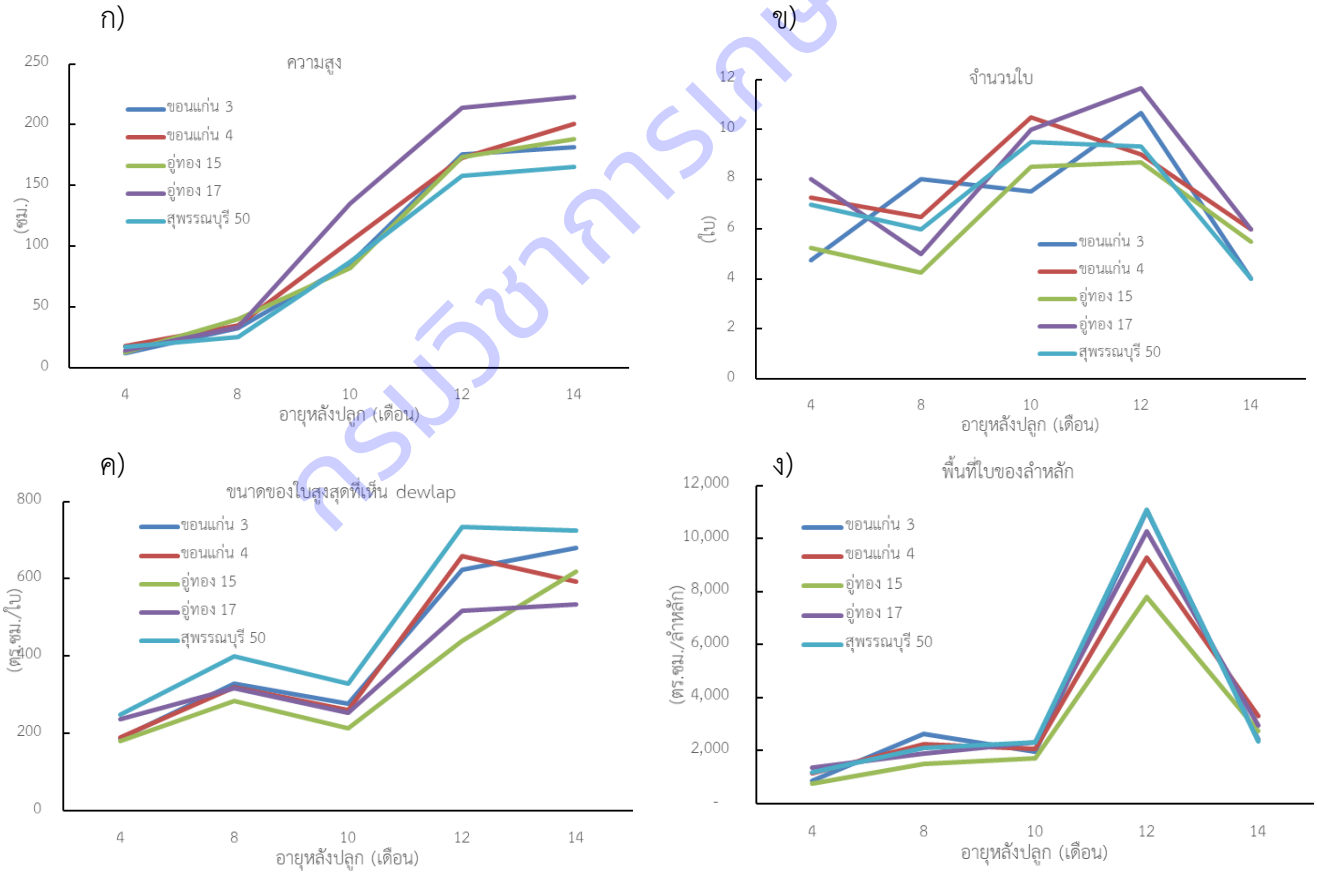



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 6 พันธุ์ ที่ อ. อู่ทอง จ. สุพรรณบุรี หลังไว้ตอ 4 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

***นครสวรรค์***

จากสภาพแวดล้อมที่แห้งและฝนทิ้งช่วงนาน ทำให้อ้อยอายุ 8 เดือน (มิถุนายน 2563) เจริญเติบโตช้าและหยุดชงัก (ภาพที่ 7) เนื่องจากการผ่านช่วงแล้งที่ยาวนานก่อนหน้า ใบเหลืองปริมาณคลอโรฟิลด์ลดลงมาก เมื่อได้รับฝนจึงเริ่มฟื้นตัวแตกหน่อใหม่ ความสูง 23-49 ซม. ใกล้เคียงอ้อยอายุ 2 เดือน เมื่ออ้อยอายุ 10 เดือน (สิงหาคม 2563) อ้อยเริ่มย่างปล้องหลังจากฟื้นตัวจากฝนก่อนหน้าใบเขียวขึ้น ความสูง 88-235 ซม. อ้อยอายุ 12 เดือน (ตุลาคม 2563) อยู่ในระยะย่างปล้อง เป็นช่วงฤดูฝน ความสูง 149-233 ซม. สภาพอากาศมีเมฆมาก มีฝนตก และที่อายุ 14 เดือน (ธันวาคม 2563) ใบแห้งเหลือง ความสูง 183-208 ซม. ต้นไม่สมบรูณ์ พัฒนาการและการเจริญเติบโตช้ามาก ทั้งความสูง จำนวนใบเขียว ขนาดของใบสูงสุดที่เห็น dewlap พื้นที่ใบรวมของลำหลัก การปรับตัวต่อสภาพเครียดจากการขาดน้ำ อ้อยลดขนาดของใบลงในช่วง 10 เดือนหลังปลูก (ภาพที่ 7ค) ลดจำนวนใบเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมอ้อยจึงเพิ่มพื้นที่ใบมากขึ้น (ภาพที่ 7ง) อย่างไรก็ตาม มีช่วงระยะการเจริญเติบโตสั้นกว่าเมื่อเทียบกับที่สุพรรณบุรี ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการปลูกที่เป็นดินทรายและช่วงเวลาของปีที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต รวมปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก 965 ม.ม. (ภาพที่ 8ช)




ภาพที่ 7 ความสูง (ก) จำนวนใบของลำหลัก(ข) ขนาดของใบสูงที่สุดที่เห็น dewlap (ค) และพื้นที่ใบรวมของลำหลัก (ง) ของอ้อยปลูก 5 พันธุ์ ที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

การสังเคราะห์แสงในรอบวันของอ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูก ที่สภาพอากาศแห้งและร้อนที่สามารถดูดซับคาร์บอนได้ในช่วงเช้าและช่วงเย็น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในเวลา 9 น. ซึ่งมีแสงประมาณ 900 μmolPPF $m^{-2}s^{-1}$ ทุกพันธุ์ใกล้เคียงกัน โดยพันธุ์ UT17 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด 5.9 μmol$CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ การเพิ่มขึ้นและลดลงไปในทำนองเดียวกันกับ $g_s$ ที่มีค่าต่ำกว่า 60 mmol$H_2O$$m^{-2}s^{-1}$ ค่อยๆเพิ่มขึ้นจาก 20 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ และสูงสุดในช่วงเช้า 8-10 น. และลดลงเกือบตลอดวัน การเปิดปากใบแต่น้อยและปิดปากใบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ จากอุณหภูมิที่สูงและความชื้นที่ต่ำ (ภาพที่ 1.8) สอดคล้องกับ $VPD_{air}$ ที่สูง 2- 6 kPa ตลอดช่วงการวัด อุณหภูมิและความชื้นที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเป็นบวกพบในช่วงเช้า หลัง 10 น. ความชื้นลดลงต่ำกว่า 38% ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 32°ซ และ $VPD_{air}$ สูงกว่า 3 kPa แต่ PPF สูงสุดที่ 12 น. 1,400 μmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ และลดลงหลังจากนั้น การเพิ่มขึ้นและลดลงของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิผันแปรตาม $g_s$ ($r^2$= 0.84) ที่มีค่าเฉลี่ย 21±13 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ เป็นช่วงเวลาสั้นๆ ในช่วงเช้า และการคายน้ำ ($r^2$=0.92) ส่วนปัจจัยอื่นๆ มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก และอุณหภูมิ ($r^2$=0.15) PPF ($r^2$=0.18) $C_i$ ($r^2$=-0.55) ความชื้น ($r^2$=0.18) และ $VPD_{air}$ ($r^2$=-0.25) (ภาพที่ 9) ส่วนอ้อยที่อายุ 6 เดือน ใบเหลืองและแห้งมาก ไม่สามารถวัดได้

อ้อยอายุ 8 เดือน มีเมฆเกือบตลอดช่วงของการวัด แสงสูงสุดประมาณ 600 μmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ ในช่วง 9 น. อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มจาก 32 °ซ เพิ่มเป็น 36°ซ ในช่วง 12 น. แล้วลดลงเล็กน้อยเนื่องจากมีเมฆมาก และความชื้นอยู่ระหว่าง 37-45% และทรงตัวจนกระทั่งเย็น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 9-13 น. สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด ต่างจากการตรวจวัดในช่วง 4 เดือน ที่สภาพอากาศแห้งและร้อนที่สามารถดูดซับคาร์บอนได้บางช่วงเท่านั้น มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเฉลี่ยระหว่าง 15-25 μmol$CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ (ภาพที่ 1.8) โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วง 1 วันใกล้เคียงกัน 4.6-5.9 mol$CO_2$ $m^{-2}$ $d^{-1}$ สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด การเพิ่มขึ้นและลดลงผันแปรตาม PPF และ $g_s$ ที่มีค่าเฉลี่ย 41±17 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ เพิ่มขึ้นเป็น 72 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ในช่วง 11 น. แล้วลดลง $VPD_{air}$ ตลอดการวัดเฉลี่ย 2.3 kPa แต่ยังมีความสัมพันธ์สูงกับความชื้นอยู่แม้จะต่ำกว่าช่วงการวัดอื่นๆ ($r^2$=0.77) สภาพแวดล้อมในช่วงนี้อ้อยสามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.82) และ PPF ($r^2$=0.95) การคายน้ำ ($r^2$=0.89) และอุณหภูมิ ($r^2$=0.74) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับ $C_i$ ความชื้นและ $VPD_{air}$ แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-12 น. ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่า $r^2$ ลดลง สภาพแวดล้อมรอบนี้แสงจึงเป็นปัจจัยจำกัดเนื่องจากมีพลังงานต่ำเมฆปกคลุมเป็นระยะ ทำให้อุณหภูมิไม่สูงและความชื้นไม่ลดลงต่ำจนเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง (ภาพที่ 10)

อ้อยอายุ 10 เดือน แสงสูงสุดประมาณ 1,600 μmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ ในช่วง 14 น. ช่วงเช้ามีเมฆเป็นบางเวลา อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มจาก 30 °ซ เพิ่มเป็น 40°ซ ในช่วง 14 น. แล้วลดลง และความชื้นอยู่ระหว่าง 41-57% ลดลงในช่วงกลางของวันและเพิ่มขึ้นในช่วงเย็น $g_s$ ที่มีค่าเฉลี่ย 61±17 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ลดลงเรื่อยๆ จาก 80 mmol$H_2O$ $m^{-2}s^{-1}$ ในช่วงเช้า ส่วน $VPD_{air}$ ตลอดการวัดเฉลี่ย 2.4 kPa เพิ่มขึ้นจาก 1.5 ในช่วงเช่าเป็น 3.3 kPa ในช่วง 14 น. แล้วลดลง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 9-16 น. เฉลี่ยระหว่าง 15-35 μmol$CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด ทั้งอัตราและช่วงเวลาของวันยาวนานกว่าช่วงอายุ 8 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วง 1 วันใกล้เคียงกัน 7.7-8.5 $molCO_2\ m^{-2}\ d^{-1}$ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.76) และ PPF ($r^2$=0.78) และการคายน้ำ ($r^2$=0.91) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ $C_i$ ($r^2$=-0.56) ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้น อุณหภูมิ และ $VPD_{air}$ แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-12 น. ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่า $r^2$ เพิ่มขึ้นยกเว้น $g_s$ ($r^2$= 0.56) และอุณหภูมิที่กลับมามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ($r^2$= 0.66) สภาพแวดล้อมรอบนี้แสงจึงเป็นปัจจัยจำกัดในช่วงเช้าเนื่องจากมีเมฆปกคลุมเป็นระยะ (ภาพที่ 11)

อ้อยอายุ 12 เดือน สภาพอากาศมีเมฆมากและมีฝนตกในช่วงเย็นและกลางคืน แสงสูงสุดประมาณ 1,100 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ในช่วง 14 น อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มจาก 27°ซ เพิ่มเป็น 35°ซ ในช่วง 13 น. แล้วลดลง และความชื้นอยู่ระหว่าง 39-52% ลดลงในช่วงกลางของวันและเพิ่มขึ้นในช่วงเย็น $g_s$ ที่มีค่าเฉลี่ย 53$\pm$13 $mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$ ลดลงเรื่อยๆ จาก 80 $mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$ ในช่วงเช้าแล้วสูงขึ้นอีกในช่วง 13 น. ก่อนลดลง ส่วน $VPD_{air}$ ตลอดการวัดเฉลี่ย 2.2 kPa เพิ่มขึ้นจาก 1.6 ในช่วงเช่าเป็น 2.7 kPa ในช่วงเย็น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 9-16 น. เฉลี่ยระหว่าง 10-27 $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ สามารถดูดซับคาร์บอนได้ตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วง 1 วันใกล้เคียงกัน 4.6-6.4 $molCO_2\ m^{-2}\ d^{-1}$ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.82) และ PPF ($r^2$=0.74) และการคายน้ำ ($r^2$=0.92) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ Ci ($r^2$=-0.83) ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้น อุณหภูมิ และ $VPD_{air}$ แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-12 น. ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่า $r^2$ เพิ่มขึ้นยกเว้น $g_s$ ($r^2$= 0.78) และการคายน้ำ ($r^2$= 0.91) แต่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่ำกว่าการวัดในช่วง 10 เดือนที่สภาพอากาศชุ่มชื้นปากใบเปิดกว้างกว่า สามารถดูดซับคาร์บอนได้ในอัตราที่สูงกว่า เนื่องจาก PPF ที่ต่ำ ทั้งนี้ความชื้นไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัด (ภาพที่ 12)

อ้อยอายุ 14 เดือน ดินแห้ง สภาพอากาศร้อน แสงแดดรุนแรง แสงสูงสุดประมาณ 1,400 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ในช่วง 11 น อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มจาก 27°ซ เพิ่มเป็น 39°ซ ในช่วง 13 น. แล้วลดลง และความชื้นอยู่ระหว่าง 32-61% สูงในช่วงเช้า ลดลงในช่วงกลางของวันและเพิ่มขึ้นในช่วงเย็น $g_s$ ที่มีค่าเฉลี่ย 12$\pm$9 $mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$ ลดลงเรื่อยๆ จาก 30 $mmolH_2O\ m^{-2}s^{-1}$ ในช่วง 9 น.เป็นต้นไป ส่วน $VPD_{air}$ ตลอดการวัดเฉลี่ย 3.3 kPa เพิ่มขึ้นจาก 1.3 ในช่วงเช่าเป็น 4.6 kPa ในช่วง 13 น. แล้วลดลง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วง 8-10 น. เฉลี่ยระหว่าง 7-10 $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ สามารถดูดซับคาร์บอนได้สูงเฉพาะช่วงเช้า โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วง 1 วันใกล้เคียงกัน 1.1-2.8 $molCO_2\ m^{-2}\ d^{-1}$ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีความสัมพันธ์ทางเดียวกันกับ $g_s$ ($r^2$= 0.95) และการคายน้ำ ($r^2$=0.77) แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ $C_i$ ($r^2$=-0.54) ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้น ($r^2$=-0.58) อุณหภูมิ ($r^2$= 0.40) และ $VPD_{air}$ ($r^2$=-0.46) แต่หากพิจารณาในช่วงเช้า 7-10 น. ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีค่า $r^2$ ลดลง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่ำกว่าการวัดในช่วง 10 และ 12 เดือน ที่สภาพอากาศชุ่มชื้นและสามารถดูดซับคาร์บอนได้ยาวกว่า (ภาพที่ 13)

**พันธุ์อ้อย**

จากการประมาณอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันตามพันธุ์อ้อยได้ พบว่า พันธุ์อ้อยขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 UT10-615 และ UT10-009R ปลูกที่สุพรรณบุรี และอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ขอนแก่น 4 อู่ทอง 15 อู่ทอง 17 และสุพรรณบุรี 50 ปลูกที่นครสวรรค์ไม่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันอย่างมี

ศรีวิชัยการเกษตร

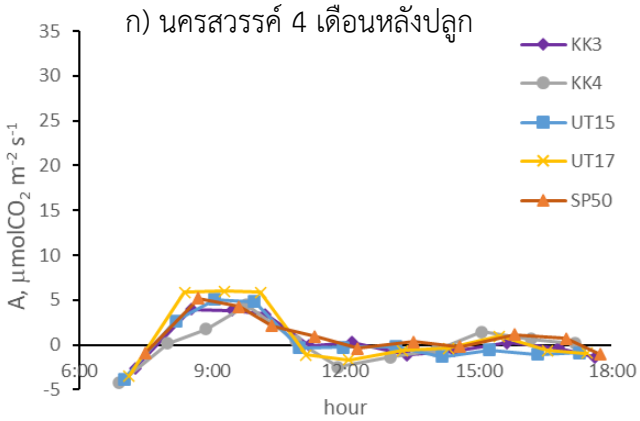
นัยสำคัญ แต่ช่วงอายุที่วัดมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันแตกต่างกันมาก ($p<0.01$) กล่าวคือ อ้อยที่สุพรรณบุรีมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงที่ 6 เดือนหลังปลูก 1.7-1.88 $molCO_2\ m^{-2}\ d^{-1}$ ใกล้เคียงกับงานของนฤนาท (2546) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของเรือนพุมอ่อยปลูกพันธุ์ H38-2915 ที่ชวงอายุ 181-194 วัน มีอัตราการสังเคราะหแสงสุทธิของเรือนพุมโดยรวมชวงเวลา 7-18 น. สูงที่สุด 1.99 $molCO_2m^{-2}$ (87.56 g $CO_2m^{-2}$) ส่วนพันธุ์อูทอง 1 และพันธุ 85-11-2 มีการเปลี่ยนแปลงในชวงเวลากลางวันที่คลายกัน โดยชวงเช้าเวลา 7- 12 น. อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มสูงขึ้น และเพิ่มสูงสุดในชวงเวลา 12 – 14 น. จากนั้นจึงลดลงเป็นศูนยในชวงเวลา 17-18 น. และเปนลบในเวลากลางคืน

ส่วนที่นครสวรรค์อัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงสุดที่ 10 เดือนหลังปลูก 0.77-0.86 $molCO_2\ m^{-2}\ d^{-1}$ อัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันไม่ได้สัมพันธ์กับอายุหลังปลูก แต่เกี่ยวข้องกับระยะการเจริญเติบโตของอ้อย คือ ระยะย่างปล้องจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงสุด (ภาพที่ 14ก และ ข) ซึ่งระยะการเจริญเติบโตของอ้อยมีปริมาณน้ำเป็นตัวควบคุม อ้อยปรับตัวเมื่อน้ำไม่เพียงพอด้วยการลดขนาดพื้นที่ใบ จำนวนใบ ความเขียวของใบ รวมทั้งการห่อใบในเวลาที่รับแสงมากเกินไป ทำให้ทั้ง 2 แห่ง ให้อัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันแตกต่างกันมาก แม้ว่าระยะที่อัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงสุดอยู่ในระยะย่างปล้องเช่นเดียวกัน พันธุ์ที่มีพื้นที่ใบใน การรับแสงแดดได้เต็มที่และสมบรูณ์มากกว่า ก็จะมีความสามารถในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มาก

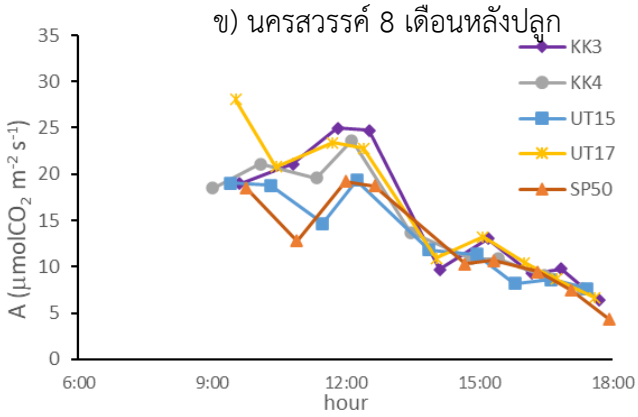
การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ทั้ง 2 สภาพแวดล้อม มีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน น้ำและความสมบูรณ์ของต้นพืชมีผลการปิดเปิดปากใบและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้นทำให้ค่า $g_s$ เพิ่มขึ้นตามแสงในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว แต่เมื่อพืชขาดน้ำ ปากใบจะเปิดน้อยมากเพื่อรักษาน้ำในเซลล์ เนื่องจากหากเปิดปากใบกว้าง $CO_2$ จากภายนอกแพร่เข้าสู่ใบขณะเดียวกันไอน้ำที่อยู่ในช่องว่างใต้ปากใบก็จะแพร่ออกสู่ภายนอกได้จึงทำให้โอกาสที่อ้อยจะทำการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง (ภาพที่ 15) อ้อยจะปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเค็มโดยการควบคุมการปิดปากใบ คลอโรฟิลล์รวมและประสิทธิภาพการใช้แสงลดลง ซึ่งส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการสร้างชีวมวล (คัทลียาและคณะ, 2562) ทำนองเดียวกันกับการขาดน้ำและแสงที่แดดรุนแรงของแปลงที่นครสวรรค์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

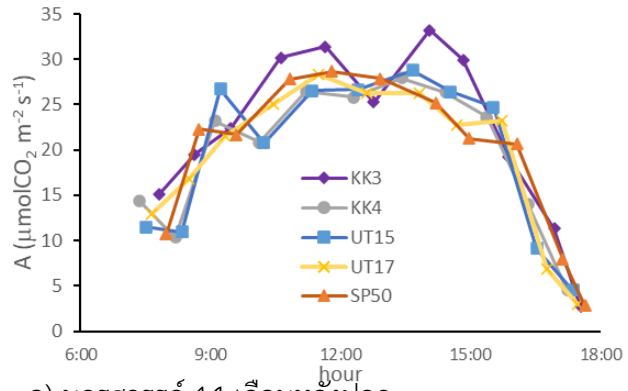
ก) นครสวรรค์ 4 เดือนหลังปลูก



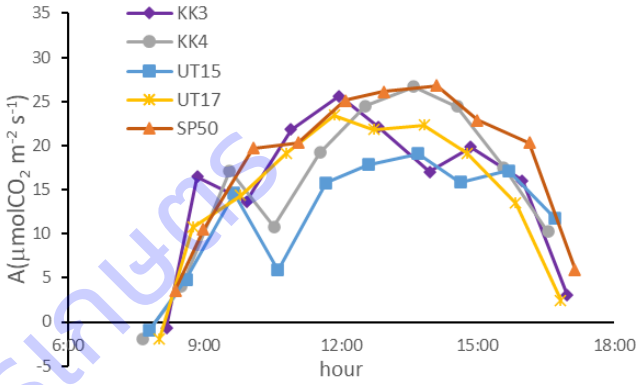

ข) นครสวรรค์ 8 เดือนหลังปลูก



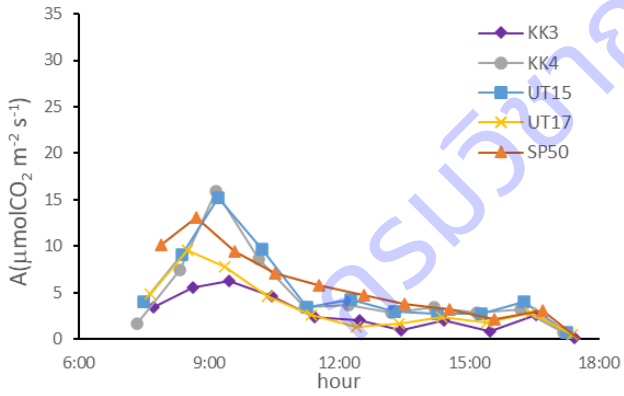

ค) นครสวรรค์ 10 เดือนหลังปลูก



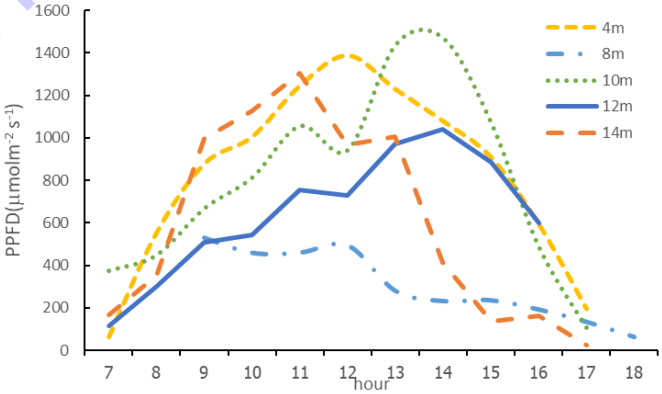

ง) นครสวรรค์ 12 เดือนหลังปลูก



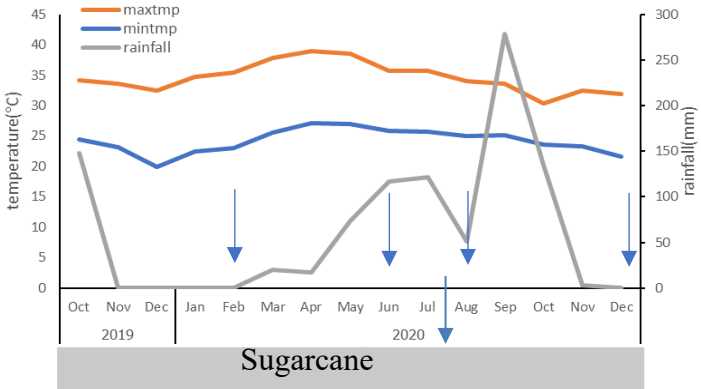

จ) นครสวรรค์ 14 เดือนหลังปลูก




ฉ) PPF ในช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด



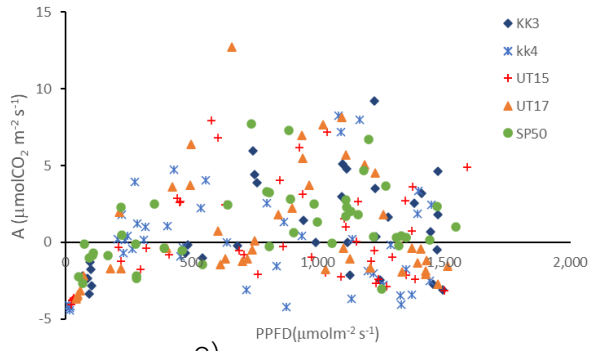

ช) สภาพแวดล้อมในช่วงปลูก



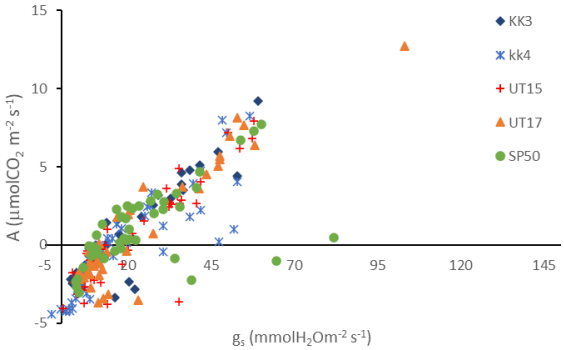

ภาพที่ 8 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของอ้อย 5 พันธุ์ ที่ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ระหว่างในเดือนกุมภาพันธ์ 2563 หรือ 4 เดือนหลังปลูก ถึง ธันวาคม 2563 หรือ 14 เดือนหลังปลูก

กรมวิชาการเกษตร

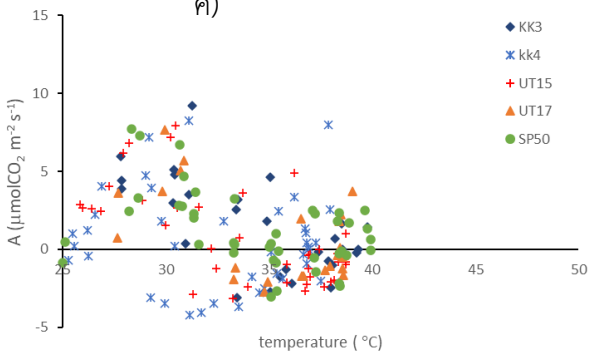
4 เดือนหลังปลูก ก)



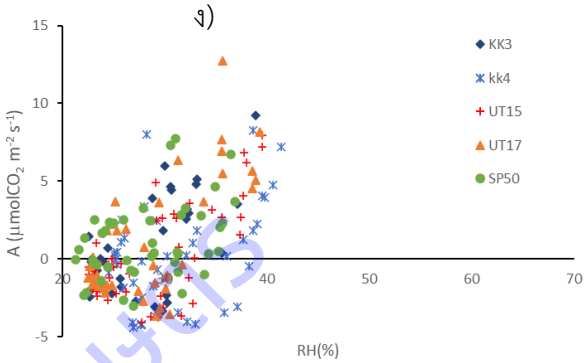

ข)



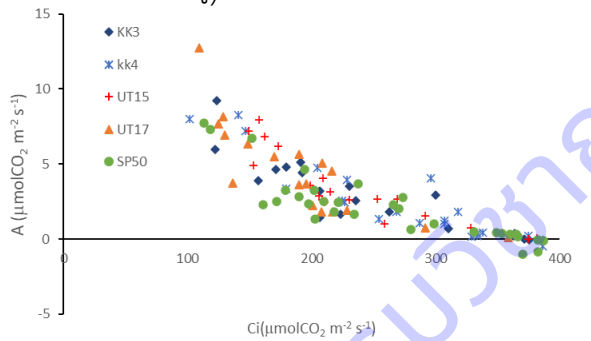

ค)



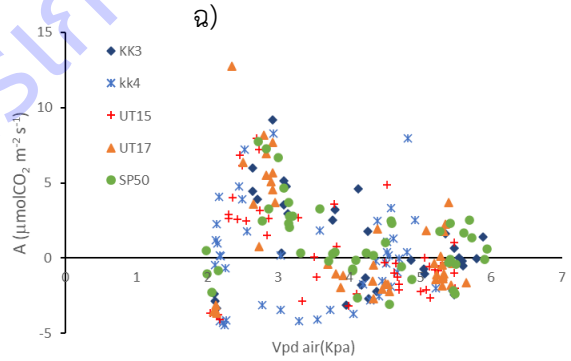

ง)



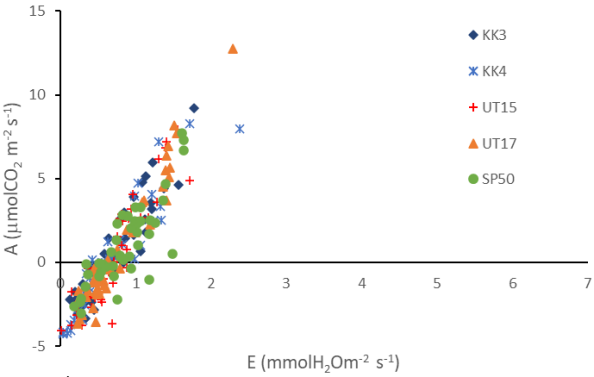

จ)



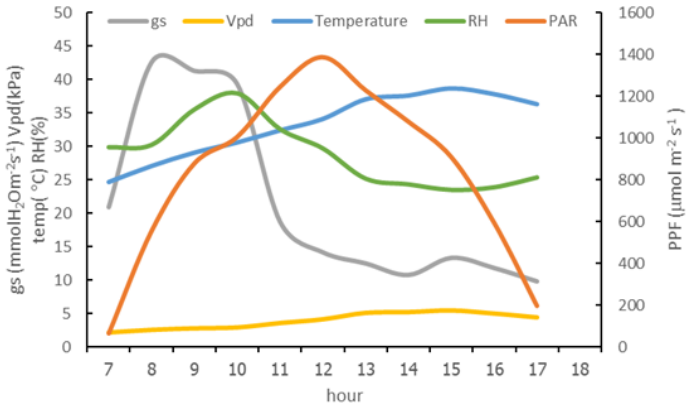

ฉ)




ช)



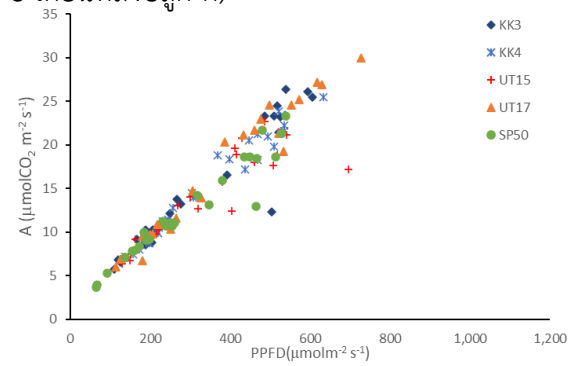

ซ)



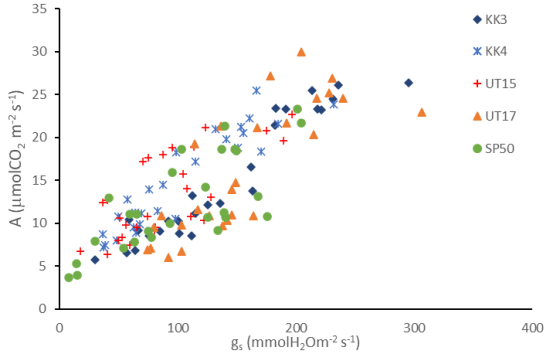

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) gs (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 5 พันธุ์ ที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ หลังปลูก 4 เดือน

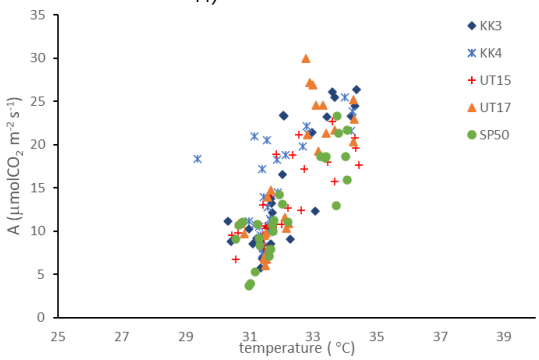
8 เดือนหลังปลูก ก)



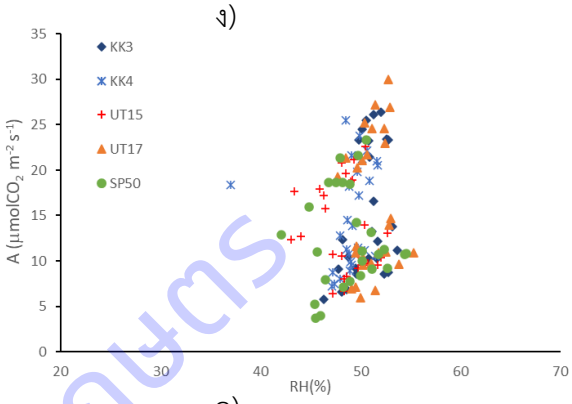

ข)



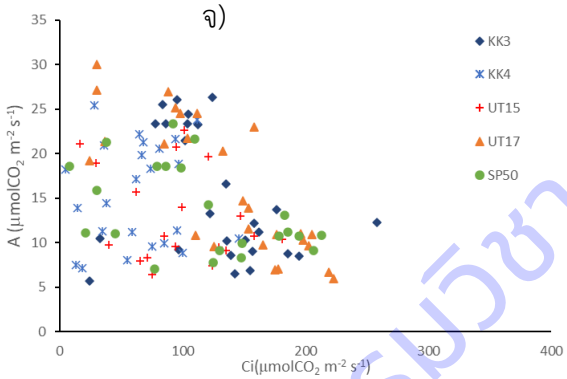

ค)



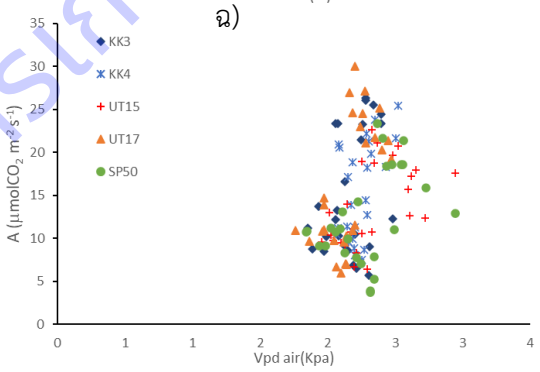

ง)



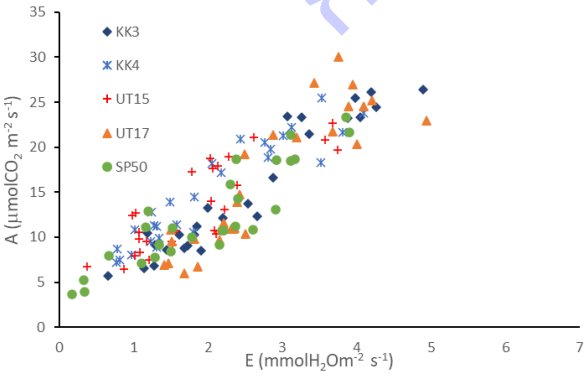

จ)



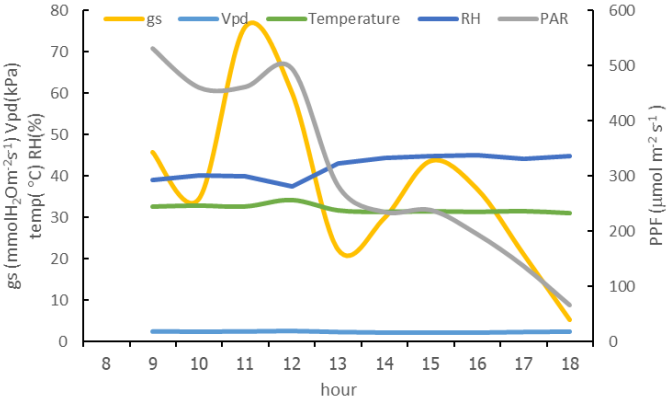

ฉ)




ช)




ซ)




ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 5 พันธุ์ ที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ หลังปลูก 8 เดือน

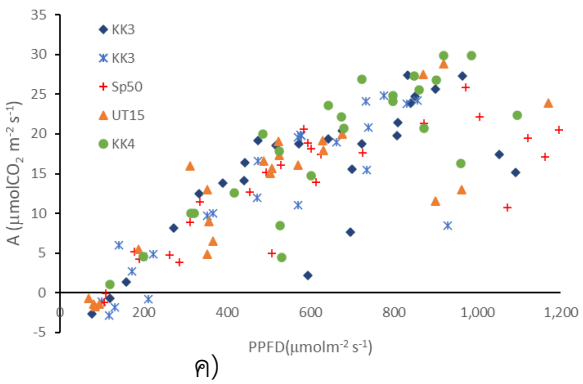
กรมวิชาการเกษตร

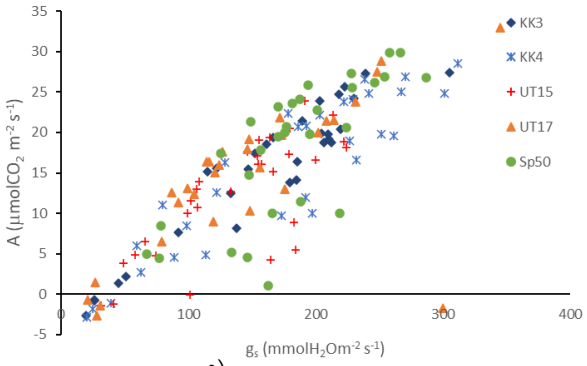
10 เดือนหลังปลูก

ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 5 พันธุ์ ที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ หลังปลูก 10 เดือน

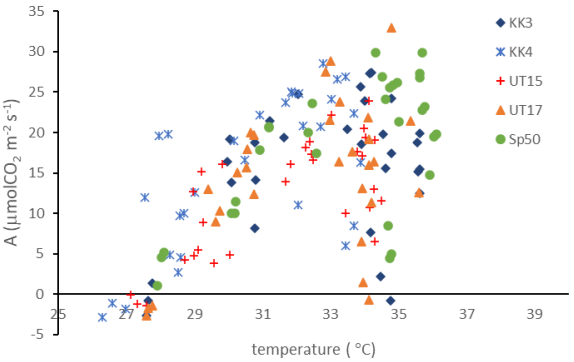
กรมวิชาการเกษตร

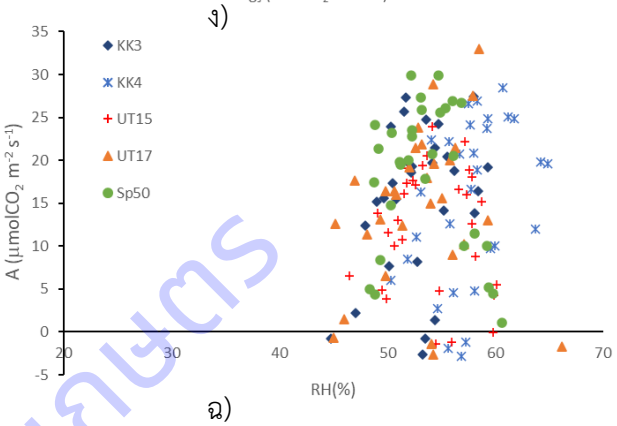
12 เดือนหลังปลูก ก) ข)



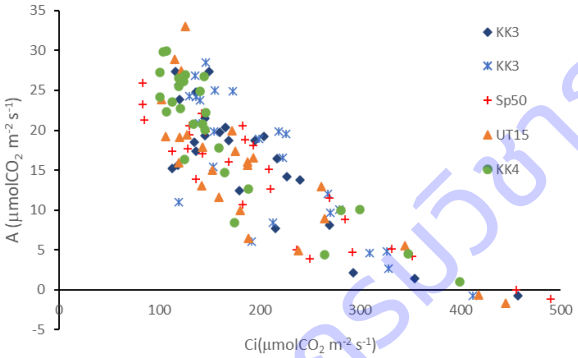



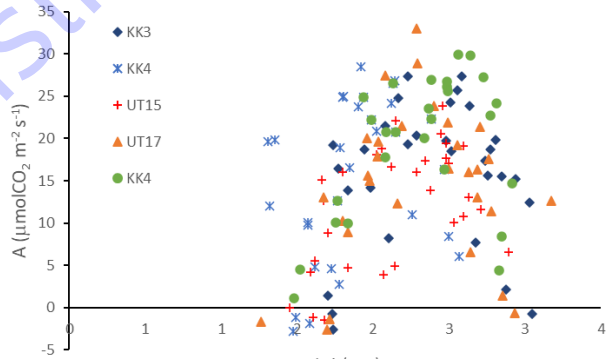

ค) ง)



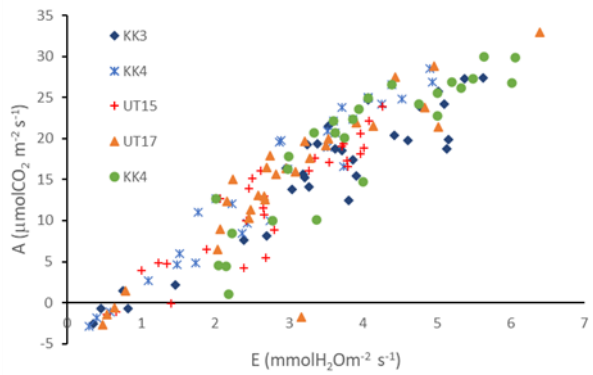



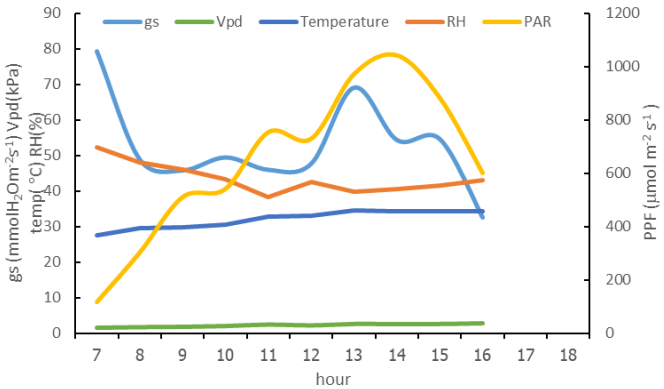

จ) ฉ)




ช) ซ)

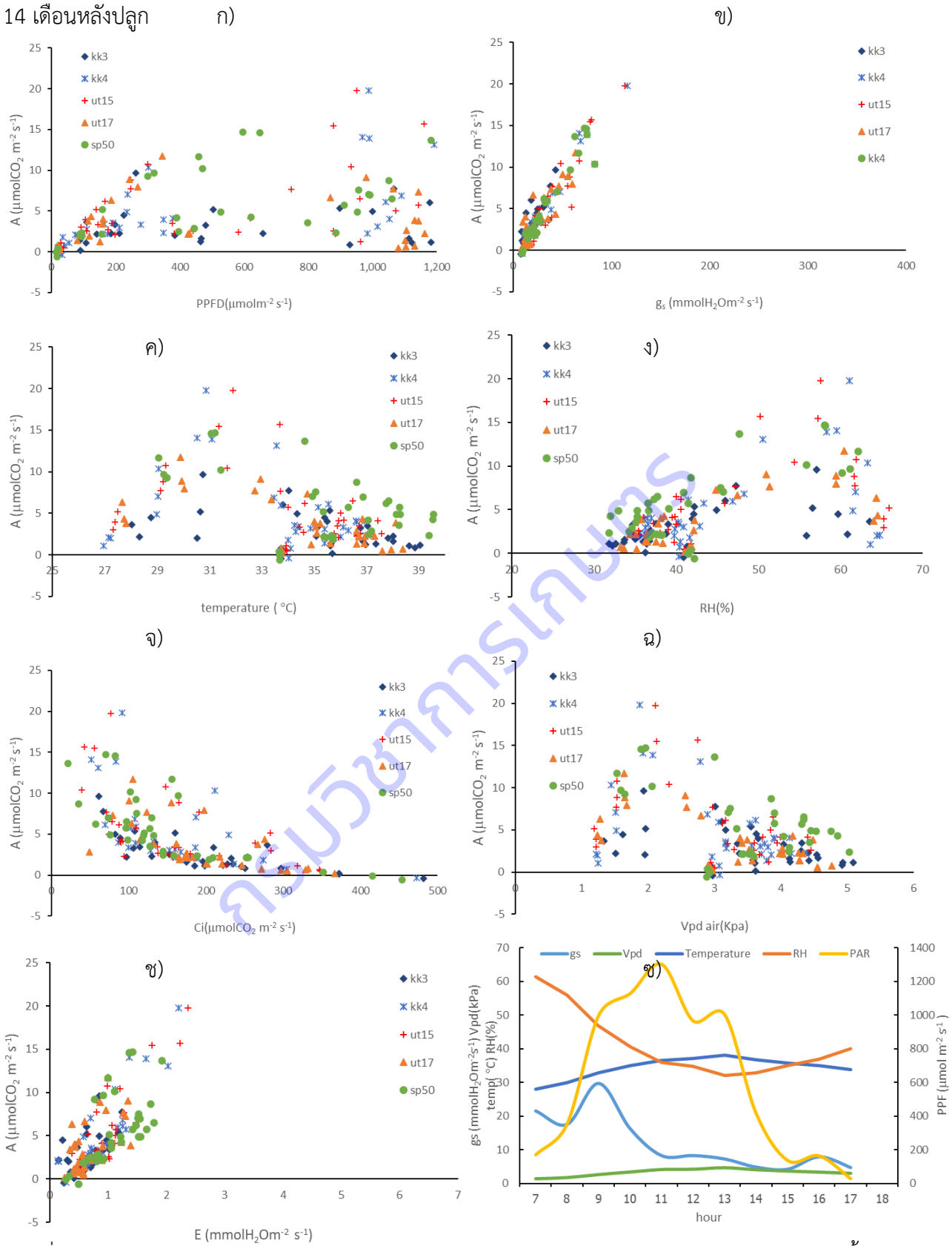



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 5 พันธุ์ ที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ หลังปลูก 12 เดือน

ศรีวิชาการเกษตร

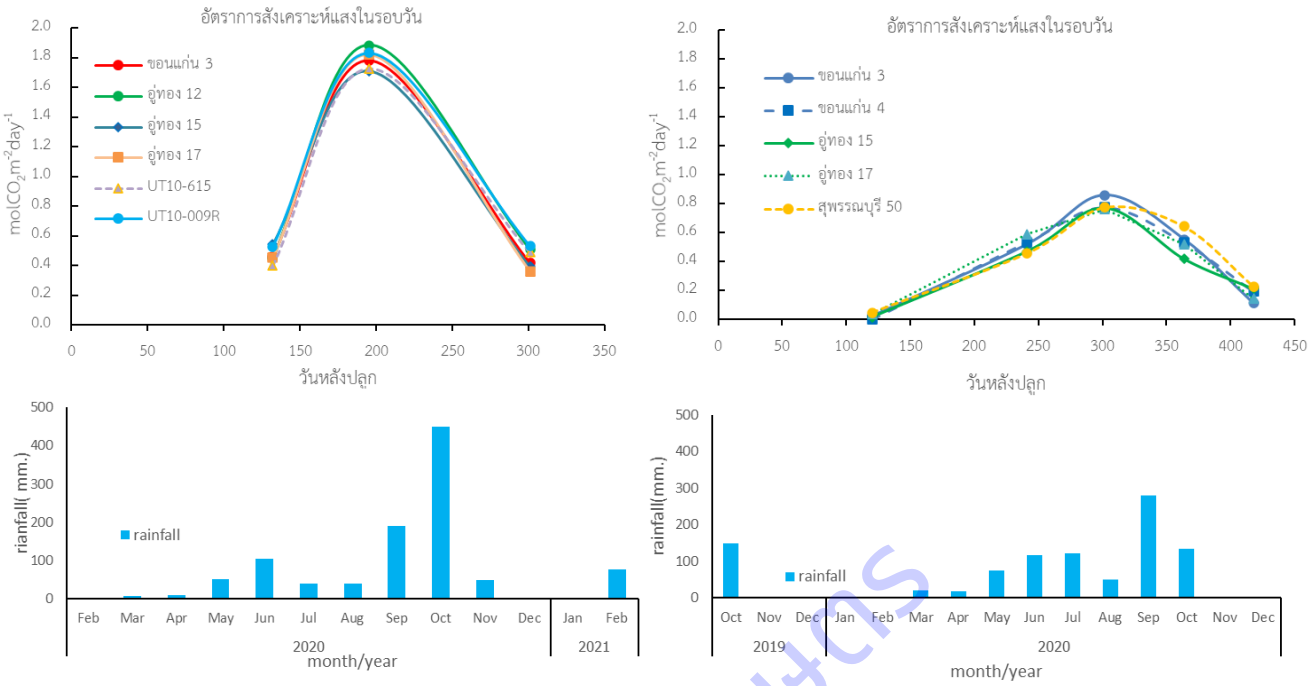
14 เดือนหลังปลูก




ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) กับ PPF (ก) $g_s$ (ข) อุณหภูมิ (ค) ความชื้น (ง) $C_i$ (จ) $VPD_{air}$ (ฉ) การคายน้ำ (ช) และสภาพแวดล้อมในรอบวัน (ซ) ของอ้อยปลูก 5 พันธุ์ ที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ หลังปลูก 14 เดือน

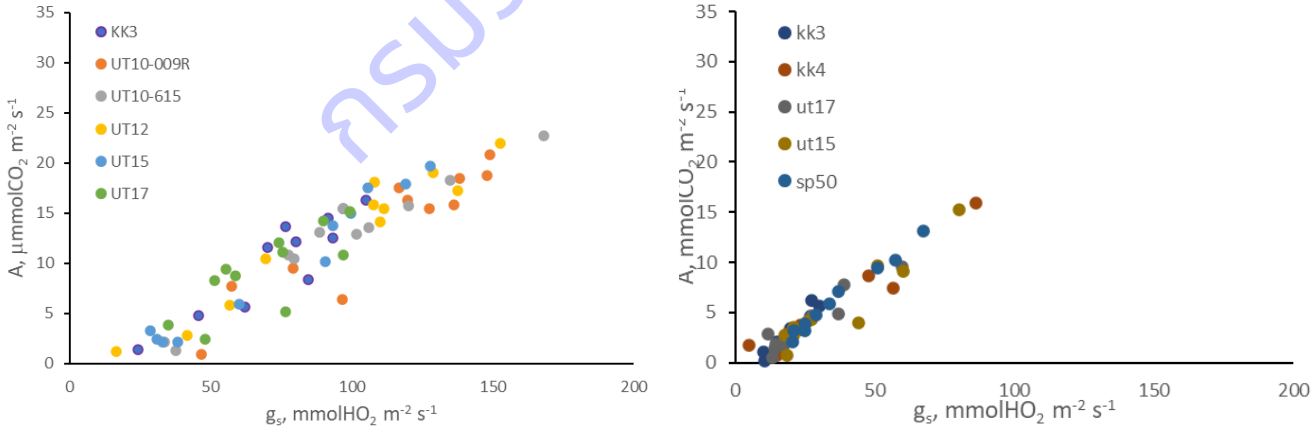
กรมวิชาการเกษตร

ก) สุพรรณบุรี ข) นครสวรรค์




ภาพที่ 14 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน (A) กับช่วงอายุหลังปลูกอ้อยและปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ สุพรรณบุรี (ก) และที่ นครสวรรค์ (ข)

ก) สภาพดินชื้น ข) สภาพขาดน้ำ




ภาพที่ 15 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) และค่านำไหลปากใบ ($g_s$) ในรอบวันของอ้อยที่สภาพดินชื้นที่ สุพรรณบุรี (ก) และที่สภาพขาดน้ำที่นครสวรรค์ (ข) ในเดือนธันวาคม 2563

กรมวิชาการเกษตร

**ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อย**

ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบอ้อยศึกษาโดยวัดเส้นตอบสนองต่อแสง (light response function) จากแปลงที่สุพรรณบุรี พารามิเตอร์เส้นตอบสนองต่อแสงของใบอ้อยที่ได้จากฟังก์ชัน non–rectangular hyperbola พบว่า การสังเคราะห์แสงของใบอ้อยมีความผันแปรในแต่ละช่วงอายุหลังปลูก และพันธุ์อันเนื่องมากจากลักษณะทางสรีรวิทยาของใบและปัจจัยทางสภาพอากาศ อธิบายเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

อัตราสังเคราะห์แสงรวมสูงสุด ($P_{max}$) ไม่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ แต่แตกต่างระหว่างอายุหลังปลูก ($p<0.01$) ในช่วงอายุ 4 เดือนหลังปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 อู่ทอง 15 และ UT10-009R ปลูกที่สุพรรณบุรีมีค่า $P_{max}$ สูงที่สุด 39.8 44.0 46.4 และ 45.5 $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ ตามลำดับ แล้วลดลงเรื่อยๆ เมื่ออายุมากขึ้น ขณะที่พันธุ์อู่ทอง 17 และ UT10-615 มีค่า $P_{max}$ สูงที่สุดในช่วง 6 เดือนหลังปลูก 37.0 และ 40.3 $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ ตามลำดับ แต่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่ 4 เดือนหลังปลูกของกลุ่มแรกสูงกว่าชัดเจนใน PPF เดียวกัน (ตารางที่ 7 และภาพที่ 16) ส่วนระยะ 10 เดือนหลังปลูก อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำกว่า 2 ระยะก่อนทุกพันธุ์ อยู่ระหว่าง 21-32 $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ ซึ่งเป็นระยะที่อ้อยสะสมน้ำตาล การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง อายุของใบ ความผันแปรในแต่ละวันและตามฤดูกาลมีผลต่อ $P_{max}$ (ดวงรัตน์และคณะ, 2542; :นฤนาท, 2546; สาพิศและดุริยะ, 2551)

เส้นตอบสนองต่อแสงมีส่วนหนึ่งที่อัตราการสังเคราะห์แสงแปรผันตรงกับความเข้มของแสง เป็นช่วงที่ไม่มีแสงถึงมีแสงน้อย มีลักษณะกราฟเป็นเส้นตรง เรียกค่าความชันนี้ว่า ประสิทธิภาพการใช้แสง (photochemical efficiency : $\alpha$) อ้อยทุกพันธุ์ให้ค่าใกล้เคียงกัน 0.050-0.070 $molCO_2\ molPPF^{-1}$ ไม่แตกต่างทางสถิติทั้งพันธุ์อ้อยและอายุอ้อยหลังปลูก ซึ่งควรสูงกว่า $\alpha$ ของพืช C3 ซึ่ง Taiz and Zeiger (2006) รายงานว่าพืช C3 ทั่วไปมีค่าประมาณ 0.05 ส่วนในปาล์มน้ำมันมีค่า 0.027-0.067 (วิชณีย์, มปป) ข้าวหอมมะลิ 105 และปทุมธานี 1 มีค่า 0.033 และ 0.056 $molCO_2\ molPPF^{-1}$ ตามลำดับ (ศรีสังวาลย์ และ สุนทรี, 2560)

ค่าควบคุมความโคงของเสนกราฟ (convexity parameter: $\theta$) บ่งบอกถึงสัดส่วนค่าความตานทานทางฟสิกสตอความต้านทานทั้งหมดของใบ พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติทั้งพันธุ์อ้อยและอายุอ้อยหลังปลูก อ้อยทั้ง 6 พันธุ์มีค่าเฉลี่ย 0.72-0.96 ค่านี้ไม่ค่อยผันแปร (ดวงรัตน์และคณะ, 2542; ครรชิต, 2555) ต่างจากสุนทรีและคณะ (มปป.) ในส้มเขียวหวานแตกต่างในแต่ละช่วงเดือน

อัตราการหายใจในที่มืด (dark respiration : $R_d$) ไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่อายุหลังปลูก ($p<0.01$) โดยที่ 4 เดือนหลังปลูกอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 มีค่าสูงที่สุด 2.24 $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ ขณะที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีค่าต่ำที่สุด 1.12 $\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ แต่ที่ 6 เดือนหลังปลูกพันธุ์อู่ทอง 12 กลับตรงกันข้าม และชุดพันธุ์ UT10-615 และ UT10-009R มีค่า Rd ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ มาก ค่า $R_d$ มีทิศทางตรงกันข้ามกับ $P_{max}$ ทุกพันธุ์ และมีค่าสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น 3.59-5.19 $\mu molCO_2\ m^{-2}s^{-1}$ อย่างไรก็ตาม อายุของใบที่ต่างกันก็จะมี Rd แตกต่างไป พูนพิภพ และเจษฎา (2537) รายงานว่าใบถั่วเหลืองที่อ่อนมาก $R_d$ สูงกว่าใบที่ขยายขนาดและเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว

จุดชดเชยแสง (light compensation point : $L_c$) เป็นจุดที่ความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอัตราการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจเท่ากับอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์จากการสังเคราะห์แสง ไม่มี

ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่อายุหลังปลูก ($p<0.01$) โดยที่ 4 เดือนหลังปลูกมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 25.6 μmolPPF $m^{-2}$ $s^{-1}$ และเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นที่ 10 เดือนหลังปลูกเฉลี่ย 83.1 μmolPPF $m^{-2}$ $s^{-1}$ ระบบเอนไซม์ของพืช $C_4$ ทำให้พืช $C_4$ สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่าพืช $C_3$ แต่ในเรื่องการตอบสนองต่อแสงความเข้มต่ำๆ พืช $C_4$ ไม่ได้มีความสามารถมากไปกว่าพืช $C_3$ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2 ปี มีค่า 31.4 μmolPPF $m^{-2}$ $s^{-1}$(สุจิตราและคณะ, 2551)

จุดอิ่มตัวด้วยแสง (light saturation point : $L_s$) เป็นจุดที่เมื่อเพิ่มความเข้มแสงแล้ว อัตราการสังเคราะห์แสงไม่เพิ่มขึ้น พบว่า จุดอิ่มตัวด้วยแสงไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้งพันธุ์อ้อยและอายุอ้อยหลังปลูก อ้อยทั้ง 6 พันธุ์มีค่าเฉลี่ย 700 - 836 μmolPPF $m^{-2}$ $s^{-1}$ โดยปกติในพืช $C_4$ จะสูงกว่าพืช $C_3$ สำหรับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 2 ปี มีค่า 540-860 μmolPPF $m^{-2}$ $s^{-1}$(สุจิตราและคณะ, 2551)

**ตารางที่ 14** ประสิทธิภาพการใช้แสง ($\alpha$) ค่าควบคุมความโคงของเสนกราฟ ($\theta$) อัตราสังเคราะห์แสงรวมสูงสุด ($P_{max}$) อัตราการหายใจในที่มืด ($R_d$) จุดชดเชยแสง ($L_c$) และจุดอิ่มตัวด้วยแสง ($L_s$) ของอ้อย 6 พันธุ์ที่สุพรรณบุรี

| พันธุ์อ้อย | วันหลังปลูก | $\alpha$ | $\theta$ | $P_{max}$ | $R_d$ | $L_c$ | $L_s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KK3 | 132 | 0.065 | 0.920 | 39.8 | 1.87 | 29.1 | 695 |
| | 195 | 0.060 | 0.872 | 36.0 | 2.18 | 39.5 | 780 |
| | 301 | 0.050 | 0.730 | 27.5 | 3.91 | 81.3 | 913 |
| UT12 | 132 | 0.055 | 0.925 | 44.0 | 1.12 | 20.4 | 873 |
| | 195 | 0.059 | 0.652 | 21.8 | 2.88 | 59.0 | 590 |
| | 301 | 0.055 | 0.963 | 19.3 | 4.84 | 89.5 | 392 |
| UT15 | 132 | 0.070 | 0.832 | 46.4 | 2.24 | 32.5 | 883 |
| | 195 | 0.062 | 0.817 | 35.6 | 2.85 | 48.2 | 827 |
| | 301 | 0.058 | 0.834 | 31.9 | 4.25 | 74.7 | 792 |
| UT17 | 132 | 0.059 | 0.821 | 35.9 | 1.48 | 25.1 | 814 |
| | 195 | 0.068 | 0.723 | 37.0 | 2.35 | 34.4 | 869 |
| | 301 | 0.051 | 0.583 | 20.9 | 3.59 | 76.2 | 870 |
| UT10-615 | 132 | 0.056 | 0.885 | 37.2 | 1.46 | 26.5 | 808 |
| | 195 | 0.061 | 0.777 | 40.3 | 1.86 | 32.5 | 888 |
| | 301 | 0.060 | 0.807 | 24.7 | 5.19 | 92.1 | 703 |
| UT10-009R | 132 | 0.069 | 0.720 | 45.5 | 1.30 | 19.8 | 944 |
| | 195 | 0.060 | 0.751 | 38.8 | 1.47 | 27.0 | 930 |
| | 301 | 0.056 | 0.946 | 25.7 | 4.64 | 84.5 | 535 |

กรมวิชาการเกษตร

การจัดกลุ่มพันธุ์อ้อย ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อยความผันแปรในแต่ละช่วงอายุหลังปลูก แม้พันธุ์จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็แสดงคุณลักษณะในการตอบสนองต่อแสงและการดูดซับคาร์บอนแตกต่างกัน เช่น พันธุ์อู่ทอง 12 มีค่า $P_{max}$ ลดลงมากเมื่ออ้อยอายุมากขึ้นเช่นเดียวกับจุดอิ่มตัวด้วยแสงที่ลดลง ต่างจากพันธุ์อื่นๆ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการให้ผลผลิต เป็นต้น เมื่อนำไปวิเคราะห์การจัดกลุ่มแบบลำดับขั้น (hierarchical cluster analysis) ตามวิธีของ Ward's method วัดความห่างเชิงยูคลิดยกกำลังสอง และปรับค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงทุกตัวอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน (standardized) แบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยพันธุ์ UT10-615 และ UT10-009R กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยพันธุ์ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 และอู่ทอง 17 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยพันธุ์ อู่ทอง 12 ซึ่งศักยภาพนี้สอดคล้องกับการให้ผลผลิตและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่กล่าวมาข้างต้น และจากรายงานอื่นๆ ผลผลิตอ้อยพันธุ์อู่ทอง 12 ที่ปลูกในเขตชลประทานเฉลี่ย 16.4 ตัน/ไร่ จำนวน 4.57 ลำ/กอ ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.01 ตัน ซีซีเอส/ไร่ (อุดมศักดิ์และคณะ, 2560) ขอนแก่น 3 ผลผลิตเฉลี่ย 18.1 ตัน/ไร่ (วีรพลและคณะ, 2554) อู่ทอง 15 ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.9 ตัน/ไร่ ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.47 ตันซีซีเอส/ไร่ (ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, 2558) อู่ทอง 17 ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.6 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.20 ตัน/ไร่ (อุดมศักดิ์และคณะ, 2561) ส่วน UT10-615 และ UT10-009R เป็นสายพันธุ์ก้าวหน้า ผลผลิตอ้อยปลูกสูงกว่าอ้อยตอ แต่มีความทนทานต่อสภาวะขาดน้ำและการปรับตัวของพันธุ์แตกต่างกัน เช่น ขอนแก่น 3 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญ สามารถฟื้นฟูการสังเคราะห์แสงได้ดีกว่าพันธุ์ LK92-11, K99-72, K84-200 และ K88-92 เมื่อให้น้ำภายหลังการขาดน้ำ 21 วัน (แตงไทยและคณะ, 2561)

**การดูดซับคาร์บอนของอ้อย**

ศักยภาพการดูดซับก๊าซ $CO_2$ มาสะสมในรูปของอินทรีย์คาร์บอน ซึ่งผลการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงมีความแตกต่างในชนิดพืชทำให้ค่าที่นำมาใช้อธิบายมีความแตกต่างกัน ในฝ่ายคา quantum efficiency มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มของอายุใบ ขณะที่อัตราการสังเคราะหแสงสูงสุด อัตราการหายใจ light compensation point และ light saturation point มีแนวโนมลดลง สวน convexity parameter ไมไดรับอิทธิพลจากอายุใบ (ดวงรัตน์และคณะ, 2542) ในพลับพลึงธารควรวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่อายุ 6 - 7 เดือน $P_{max}$ 31 $\mu molCO_2\ m\text{-}2\ s^{-1}$ รูปแบบของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงในช่วงเวลาเช้าจนถึง 10 น และสูงอีกครั้งใน 16. น. (แคทรียาและคณะ, 2561) ในพืช $C_4$ การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นในช่วงที่มีแสง หายใจเชิงแสง (photorespiration) พบน้อยมาก เริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลาประมาณ 6 น. และไม่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เริ่มตั้งแต่เวลาประมาณ 18 น. ข้าวโพดเป็นพืช $C_4$ เช่นเดียวกับอ้อย อรอนงค์และคณะ (2559) รายงานว่า ระยะออกดอกเป็นระยะที่มีการตรึงก๊าซ $CO_2$ มากที่สุดเฉลี่ย 19.9 g $plant^{-1}d^{-1}$ รองลงมา คือ ระยะสะสมน้ำหนักเมล็ด ระยะการสุกแก่ทางสรีระ และระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นเฉลี่ย 9 5.71 และ 1.3 g $plant^{-1}d^{-1}$ ตามลำดับ ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นสามารถตรึงก๊าซ $CO_2$ ได้สูงสุด 2.10 g $plant^{-1}d^{-1}$ ในช่วงเวลา 10-14 น. ระยะออกดอกตรึงได้สูงสุด 28.13 g $plant^{-1}d^{-1}$ ในช่วงเวลาที่ 9-15 น.

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณชีวมวล การปลูกอ้อยให้ได้อินทรีย์คาร์บอนจำนวนมากจึงใช้หลักการเดียวกับการเพิ่มผลผลิต ซึ่งมีลักษณะทางการเกษตรที่เกี่ยวข้อง คือ มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างกัน ได้แก่ จำนวนลำกับความสูง ความสูงกับปริมาณเส้นใย และเส้นผ่านศูนย์กลางลำกับน้ำหนักลำ ที่มี

ศรีปทุมการเกษตร

ความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างกัน ได้แก่ จำนวนลำกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำกับปริมาณเส้นใย (พิชัยและคณะ, 2559) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาหลังปลูกต่อความสูงต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นอ้อย (พฤทธ์วรรณและคณะ, 2559) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนทั้ง 6 พันธุ์ที่ศึกษาไม่แตกต่างตามพันธุ์และระยะการเจริญเติบโต แต่แตกต่างตามส่วนต่างๆของอ้อย สัดส่วนของส่วนต่างๆ ของแต่ละพันธุ์จึงมีความสำคัญ อย่างไรก็ตาม พันธุ์อ้อยที่ได้รับการแนะนำและเกษตรกรนิยมปลูกได้รับการคัดเลือกว่าผลผลิตสูงเหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ พันธุ์อ้อยมีอายุสั้นและได้รับการพัฒนาให้มีผลผลิตสูงขึ้นรองรับกับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและการทำลายของโรคแมลง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจึงสูงที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ หรือระยะเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับประสิทธิ์และสุนทรี (2554) ที่มวลชีวภาพแห้งของอ้อยสัมพันธ์กับอายุ ส่วนอรอนงค์และคณะ (2559) รายงานว่า อินทรีย์คาร์บอนในข้าวโพดในระยะสุกแก่ทางสรีระมีมากที่สุดทั้งส่วนเหนือดิน และรากเฉลี่ย 44.1 และ 41.9 % ตามลำดับ ดังนั้น การปลูกอ้อยในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่า การเลือกช่วงปลูกที่เหมาะสมช่วยให้ระยะที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดอยู่ในช่วงของระยะย่างปล้อง การให้น้ำเสริมช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้น

คาร์บอนที่สะสมในอ้อยทั้งหมดมี 3 แหล่ง 1) ในมวลชีวภาพเหนือดิน 2) ในมวลชีวภาพใต้ดิน 3) ในดิน หากนำมาข้อมูลผลการศึกษาข้างต้นมาใช้ในการประเมินการดูดซับก๊าซ $CO_2$ ของอ้อย พบว่า การปลูกอ้อย 1 ไร่ ให้ผลผลิตลำอ้อยเฉลี่ย 18.1 ตัน สามารถดูดซับคาร์บอนในรูปของส่วนเหนือดินอ้อยเฉลี่ย 3,698 กก.C หรือช่วยลด $CO_2$ ในบรรยากาศได้ 13,559 กก. $CO_2$ หรือผลผลิตอ้อย 1 ตัน สามารถดูดซับก๊าซ $CO_2$ ได้ 581 กก.$CO_2$ ดังนั้นการปลูกอ้อยของไทยปีการผลิตอ้อย 2563/2564 ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสิ้น 10,862,610 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 7.21 ตันต่อไร่ (สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย, 2564) สามารถช่วยดูดซับ $CO_2$ ในบรรยากาศมาอยู่ในรูปของลำอ้อยทั้งหมดได้ 215.1 ล้านตัน โดยแยกเป็นผลผลิตอ้อยส่งโรงงาน 116.9 ล้านตัน และเศษซากใส่กลับปกคลุมดิน 48.2 ล้านตันแล้วย่อยสลายปลดปล่อย $CO_2$ หมุนเวียนในบรรยากาศสำหรับการผลิตในฤดูต่อไป ส่วนหนึ่งกักเก็บในรูปของคาร์บอนในดินที่คงทนต่อการย่อยสลาย อ้อยปลูกสามารถไว้ตอได้หลายครั้งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของตอ ซึ่งจะเป็นแหล่งการกักเก็บส่วนที่สำคัญ สำหรับการศึกษานี้ไม่ได้ครอบคลุมถึง แต่มีรายงานการศึกษาของ ปรีชาและคณะ (มปป.) กล่าวถึงสัดส่วนมวลของลำอ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 ในแปลงที่ผลผลิตอ้อย 18.2 ตัน/ไร่ เฉลี่ย 61.7% เป็นราก 5.2% ของมวลชีวภาพทั้งหมด ที่เหลือเป็นใบและกาบใบทั้งสดและแห้ง ส่วนประสิทธิ์และสุนทรี (2554) รายงานว่ามวลแห้งของผลผลิตอ้อยมีเพียง 31.1 % ลำต้นใต้ดิน 3.7 และราก 2.5 % ของมวลแห้งทั้งหมด ในแปลงที่ผลผลิตอ้อย 17.1 ตัน/ไร่ จึงมีส่วนของรากและลำต้นที่คงค้างอยู่ในแปลงคิดเป็น 33.4 ล้านตัน ซึ่งความแตกต่างนี้อาจมาจากพันธุ์อ้อยที่แตกต่างกัน และพันธุ์อ้อยที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มีความก้าวหน้าในเรื่องผลผลิตที่สูงขึ้นทำให้สัดส่วนนี้เปลี่ยนแปลงไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ทั้ง 2 สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย และการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน ที่สุพรรณบุรีมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงที่ 6 เดือนหลังปลูก 1.7-1.88 mol$CO_2$ $m^{-2}$ $d^{-1}$ น้ำและความสมบูรณ์ของต้นพืชมีผลการปิดเปิดปากใบและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้น ค่านำไหลปากใบจึงเพิ่มขึ้นตามแสงในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว แต่หากพืชขาดน้ำ ปากใบจะเปิดน้อยมากและเป็นช่วงเวลาที่สั้นลง ทำให้โอกาสที่อ้อยจะทำการสังเคราะห์แสงลดลง มีน้ำเป็นปัจจัยจำกัด

ทุกพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 10 เดือน ยกเว้นพันธุ์ UT10-615 ที่น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด 9,320 กก./ไร่ รองลงมา คือ ขอนแก่น 3 UT10-615 UT10-009R และอู่ทอง 17 ส่วนอู่ทอง 12 น้ำหนักแห้งต่ำสุด พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว คือ พันธุ์ UT10-615 รวม 8,962 กก./ไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 น้ำหนักแห้งรวมเท่ากัน 8,728 กก./ไร่ โดยที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 6,027 กก./ไร่ สัดส่วนของน้ำหนักลำสูงสุดทุกระยะ ตั้งแต่ 4 เดือนและสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน มีสัดส่วน 70-80% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามพันธุ์และอายุอ้อยที่มากขึ้น แต่แตกต่างตามชนิดของแต่ละส่วน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่อ้อยปลูกเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน สะสมได้แตกต่างกันตามพันธุ์ โดยพันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 4,359 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R และอู่ทอง 17 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 4,177 3,960 3,663 และ 3,194 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 12 น้อยที่สุด 2,834 กก./ไร่

ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อยความผันแปรในแต่ละช่วงอายุหลังปลูก แม้พันธุ์จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็แสดงคุณลักษณะในการตอบสนองต่อแสงและการดูดซับคาร์บอนแตกต่างกัน เช่น พันธุ์อู่ทอง 12 $P_{max}$ ลดลงมากเมื่ออ้อยอายุมากขึ้นเช่นเดียวกับจุดอิ่มตัวด้วยแสงที่ลดลง ต่างจากพันธุ์อื่นๆ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการให้ผลผลิต เมื่อนำไปวิเคราะห์การจัดกลุ่มค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงทุกตัว สามารถ แบ่งได้ 3 กลุ่มคือ 1) UT10-615 และ UT10-009R 2) ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 และอู่ทอง 17 3) อู่ทอง 12 ซึ่งสอดคล้องกับการให้ผลผลิตและปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

การปลูกอ้อย 1 ไร่ ให้ผลผลิตลำอ้อยเฉลี่ย 18.1 ตัน สามารถดูดซับคาร์บอนในรูปของส่วนเหนือดินอ้อยเฉลี่ย 3,698 กก.C หรือช่วยลด $CO_2$ ในบรรยากาศได้ 13,559 กก. $CO_2$ หรือคิดเป็น 581 กก.$CO_2$ ต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน ดังนั้น พื้นที่ปลูกอ้อยปี 2563/2564 ของสำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย รวม 10,862,610 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 7.21 ตันต่อไร่ สามารถช่วยดูดซับ $CO_2$ ในลำอ้อยทั้งหมดได้ 215.1 ล้านตัน แยกเป็นผลผลิตอ้อยส่งโรงงาน 116.9 ล้านตัน และเศษซากใส่กลับปกคลุมดิน 48.2 ล้านตัน ย่อยสลายปลดปล่อย $CO_2$ หมุนเวียนในบรรยากาศสำหรับการผลิตในฤดูต่อไป ส่วนหนึ่งกักเก็บในรูปของคาร์บอนในดินที่คงทนต่อการย่อยสลาย อ้อยปลูกสามารถไว้ตอได้หลายครั้งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของตอ ซึ่งจะเป็นแหล่งการกักเก็บส่วนที่สำคัญ สำหรับการศึกษานี้ไม่ได้ครอบคลุมถึงแต่มีทิศทางไปทางเดียวกันกับอ้อยปลูก

สำนักวิทยบริการฯ

**บรรณานุกรม**


เกษม สุขสถาน. 2561. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 5 เรื่องที่ 3 อ้อย. แหล่งข้อมูล : http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=3&page=t5-3-infodetail07.html.

ครรชิต สอสิริกุล. 2555. ผลของโอโซนต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของยางพารา Hevea brasililiensis Muell.Arg. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 112 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 285 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2539. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 216 หน้า.

ดวงรัตน ศตคุณ พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และ Yves Crozat. 2542. อิทธิพลของแสง และอายุใบตอการสังเคราะห แสงสุทธิของใบฝ้าย. หน้า 27- 33. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตรครั้งที่ 37 สาขาพืช

แตงไทย ภิญโญ วัฒนชัย ล้นทม และ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล. 2561. ผลของการขาดน้ำต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบอ้อย. แก่นเกษตร. 46(พิเศษ 2): 99-104.

นงภัทร ไชยชนะ ทิวา พาโคกทม เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ และ เชฎฐ์ สาทรกิจ. 2555. การประเมินการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยตอหนึ่งโดยวิธี Eddy Covariance Technique. หน้า 1174-1181. *ใน* การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.

นฤนาท ชัยรังษี. 2546. การศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของเรือนพุ่มอ้อย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย.

ประสิทธิ์ ขุนสนิท และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2554. มวลชีวภาพของอ้อยพันธุ์ K95-84. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร: 42(3) : 485-493.

พรรณี ชื่นนคร และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2560. ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบสะละพันธุ์เนินวงและสุมาลี. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร. 48(3): 430-441.

พฤทธ์วรรณ เรืองเดช นรุณ วรามิตร ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์ และจิราพร เชื้อกูล. 2559. การสะสมผลผลิตชีวมวลและผลผลิตเอทานอลตามทฤษฎีอ้อยพลังงานต่อการตอบสนองของระยะเก็บเกี่ยว. หน้า. 47-55. *ใน*. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 13: ตามรอยพระยุคลบาท เกษตรศาสตร์กำแพงแสน.

พิชัย สารพงษ์ พัชรินทร์ ตัญญะ และประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2559. การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำตาลและองค์ประกอบผลผลิตในพันธุ์อ้อยน้ำตาลและอ้อยพลังงานภายใต้สภาพน้าฝน. หน้า 40-46. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 13: ตามรอยพระยุคลบาท เกษตรศาสตร์กำแพงแสน


กรมวิชาการเกษตร

พูนพิภพ เกษมทรัพย์ เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และเพ็น สายขุนทด. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบมันสำปะหลัง 3 พันธุ์. หน้า 105-113. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาพืช 3-5 กุมภาพันธ์ 2537.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และเจษฎา ภัทรเลอพงศ์. 2537 อัตราการหายใจของใบถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 ขณะอยู่ในความมืด. หน้า 361-370. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาพืช 3-5 กุมภาพันธ์ 2537.

เพ็ญนภา คงรัตนโชค. 2005. ปริมาณการสะสมคาร์บอนในมันสำปะหลังและยางพารา จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยามหิดล.

วิชณีย์ ออมทรัพยสิน. มปป. การตอบสนองทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 52 หน้า.

วีระพล พลรักดี ทักษิณา ศันสยะวิชัย เพียงเพ็ญ ศรวัต เทวา เมาลานนท์ ปรีชา กาเพ็ชร อุดม เลียบวัน. 2554. ขอนแก่น 3 พันธุ์อ้อยสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ว.วิชาการเกษตร. 29 (3): 283-301

ศรีสังวาลย์ ลายวิเศษกุล และ สุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2560. ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบธงของข้าวพันธุ์ กข 41, ปทุมธานี 1 และขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้การเพิ่มขึ้นของ $CO_2$. ว. วิทย. กษ. 48(1): 36–47

ศรีสุดา ทิพยรักษ์ ชยันต์ ภักดีไทย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ปรีชา กาเพ็ชร และศุภกาญจน์ ล้วนมณี. 2560. การสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อย. หน้า 53- 77. *ใน* รายงานโครงการวิจัยการสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. 2558. อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. แหล่งข้อมูล : https://www.doa.go.th/fc/suphanburi/?page_id=362.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2537. พฤกษศาสตร์. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว. พิมพ์ครั้งที่ 3. 277 หน้า.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และดุริยะ สถาพร. 2552. สมดุลคาร์บอนในระดับเรือนยอดของป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าผสมผลัดใบลุ่มน้ำแม่กลอง. ว.วนศาสตร์. 28 (1): 67-81.

สายรุ้ง แววตะคุ สุจิณณา กรรณสูต และสุรัตน์ บัวเลิศ. 2015. ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและพื้นที่สีเขียวในเขตชนบท. ว.วิทยาศาสตร์ มข. 43(3):446-458.

สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย. 2564 รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2563/64. 78 หน้า.

สุจิตรา พรหมเชื้อ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน เพ็ญศิริ จำรัญฉาย และสิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์. 2551. การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราฎร์ธานี 2 ในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 164-178. *ใน* เอกสารประกอบการสัมนาวิชาการ การจัดการความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างดินและน้ำเพื่อการผลิตพืช 9-10 มิถุนายน 2551.

สุทธิลักษณ์ ศรีไกร. 2559. การเปรียบเทียบผลผลิตของอ้อยปลูกและวิธีทางเขตกรรมที่เหมาะสมหลังเก็บเกี่ยวต่อการงอกและการเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ เค 95-84. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

สุนทรี ยิ่งชัชวาล คัทลียา ฉัตรเที่ยง ธาดา ชัยสีหา จิตรฤทัย ชูมาก สุทิน หิรัญอ่อน และภูริพงศ์ ดำรงวุฒิ. 2544. อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ และคายน้ำในรอบวันของใบส้มเขียวหวาน หน้า 62-81. *ใน* รายงานโครงการพัฒนาวิชาการข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของส้มเขียวหวาน.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,นครปฐม.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. คัทลียา ฉัตร์เที่ยง จิตรฤทัย ชูมาก ธาดา ชัยสีหา สุทิน หิรัญอ่อน จินตนา บางจั่น สุภาพร เรืองวิทยาโชติและภูริพงศ์ ดำรงวุฒิ. มปป. เส้นตอบสนองต่อแสง จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ ค่านำไหลของผิวใบสองด้านและปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบส้มเขียวหวาน.แหล่งข้อมูล: https://www.cab.kps.ku.ac.th/plantbiophysics/pdf/ct/ct_part5.pdf เข้าถึงเมื่อ : 1 มิถุนายน 2564.

อรอนงค์ กงงอน ปวีณา ไกรวิจิตร และเสวียน เปรมประสิทธิ์. 2559. การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของข้าวโพด ในวงบ่ออำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน. หน้า 84-98. *ใน* การประชุมวิชาการระดับชาติ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12 วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ.ระหว่างวันที่ 21-22 กรกฎาคม 2559.

อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข อดิศักดิ์ คำนวณศิลป์ วัลลิภา สุชาโต อรรถสิทธิ์ บุญธรรม วาสนา วันดี สุนี ศรีสิงห์ และอุดม เลียบวัน. 2560. อ้อยลูกผสมพันธุ์ใหม่ : อู่ทอง 12. ว.วิชาการเกษตร. 35(1): 49-59.

อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข อุดม เลียบวัน วัลลิภา สุชาโต อรรถสิทธิ์ บญุธรรม วาสนา วันดี สมบูรณ์ วันดี อัจฉราภรณ์ วงศ์สุขศรี สุมาลีโพธิ์ทอง สุวัฒน์ พูลพาน ปิยธิดา อินทร์สุข ชัยวัฒน์ กะการดี และรัฐพล ชูยอด. 2561. อ้อยพันธุ์อู่ทอง 17. แก่นเกษตร. 46 (พิเศษ 2): 13-18.

Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. In FAO Forestry Report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

DaMatta, F.M., A. Grandis, B.C. Arenque, M.S. Buckeridge 2010. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. Food Research International 43 : 1814–1823.

Johnson, I. R., A. J. Parsons and M. M. Ludlow. 1989. Modeling photosynthesis in monocultures and mixtures. Aust. J. Plant Physiol. 16:501-516.

Khoramdel S., A. Koocheki, M. Nassiri-Mahallati and R. Ghorbani. 2013. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. Soil and Tillage Research. 133:25–31.

Wachirawan W., S. Pattanakiat and C. Navanugraha. 2009. The Estimation of Carbon Storages in Various Growth Stages of Sugarcane in Si Sat Chanalai District, Sukhothai Province, Thailand. Environment and Natural Resources Journal. 7(2):72-81.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**กิจกรรมที่ 2**

# การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงผลิตอ้อย

# Assessment of Aboveground Biomass and Carbon Storage of Sugarcane Field

**สายน้ำ อุดพ้วย**

**นุชนาฏ ตันวรรณ ปรีชา กาเพ็ชร อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข**

**วลัยพร ศะศิประภา ธนพันธ์ พงษ์ไทย ไชยา บุญเลิศ**

Sainam Udpuay

Nutchanart Tanwan Preecha Kapetch Udomsak Daunmeesuk

Walaiporn Sasiprapa Tanapan Pongthai Chaiya Boonlert

**คำสำคัญ (Key words)** น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน อินทรีย์คาร์บอน อ้อย การดูดซับคาร์บอน

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย ระดับแปลงและระดับพื้นที่ เพื่อให้ได้เทคนิคการประเมินปริมาณดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตอ้อย ผลการทดลอง พบว่า ลักษณะของพันธุ์อ้อยที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช อัตราการสังเคราะห์แสงของใบอ้อยในรอบวันเพิ่มขึ้นในระยะแรกจนกระทั่งสูงสุดในช่วงเวลาช่วงเวลา 08.00-14.00 น. อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการให้ปุ๋ย อัตรา 22.5-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบประสิทธิภาพสูงสุด เฉลี่ย 21.276 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ สัดส่วนมวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยวถูกสะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % (3.7 – 4.0 ตัน/ไร่) รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง โดยปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนในต้นได้ เฉลี่ย 5.12 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในต้น เฉลี่ย 18.77 ตัน $CO_2$/ไร่ ส่วนการกักเก็บคาร์บอนในดินสามารถกักเก็บคาร์บอนในดินเฉลี่ย 3.7-5.8 ตัน C/ไร่ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อย ในพื้นที่ 1 ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ มีปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 17.51 2.79 2.05 0.67 และ 1.22 ตัน $CO_2$/ไร่ จังหวัดสุพรรณบุรี คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 11.89 2.01 1.11 0.98 และ 0.57 ตัน $CO_2$/ไร่ สำหรับการการพัฒนาเทคนิคอย่างง่ายในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนส่วนเหนือดินของอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง ในระดับแปลงทดลอง สามารถประมาณชีวมวลช่วงอายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยวได้ ด้วยสมการถดถอยเส้นตรงหลายตัวแปร มีความแม่นยำกว่า การใช้ปัจจัยเดียว ส่วนการกักเก็บคาร์บอนสามารถประมาณได้จากชีวมวล มีค่าสัมประสิทธิ์แตกต่างระหว่างพันธุ์ ส่วนระดับแปลงเกษตรกร การประมาณชีวมวลจากความสูงอย่างเดียว หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำ หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำร่วมกับจำนวนลำต่อกอ มีความแม่นยำสูงกว่าการใช้เส้น

ศรีปทุมเกษตร

ผ่านศูนย์กลางลำเพียงอย่างเดียว หรือจำนวนลำต่อกอเพียงอย่างเดียว เฉลี่ยทุกพันธุ์มีสมการ BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC ให้ค่า $R^2$= 0.93 และ RMSE 1.499 ตัน/ไร่ และค่าสัมประสิทธิ์ 0.475 ให้ค่า $R^2$ = 0.99 และ RMSE = 0.077 ตัน C/ไร่ ไม่มีความแตกต่างตามพันธุ์ เมื่อนำมารวมกันทั้ง 2 ขั้นตอน สามารถประมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยได้ทั้งระดับแปลงทดลองและไร่เกษตรกร

## Abstract

This research aims to estimate above-ground biomass and carbon storage in field experiment and area level. In order to get a simple technique for assessing above-ground biomass and carbon storage in sugarcane production areas. The result showed that cultivar characteristics effect growth and physiological parameters. Leaf net photosynthetic rate in diurnal rapidly increased and reached the most 08:00-14:00 o'clock. Khonkean 3 sugarcane cultivar with fertilizing at the rate of 22.5-3-6 kg N-$P_2O_5$-$K_2O$/rai had the highest efficiency of leaf net photosynthetic rate at 21.276 µmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$. At harvesting period, the biomass distribution was accumulated in the stem part around 76%, followed by fresh leaf, dry leaf, fresh leaf sheaths and dry leaf sheaths. One growing season of sugarcane cultivation can store carbon an average of 5.12 tons C/rai, which accounts for carbon dioxide absorption an average of 18.77 tons $CO_2$/rai, and soil can store carbon at 3.7-5.8 tons C/rai. Carbon storage potential of sugarcane in Nakhonsawan province can absorb as part of the stem, fresh leaves, dry leaves, fresh leaf sheaths and dry leaf sheaths were 17.51 2.79 2.05 0.67 and 1.22 tons $CO_2$/rai, respectively. While Suphanburi province was 11.89 2.01 1.11 0.98 และ 0.57 tons $CO_2$/rai, respectively. Multivariate linear regression models were used to provide a simple technique for non-destructive measurement of above-ground carbon storage in sugarcane. Above-ground biomass may be estimated 4 6 10 months after planting and harvesting, and the results were more accurate than if only one independent variable was used, while the coefficient for estimating carbon storage from biomass vary with variety at experimental plot level. Above-ground biomass can be determined at the farm level using a single factor (stalk height) or a combination of factors (stalk height + stalk diameter or stalk height + stalk diameter + number of stalks per plant), with highly precise results. BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC, yielding R2 = 0.93 and an RMSE of 1.499 tons/rai, and a coefficient of 0.475, giving R2 = 0.99 and an RMSE of 0.077 tons C/rai for an average of all varieties. Taking these two steps, carbon storage in sugarcane can be estimated at the experimental plot and farm level.

ศรีนครินทรวิโรฒ

# บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของไทย ปีการผลิต 2562/2563 มีพื้นที่ปลูกอ้อย 11.96 ล้านไร่ และมีปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานประมาณ 77 ล้านตัน ซึ่งผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 7.85 ตันต่อไร่ (สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2563) พื้นที่การปลูกอ้อยเหล่านี้สามารถเป็นแหล่งการกักเก็บคาร์บอนทั้งในเนื้อเยื่อพืชและในดิน เนื่องจากอ้อยมีส่วนประกอบที่เรียกว่า Phytoliths ซึ่งเป็นซิลิกาที่ห่อหุ้มคาร์บอนอินทรีย์อยู่ภายใน มักพบในเนื้อเยื่อพืช โดยเฉพาะในหญ้าอาหารสัตว์และพืชไร่ อ้อยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลหญ้า (Poaceae family) เป็นพืช $C_4$ ซึ่งจัดว่ามีรูปแบบการตรึงก๊าซ $CO_2$ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าพืชประเภทอื่น โดยคาร์บอนจะถูกตรึงไว้ในต้นอ้อย สามารถกักเก็บ $CO_2$ ได้มากถึง 0.66 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ในขณะที่พืชผลอื่น ๆ โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วสามารถกักเก็บ $CO_2$ ได้ค่อนข้างน้อย ดังนั้นประโยชน์ของการปลูกอ้อยนั้นไม่ได้จำกัดแค่เพียงผลผลิตที่ได้อย่างน้ำตาลเท่านั้น ยังรวมถึงด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากกักเก็บปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากผลผลิตของอ้อยเอง (Parr and Sullivan, 2007) การกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินนั้นจะเก็บอยู่ในรูปสารอินทรีย์และอนินทรีย์ผ่านกระบวนการย่อยสลายของซากอินทรีย์ต่าง ๆ (USDA, 2018) ทั้งนี้อัตราการย่อยสลายเพื่อการกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งภายในและภายนอก เช่น พันธุ์พืช เนื้อดิน สภาพภูมิอากาศ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ รวมถึงการจัดการปุ๋ยและน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดซับคาร์บอน (พงษ์เทพ, 2557) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมชีวมวล ได้แก่ สภาพแวดล้อม ชนิดพืชพรรณ ระยะการเจริญเติบโต และการจัดการ เช่น ความผันแปรของฤดูกาลมีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบพืช โดยทั่วไปกิจกรรมการสังเคราะห์แสงในใบพืชมีค่าลดลงในฤดูแล้ง เนื่องจากการปิดของปากใบพืชบางส่วน เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ (ประดิษฐ์ และคณะ, 2541) Jangpromma *et al.* (2012) ศึกษาการเจริญเติบโตของราก และประสิทธิภาพการใช้น้ำอ้อยในพื้นที่แห้งแล้ง พบว่า ขนาดของลำต้น ความยาวราก และมวลชีวภาพลดลง ซึ่งมีผลกระทบต่อการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย ดังนั้นนอกจากสภาพแวดล้อมแล้ว การจัดการน้ำ มีส่วนช่วยเพิ่มมวลชีวภาพของอ้อยเช่นกัน

รพัชร และคณะ (2561) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อม สมบัติดิน ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินรายปี พบว่า ความชื้นดิน อุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีอิทธิพลต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดิน ส่วนด้านพันธุ์นั้น อ้อยแต่ละพันธุ์มีรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแตกต่างกัน จากการศึกษาของ จิดาภา และคณะ (2560) พบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง 12 และอู่ทอง 13 มีน้ำหนักแห้งเหนือดินลดลง เมื่อขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต คัทลียา และคณะ (2562) ศึกษาการเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของอ้อย 4 พันธุ์ ภายใต้สภาพเครียดจากความเค็ม พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอ้อยป่ามีอัตราการสังเคราะห์แสงน้อยกว่าไบโอเทค 2 และสุพรรณบุรี 72 การคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่มีข้อจำกัดบางประการ มีความสำคัญมากในการเพิ่มผลผลิตอ้อย รวมถึงมีแนวโน้มให้ผลผลิตและความหวานสูงและจำเป็นต้องศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการและประสิทธิภาพการใช้น้ำ (วิชณีย์ และคณะ, 2562) ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดี จะสามารถเพิ่มอัตราการสะสมของมวลชีวภาพ ซึ่งนำไปสู่การกักเก็บคาร์บอนที่มากขึ้นเช่นกัน

ศรีปทุมกรุงเทพ

นอกจากการเพิ่มศักยภาพของต้นอ้อยในการดูดซับ $CO_2$ แล้ว การใช้ปุ๋ยเคมีก็มีผลโดยตรงต่อการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก Tenelli *et al.* (2021) รายงานว่า อ้อยเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) ในปริมาณมาก เนื่องจากไนโตรเจนมีความสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืชมากที่สุด และมีบทบาทสำคัญในการแตกกอ และการยืดของลำอ้อย นอกจากนี้การขาดไนโตรเจนยังส่งผลให้พื้นที่ใบลดลงจึงทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตลดลงด้วย (Sreewarome *et al.,* 2007) เมื่อมีการใส่ปุ๋ย N สามารถช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพืช เพิ่มผลผลิตและปริมาณมวลชีวภาพ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอน (Shahid *et al.,* 2017) อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้เป็นอย่างดี เหมาะสมตามระดับความอุดมสมบูรณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำที่สามารถลดปริมาณก๊าซ $CO_2$ ในบรรยากาศ

สำหรับระยะการเจริญโตของพืช วสันต์ และคณะ (2553) พบว่า ช่วงอายุของพืช มีผลต่อมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพืชในทางเดียวกัน เช่น ฉัตริญภา (2556) ศึกษาอัตราการเก็บกักคาร์บอนของปาล์มน้ำมันในช่วงอายุต่าง ๆ พบว่าเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้น จะมีมวลชีวภาพมากขึ้นและสามารถเก็บกักคาร์บอนได้มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละระยะจะมีอัตราการดูดซับคาร์บอนที่ต่างกันออกไป เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ $CO_2$ ที่แปลงอ้อยตอ 1 สามารถดูดซับได้ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต พบว่าปริมาณ $CO_2$ ที่ถูกดูดซับในแต่ละระยะการเจริญเติบโตมีค่าที่แตกต่างกัน โดยระยะงอกสามารถดูดซับ $CO_2$ ได้น้อยที่สุด คือ 63.1 g $CO_2$ $m^{-2}$ ส่วนระยะย่างปล้องสามารถดูดซับ $CO_2$ ได้มากที่สุด คือ 2,448.3 g $CO_2$ $m^{-2}$ ทั้งนี้ปริมาณ $CO_2$ ที่แปลงอ้อยตอ 1 สามารถดูดซับได้ทั้งหมดตลอดฤดูปลูกมีค่าเท่ากับ 4,300.4 g $CO_2$ $m^{-2}$ (นงภัทร และคณะ, 2555) นอกจากชนิดพืชที่ปลูกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในดินแล้ว การเสื่อมโทรมของดินยังส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ทำให้มีผลต่อการสูญเสียคาร์บอนในดินที่เป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของดินเช่นกัน (นภดล และคณะ, 2563) ดังนั้นการเพิ่มคุณภาพดินมีความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของดินต่อการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ (Grigal and Ohmann, 1992)

อัตราการย่อยสลายเพื่อการกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งภายในและภายนอก เช่น พันธุ์พืช เนื้อดิน สภาพภูมิอากาศ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ รวมถึงการจัดการปุ๋ยและน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกักเก็บคาร์บอน (Dennis, 2018; พจนีย์และทวีศักดิ์, 2544; พงษ์เทพ, 2557; Lal, 2004) กิจกรรมการเกษตรส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ การใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกพืชติดต่อกันมาโดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดิน การไถพรวน และการเตรียมดินแต่ละครั้งเป็นการเร่งให้อินทรียวัตถุสลายตัวเร็วขึ้น ดังนั้นการปลูกอ้อยตามแนวการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสามารถเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน และมีส่วนช่วยในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Sekajugo, 2013; IPCC, 2007)

การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก แต่ในความเป็นจริง พบว่า วิธีการประเมินยังมีน้อย โดยชีวมวลเหนือพื้นดิน สามารถวัดได้โดยตัดต้นพืช และไม่ทำลายต้นพืช การประเมินแบบไม่ทำลาย อาจใช้สมการแอลโลเมตรี (Allometric equations) และภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ เช่น นวลปราง (2548) ได้ศึกษาใช้เทคโนโลยีด้านการรับรู้ระยะไกล ประมาณค่าดัชนีพื้นที่ใบ และชีวมวลที่อยู่เหนือพื้นดินในป่าไม้ เป็นต้น การประเมินการกักเก็บคาร์บอนมีความสำคัญต่อรับมือปัญหาสภาวะก๊าซเรือนกระจก

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ในการวางแผนด้านเกษตร โดยพืชดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านการสังเคราะห์แสงและนำมากักเก็บไว้ในรูปมวลชีวภาพ (อิศรา และคณะ, 2552) เช่น การเก็บตัวอย่างพืช เพื่อหามวลชีวภาพ โดยใช้ค่าความสูงและค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกโดยใช้สมการแอลโลเมตรี แล้วนำสมการมาประมาณหาคาร์บอนสะสมรายต้น เพื่อหลีกเลี่ยงการทำลายตัวอย่างพืช การประเมินการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังมีการนำการถ่ายภาพทางดาวเทียมมาใช้เพื่อประเมินหามวลชีวภาพจากข้อมูลภาพดาวเทียมโดยการวิเคราะห์สมการถดถอยหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับค่าการสะท้อนแสงของแถบความถี่ที่เกี่ยวข้องและดัชนีพืชพรรณ (กฤติณ และคณะ, 2562) พื้นที่การเกษตร เช่น พื้นที่ปลูกอ้อยสามารถช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงและนำมาสะสมไว้ในรูปมวลชีวภาพ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2562/2563 11.69 ล้านไร่ และมีปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานประมาณ 77 ล้านตัน ผลผลิตอ้อย เฉลี่ย 7.85 ตันต่อไร่ จังหวัดที่มีการปลูกอ้อยมากกว่า 500,000 ไร่ ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร นครสรรค์ กาญจนบุรี อุดรธานี นครราชสีมา ลพบุรี ขอนแก่น สุพรรณบุรี ชัยภูมิ และเพชรบูรณ์ (สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2563) ประเทศไทยเป็นประเทศเดียวในภูมิภาคเอเชียที่ผลิตน้ำตาลทรายได้เกินความต้องการในประเทศ มีการส่งน้ำตาลไปจำหน่ายต่างประเทศ 5.4 ล้านตัน (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2564) การนำเทคโนโลยีด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์และการรับรู้ระยะไกล มาใช้ในการสำรวจพื้นที่จะช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวก รวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย

สำหรับการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยปลูก 2 พันธุ์ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกพันธุ์และวิธีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สามารถช่วยเพิ่มชีวมวลและการกักเก็บปริมาณคาร์บอนในพืชได้ พร้อมทั้งหาเทคนิคการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยแบบไม่ทำลายตัวอย่าง ในพื้นที่การผลิตอ้อย ทั้งในระดับแปลงทดลอง และพื้นที่เกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์และสุพรรณบุรี

กรมวิชาการเกษตร

## ระเบียบวิธีการวิจัย

**1. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับแปลง**

วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB มีจำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

ปัจจัยหลัก (main-plot) คือ พันธุ์อ้อย จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่

1) พันธุ์ขอนแก่น 3
2) พันธุ์อู่ทอง 15

ปัจจัยรอง (sub-plot) คือ การจัดการปุ๋ยไนโตรเจน มี 3 ระดับ ได้แก่

1) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 7.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N)
2) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N)
3) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N)

**วิธีปฏิบัติการทดลอง**

1. ทำการทดลองในดินร่วนเหนียว – ดินร่วนเหนียวปนทราย ชุดดินกำแพงแสน (Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustalfs) ในแปลงทดลองอ้อย ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 4 ม. วิเคราะห์สมบัติของดินแบบสุ่มรวม (composited sample) ที่ระดับความลึก 0 – 20 และ 20 – 50 ซม. ได้แก่ เนื้อดิน ความเป็นกรด – ด่างของดิน อินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ เพื่อนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้มากำหนดอัตราปุ๋ยที่จะต้องใช้

2. แปลงทดลองขนาดแปลงย่อย 7.5 x 5 ม. จำนวน 24 แปลงย่อย ให้ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนด เว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 1.5 เมตร ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะปลูก 1.3 – 1.5 เมตร วางลำเหลื่อมสลับโคนและปลาย เมื่อวันที่ 5 ก.พ. 2563 ให้ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนด ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมี (1/2N-P-1/2K) รองพื้นพร้อมปลูก และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทชที่เหลือ (1/2N+1/2K) เมื่อวันที่ 15 มิ.ย. 63 โดยโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบ กำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม

3. ประเมินการสะสมมวลชีวภาพของพืช สุ่มเก็บตัวอย่างอ้อยทุก 4 6 10 และ 12 เดือน จำนวน 2 กอต่อแปลงย่อย วัดความสูง จำนวนลำต่อกอ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำ จำนวนใบต่อกอ ค่าดัชนีพื้นที่ใบ วัดค่าความเขียวใบ ด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (chlorophyll meter SPAD-502 Plus) เก็บตัวอย่างใบพืชวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี ตามวิธีของ Moran (1982) นำตัวอย่างพืชแยกส่วนเป็นลำต้น ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง นำไปอบที่อุณหภูมิที่ 65 °ซ เป็นเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้งของแต่ละชิ้นส่วน และวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (carbon content)

4. ประเมินการกักเก็บคาร์บอน (carbon storage) ในอ้อย ประเมินปริมาณคาร์บอนทั้งหมด จากการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนในพืช โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน โดยมีสมการ ดังนี้

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

$$\text{การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน } CO_2\text{/ไร่)} = \frac{\text{การกักเก็บคาร์บอน x 44}}{12}$$

5. วัดการสังเคราะห์แสงในใบแต่ละระยะการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุ 6 เดือน ในรอบวันใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงรุ่น Li-6400XT portable photosynthesis system (Licor Inc., NB, USA)

6. เก็บเกี่ยวอ้อย เมื่อวันที่ 8 กพ. 2564 พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 22.5 ม. สุ่มเก็บตัวอย่างลำต้น ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้งในแต่ละกรรมวิธี นำไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในพืชโดยวิธี Walkley and Black ย่อยดินด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นและโพแทสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.5 นอร์มัลของแอมโมเนียมเฟอรัสซัลเฟต (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

7. เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวที่ระดับความลึก 0 – 20 และ 20 – 50 ซม. เพื่อวิเตราะห์สมบัติทางเคมีของดิน การวิเคราะห์ดิน ได้แก่ 1) ความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 คนให้ดินและ

กรมวิชาการเกษตร

น้ำเข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที และวัด pH ด้วยเครื่อง pH meter 2) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน สกัดดินด้วยน้ำ ดินต่อน้ำ 1:5 3) อินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) 4) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดดินด้วยน้ำยา Bray II (0.1 นอร์มัลของกรดไฮโดรคลอริก ผสมกับ 0.03 นอร์มัลของแอมโมเนียมฟลูออไรด์) วัดปริมาณฟอสฟอรัส โดยทำให้เกิดสีตามวิธี Molybdenum blue ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร และ 5)โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 0.1 นอร์มัล ของแอมโมเนียมอะซิเตท (pH 7.0)

8. หาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ กับความสูง จำนวนลำต่อกอ ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน ดัชนีพื้นที่ใบ คลอโรฟิลล์ และอัตราการสังเคราะห์แสง

9. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละพันธุ์และอายุอ้อย โดยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

**2. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับพื้นที่**

1. ดำเนินการสำรวจ เก็บตัวอย่างดินและอ้อยในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ 50 ราย และสุพรรณบุรี 48 ราย สัมภาษณ์เกษตรกร บันทึกข้อมูลสภาพพื้นที่แปลงเกษตรกร การจัดการ พิกัดแปลง

2. ประเมินการสะสมมวลชีวภาพของอ้อยแปลงเกษตรกร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างอ้อยที่อายุ 10 – 12 เดือน จำนวน 2 กอต่อจุดตัวอย่าง วัดความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อกอ ค่าดัชนีพื้นที่ใบ วัดค่าความเขียวใบด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช เก็บตัวอย่างพืชวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และทั้งหมดในใบ ตามวิธีของ Moran (1982) แยกส่วนเป็นลำต้น ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง หาน้ำหนักแห้ง เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน

3. เก็บตัวอย่างดินแปลงเกษตรกรที่ระดับความลึก 0 - 20 และ 20 - 50 เซนติเมตร มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ

4. ประเมินการกักเก็บคาร์บอน ในอ้อยแปลงเกษตรกร ประเมินปริมาณคาร์บอนทั้งหมด จากการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนในพืช โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน

5. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจ จัดกลุ่มข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพ ความเขียวของใบ ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบ ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อกอ ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน และสมบัติดิน

**3 เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง**

1. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต น้ำหนักสดและแห้งส่วนเหนือดินแยกเป็นส่วนต่างๆ ปริมาณมวลชีวภาพของอ้อย พื้นที่ใบ ความสูง คลอโรฟิลล์ ความสูง จำนวนใบ น้ำหนักต้น ใบ กาบใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำ และจำนวนลำต่อกอและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจากแปลงทดลอง และบินถ่ายภาพทางอากาศ

2. วิเคราะห์ความสูงจากการถ่ายภาพและหาความสัมพันธ์กับความสูงจากการเก็บจริง

3. วิเคราะห์หาค่าดัชนีพืชพรรณในแต่ละช่วงการเก็บข้อมูลในแปลงทดลอง จากภาพดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ

4.ประมาณค่าสมการของอ้อยรายพันธุ์ ระหว่างมวลชีวภาพกับความสูง และการแตกกอ ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน ดัชนีพื้นที่ใบ คลอโรฟิลล์ ตามวิธีของ Moran (1982) และดัชนีพืชพรรณ

5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการหลายตัวแปร (Multiple regression analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและในดิน กับค่าดัชนีพืชพรรณ

6. นำข้อมูลในระดับพื้นที่ในแปลงอ้อยข้างต้น มาทดสอบรูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอน

กรมวิชาการเกษตร

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 1. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับแปลง

**ดินก่อนทำการทดลอง**

ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่า ระดับความลึก 0 – 20 และ 20 – 50 ซม. มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน – ดินร่วนปนทราย ความหนาแน่นรวมอยู่ในช่วง 1.45 – 1.50 ก./ลบ.ซม. มีความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH) 6.8 เป็นกลาง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 0.4 dS/m. อยู่ในระดับเค็มปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง เฉลี่ย 1.5 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง เฉลี่ย 144 มก./กก. ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง เฉลี่ย 169 1,348 และ 235 มก./กก. ประเมินการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ดินจัดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย แต่ดินมีความเค็มปานกลาง ซึ่งพืชที่ไวต่อความเค็มมีการเจริญเติบโตลดลงบ้าง (ตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลอง

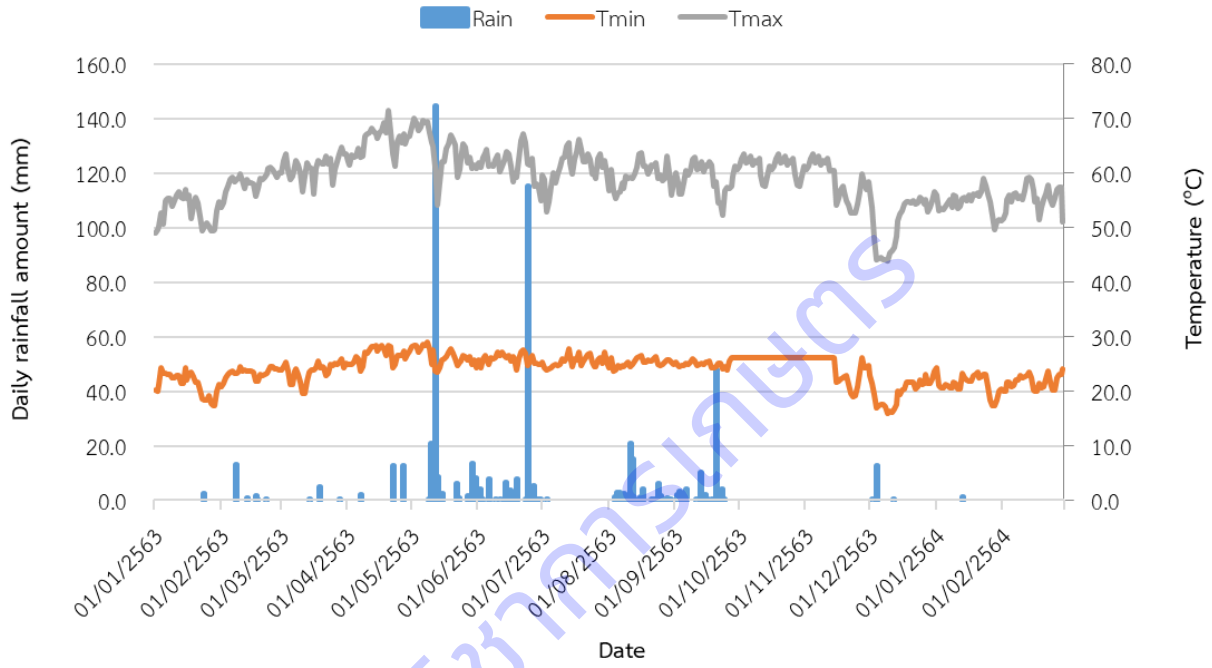
| สมบัติของดินบางประการ | ค่าวิเคราะห์ ระดับความลึก (เซนติเมตร) | | ค่าที่เหมาะสมของดินที่ปลูกอ้อย |
|---|---|---|---|
| | 0 – 20 | 20 – 50 | |
| pH (1:1) | 6.8 | 6.8 | 5.5 – 7.5 |
| EC (1:5) (dS/m) | 0.4 | 0.4 | ต่ำกว่า 2.5 |
| OM (%) | 1.5 | 1.4 | 1.5 – 2.5 |
| OC (%) | 0.9 | 0.8 | - |
| Available P (BrayII) (mg/kg) | 148 | 140 | 10 – 20 |
| Exchangable K (mg/kg) | 168 | 170 | 80 – 150 |
| Exch. Ca (mg/kg) | 1395 | 1327 | 110 – 125 |
| Exch. Mg (mg/kg) | 233 | 236 | 12 – 30 |
| % Sand | 40.2 | 46.9 | - |
| % Silt | 30.1 | 25.6 | - |
| % Clay | 29.7 | 27.5 | - |
| Texture | ดินร่วนเหนียว | ดินร่วนเหนียวปนทราย | ดินร่วนปนทราย – ดินร่วนเหนียว |
| Bulk Density (g/$cm^{-3}$) | 1.45 | 1.50 | - |

ที่มา : ดัดแปลงปรีชา (2547) และ กรมวิชาการเกษตร (2564)

กรมวิชาการเกษตร

**สภาพภูมิอากาศตลอดฤดูปลูกอ้อย**

มีปริมาณน้ำฝนน้อย อ้อยได้รับน้ำไม่สม่ำเสมอ เมื่ออ้อยอายุ 8 เดือน มีฝนตกปริมาณมากในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม รวม 179.2 และ 136.6 มม. ตามลำดับ ในช่วงดังกล่าวต้นอ้อยส่วนมากล้มเสียหาย และน้ำท่วมแปลงปลูก ทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปลูกวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563 จนกระทั่งเก็บเกี่ยววันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2564 รวม 278.6 มม. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.8 °ซ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.8 °ซ ทั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย อยู่ในช่วง 30-35 °ซ (ภาพที่ 1.1)




ภาพที่ 1.1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาเกษตรอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2563 – กุมภาพันธ์ 2564

กรมวิชาการเกษตร

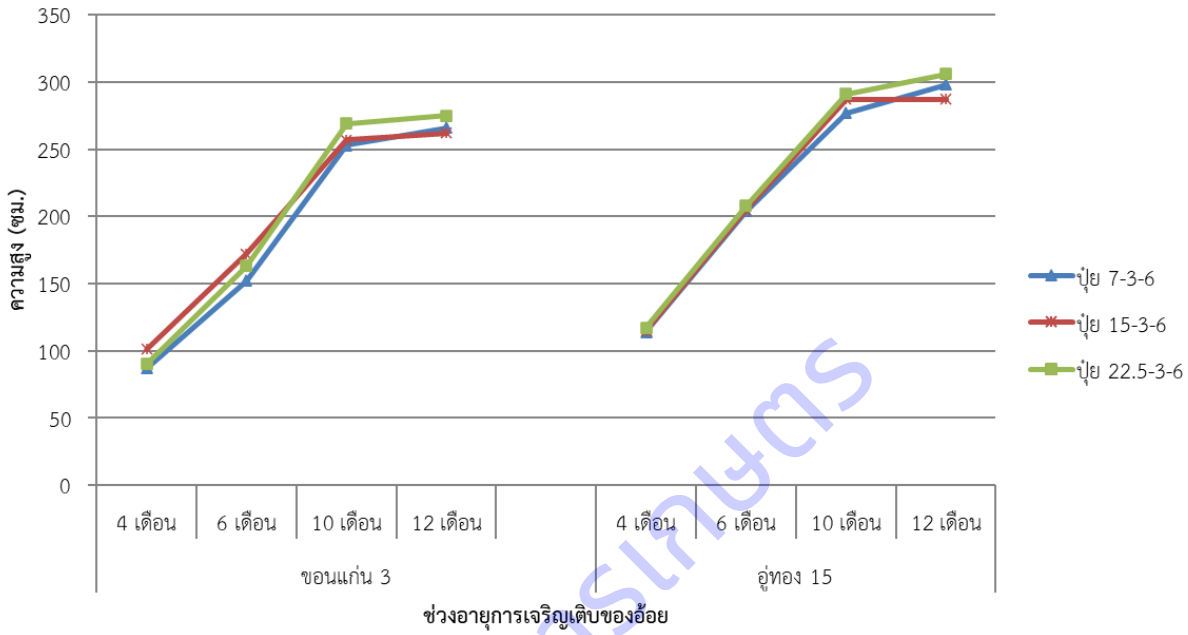
**การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของอ้อย**

**ความสูง**

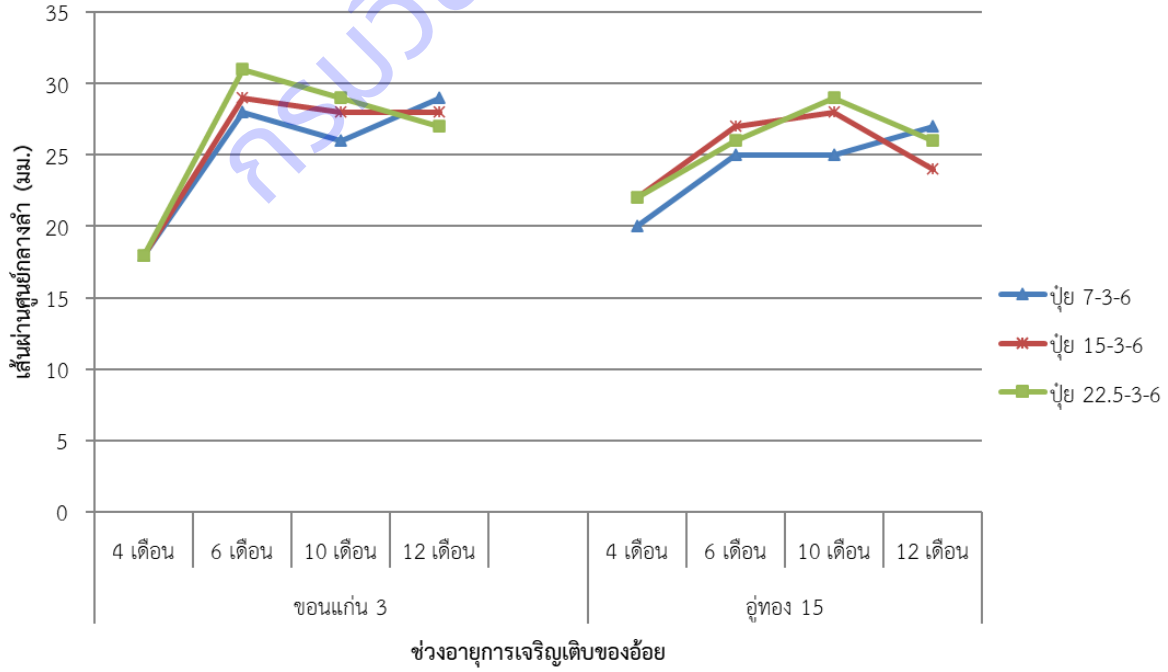
การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่าง ๆ ไม่ทำให้ความสูงของอ้อยปลูกทั้ง 2 พันธุ์แตกต่างกัน แต่พันธุ์อ้อยให้ความสูงที่แตกต่างกัน โดยอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้ความสูงเฉลี่ยสูงกว่าอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอ้อยที่อายุเก็บเกี่ยวพันธุ์อู่ทอง 15 ให้ความสูงเฉลี่ย 297 ซม. ส่วนพันธุ์ขอนแก่น 3 สูงเฉลี่ย 268 ซม. เห็นได้ว่าในช่วงอายุ 4 – 10 เดือน (ภาพที่ 1.2) ซึ่งอยู่ในช่วงระยะย่างปล้อง (stalk elongation phase) เริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 3 – 4 เดือน จนถึงอายุประมาณ 7 – 8 เดือน อ้อยเจริญเติบโตทางลำต้น เพิ่มความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการเจริญเติบโตลดลง และมีการสะสมน้ำตาล

**เส้นผ่านศูนย์กลางลำ**

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเคมี 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$ /ไร่ ไม่ส่งผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$ /ไร่ (1 เท่า ตามค่าวิเคราะห์ N) (ภาพที่ 1.3)




ภาพที่ 1.2 ความสูงของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

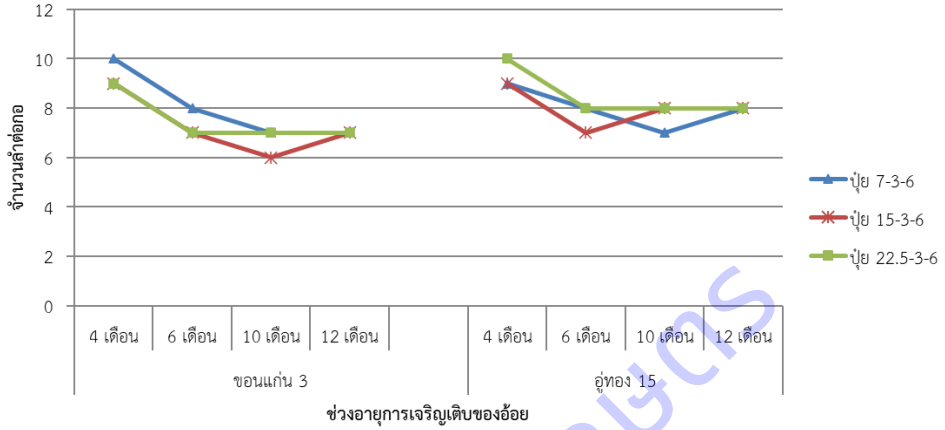



ภาพที่ 1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

**จำนวนลำต่อกอ**

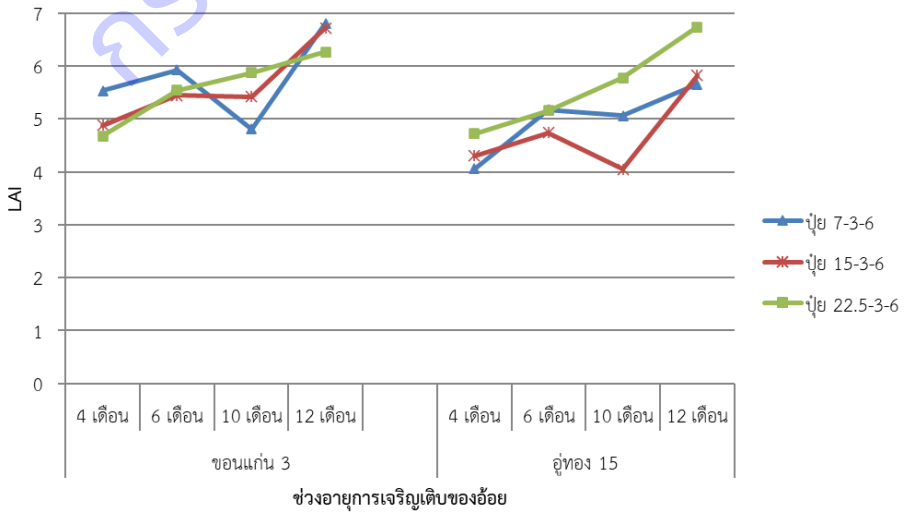
การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและลักษณะของพันธุ์ที่แตกต่างกันไม่ทำให้จำนวนลำต่อกอแตกต่างกัน จำนวนลำต่อกอของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ อยู่ในช่วง 6 – 10 ลำ (ภาพที่ 1.4) ที่อายุ 4 เดือน อ้อยมีจำนวนลำต่อกอสูงที่สุด (9 – 10 ลำต่อกอ) เมื่ออายุเพิ่มขึ้นจำนวนลำต่อกอลดลง อาจเป็นเพราะช่วงอายุ 4 เดือนเป็นช่วยระยะการแตกกอ มีหน่อที่เกิดขึ้นมาด้วย อย่างไรก็ตาม หน่อที่เกิดขึ้นในช่วงต้นก่อให้เกิดลำที่ใหญ่และหนัก แต่หน่อที่เกิดขึ้นในช่วงปลายนั้นโตไม่สมบูรณ์เต็มที่ ทั้งนี้ น้ำมีอิทธิพลต่อการแตกกอ




ภาพที่ 1.4 จำนวนลำต่อกอของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

**ดัชนีพื้นที่ใบ**

ดัชนีพื้นที่ใบของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ตั้งแต่อายุ 4 เดือน ถึงระยะเก็บเกี่ยว อยู่ในช่วง 5.03 – 6.60 ส่วนพันธุ์อู่ทอง 15 อยู่ในช่วง 4.36 – 6.07 (ภาพที่ 1.5) สำหรับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่าง ๆ ไม่ทำให้ดัชนีพื้นที่ใบของอ้อยปลูกแตกต่างกัน

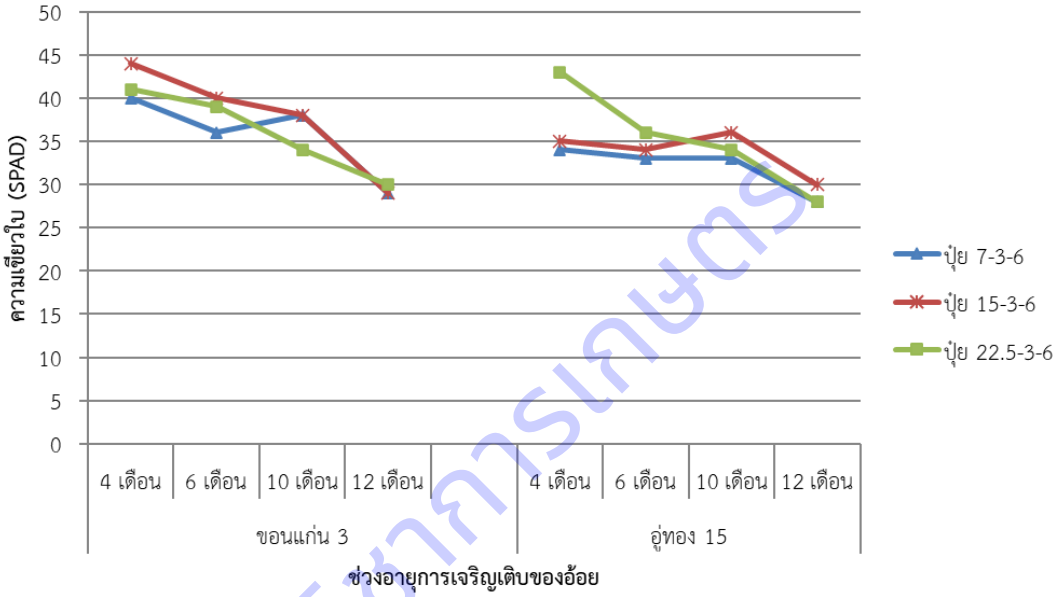



ภาพที่ 1.5 ดัชนีพื้นที่ใบของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

**ความเขียวใบ (SPAD)**

อ้อยที่อายุ 6 เดือน ลักษณะของพันธุ์ส่งผลให้ค่าความเขียวใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 38 SPAD Units มากกว่าอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 (34 SPAD Units) และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N) ให้ค่าความเขียวใบมากที่สุด (38 SPAD Units) แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N (37 SPAD Units) (ภาพที่ 1.6) เมื่อพิจารณาช่วงอายุการเจริญเติบโตจะเห็นว่า ค่าความเขียวใบมีค่าสูงในช่วง 4 เดือน ในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 42 SPAD units ส่วนอู่ทอง 15 เฉลี่ย 37 SPAD Units ความเขียวของใบ ลดลงตามอายุการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยว เฉลี่ย 29 SPAD Units ในทั้งสองพันธุ์

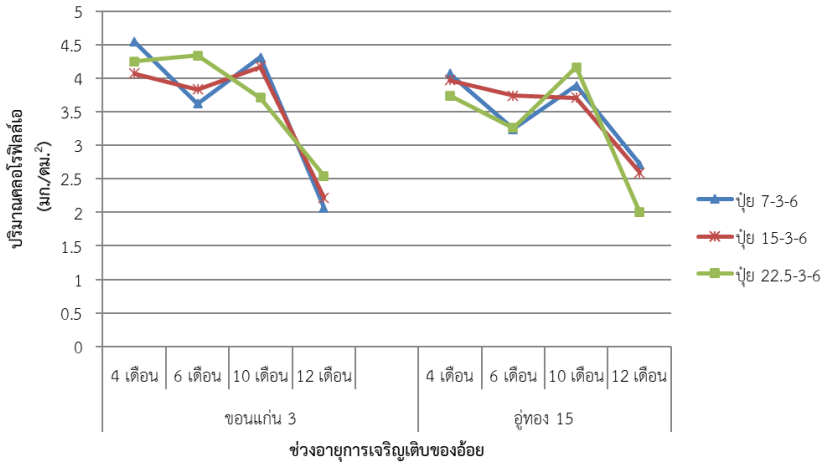



ภาพที่ 1.6 ความเขียวใบของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

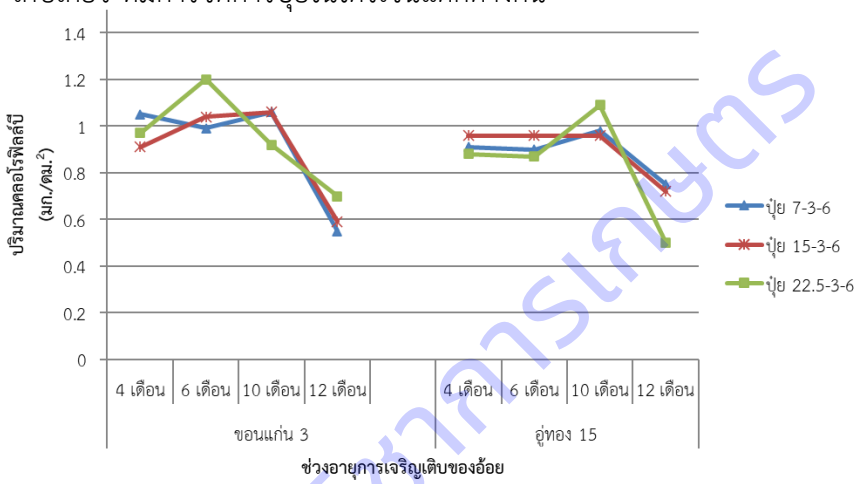
**ปริมาณคลอโรฟิลล์**

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตของอ้อย ให้ผลในทำนองเดียวกันกับค่าความเขียวใบ คือที่อายุ 4 เดือน มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด และที่ระยะเก็บเกี่ยวอ้อยทั้งสองพันธุ์มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดน้อยที่สุด อ้อยปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงสุด เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี 7-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ร่วมกับอ้อยปลูกพันธุ์อู่ทอง 15 เฉลี่ย 2.72 0.75 และ 3.47 มก./ดม.$^{-2}$ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (1 เท่า ตามค่าวิเคราะห์ N) ร่วมกับพันธุ์อู่ทอง 15 (2.59 0.72 และ 3.31 มก./ดม.$^{-2}$ ตามลำดับ) การใส่ปุ๋ยเคมี 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมี 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ในพันธุ์ขอนแก่น 3 (ภาพที่ 1.7-1.9) สรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่าง ๆ ทำให้ลักษณะของขนาดลำแตกต่างกัน แต่ลักษณะของพันธุ์อ้อยมีผลต่อความสูง ที่อายุเก็บเกี่ยว อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 มีความสูง เฉลี่ย 297 ซม. มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 เฉลี่ย 268 ซม. และช่วงอายุการเจริญเติบโตของอ้อยมีผลต่อจำนวนลำต่อกอ ค่าความเขียว และปริมาณคลอโรฟิลล์

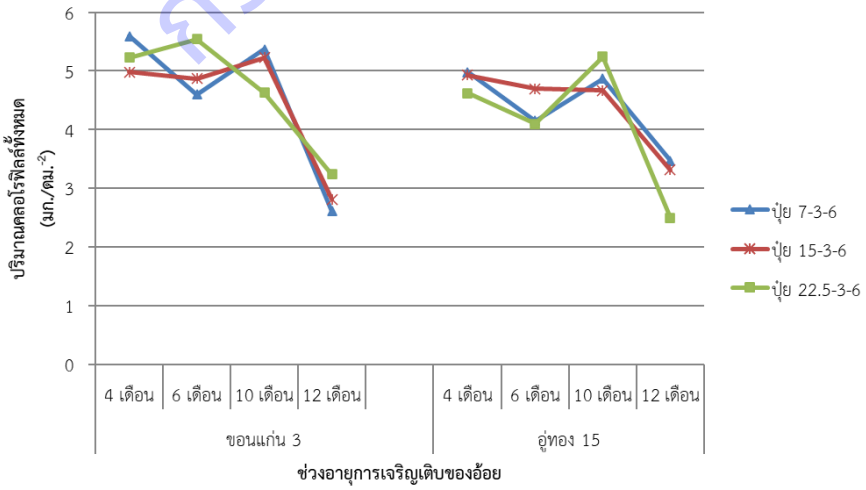
กรมวิชาการเกษตร




ภาพที่ 1.7 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน




ภาพที่ 1.8 ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน




ภาพที่ 1.9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

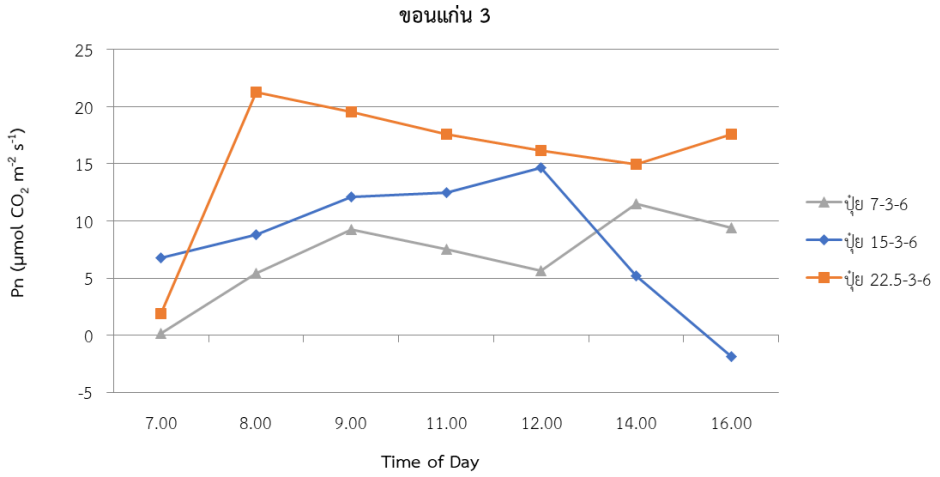
**อัตราการสังเคราะห์แสงของอ้อย**

การตอบสนองต่อแสงของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ (ภาพที่ 1.10) 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 1.89 ถึง 21.27 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ แล้วค่อยลดลงจนถึงเวลา 14.00 น. เฉลี่ย 14.95 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ เห็นได้ว่า การให้ปุ๋ย 22.5-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ หรือ ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N มีอัตราการแลกเปลี่ยน $CO_2$ สูงสุด เมื่อเทียบกับอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนระดับอื่น ๆ

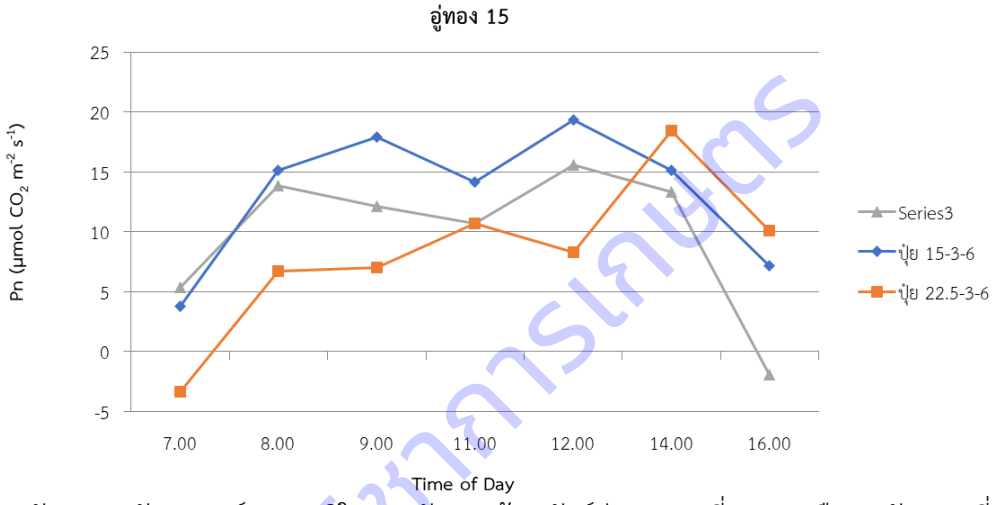
ส่วนพันธุ์อู่ทอง 15 พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ เพิ่มขึ้นจาก 7.00 น. จนถึง 9.00 น. จาก 5.39 ถึง 12.14 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ที่อัตราปุ๋ย 7-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ และ จาก 3.82 ถึง 17.94 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ที่อัตราปุ๋ย 15-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ และลดลงที่ 11.00 น. เฉลี่ย 10.73 และ 14.16 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 15.61 และ 19.31 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ในขณะที่อัตราปุ๋ย 22.5-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นจาก 7.00 น. จนถึง 11.00 น. จาก -3.32 ถึง 10.68 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ แสดงว่าการให้ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N ช่วยรักษาอัตราการสังเคราะห์แสงในช่วงนี้ได้ดี จากนั้น ที่เวลา 12.00 น. อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลง เฉลี่ย 8.321 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ และเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่เวลา 14.00 น. เฉลี่ย 18.43 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ดังนั้น พันธุ์อู่ทอง 15 การให้ปุ๋ยที่อัตรา 15-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ หรือ ปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เฉลี่ย 19.31 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ที่เวลา 12.00 น. (ภาพที่ 1.11)

อ้อยเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เวลา 7.00 น. โดยสัมพันธ์กับความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นและสูงที่สุดในช่วงเวลา 08.00 – 14.00 น. แล้วลดลง พบว่า พันธุ์และการใช้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการให้ปุ๋ยที่อัตรา 22.5-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ โดยมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบสูงสุด เฉลี่ย 21.27 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ร รองลงมาเป็น พันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการให้ปุ๋ยที่อัตรา 15-3-6 กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบ เฉลี่ย 19.31 μmol $CO_2$ $m^{-2}$ $s^{-1}$ ช่วงเวลาที่ต้นอ้อยตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงสุด คือ เวลา 09.00-14.00 น. อย่างไรก็ตาม พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงไม่เท่ากัน เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ชนิดและปริมาณรงควัตถุในใบพืช สภาพภูมิอากาศ (ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ) (ธีรโชติ และคณะ, 2556)

ศูนย์วิทยทรัพยากร




ภาพที่ 1.10 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน



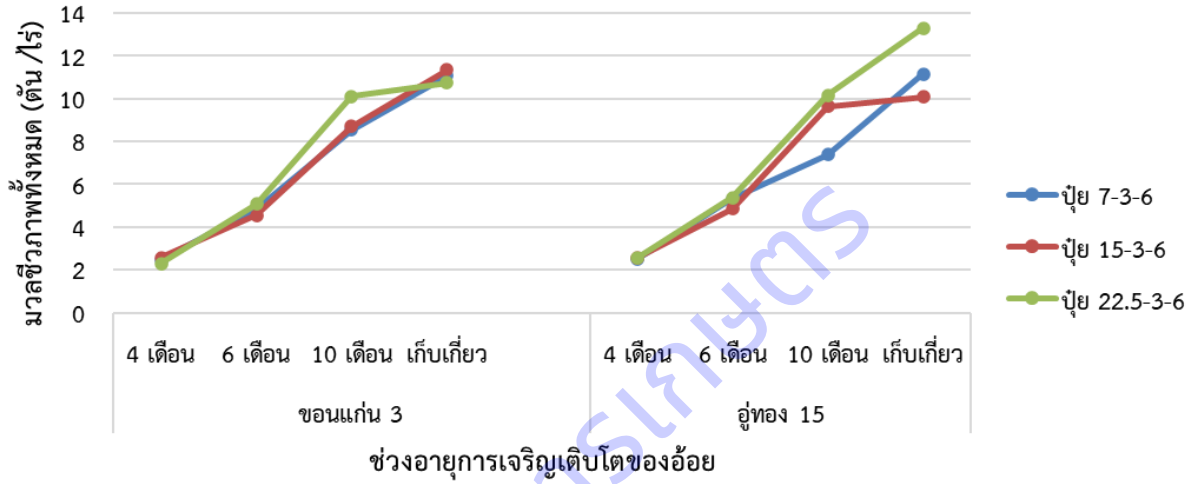

ภาพที่ 1.11 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

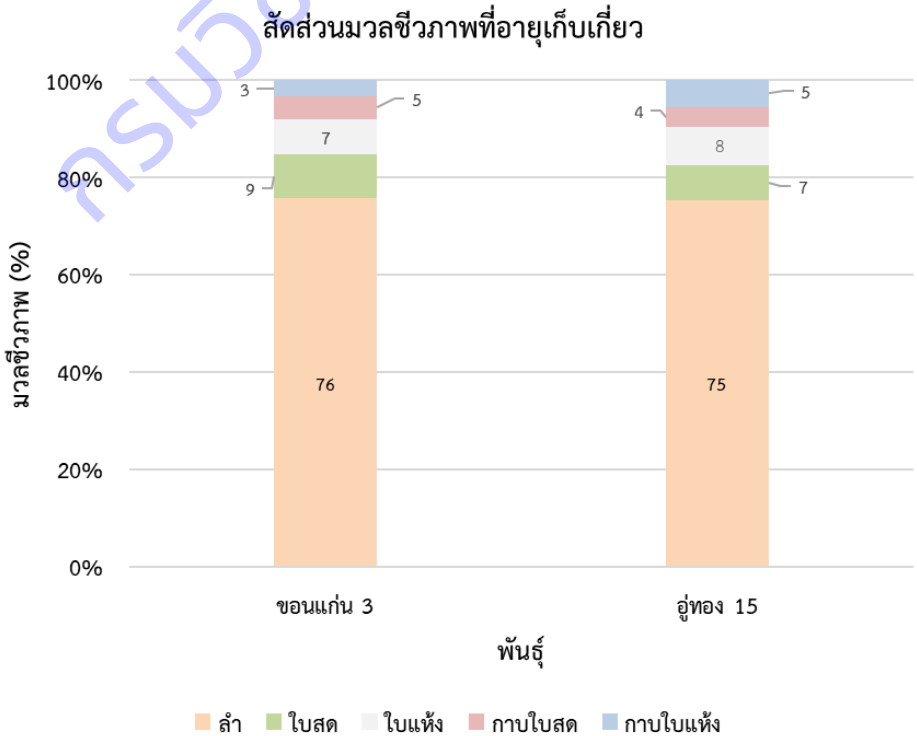
**ปริมาณมวลชีวภาพของอ้อย**

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในอ้อยปลูกทั้ง 2 พันธุ์ ไม่ส่งผลให้การสะสมมวลชีวภาพของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง ตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เมื่ออ้อยมีอายุเพิ่มขึ้นการสะสมมวลชีวภาพในแต่ละส่วนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ที่ระยะเก็บเกี่ยวจะมีการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของใบแห้งเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (เฉลี่ย 0.86 ตัน/ไร่) แต่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่อายุ 4 6 และ 10 เดือนหลังปลูก (เฉลี่ย 0.16 0.51 และ 0.85 ตัน/ไร่) ยกเว้นในส่วนของกาบใบสดที่มีการสะสมมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นจนถึงระยะหนึ่ง และจะค่อย ๆ ลดลงที่ระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 1.2) เนื่องจากที่ระยะนี้อ้อยมีการจำกัดการเจริญเติบโตและเพิ่มการสะสมน้ำตาลในลำต้น ซึ่งเห็นได้ว่าที่อายุ 10 เดือน อ้อยปลูกทั้ง 2 พันธุ์นั้นมีปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอ้อยอยู่ในระยะย่างปล้อง อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเคมี 7-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ร่วมกับอ้อยปลูกทั้ง 2 พันธุ์ ส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพในทุกช่วงอายุการเจริญไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (1 เท่า ตามค่าวิเคราะห์ N) (ภาพที่ 1.12)

สำหรับสัดส่วนมวลชีวภาพที่อายุเก็บเกี่ยวในแต่ละส่วนของอ้อยปลูกทั้ง 2 พันธุ์ พบว่า มวลชีวภาพส่วนใหญ่สะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เฉลี่ย 8 8 4 และ 4 % ตามลำดับ โดยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของลำ เฉลี่ยถึง 76 % รองลงมาคือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เฉลี่ย 9 7 5 และ 3 % ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อู่ทอง 15 มีการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของลำ เฉลี่ย 75 % รองลงมาคือ ใบแห้ง ใบสด กาบใบแห้ง และกาบใบสด เฉลี่ย 8 7 5 และ 4 % ตามลำดับ (ภาพที่ 1.13) กล่าวคือ ร้อยละการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของลำมีปริมาณเพิ่มตามอายุของอ้อยปลูก ตรงกันข้ามกับสัดส่วนของการสะสมมวลชีวภาพของใบสดและใบแห้งที่มีสัดส่วนลดลงเมื่ออ้อยมีอายุเพิ่มมากขึ้น




ภาพที่ 1.12 ปริมาณมวลชีวภาพของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน




ภาพที่ 1.13 สัดส่วนมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุเก็บเกี่ยว

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.2 มวลชีวภาพของลำและใบสดของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

**มวลชีวภาพส่วนของลำ (ตันต่อไร่) (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 1.28 | 1.54 | 1.41 | 3.03 | 3.48 | 3.26 | 6.39 | 5.51 | 5.95 | 8.31 | 8.32 | 8.31 |
| 15-3-6 | 1.41 | 1.49 | 1.45 | 3.52 | 3.09 | 3.31 | 6.61 | 7.04 | 6.83 | 8.77 | 7.56 | 8.17 |
| 22.5-3-6 | 1.15 | 1.60 | 1.37 | 3.24 | 3.49 | 3.37 | 7.49 | 7.17 | 7.33 | 8.04 | 10.10 | 9.07 |
| เฉลี่ย | 1.28 | 1.54 | 1.41 | 3.26 | 3.35 | 3.31 | 6.83 | 6.58 | 6.70 | 8.37 | 8.66 | 8.52 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 36.9 | | (V) | 8.5 | | (V) | 39.2 | | (V) | 22.2 | |
| | (F) | 16.1 | | (F) | 15.4 | | (F) | 17.2 | | (F) | 18.4 | |

**มวลชีวภาพส่วนของใบสด (ตันต่อไร่) (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.84 | 0.59 | 0.72 | 0.88 | 0.83 | 0.86 | 0.98 | 0.70 | 0.84 | 1.05 | 0.72 | 0.89 |
| 15-3-6 | 0.78 | 0.66 | 0.72 | 1.00 | 0.76 | 0.88 | 1.03 | 0.88 | 0.96 | 0.90 | 0.88 | 0.89 |
| 22.5-3-6 | 0.72 | 0.68 | 0.70 | 0.93 | 0.84 | 0.89 | 1.28 | 1.04 | 1.16 | 0.99 | 0.84 | 0.92 |
| เฉลี่ย | 0.78 | 0.65 | 0.71 | 0.94 | 0.81 | 0.88 | 1.09 | 0.88 | 0.99 | 0.98 | 0.81 | 0.90 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 21.7 | | (V) | 12.5 | | (V) | 43.8 | | (V) | 32.1 | |
| | (F) | 8.9 | | (F) | 8.9 | | (F) | 19.2 | | (F) | 16.9 | |

**หมายเหตุ** $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.3 มวลชีวภาพของใบแห้งและกาบใบสดของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

**มวลชีวภาพส่วนของใบแห้ง (ตันต่อไร่) (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.13 | 0.18 | 0.16 | 0.55 | 0.46 | 0.51 | 0.70 | 0.73 | 0.72 | 0.79 | 1.06 | 0.93 |
| 15-3-6 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.52 | 0.49 | 0.51 | 0.67 | 0.97 | 0.82 | 0.78 | 0.57 | 0.67 |
| 22.5-3-6 | 0.20 | 0.16 | 0.18 | 0.47 | 0.53 | 0.50 | 0.74 | 1.27 | 1.00 | 0.85 | 1.11 | 0.98 |
| เฉลี่ย | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.52 | 0.50 | 0.51 | 0.70 | 0.99 | 0.85 | 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 19.4 | | (V) | 17.7 | | (V) | 67.8 | | (V) | 11.6 | |
| | (F) | 19.4 | | (F) | 25.8 | | (F) | 34.7 | | (F) | 23.8 | |

**มวลชีวภาพส่วนของกาบใบสด (ตันต่อไร่) (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.13 | 0.09 | 0.11 | 0.15 | 0.20 | 0.17 | 0.25 | 0.20 | 0.22 | 0.57 | 0.41 | 0.49 |
| 15-3-6 | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.20 | 0.18 | 0.19 | 0.23 | 0.30 | 0.26 | 0.52 | 0.47 | 0.49 |
| 22.5-3-6 | 0.12 | 0.21 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.18 | 0.38 | 0.31 | 0.34 | 0.47 | 0.54 | 0.51 |
| เฉลี่ย | 0.16 | 0.15 | 0.14 | 0.18 | 0.19 | 0.18 | 0.29 | 0.27 | 0.28 | 0.52 | 0.47 | 0.49 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 51.3 | | (V) | 8.1 | | (V) | 25.6 | | (V) | 30.0 | |
| | (F) | 32.5 | | (F) | 25.4 | | (F) | 30.2 | | (F) | 20.2 | |

**หมายเหตุ** $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.4 มวลชีวภาพของกาบใบแห้งของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

| มวลชีวภาพส่วนของกาบใบแห้ง (ตันต่อไร่) (V) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.09 | 0.13 | 0.11 | 0.22 | 0.34 | 0.28 | 0.23 | 0.25 | 0.24 | 0.34 | 0.64 | 0.49 |
| 15-3-6 | 0.08 | 0.10 | 0.09 | 0.30 | 0.31 | 0.31 | 0.20 | 0.39 | 0.30 | 0.37 | 0.52 | 0.45 |
| 22.5-3-6 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.27 | 0.34 | 0.31 | 0.22 | 0.38 | 0.30 | 0.38 | 0.71 | 0.55 |
| เฉลี่ย | 0.09 | 0.11 | 0.10 | 0.27 | 0.33 | 0.30 | 0.22 | 0.34 | 0.28 | 0.36 | 0.63 | 0.49 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 31.6 | | (V) | 24.7 | | (V) | 27.8 | | (V) | 28.6 | |
| | (F) | 44.7 | | (F) | 18.2 | | (F) | 49.4 | | (F) | 23.1 | |

**หมายเหตุ** $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

**ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในอ้อย**

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่างกันร่วมกับพันธุ์อ้อยไม่ส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของลำและกาบใบสดแตกต่างกันตลอดช่วงอายุและเมื่อเก็บเกี่ยว โดยลำอ้อยนั้นมีค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 44.13 – 48.86 % (ตารางที่ 1.5) ส่วนกาบใบสดมีค่าอยู่ในช่วง 41.16 – 45.31 % (ตารางที่ 1.6) ขณะที่ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในใบสดอ้อยที่อายุ 10 เดือน พบว่า การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 7-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด เฉลี่ย 45.59 % แต่ไม่แตกต่างกับปุ๋ยอัตรา 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N) รองลงมาเป็นปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ 44.21 % สำหรับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบสด ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตของอ้อย มีค่าอยู่ในช่วง 44.34 – 47.53 %

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์อ้อย พบว่า มีปฏิสัมพันธ์กันและแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่อายุ 4 เดือน การใส่ปุ๋ยอัตรา 7-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ร่วมกับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 และอัตรา 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ร่วมกับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในใบแห้งสูงสุด เฉลี่ย 43.32 43.92 และ 44.5 % ตามลำดับ โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบแห้งนั้นมีค่าอยู่ในช่วง 42.30 – 45.28 % (ตารางที่ 1.6) ขณะที่การใส่ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ร่วมกับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในกาบใบแห้งน้อยที่สุด เฉลี่ย 37.68 % สำหรับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของกาบใบแห้งนั้นมีค่าอยู่ในช่วง 40.33 – 44.33% (ตารางที่ 1.7)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.5 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในลำและใบสดของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัด การปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน

**ปริมาณ OC (%) ในลำ (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 44.52 | 45.15 | 44.84 | 48.36 | 48.72 | 48.54 | 48.16 | 46.89 | 47.53 | 44.93 | 46.42 | 45.68 |
| 15-3-6 | 44.32 | 45.42 | 44.87 | 49.00 | 48.27 | 48.63 | 48.51 | 47.04 | 47.78 | 44.93 | 45.80 | 45.37 |
| 22.5-3-6 | 43.57 | 44.66 | 44.12 | 48.58 | 48.90 | 48.74 | 46.69 | 45.78 | 46.23 | 45.15 | 46.23 | 45.69 |
| เฉลี่ย | 44.13 | 45.08 | 44.61 | 48.65 | 48.63 | 48.64 | 47.79 | 46.57 | 47.18 | 45.01 | 46.15 | 45.58 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 2.3 | | (V) | 2.2 | | (V) | 8.6 | | (V) | 1.6 | |
| | (F) | 3.3 | | (F) | 1.9 | | (F) | 4.2 | | (F) | 1.7 | |

**ปริมาณ OC (%) ในใบสด (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 47.37 | 48.67 | 48.02 | 48.54 | 43.24 | 44.88 | 45.09 | 46.08 | 45.59a | 44.35 | 44.24 | 44.29 |
| 15-3-6 | 46.36 | 47.43 | 46.89 | 48.63 | 43.85 | 42.96 | 45.21 | 44.01 | 44.61ab | 45.74 | 43.99 | 44.87 |
| 22.5-3-6 | 48.17 | 47.16 | 47.67 | 48.74 | 42.59 | 44.76 | 44.42 | 43.99 | 44.21b | 43.86 | 43.88 | 43.87 |
| เฉลี่ย | 47.30 | 47.75 | 47.53 | 48.64 | 43.23 | 44.20 | 44.91 | 44.69 | 44.80 | 44.65 | 44.03 | 44.34 |
| 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) = * (V) x (F) = ns | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 4.8 | | (V) | 10.3 | | (V) | 3.6 | | (V) | 1.7 | |
| | (F) | 2.5 | | (F) | 7.3 | | (F) | 1.8 | | (F) | 2.4 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.6 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในใบแห้งและกาบใบสดของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มี การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

**ปริมาณ OC (%) ในใบแห้ง (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 43.32ab | 43.92a | 43.62 | 45.14 | 42.85 | 43.99 | 45.00 | 44.67 | 44.84 | 45.19 | 45.15 | 45.17 |
| 15-3-6 | 42.35bc | 38.41d | 40.38 | 44.44 | 44.79 | 44.61 | 46.12 | 43.94 | 45.03 | 45.19 | 46.12 | 45.65 |
| 22.5-3-6 | 44.52a | 41.27c | 42.90 | 43.97 | 44.18 | 44.08 | 43.74 | 43.89 | 43.82 | 45.27 | 44.74 | 45.00 |
| เฉลี่ย | 43.40 | 41.20 | 42.30 | 44.52 | 43.94 | 44.23 | 44.95 | 44.17 | 44.56 | 45.22 | 45.33 | 45.28 |
| F-Test | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ** | | | 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) | 0.8 | | (V) | 3.4 | | (V) | 3.2 | | (V) | 1.0 | |
| | (F) | 1.9 | | (F) | 4.5 | | (F) | 2.1 | | (F) | 2.8 | |

**ปริมาณ OC (%) ในกาบใบสด (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 45.15 | 44.64 | 44.89 | 40.40 | 41.60 | 41.00 | 43.11 | 42.99 | 43.05 | 45.08 | 45.20 | 45.14 |
| 15-3-6 | 43.94 | 45.47 | 44.70 | 41.40 | 42.54 | 41.97 | 42.91 | 42.87 | 42.89 | 45.45 | 44.86 | 45.16 |
| 22.5-3-6 | 45.42 | 43.29 | 44.36 | 40.11 | 40.92 | 40.52 | 42.99 | 42.75 | 42.87 | 46.50 | 44.74 | 45.62 |
| เฉลี่ย | 44.84 | 44.46 | 44.65 | 40.64 | 41.69 | 41.16 | 43.00 | 42.87 | 42.94 | 45.68 | 44.94 | 45.31 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 3.6 | | (V) | 3.1 | | (V) | 3.1 | | (V) | 3.5 | |
| | (F) | 2.5 | | (F) | 5.5 | | (F) | 1.8 | | (F) | 1.2 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.7 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในกาบใบแห้งของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัด การปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

| ปริมาณ OC (%) ในกาบใบแห้ง (V) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 40.95a | 40.67a | 40.81 | 45.55 | 46.68 | 46.12 | 44.80 | 45.07 | 44.93 | 44.00 | 45.42 | 44.71 |
| 15-3-6 | 40.81a | 40.83a | 40.82 | 45.95 | 45.48 | 45.72 | 44.51 | 44.76 | 44.63 | 43.72 | 44.39 | 44.06 |
| 22.5-3-6 | 41.03a | 37.68b | 39.36 | 45.18 | 46.28 | 45.73 | 43.10 | 43.71 | 43.40 | 43.89 | 44.55 | 44.22 |
| เฉลี่ย | 40.93 | 39.68 | 40.33 | 45.56 | 46.15 | 45.85 | 44.13 | 44.51 | 44.32 | 43.87 | 44.79 | 44.33 |
| F-Test | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ** | | | 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) | 1.2 | | (V) | 2.4 | | (V) | 2.5 | | (V) | 2.7 | |
| | (F) | 1.5 | | (F) | 2.0 | | (F) | 2.1 | | (F) | 2.1 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

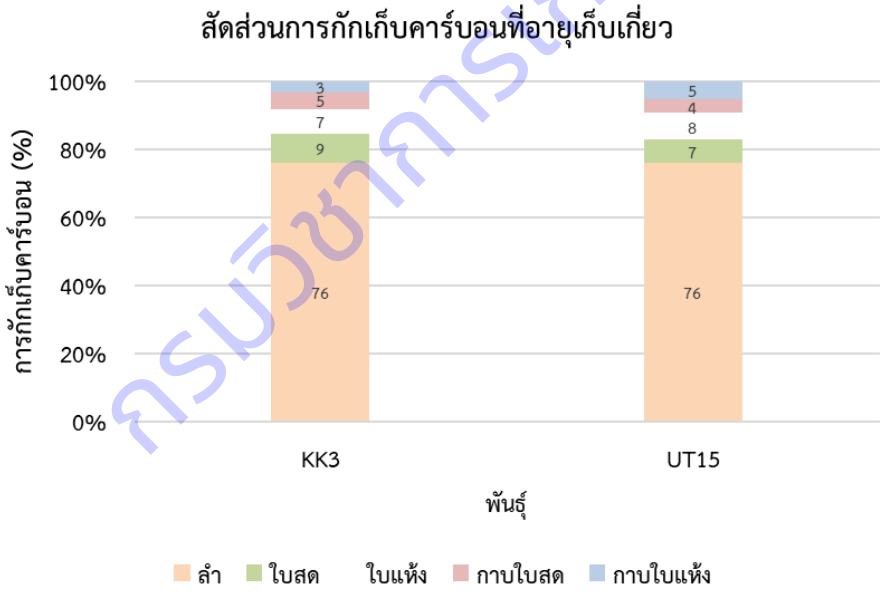
$^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

กรมวิชาการเกษตร

**การกักเก็บคาร์บอนในอ้อย**

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่างกัน ไม่ส่งผลให้การกักเก็บคาร์บอนในอ้อยในส่วนต่าง ๆ ที่อายุการเจริญเติบโต 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน (ตารางที่ 1.9 – 1.11) แต่ลักษณะของพันธุ์อ้อยมีผลให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของใบสดที่อายุ 6 เดือน แตกต่างกัน โดยใบสดอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 สามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าพันธุ์อู่ทอง 15 เฉลี่ย 0.42 และ 0.35 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.8) ขณะที่อายุเก็บเกี่ยวกาบใบแห้งของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 มีการกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 เฉลี่ย 0.28 และ 0.16 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อพิจารณาตลอดอายุการปลูกอ้อยทั้งสองพันธุ์ สามารถกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด เฉลี่ย 5.12 ตัน C/ไร่ (ตารางที่ 1.11)

สัดส่วนการกักเก็บคาร์บอนในแต่ละส่วนของพันธุ์อ้อย พบว่า อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำมากที่สุดถึง 76 % รองลงมาเป็นส่วนของใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เฉลี่ย 9 7 5 และ 3 % ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อู่ทอง 15 มีการกักเก็บในส่วนของลำมากที่สุดถึง 76 % รองลงมาเป็นส่วนของใบแห้ง ใบสด กาบใบแห้ง และกาบใบสด เฉลี่ย 8 7 5 และ 4 % ตามลำดับ (ภาพที่ 1.14) ดังนั้น ส่วนของลำอ้อยมีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนต่าง ๆ ของอ้อย อย่างไรก็ตาม การจัดการปุ๋ยในฤดูปลูกอ้อยทั้งสองพันธุ์นี้ ไม่ทำให้การกักเก็บคาร์บอนแตกต่างกัน



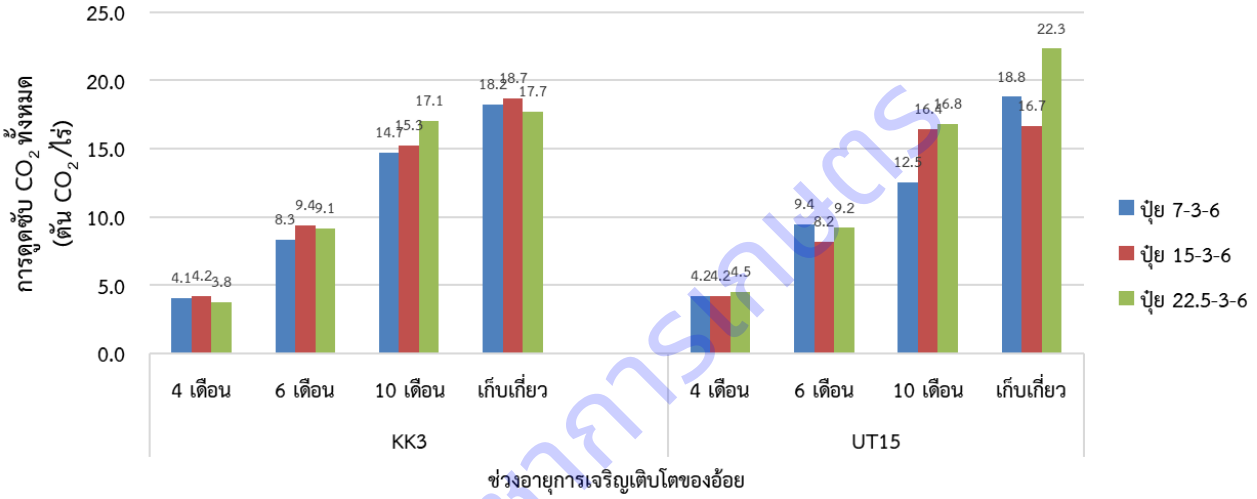

ภาพที่ 1.14 สัดส่วนการกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุเก็บเกี่ยว

อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 เมื่อมีการให้ปุ๋ยอัตรา 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ที่ระยะเก็บเกี่ยวมีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เฉลี่ย 5.10 ตัน C/ไร่ หรือดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 18.7 ตัน $CO_2$/ไร่ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 15 ที่อัตราปุ๋ย 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ หรือ 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ และ 22.3 ตัน $CO_2$/ไร่ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย พบว่า การปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ถึง 5.12 กก.C/ไร่ คิดเป็น

กรมวิชาการเกษตร

การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 18.78 ตัน $CO_2$/ไร่ โดยอ้อยจะค่อย ๆ เพิ่มการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการเจริญเติบโตของพืช

ดังนั้น ในพื้นที่ 1 ไร่ ของอ้อย 1 ฤดูปลูก 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(ตารางที่ 1.8)




ภาพที่ 1.15 การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

ตารางที่ 1.8 ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอ้อยปลูก ในพื้นที่ 1 ไร่

| ส่วนที่สะสมในอ้อยปลูก | ขอนแก่น 3 | | อู่ทอง 15 | |
|---|---|---|---|---|
| | การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C/ไร่) | การดูดซับ $CO_2$ (ตัน $CO_2$/ไร่) | การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C/ไร่) | การดูดซับ $CO_2$ (ตัน $CO_2$/ไร่) |
| ลำ | 3.77 | 13.82 | 4.00 | 14.67 |
| ใบสด | 0.44 | 1.61 | 0.36 | 1.32 |
| ใบแห้ง | 0.37 | 1.36 | 0.41 | 1.50 |
| กาบใบสด | 0.24 | 0.88 | 0.21 | 0.77 |
| กาบใบแห้ง | 0.16 | 0.59 | 0.28 | 1.03 |
| ทั้งหมด | 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 ตันของก๊าซ $CO_2$*)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.9 การกักเก็บคาร์บอนในลำและใบสดของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

**การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C ต่อไร่) ในลำ (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.57 | 0.69 | 0.63 | 1.47 | 1.70 | 1.58 | 3.05 | 2.58 | 2.82 | 3.73 | 3.86 | 3.80 |
| 15-3-6 | 0.63 | 0.67 | 0.65 | 1.72 | 1.49 | 1.61 | 3.20 | 3.35 | 3.28 | 3.94 | 3.46 | 3.71 |
| 22.5-3-6 | 0.50 | 0.71 | 0.61 | 1.57 | 1.71 | 1.64 | 3.51 | 3.28 | 3.40 | 3.63 | 4.67 | 4.14 |
| เฉลี่ย | 0.57 | 0.69 | 0.63 | 1.59 | 1.63 | 1.61 | 3.26 | 3.07 | 3.16 | 3.77 | 4.00 | 3.88 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 35.9 | | (V) | 10.8 | | (V) | 43.2 | | (V) | 23.3 | |
| | (F) | 15.9 | | (F) | 16.2 | | (F) | 19.2 | | (F) | 17.8 | |

**การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C ต่อไร่) ในใบสด (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.40 | 0.29 | 0.34 | 0.41 | 0.36 | 0.39 | 0.44 | 0.32 | 0.38 | 0.47 | 0.32 | 0.39 |
| 15-3-6 | 0.36 | 0.32 | 0.34 | 0.42 | 0.33 | 0..38 | 0.46 | 0.39 | 0.43 | 0.41 | 0.39 | 0.40 |
| 22.5-3-6 | 0.35 | 0.32 | 0.33 | 0.44 | 0.36 | 0.40 | 0.57 | 0.46 | 0.51 | 0.43 | 0.37 | 0.40 |
| เฉลี่ย | 0.37 | 0.31 | 0.34 | 0.42a | 0.35b | 0.39 | 0.49 | 0.39 | 0.44 | 0.44 | 0.36 | 0.40 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 18.7 | | (V) | 8.1 | | (V) | 40.6 | | (V) | 32.8 | |
| | (F) | 9.4 | | (F) | 14.1 | | (F) | 17.6 | | (F) | 17.8 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.10 การกักเก็บคาร์บอนในใบแห้งและกาบใบสดของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ย ไนโตรเจนแตกต่างกัน

**การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C ต่อไร่) ในใบแห้ง (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.25 | 0.20 | 0.22 | 0.32 | 0.33 | 0.32 | 0.36 | 0.48 | 0.42 |
| 15-3-6 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 0.31 | 0.43 | 0.37 | 0.35 | 0.26 | 0.31 |
| 22.5-3-6 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.21 | 0.23 | 0.22 | 0.32 | 0.55 | 0.44 | 0.38 | 0.50 | 0.44 |
| เฉลี่ย | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 0.32 | 0.43 | 0.38 | 0.37 | 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 14.4 | | (V) | 14.1 | | (V) | 63.7 | | (V) | 14.1 | |
| | (F) | 45.6 | | (F) | 20.0 | | (F) | 33.7 | | (F) | 25.7 | |

**การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C ต่อไร่) ในกาบใบสด (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.11 | 0.08 | 0.10 | 0.26 | 0.19 | 0.22 |
| 15-3-6 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.10 | 0.13 | 0.11 | 0.24 | 0.21 | 0.22 |
| 22.5-3-6 | 0.05 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.16 | 0.13 | 0.15 | 0.22 | 0.24 | 0.23 |
| เฉลี่ย | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.24 | 0.21 | 0.22 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 51.3 | | (V) | 9.2 | | (V) | 26.8 | | (V) | 28.2 | |
| | (F) | 16.2 | | (F) | 30.9 | | (F) | 26.8 | | (F) | 20.0 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

$^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.11 การกักเก็บคาร์บอนในกาบใบแห้งของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

**การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C ต่อไร่) ในกาบใบแห้ง (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.10 | 0.16 | 0.13 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.15 | 0.29 | 0.22 |
| 15-3-6 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.09 | 0.18 | 0.13 | 0.16 | 0.23 | 0.20 |
| 22.5-3-6 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.12 | 0.16 | 0.14 | 0.09 | 0.17 | 0.13 | 0.17 | 0.32 | 0.24 |
| เฉลี่ย | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.12 | 0.15 | 0.14 | 0.10 | 0.15 | 0.12 | 0.16b | 0.28a | 0.22 |
| 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 | | | Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 24.0 | | (V) | 25.7 | | (V) | 25.6 | | (V) | 28.7 | |
| | (F) | 24.0 | | (F) | 17.5 | | (F) | 51.3 | | (F) | 24.8 | |

**การกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด (ตัน C ต่อไร่) (V)**

| **อายุพืช** | **4 เดือน** | | | **6 เดือน** | | | **10 เดือน** | | | **อายุเก็บเกี่ยว** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 1.11 | 1.15 | 1.13 | 2.28 | 2.49 | 2.39 | 4.02 | 3.43 | 3.73 | 4.96 | 5.14 | 5.05 |
| 15-3-6 | 1.15 | 1.16 | 1.16 | 2.60 | 2.26 | 2.44 | 4.17 | 4.47 | 4.32 | 5.10 | 4.55 | 4.83 |
| 22.5-3-6 | 1.04 | 1.23 | 1.13 | 2.41 | 2.53 | 2.48 | 4.66 | 4.59 | 4.63 | 4.83 | 6.09 | 5.46 |
| เฉลี่ย | 1.10 | 1.18 | 1.14 | 2.44 | 2.43 | 2.44 | 4.28 | 4.16 | 4.22 | 4.98 | 5.26 | 5.12 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 30.6 | | (V) | 10.3 | | (V) | 42.5 | | (V) | 22.0 | |
| | (F) | 13.3 | | (F) | 13.0 | | (F) | 20.2 | | (F) | 15.7 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

กรมวิชาการเกษตร

**องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อย**

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่าง ๆ ไม่ทำให้ค่าความหวาน ผลผลิต และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกทั้งสองพันธุ์แตกต่างกัน แต่พันธุ์อ้อยมีผลให้ค่าความหวานของอ้อยปลูกทั้งสองพันธุ์แตกต่างกัน โดยอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่าความหวานเฉลี่ย (16.08 ซีซีเอส) มากกว่าอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 (13.93 ซีซีเอส) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่ามาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดราคาอ้างอิง ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 10 ซีซีเอส อ้อยทั้งสองพันธุ์มีค่าซีซีเอสเกินมาตรฐาน เนื่องจากอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ เป็นพันธุ์ไม่ออกดอกส่งผลให้น้ำหนักและความหวานไม่ลดลงในช่วงปลายฤดู ส่วนปริมาณผลผลิตและปริมาณผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน และไม่พบปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 1.12)

ตารางที่ 1.12 ปริมาณผลผลิต ค่าความหวาน และปริมาณผลผลิตน้ำตาลของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่อายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยวที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

| การจัดการปุ๋ย (F) | ผลผลิต (ตัน/ไร่) | | | ความหวาน (ซีซีเอส) | | | ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 1. 7-3-6 | 22.70 | 27.11 | 24.91 | 16.22 | 14.28 | 15.25 | 3.68 | 3.88 | 3.78 |
| 2. 15-3-6 | 25.68 | 25.29 | 25.49 | 16.16 | 14.24 | 15.20 | 4.15 | 3.60 | 3.89 |
| 3. 22.5-3-6 | 25.07 | 25.75 | 25.41 | 15.87 | 13.28 | 14.57 | 3.98 | 3.43 | 3.70 |
| เฉลี่ย | 24.48 | 26.05 | 25.27 | 16.08a | 13.93b | 15.01 | 3.93 | 3.64 | 3.79 |
| F-Test | Varieties (V) = ns<br>Fertilizers (F) = ns<br>(V) x (F) = ns | | | Varieties (V) = *<br>Fertilizers (F) = ns<br>(V) x (F) = ns | | | Varieties (V) = ns<br>Fertilizers (F) = ns<br>(V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 19.8 | | (V) | 4.8 | | (V) | 24.8 | |
| | (F) | 10.0 | | (F) | 3.6 | | (F) | 9.7 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $^{*}$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ดินหลังทำการทดลอง**

ดินหลังปลูก พบว่า ความเป็นกรด – ด่างของดิน สภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมที่สกัดได้แตกต่างกัน โดยค่าความเป็นกรด – ด่างของดินที่ระดับความลึก 0 – 20 ซม. มีปฏิกิริยาเป็นด่างเล็กน้อย (pH เฉลี่ย 7.4) และที่ระดับความลึก 20 – 50 ซม. มีปฏิกิริยาเป็นกลาง (pH เฉลี่ย 7.3) ซึ่งมีค่าปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นจากดินก่อนการทดลองที่มีค่าปฏิกิริยาเป็นกลาง (pH เฉลี่ย 6.8) ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ระดับความลึก 20 – 50 ซม. ลดลงจาก 0.4 dS/m เป็น 0.3 dS/m ดินมีความเค็มเล็กน้อยเช่นเดียวกับดินก่อนทำการทดลอง สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินของดินทั้งสองชั้นความลึก เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก พบว่า อยู่ในช่วงความ

กรมวิชาการเกษตร

สมบูรณ์เดียวกับดินก่อนทำการทดลอง อยู่ในช่วง 1.4 – 1.5 % และ 0.8 – 0.9 % ตามลำดับ (ตารางที่ 1.13) ในส่วนของปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของทั้งสองชั้นความลึกมีปริมาณลดลงแต่ยังถือว่าอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกับดินก่อนทำการทดลอง ในทางตรงกันข้ามปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้นั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูกทั้งสองชั้นความลึก จากช่วง 1,327 – 1,395 มก./กก. เป็น 1,972 – 2,072 มก./กก. ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินบนมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูกจาก 168 มก./กก. เป็น 366 มก./กก. แต่ในดินล่างมีปริมาณลดลงจาก 170 มก./กก. เป็น 117 มก./กก.

ในการเลือกใช้พันธุ์ พบว่า การปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินบนหลังปลูกมากกว่าพันธุ์อู่ทอง 15 เฉลี่ย 190 และ 175 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1.15) สรุปในส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า ดินที่ระดับความลึก 0 – 20 ซม. สามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 3.7 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ 13.6 ตัน $CO_2$/ไร่ ส่วนดินล่าง 20 – 50 ซม. สามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 5.8 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ 21.3 ตัน $CO_2$/ไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.13 ความเป็นกรด – ด่าง สภาพการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินหลังปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

| | **ความเป็นกรดด่างของดิน (pH) (V)** | | | | | | **สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (dS/m) (V)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ระดับความลึก** | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | |
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 7.4 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 15-3-6 | 7.3 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 22.5-3-6 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.1 | 7.5 | 7.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| เฉลี่ย | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.2 | 7.4 | 7.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 1.9 | | (V) | 5.2 | | (V) | 43.9 | | (V) | 47.7 | |
| | (F) | 2.3 | | (F) | 3.0 | | (F) | 42.5 | | (F) | 29.6 | |

| | **ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%) (V)** | | | | | | **ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (%) (V)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ระดับความลึก** | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | |
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.8 |
| 15-3-6 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| 22.5-3-6 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 1.5 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 0.9 |
| เฉลี่ย | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.8 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 28.5 | | (V) | 46.5 | | (V) | 28.6 | | (V) | 46.5 | |
| | (F) | 11.3 | | (F) | 22.3 | | (F) | 11.5 | | (F) | 22.2 | |

**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

$^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.14 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินหลังปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

| | ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.) (V) | | | | | | ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (มก./กก.) (V) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ระดับความลึก** | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | |
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 150 | 175 | 162 | 151 | 133 | 142 | 397 | 368 | 382 | 127 | 108 | 118 |
| 15-3-6 | 185 | 137 | 161 | 146 | 158 | 152 | 338 | 308 | 323 | 117 | 111 | 114 |
| 22.5-3-6 | 162 | 168 | 165 | 144 | 153 | 149 | 382 | 404 | 393 | 104 | 135 | 120 |
| เฉลี่ย | 166 | 160 | 163 | 147 | 148 | 148 | 372 | 360 | 366 | 116 | 118 | 117 |
| 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 | | | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | |
| CV (%) | (V) | 32.0 | | (V) | 23.9 | | (V) | 56.4 | | (V) | 26.4 | |
| | (F) | 18.5 | | (F) | 17.1 | | (F) | 22.8 | | (F) | 25.0 | |

| | ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดิน (มก./กก.) (V) | | | | | | ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดิน (มก./กก.) (V) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ระดับความลึก** | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | | **0 – 20 ซม.** | | | **20 – 50 ซม.** | | |
| การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย | ขอนแก่น 3 | อู่ทอง 15 | เฉลี่ย |
| 7-3-6 | 1975 | 1936 | 1955 | 2173 | 2077 | 2125 | 195 | 185 | 190 | 180 | 177 | 178 |
| 15-3-6 | 1995 | 1927 | 1961 | 2105 | 2091 | 2098 | 183 | 158 | 170 | 165 | 158 | 161 |
| 22.5-3-6 | 1971 | 2028 | 2000 | 1971 | 2013 | 1992 | 192 | 182 | 187 | 168 | 158 | 163 |
| เฉลี่ย | 1980 | 1964 | 1972 | 2083 | 2060 | 2072 | 190a | 175b | 182 | 171 | 164 | 168 |
| F-Test | Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns | | | 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) | 3.6 | | (V) | 12.2 | | (V) | 4.5 | | (V) | 7.5 | |
| | (F) | 9.9 | | (F) | 8.0 | | (F) | 10.9 | | (F) | 11.1 | |

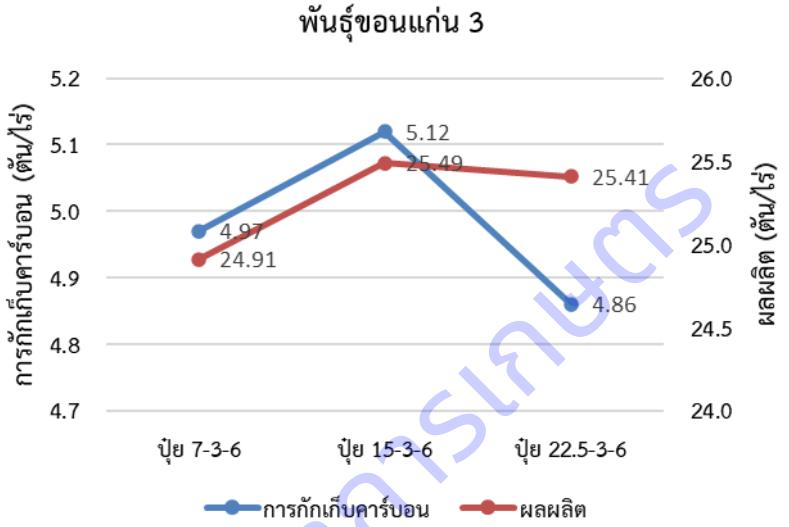
**หมายเหตุ** ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

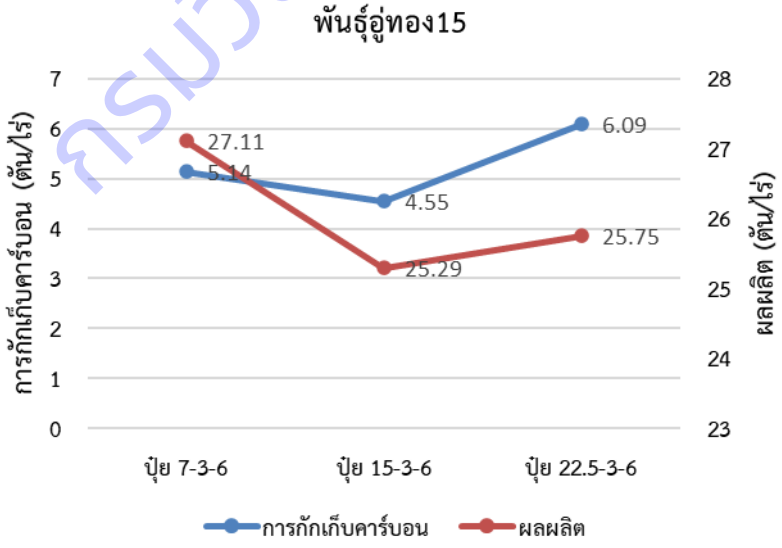
กรมวิชาการเกษตร

**ความสัมพันธ์การจัดการปุ๋ย ผลผลิต และการกักเก็บคาร์บอนของอ้อย**

อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N) มีการกักเก็บคาร์บอนและให้ผลผลิตสูงที่สุด เฉลี่ย 5.12 ตัน C/ไร่ และ 25.49 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 1.16) แสดงว่าการให้ปุ๋ยตามอัตราคำแนะนำ ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนและให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีอื่น ขณะที่อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 พบมีทิศทางตรงกันข้าม โดยการให้ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ หรือ 1.5 เท่า ตามค่าวิเคราะห์ N มีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณผลผลิต พบว่ามีปริมาณผลผลิต เฉลี่ย 25.75 ตัน/ไร่ ซึ่งน้อยกว่าการจัดการปุ๋ยที่อัตรา 7-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 27.11 ตัน/ไร่ (ภาพที่ 1.17)




ภาพที่ 1.16 การตอบสนองของปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน




ภาพที่ 1.17 การตอบสนองของปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 ที่มีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

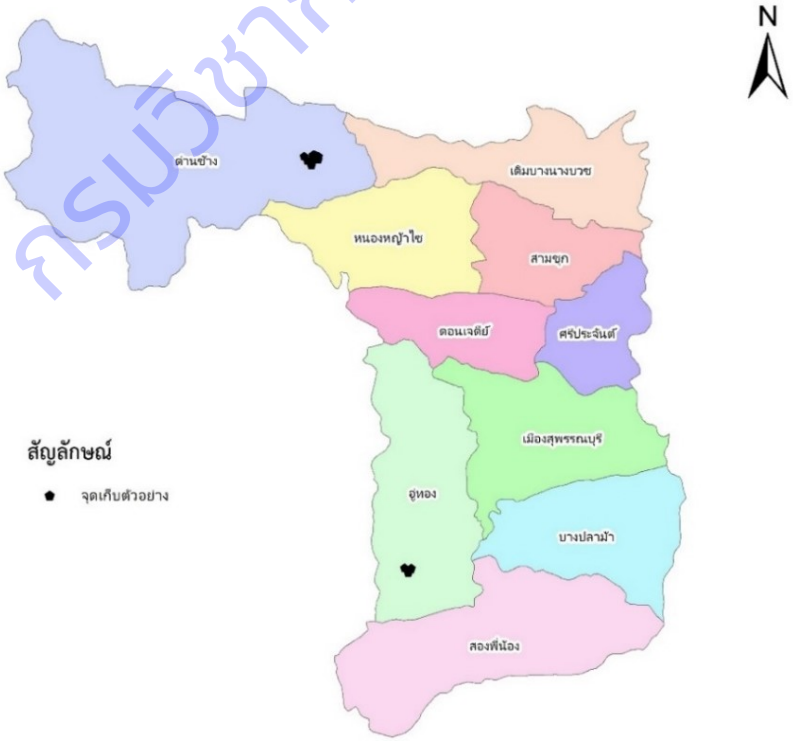
กรมวิชาการเกษตร

## 2. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับพื้นที่

### พื้นที่สำรวจแปลงอ้อย

จากการสำรวจพื้นที่ปลูกอ้อย จังหวัดนครสวรรค์ และสุพรรณบุรี ช่วงเดือนธันวาคม 2563 – กุมภาพันธ์ 2564 ในช่วงเปิดหีบอ้อยตามฤดูการผลิต แต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 50 ตัวอย่าง (ภาพที่ 2.1) ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอตาคลี อำเภอไพศาลี อำเภอตากฟ้า อำเภอท่าตะโก และ อำเภอหนองบัว และจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 48 จุดตัวอย่าง (ภาพที่ 2.2) ได้แก่ อำเภอด่านช้าง และอำเภออู่ทอง

**ภาพที่ 2.1** แผนที่จุดเก็บตัวอย่างอ้อย จังหวัดนครสวรรค์




**ภาพที่ 2.2** แผนที่จุดเก็บตัวอย่างอ้อย จังหวัดสุพรรณบุรี

กรมวิชาการเกษตร

**สภาพภูมิอากาศพื้นที่สำรวจอ้อย**

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในฤดูปลูกอ้อย ช่วงเดือน มกราคม 2563 - มีนาคม 2564 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาตากฟ้า อ.ตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ มีอุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย 34.8 °ซ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.9 °ซ ปริมาณฝนรวม 843 มม. โดยปริมาณฝนสูงสุดในเดือนกันยายน 2563 รวม 308 มม. ส่วนสถานีอุตุนิยมวิทยาอู่ทอง อ.อู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.0 °ซ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24.0 °ซ และปริมาณฝนรวม 584.2 มม. ซึ่งต่ำกว่าปริมาณความต้องการน้ำของอ้อยที่ใช้รวม 2,150 มม.ตลอดอายุฤดูปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2559) โดยปริมาณฝนสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2563 รวม 215 มม.

**การจัดการแปลงของอ้อย**

จังหวัดนครสวรรค์ เกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยอ้อย 2 ครั้งต่อฤดูปลูก โดยมีช่วงการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งที่แตกต่างกัน ครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นพร้อมปลูก หรือ เมื่ออ้อยอายุ 1 -2 เดือน และครั้งที่ 2 ใส่เมื่ออ้อยอายุ 3-7 เดือน ขึ้นอยู่กับชนิดของอ้อย อายุพืชและจำนวนการไว้ตอ รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ย 1 ครั้งต่อฤดูปลูก โดยใส่ปุ๋ยเมื่ออ้อยอายุ 1 – 3 เดือน ส่วนการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง พบจำนวน 2 ราย ในอ้อยปลูก โดยใส่ครั้งที่ 1 รองพื้นพร้อมปลูก ครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 4 เดือน และครั้งที่ 3 เมื่ออ้อยอายุ 7 เดือน แต่พบว่ามีเกษตรกรที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลย 1 ราย สำหรับเกรดปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรเลือกใช้สำหรับการใช้ปุ๋ยครั้งที่ 1 ได้แก่ ปุ๋ย 20-8-20, 28-11-8, 15-15-15, 15-7-8, 18-6-6, 16-20-0, 46-0-0, 29-5-18 และ 21-7-18 เป็นต้น อัตราที่ใส่ ตั้งแต่ 25-50 กก./ไร่ ทั้งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว และเลือกที่จะผสมปุ๋ยเคมีร่วมกัน เช่น การใส่ปุ๋ย 16-20-0 ร่วมกับ 46-0-0, 15-7-18 ร่วมกับ 18-6-6 เป็นต้น แต่ก็มีเกษตรกร 1 รายเลือกที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่ 1 แทนการใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ได้แก่ ปุ๋ย 46-0-0, 22-13-18, 15-15-15, 29-5-18, 21-7-18 เป็นต้น อัตราการใส่ ตั้งแต่ 16-50 กก./ไร่

จังหวัดสุพรรณบุรี เกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อฤดูปลูก โดยครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นก่อนปลูก หรือใส่เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือน หรือระยะแตกหน่อที่มีฝนตกชุก ครั้งที่ 2 ใส่เมื่ออ้อยอายุ 9 เดือน หรือ ฝนตกชุก รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ย 1 ครั้ง บางรายเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ขี้หมูร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี หรือมีการเลือกใส่ปุ๋ยตามโฆษณาทางวิทยุ เป็นต้น สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมี 3 ครั้งต่อฤดูปลูกนั้น เกรดปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรเลือกใช้ ได้แก่ ปุ๋ย 46-0-0, 21-7-8, 16-8-8, 21-0-0 เป็นต้น

พันธุ์อ้อย พบว่า เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มากที่สุด รองลงมาเป็นพันธุ์ KPK98-51 พันธุ์ K200 และ CSB13 และอ้อยคั้นน้ำ และส่วนใหญ่ปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี พันธุ์อ้อยขอนแก่น 3 ปลูกมากที่สุดเช่นกัน รองลงมาเป็นพันธุ์ LK92-11 อู่ทอง 15 ขอนแก่น 2 และ อู่ทอง 14 มีการให้น้ำเสริมมากว่าพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

**การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของอ้อย**

จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า จำนวนลำต่อกออ้อย อยู่ในช่วง 3-5 ลำต่อกอ ให้ความสูงต้นที่ช่วงอายุเก็บเกี่ยวต่ำสุด เฉลี่ย 130 ซม. และสูงสุด 285 ซม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ อยู่ในช่วง 23.0-36.9 มม. จำนวนใบสด ตั้งแต่ไม่มีใบจนถึงมีใบ 27 ใบต่อกอ ค่าความเขียวใบ อยู่ในช่วง 15-38.3 SPAD Units ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในช่วง 0.29-3.51 มก./ดม.$^2$ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี อยู่ในช่วง 0.24-0.97 มก./ดม.$^2$ และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ต่ำสุด 0.57 มก./ดม.$^2$ และสูงสุด 4.48 มก./ดม.$^2$ (ตารางที่ 2.1) ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี มีจำนวนลำต่อกออ้อยอยู่ในช่วง 3-

ศรีบูรกรุมนวง

7 ลำต่อกอที่สูงกว่าจังหวัดนครสวรรค์ อาจเป็นเพราะมีการให้น้ำเสริมในการปลูกอ้อย ให้ความสูงต้นที่ช่วงอายุเก็บเกี่ยว ต่ำสุด เฉลี่ย 136 ซม. และสูงสุด 263 ซม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ อยู่ในช่วง 21.7-37.2 มม. จำนวนใบสด ตั้งแต่ 2 ถึง 10 ใบต่อกอ ค่าความเขียวใบ อยู่ในช่วง 22-44 SPAD Units ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในช่วง 0.73-5.28 มก./ดม.$^2$ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี อยู่ในช่วง 0.22-1.55 มก./ดม.$^2$ และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ต่ำสุด 0.94 มก./ดม.$^2$ และสูงสุด 6.82 มก./ดม.$^2$ (ตารางที่ 2.1) สุพรรณบุรีมีจำนวนลำต่อกอมากกว่าอ้อยในเขตจังหวัดนครสวรรค์ แต่ให้ความสูงของต้นที่ต่ำกว่าอ้อยในเขตจังหวัดนครสรรค์ ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ การจัดการปุ๋ย การให้น้ำ สภาพแวดล้อม และลักษณะความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ตารางที่ 2.1 จำนวนลำ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนใบสด ค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ของอ้อยในจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดสุพรรณบุรี

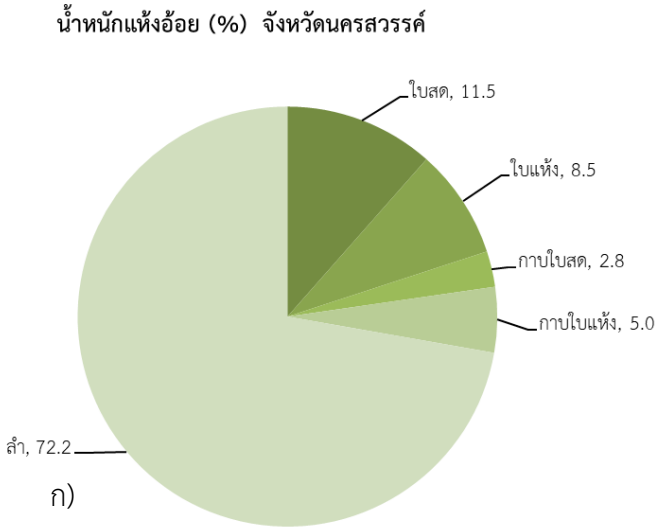
| | จำนวนลำต่อกอ | ความสูง (ซม.) | เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (มม.) | ค่าความเขียวใบ | ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มก./ดม.$^2$) | ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มก./ดม.$^2$) | ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มก./ดม.$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จังหวัดนครสวรรค์ | | | | | | | |
| avg | 3.6 | 200.6 | 29.2 | 11.7 | 28.4 | 1.85 | 0.56 |
| Min | 3 | 130 | 23.0 | 15 | 0.29 | 0.24 | 0.57 |
| Max | 5 | 285 | 36.9 | 38.3 | 3.51 | 0.97 | 4.48 |
| จังหวัดสุพรรณบุรี | | | | | | | |
| avg | 5 | 187.8 | 27.6 | 6.0 | 31.5 | 2.65 | 0.71 |
| Min | 3 | 134 | 21.7 | 22 | 0.73 | 0.22 | 0.94 |
| Max | 7 | 263 | 37.2 | 44 | 5.28 | 1.55 | 6.82 |

**มวลชีวภาพของอ้อย**

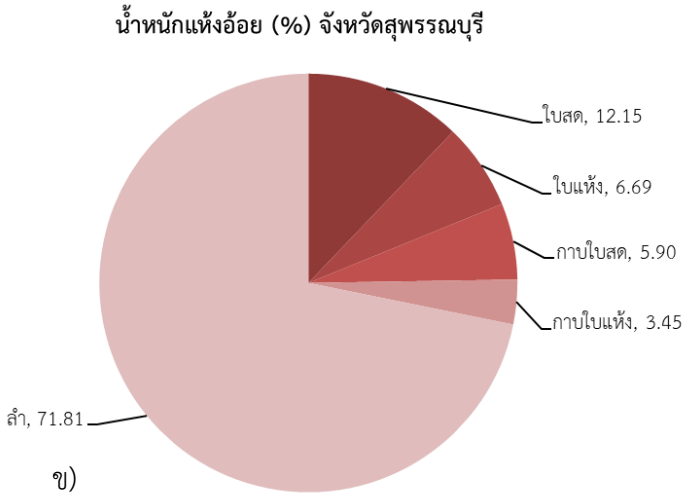
จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า อ้อย 1 ไร่มีการสะสมน้ำหนักแห้ง อยู่ระหว่าง 3.30 – 13.28 ตันต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสะสมในส่วนของลำมากที่สุด อยู่ในช่วง 2.07-9.99 ตัน/ไร่ หรือคิดเป็น 72.2 % ของทุกส่วนในต้นอ้อย (ภาพที่ 2.3ก) รองลงมาเป็นส่วนของใบสด อยู่ใช่วง 0.32-1.29 ตัน/ไร่ หรือ 11.5% ใบแห้ง 0.11-1.08 ตัน/ไร่ หรือ 8.5% กาบใบแห้ง 0.15-1.04 ตัน/ไร่ หรือ 5% และกาบใบสดมีน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกส่วนของอ้อย เฉลี่ย 2.8 % (0.06-0.44 ตัน/ไร่) (ตารางที่ 2.2)

ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า มีการสะสมน้ำหนักแห้งมากถึง 2.51-7.80 ตัน/ไร่ โดยส่วนของลำมีการสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุด เช่นเดียวกับอ้อยที่ปลูกจังหวัดนครสวรรค์ อยู่ในช่วง 1.41-6.36 ตัน/ไร่ หรือคิดเป็น 71.8 % รองลงมาเป็นส่วนของใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง คิดเป็น 12.1, 6.7, 5.9 และ 3.4 % ตามลำดับ (ภาพที่ 2.3 ข)

กรมวิชาการเกษตร




ก)




ข)

ภาพที่ 2.3 สัดส่วนมวลชีวภาพเฉลี่ยของอ้อย จังหวัดนครสวรรค์ (ก) และสุพรรณบุรี (ข)

ตารางที่ 2.2 มวลชีวภาพของอ้อย ในจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดสุพรรณบุรี

| | น้ำหนักแห้ง (ตัน/ไร่) | | | | | | สัดส่วนน้ำหนักแห้ง (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ใบสด | ใบแห้ง | กาบใบสด | กาบใบแห้ง | ลำ | รวม | ใบสด | ใบแห้ง | กาบใบสด | กาบใบแห้ง | ลำ |
| จังหวัดนครสวรรค์ | | | | | | | | | | | |
| avg | 0.76 | 0.56 | 0.18 | 0.33 | 4.77 | 6.61 | 11.9 | 8.7 | 2.8 | 5.0 | 71.6 |
| Min | 0.32 | 0.11 | 0.06 | 0.15 | 2.07 | 3.30 | 6 | 1 | 1 | 3 | 56 |
| Max | 1.29 | 1.08 | 0.44 | 1.04 | 9.99 | 13.28 | 20 | 15 | 5 | 10 | 83 |
| จังหวัดสุพรรณบุรี | | | | | | | | | | | |
| avg | 0.55 | 0.30 | 0.27 | 0.16 | 3.24 | 4.52 | 12.8 | 7.0 | 6.3 | 3.7 | 70.4 |
| Min | 0.25 | 0.11 | 0.10 | 0.05 | 1.41 | 2.51 | 6 | 2 | 2 | 1 | 54 |
| Max | 0.79 | 0.61 | 0.38 | 0.31 | 6.36 | 7.80 | 23 | 14 | 14 | 7 | 85 |

กรมวิชาการเกษตร

**ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอ้อย**

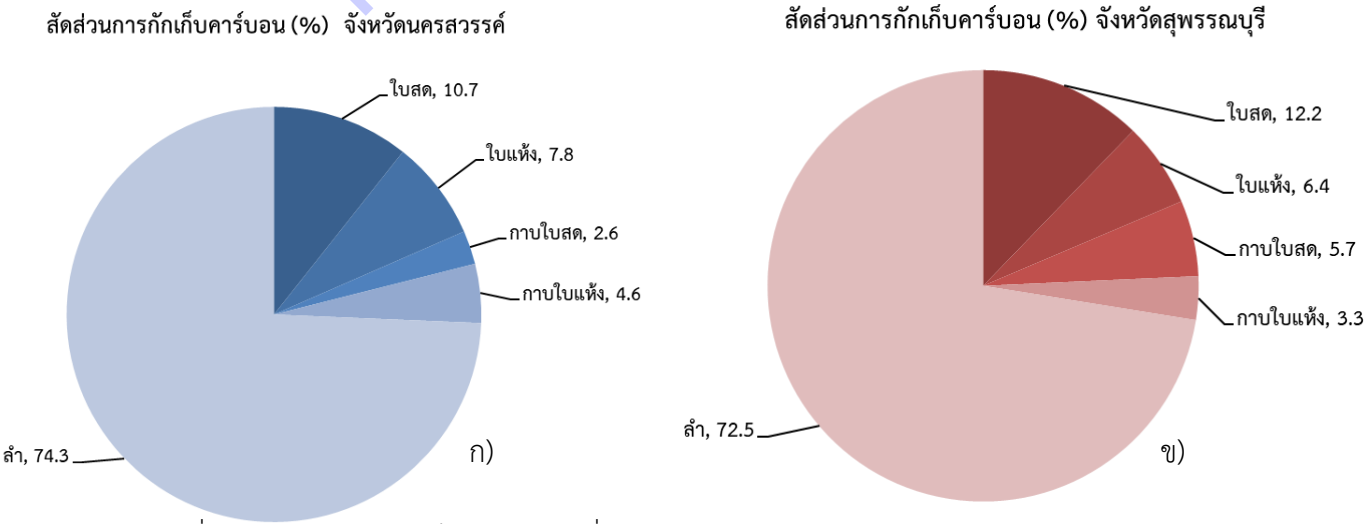
การกักเก็บคาร์บอน ด้วยการดึงคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศอย่างถาวรหรือกึ่งถาวร ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มากักเก็บอยู่ในราก ลำ ต้น กิ่งก้านและใบ ในรูปแบบของมวลชีวภาพ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2561) ดังนั้น จึงสามารถประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการวัดชีวมวลจากส่วนต่างๆของพืชได้ จากการสำรวจปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย พบว่า จังหวัดนครสวรรค์ อ้อยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนลำมากที่สุดถึง 51.32% และต่ำสุด 44.17% รองลงมาเป็นส่วนของกาบใบสด อยู่ในช่วง 40.12-49.42% ใบสด อยู่ในช่วง 38.73-49.21% ใบแห้ง อยู่ในช่วง 36.16-49.51% และกาบใบแห้ง อยู่ในช่วง 35.67-48.46% ตามลำดับ (ตารางที่ 2.3) สอดคล้องกับการกักเก็บคาร์บอนในพืช ที่พบว่าลำมีการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุด 0.94-4.80 ตัน C/ไร่ รองลงมาเป็นใบสด 0.16-0.61 ตัน C/ไร่ ใบแห้ง กาบใบแห้ง

และกาบใบสด 0.04-0.53, 0.07-0.43 และ 0.03-0.21 ตัน C/ไร่ และการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของอ้อย ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 1.51-6.18 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5.53 – 22.66 ตัน $CO_2$/ไร่

ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี อ้อยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของลำ อยู่ในช่วง 43.07-51.32% รองลงมากาบใบสด อยู่ในช่วง 41.66-50.14% ใบสด อยู่ในช่วง 44.69-49.97% ใบแห้ง อยู่ในช่วง 41.27-47.66% และกาบใบแห้ง อยู่ในช่วง 41.59-47.39% ตามลำดับ เช่นเดียวกับการกักเก็บคาร์บอนที่พบว่า ส่วนของลำมีการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุด อยู่ในช่วง 0.67-3.09 ตัน C/ไร่ รองลงมาเป็นส่วนของใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง อยู่ในช่วง 0.12-0.38, 0.05-0.28, 0.05-0.17 และ 0.02-0.14 ตัน C/ไร่ และการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของอ้อย ปริมาณการกักเก็บ อยู่ในช่วง 1.22-3.84 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่าง 4.48-14.09 ตัน $CO_2$/ไร่

สัดส่วนการกักเก็บคาร์บอนในแปลงอ้อยเกษตรกรเฉลี่ย พบว่า นครสวรรค์ ส่วนของลำมีการสะสมคาร์บอนมากถึง 74.3% รองลงมาเป็นส่วนของใบสด ใบแห้ง กาบใบแห้ง และกาบใบสด เฉลี่ย 10.7 7.8 4.6 และ 2.6 % (ภาพที่ 2.4ก) ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ส่วนของลำมีการสะสมคาร์บอนมากถึง 72.5% เช่นเดียว กับการกักเก็บคาร์บอนในเขตจังหวัดนครสวรรค์ รองลงมาเป็นใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เฉลี่ย 12.2 6.4 5.7 และ 3.3 % (ภาพที่ 2.4ข)

ดังนั้น อ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอน ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ อยู่ในช่วง 1.51-6.18 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ สูงกว่าจังหวัดสุพรรณบุรี ที่สามารถกักเก็บคาร์บอน อยู่ในช่วง 1.22-3.84 ตัน C/ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ให้ผลผลิต อยู่ในช่วง 6.56-29.84 ตัน/ไร่ และจังหวัดสุพรรณบุรี อยู่ในช่วง 5.76-16.78 ตัน/ไร่ ทั้งนี้ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อยในส่วนต่าง ๆ พบว่า จังหวัดนครสวรรค์ มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 24.24 ตัน $CO_2$/ไร่ (6.61 ตัน C/ไร่) คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 17.51 2.79 2.05 0.67 และ 1.22 ตัน $CO_2$/ไร่ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 16.56 ตัน $CO_2$/ไร่ (16.56 ตัน C/ไร่) คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 11.89 2.01 1.11 0.98 และ 0.57 ตัน $CO_2$/ไร่ (ตารางที่ 2.4)




ภาพที่ 2.4 สัดส่วนการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยของอ้อย จังหวัดนครสวรรค์ (ก) และสุพรรณบุรี (ข)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อย ในจังหวัดนครสวรรค์และสุพรรณบุรี

| จุดที่ | ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) | | | | | การกักเก็บคาร์บอน[1/] (ตัน คาร์บอน/ไร่) | | | | | | การกักเก็บ $CO_2$ รวม[2/] (ตัน $CO_2$/ไร่) | ผลผลิต (ตัน/ไร่) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ใบสด | ใบแห้ง | กาบใบสด | กาบใบแห้ง | ลำ | ใบสด | ใบแห้ง | กาบใบสด | กาบใบแห้ง | ลำ | รวม | | |
| จังหวัดนครสวรรค์ | | | | | | | | | | | | | |
| avg | 44.08 | 43.75 | 45.07 | 43.31 | 48.82 | 0.34 | 0.24 | 0.08 | 0.14 | 2.33 | 3.14 | 11.50 | 14.37 |
| Min | 38.73 | 36.16 | 40.12 | 35.67 | 44.17 | 0.16 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.94 | 1.51 | 5.53 | 6.56 |
| Max | 49.21 | 49.51 | 49.42 | 48.46 | 51.32 | 0.61 | 0.53 | 0.21 | 0.43 | 4.80 | 6.18 | 22.66 | 29.84 |
| จังหวัดสุพรรณบุรี | | | | | | | | | | | | | |
| avg | 47.68 | 44.82 | 45.64 | 44.51 | 47.78 | 0.26 | 0.14 | 0.12 | 0.07 | 1.55 | 2.14 | 7.84 | 9.69 |
| Min | 44.69 | 41.27 | 41.66 | 41.59 | 43.07 | 0.12 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.67 | 1.22 | 4.48 | 5.76 |
| Max | 49.97 | 47.66 | 50.14 | 47.39 | 51.32 | 0.38 | 0.28 | 0.17 | 0.14 | 3.09 | 3.84 | 14.09 | 16.78 |

Note: [1/] การกักเก็บคาร์บอน = น้ำหนักแห้ง x ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน/100

[2/] การกักเก็บ $CO_2$ = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12 (1 ตันของคาร์บอน = 44/12 หรือ 3.67 ตันของก๊าซ $CO_2$)

ตารางที่ 2.4 ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในต้นอ้อย ในพื้นที่ 1 ไร่

| ส่วนที่สะสมในอ้อย | นครสวรรค์ | | สุพรรณบุรี | |
|---|---|---|---|---|
| | การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C/ไร่) | การดูดซับ $CO_2$ (ตัน $CO_2$/ไร่) | การกักเก็บคาร์บอน (ตัน C/ไร่) | การดูดซับ $CO_2$ (ตัน $CO_2$/ไร่) |
| ใบสด | 0.76 | 2.79 | 0.55 | 2.01 |
| ใบแห้ง | 0.56 | 2.05 | 0.30 | 1.11 |
| กาบใบสด | 0.18 | 0.67 | 0.27 | 0.98 |
| กาบใบแห้ง | 0.33 | 1.22 | 0.16 | 0.57 |
| ลำ | 4.77 | 17.51 | 3.24 | 11.89 |
| ทั้งหมด | 6.61 | 24.24 | 4.52 | 16.56 |

Note: [1/] การกักเก็บคาร์บอน = น้ำหนักแห้ง x ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน/100

[2/] การกักเก็บ $CO_2$ = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12 (1 ตันของคาร์บอน = 44/12 หรือ 3.67 ตันของก๊าซ $CO_2$)

กรมวิชาการเกษตร

**ดินในแปลงอ้อย**

จังหวัดนครสวรรค์ มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ดินบน ระหว่าง 5.1-8.1 และ ดินล่าง ระหว่าง 5.2-8.4 จัดว่าดินเป็นดินกรดจัดถึงด่างปานกลาง ซึ่งช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรอยู่ระหว่าง 5.5-7.5 (กรดจัด-ด่างเล็กน้อย) (กรมวิชาการเกษตร, 2564) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ดินบน มีค่าระหว่าง 0.01 – 0.22 dS/m ส่วนดินล่างมีค่า ระหว่าง 0.01-0.26 dS/m จัดว่าไม่เค็มจนถึงเค็มเล็กน้อยทั้งนี้ขึ้นอยู่ลักษณะเนื้อดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ดินบนอยู่ในช่วง 0.4-3.4 % และดินล่างอยู่ในช่วง 0.2-3.6% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ดินบน อยู่ในช่วง 1-488 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 0-66 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์

ต่ำถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ดินบน อยู่ในช่วง 18-422 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 10-184 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ ดินบน อยู่ในช่วง 229-20,080 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 85-19,000 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในเกณฑ์สูง และ ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ดินบน อยู่ในช่วง 29-2,396 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 25-2,263 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ดินเหนียว ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินทราย เป็น ด้านความหนาแน่นรวมของดิน ดินบนและดินล่าง อยู่ในช่วง 1.35-1.65 ก./ลบ.ซม.

จังหวัดสุพรรณบุรี มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ดินบน อยู่ในช่วง 5.1-8.4 จัดว่าดินเป็นดินกรดจัดถึงด่างปานกลาง และ ดินล่าง ระหว่าง 6.4-8.4 จัดว่าดินเป็นดินกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง ซึ่งช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรอยู่ในช่วง 5.5-7.5 (กรดจัด-ด่างเล็กน้อย) (กรมวิชาการเกษตร, 2564) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ดินบน มีค่าระหว่าง 0.05 – 0.79 dS/m ส่วนดินล่างมีค่า ระหว่าง 0.05-0.89 dS/m จัดว่าไม่เค็มจนถึงเค็มปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ดินบนอยู่ในช่วง 1-3.2 % และดินล่างอยู่ในช่วง 0.9-4 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ดินบน อยู่ในช่วง 0-123 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 1-154 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ดินบน อยู่ในช่วง 39-906 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 32-624 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ ดินบน อยู่ในช่วง 1,982-9,401 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 1,874-10,250 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในเกณฑ์สูง และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ดินบน อยู่ในช่วง 46-667 มก./กก. และดินล่าง อยู่ในช่วง 39-597 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย ดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนปนทราย เป็น ความหนาแน่นรวมของดิน ดินบน อยู่ในช่วง 1.5-1.55 และดินล่าง อยู่ในช่วง 1.35-1.65 ก./ลบ.ซม.

ทั้ง 2 พื้นที่ เป็นดินกรดจัดถึงด่านปานกลาง ดินมีความไม่เค็มจนถึงเค็มปานกลาง ปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำจนถึงสูง เนื้อดินมีความหลากหลาย ที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อย

**การกักเก็บคาร์บอนในดิน**

จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 0.2-2.0 % และดินล่างที่ระดับความลึก 20-50 ซม. มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 0.1-2.1 % ทั้งนี้เมื่อคำนวณร่วมกับความหนาแน่นรวมของดิน ได้ผลการกักเก็บคาร์บอนในดิน ดินบน อยู่ในช่วง 1.23-1.65 ตัน C/ไร่ และดินล่าง อยู่ในช่วง 0.92-14.53 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดินบนและดินล่าง อยู่ในช่วง 1.07-10.05 และ 3.37-53.29 ตัน $CO_2$/ไร่ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ดินบน มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อยู่ในช่วง 0.6-1.9 % และดินล่างที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อยู่ในช่วง 0.5-2.3 % การกักเก็บคาร์บอนในดิน ดินบน อยู่ในช่วง 2.88-9.12 ตัน C/ไร่ และดินล่าง อยู่ในช่วง 3.60-16.56 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดินบนและดินล่าง อยู่ในช่วง 10.56-33.44 และ 13.20-60.72 ตัน $CO_2$/ไร่ (ตารางที่ 2.5) แตกต่างในแต่ละพื้นที่และการจัดการสอดคล้องกับ นีรนุช และคณะ (2561) รายงานว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพอากาศ การเขตกรรม และชนิดของพืชที่ปลูกมีบทบาทต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.5 การกักเก็บคาร์บอนในดินพื้นที่การผลิตอ้อย ในจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดสุพรรณบุรี

| | SOC (%) | | Bulk density (g/cm$^3$) | | SOC stock[1/] (t C/rai) | | Soil $CO_2$ stock[2/] (t $CO_2$/rai) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0-20 ซม. | 20-50 ซม. | 0-20 ซม. | 20-50 ซม. | 0-20 ซม. | 20-50 ซม. | 0-20 ซม. | 20-50 ซม. |
| จังหวัดนครสวรรค์ | | | | | | | | |
| avg | 1.0 | 0.8 | 1.44 | 1.42 | 4.67 | 5.73 | 17.12 | 21.00 |
| Min | 0.2 | 0.1 | 1.35 | 1.35 | 1.23 | 0.92 | 1.07 | 3.37 |
| Max | 2.0 | 2.1 | 1.65 | 1.65 | 1.65 | 14.53 | 10.05 | 53.29 |
| จังหวัดสุพรรณบุรี | | | | | | | | |
| avg | 1.2 | 1.2 | 1.50 | 1.49 | 5.71 | 8.62 | 20.95 | 31.62 |
| Min | 0.6 | 0.5 | 1.50 | 1.35 | 2.88 | 3.60 | 10.56 | 13.20 |
| Max | 1.9 | 2.3 | 1.55 | 1.55 | 9.12 | 16.56 | 33.44 | 60.72 |

Note: [1/] Soil organic carbon (SOC) stock (t C/rai)

$$= \frac{\text{SOC content (\%) x soil bulk density (g/cm}^3\text{) x soil depth (cm) x 1,600 x 10,000}}{100 \times 1{,}000{,}000}$$

[2/] Soil CO2 stock = SOC stock x 44/12 (One ton of carbon equals 44/12 = 3.67 tons of carbon dioxide.

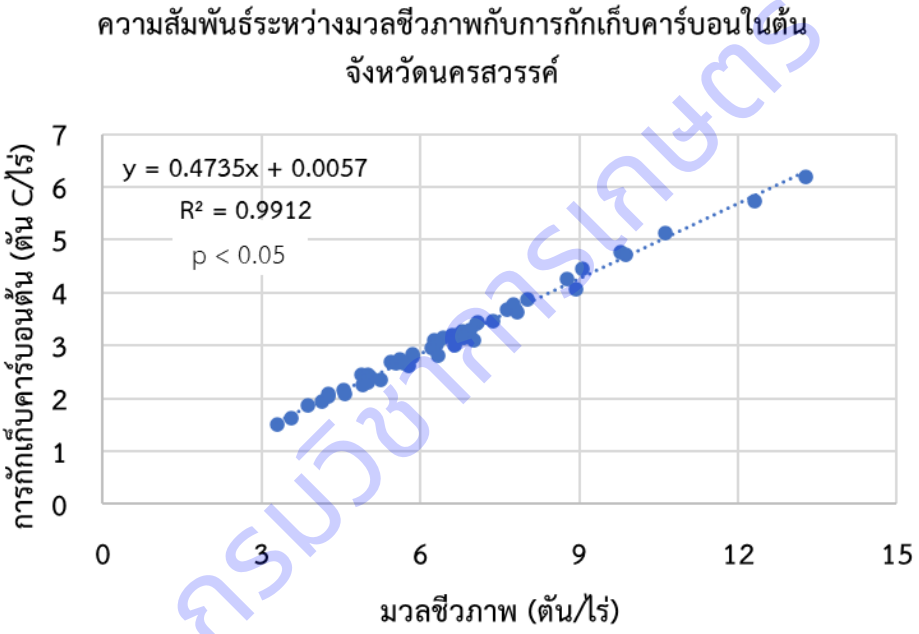
**ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ การจัดการปุ๋ย การเจริญเติบโต มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน**

ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ สภาพพื้นที่ และการจัดการแปลงปลูกอ้อย จังหวัดนครสวรรค์ พันธุ์ที่มีการสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนไว้ในต้นอ้อย มากที่สุด คือ พันธุ์ K200 เฉลี่ย 10.6 ตัน/ไร่ และ 5.1 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ รองลงมาเป็นอ้อยคั้นน้ำ CSB13 ขอนแก่น 3 และ KPK98-51 มีการสะสมชีวมวล เฉลี่ย 8.9 6.8 6.4 และ 5.4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และกักเก็บคาร์บอนในไว้ต้น เฉลี่ย 4.1 3.3 3.0 และ 2.6 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า พันธุ์ที่มีการสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในต้นมากที่สุด คือ พันธุ์ KK2 เฉลี่ย 4.7 ตัน/ไร่ และ 2.3 ตัน C/ไร่ รองลงมาเป็นพันธุ์ KK3 UT15 LK92-11 และ UT14 มีการสะสมมวลชีวมวล เฉลี่ย 4.5 4.4 4.4 และ 3.9 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และกักเก็บคาร์บอนไว้ในต้นอ้อย พันธุ์ KK3 UT15 และ LK92-11 มีการกักเก็บคาร์บอนเท่ากัน เฉลี่ย 2.1 ตัน C/ไร่ ส่วนพันธุ์ UT14 มีการกักเก็บคาร์บอนต่ำที่สุด เฉลี่ย 1.8 ตัน C/ไร่

จำนวนการใส่ปุ๋ยบ่อยครั้งมีผลต่อการเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า การใส่ปุ๋ย 3 ครั้งต่อการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก ช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นมากที่สุด เฉลี่ย 4.93 ตัน C/ไร่ รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้ง จำนวน 1 ครั้ง และการไม่ใส่ปุ๋ย มีการกักเก็บคาร์บอนในต้น เฉลี่ย 3.03 3.02 และ 2.69 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ ส่วนการกักเก็บคาร์บอนในดิน การใส่ปุ๋ย 1 ครั้งมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน มากที่สุด เฉลี่ย 6.59 ตัน C/ไร่ รองลงมาเป็นการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง และการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง มีการกักเก็บคาร์บอนในดิน เฉลี่ย 5.79 5.27 และ 3.80 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ ในกรณีการปลูกอ้อยในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ เมื่อดินมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ หรือ มีการกักเก็บคาร์บอนในดินต่ำ เกษตรกรเลือกที่จะใส่ปุ๋ยเคมีบ่อยครั้ง เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยให้มีปริมาณสูงขึ้น ส่วนสุพรรณบุรี พบว่า การใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อฤดูปลูกช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยมากที่สุด เฉลี่ย 2.3 ตัน C/ไร่ รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยจำนวน 3 ครั้ง และ 1 ครั้ง เฉลี่ย 2.1 และ 2.0 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัดนครสวรรค์ ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีค่าสูงสุด คือ มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย มีค่า 0.996 และพบว่าการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชมีความสัมพันธ์กับจำนวนลำต่อกอ และความสูง ให้ค่า 0.583 กับ 0.631 ตามลำดับ เมื่อนำมาหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย ได้สมการเส้นตรง Y = 0.4735x + 0.0057 โดย Y คือการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย (ตัน C/ไร่) และ X คือ มวลชีวภาพทั้งหมด (ตัน/ไร่) มีค่า $R^2$ เท่ากับ 0.9912 (ภาพที่ 2.5 ขณะที่จังหวัดสุพรรณบุรี พบความสัมพันธ์ที่สูงของปัจจัยด้านมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยเช่นกัน ให้ค่า 0.995 เมื่อนำมาหาสมการความสัมพันธ์ ได้สมการเส้นตรง Y = 0.4726x + 0.0026 โดย Y คือการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย (ตัน C/ไร่) และ X คือ มวลชีวภาพทั้งหมด (ตัน/ไร่) มีค่า $R^2$ เท่ากับ 0.9908 (ภาพที่ 2.6) ดังนั้น ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยแปรผันโดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพ สอดคล้องกับ เสริมพงศ์ และจงรัก (2543) ที่รายงานว่า พืชที่มีมวลชีวภาพในปริมาณมาก ย่อมมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้ดีกว่าพืชที่มีมวลชีวภาพน้อย และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินผันแปรโดยตรงกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน



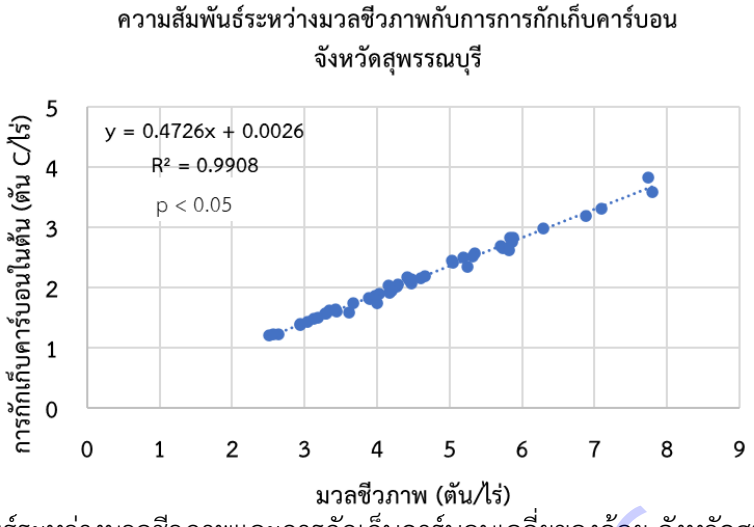
ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยของอ้อย จังหวัดนครสวรรค์

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวม ความเป็นกรด-ด่างของดิน สภาพการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ การกักเก็บคาร์บอนในต้น และการกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสูงสุด คือ ปริมาณอินทรียวัตถุ และการกักเก็บคาร์บอนในดิน มีค่า 0.980 ในพื้นที่นครสวรรค์ แต่สุพรรณบุรี ตัวแปรระหว่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ และการกักเก็บคาร์บอนในดิน มีความสัมพันธ์ต่ำ มีค่า 0.665

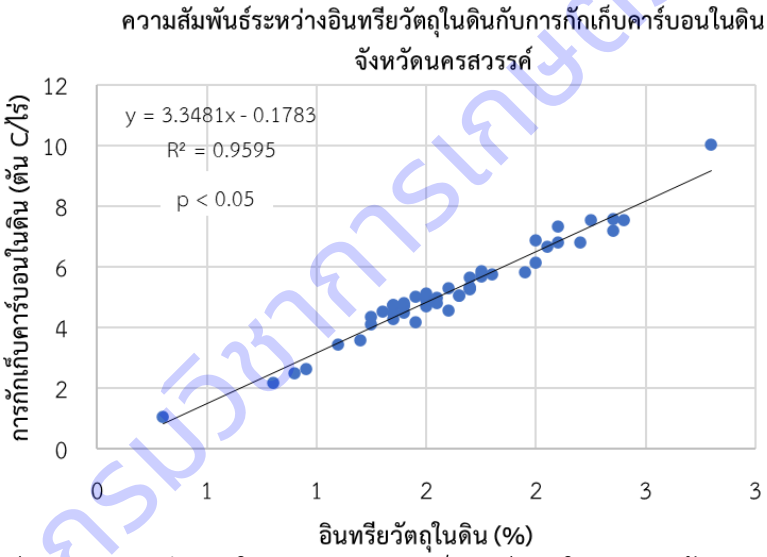
เมื่อนำมาหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างการกักเก็บคาร์บอนในดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เขตจังหวัดนครสวรรค์ ได้สมการความสัมพันธ์เส้นตรง Y = 3.3481x - 0.1783 โดย Y คือ การกักเก็บคาร์บอนในดิน (ตัน C/ไร่) และ X คือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%) มีค่า $R^2$ เท่ากับ 0.9595 (ภาพที่ 2.7) ส่วนเขตจังหวัด

กรมวิชาการเกษตร

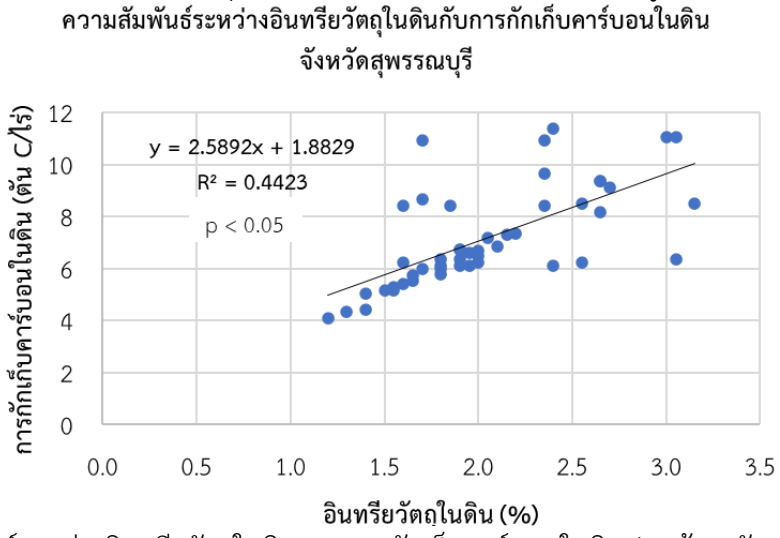
สุพรรณบุรี ได้สมการความสัมพันธ์เส้นตรง Y = 2.5892x + 1.8829 โดย Y คือ การกักเก็บคาร์บอนในดิน (ตัน C/ไร่) และ X คือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%) มีค่า $R^2$ เท่ากับ 0.4423 (ภาพที่ 2.8)




ภาพที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยของอ้อย จังหวัดสุพรรณบุรี




ภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรียวัตถุในดินและการกักเก็บคาร์บอนในดินปลูกอ้อย จังหวัดนครสวรรค์




ภาพที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรียวัตถุในดินและการกักเก็บคาร์บอนในดินปลูกอ้อย จังหวัดสุพรรณบุรี

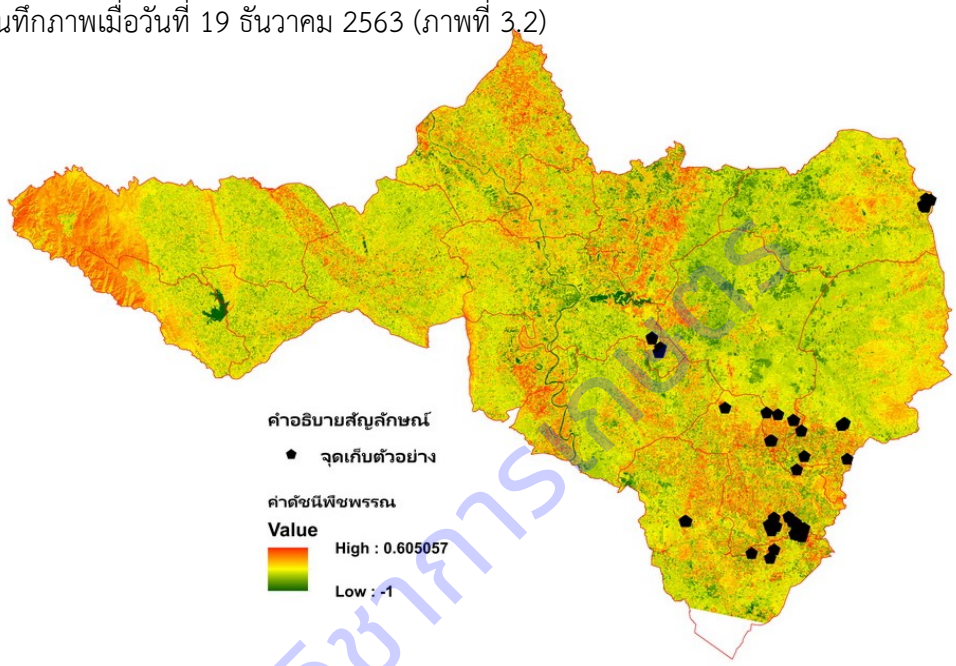
กรมวิชาการเกษตร

**3. เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง**

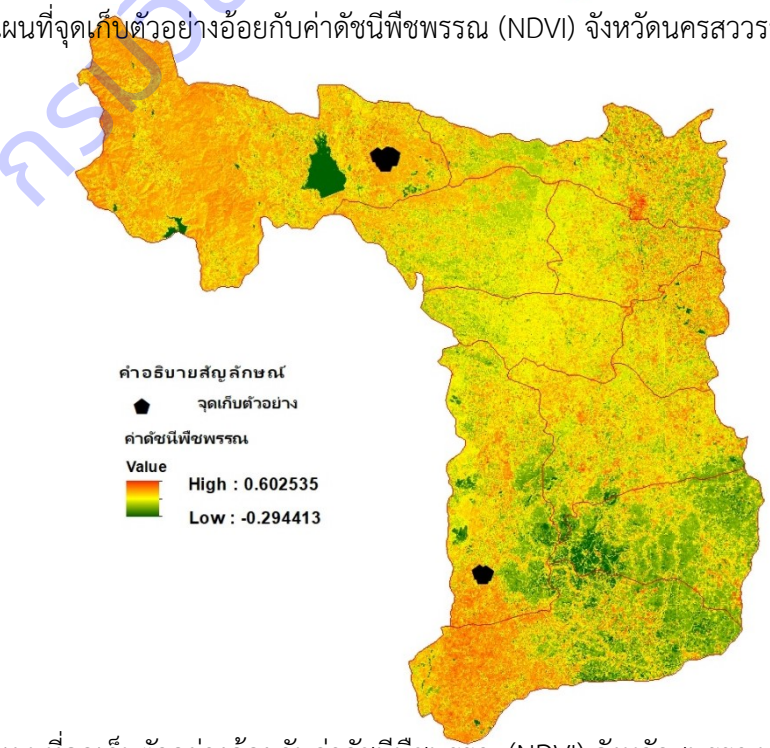
**พื้นที่ศึกษา**

จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 50 ตัวอย่าง เปรียบกับค่าดัชนีพืชพรรณของภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ความละเอียดจุดภาพ 30 ม. Path 129 Row 049 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2563 และ Path 130 Row 049 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2564 (ภาพที่ 3.1)

จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 48 ตัวอย่าง เปรียบกับค่าดัชนีพืชพรรณ ของภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ความละเอียดจุดภาพ เท่ากับ 30 ม. Path 130 Row 050 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2563 และ Path 129 Row 050 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2563 (ภาพที่ 3.2)




ภาพที่ 3.1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างอ้อยกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดนครสววรรค์




ภาพที่ 3.2 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างอ้อยกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดสุพรรณบุรี

กรมวิชาการเกษตร

**การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนระดับแปลงทดลองอ้อย**

**การประเมินชีวมวลระดับแปลงทดลองอ้อย**

ประเมินความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวลเหนือพื้นดินจากข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ค่าความสูงลำอ้อย เส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย และจำนวนลำต่อกอ ของแปลงทดลองอ้อยที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 10 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยวของอ้อยรายพันธุ์ และทั้งสองพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์อู่ทอง 15 (ตารางที่ 3.1) สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่อายุ 4 เดือน มีค่า RMSE ค่อนข้างต่ำ 0.38 – 0.57 ตัน/ไร่ เมื่อเทียบกับอายุอ้อย 6 10 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีค่า RMSE ระหว่าง 0.45-1.15, 1.82-2.63 และ 1.65-3.26 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยเมื่อใช้ตัวแปรเดียว เช่น ความสูงของลำอ้อย ประเมินชีวมวลที่อายุ 4 เดือน ได้สมการ BM = 0.023H ($R^2$ = 0.944, RMSE = 0.56 ตัน/ไร่) แต่เมื่อนำปัจจัยอื่น ๆ มาประเมินร่วมด้วยทำให้มีความแม่นยำขึ้น เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย และจำนวนลำต่อกอ ได้สมการถดถอยเส้นตรงหลายตัวแปร (Multiple linear regression model) เป็น BM = 0.016H - 0.042D + 0.160MC ($R^2$ = 0.975, RMSE = 0.38 ตัน/ไร่) สำหรับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 พบว่า การใช้ปัจจัยหลายตัวแปรช่วงมีความแม่นยำกว่าการใช้ปัจจัยเดียว ในการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดิน อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 ที่อายุ 4 เดือน มีค่า RMSE ค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 0.38 ตัน/ไร่ เมื่อใช้ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย และจำนวนลำต่อกอ ประเมิน ได้สมการ BM = 0.037H - 0.100D + 0.016MC ในขณะที่ช่วงอายุ 6 10 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีค่า RMSE ระหว่าง 0.80-1.30, 0.59-2.00 และ 2.20-2.79 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย ระดับแปลงทดลอง

| พันธุ์ | อายุ (เดือน) | สมการ | $R^2$ | RMSE |
|---|---|---|---|---|
| ขอนแก่น 3 | 4 | Model 1 BM = 0.023H | 0.944 | 0.5611 |
| | | 2 BM = 0.121D | 0.944 | 0.5677 |
| | | 3 BM = 0.239MC | 0.957 | 0.5006 |
| | | 4 BM = 0.011H + 0.062D | 0.948 | 0.5432 |
| | | 5 BM = 0.016H - 0.042D + 0.160MC | 0.975 | 0.3792 |
| | 6 | Model 1 BM = 0.028H | 0.993 | 0.4509 |
| | | 2 BM = 0.183D | 0.958 | 1.1489 |
| | | 3 BM = 0.660MC | 0.978 | 0.8216 |
| | | 4 BM = 0.026H + 0.009D | 0.994 | 0.4477 |
| | | 5 BM = 0.023H - 0.021D + 0.180MC | 0.994 | 0.4943 |
| | 10 | Model 1 BM = 0.032H | 0.959 | 1.8262 |
| | | 2 BM = 0.293D | 0.915 | 2.6306 |
| | | 3 BM = 1.233MC | 0.951 | 2.0028 |
| | | 4 BM = 0.031H + 0.009D | 0.959 | 1.8247 |
| | | 5 BM = 0.023H - 0.017D + 0.429MC | 0.961 | 1.9612 |
| | ระยะเก็บเกี่ยว | Model 1 BM = 0.037H | 0.975 | 1.6632 |
| | | 2 BM = 0.347D | 0.906 | 3.2611 |
| | | 3 BM = 1.409MC | 0.967 | 1.9255 |
| | | 4 BM = 0.040H - 0.035D | 0.976 | 1.6459 |
| | | 5 BM = 0.043H - 0.032D – 0.129MC | 0.976 | 1.8186 |

กรมวิชาการเกษตร

| พันธุ์ | อายุ (เดือน) | สมการ | $R^2$ | RMSE |
|---|---|---|---|---|
| อู่ทอง 15 | 4 | Model 1 BM = 0.020H | 0.955 | 0.5385 |
| | | 2 BM = 0.106D | 0.886 | 0.8497 |
| | | 3 BM = 0.246MC | 0.916 | 0.7317 |
| | | 4 BM = 0.039H - 0.104D | 0.976 | 0.3892 |
| | | 5 BM = 0.037H - 0.100D + 0.016MC | 0.977 | 0.3871 |
| | 6 | Model 1 BM = 0.024H | 0.974 | 0.9110 |
| | | 2 BM = 0.197D | 0.947 | 1.2944 |
| | | 3 BM = 0.612MC | 0.975 | 0.8998 |
| | | 4 BM = 0.026H - 0.019D | 0.974 | 0.9076 |
| | | 5 BM = 0.014H - 0.017D + 0.315MC | 0.980 | 0.7956 |
| | 10 | Model 1 BM = 0.032H | 0.973 | 1.5932 |
| | | 2 BM = 0.323D | 0.957 | 2.0061 |
| | | 3 BM = 1.177MC | 0.996 | 0.5874 |
| | | 4 BM = 0.032H - 0.007D | 0.973 | 1.5930 |
| | | 5 BM = - 0.003H + 0.024D + 1.214MC | 0.996 | 0.6631 |
| | ระยะเก็บเกี่ยว | Model 1 BM = 0.036H | 0.962 | 2.2154 |
| | | 2 BM = 0.415D | 0.956 | 2.3867 |
| | | 3 BM = 1.336MC | 0.940 | 2.7898 |
| | | 4 BM = 0.030H + 0.064D | 0.962 | 2.2091 |
| | | 5 BM = 0.041H + 0.031D – 0.298MC | 0.963 | 2.4221 |
| สองพันธุ์ | 4 | Model 1 BM = 0.021H | 0.945 | 0.5623 |
| | | 2 BM = 0.112D | 0.909 | 0.7228 |
| | | 3 BM = 0.242MC | 0.934 | 0.6222 |
| | | 4 BM = 0.028H – 0.039D | 0.948 | 0.5476 |
| | | 5 BM = 0.021H - 0.052D + 0.116MC | 0.967 | 0.4395 |
| | 6 | Model 1 BM = 0.025H | 0.978 | 0.8105 |
| | | 2 BM = 0.190D | 0.951 | 1.2029 |
| | | 3 BM = 0.639MC | 0.976 | 0.8515 |
| | | 4 BM = 0.021H + 0.036D | 0.979 | 0.7837 |
| | | 5 BM = 0.014H + 0.05D + 0.276MC | 0.982 | 0.7235 |
| | 10 | Model 1 BM = 0.031H | 0.947 | 2.0897 |
| | | 2 BM = 0.309D | 0.928 | 2.4421 |
| | | 3 BM = 1.186MC | 0.975 | 1.4451 |
| | | 4 BM = 0.025H + 0.065D | 0.949 | 2.0601 |
| | | 5 BM = 0.005H – 0.015D + 1.071MC | 0.975 | 1.4293 |
| | ระยะเก็บเกี่ยว | Model 1 BM = 0.036H | 0.968 | 1.9215 |
| | | 2 BM = 0.378D | 0.925 | 2.9454 |
| | | 3 BM = 1.369MC | 0.952 | 2.3606 |
| | | 4 BM = 0.037H – 0.012D | 0.968 | 1.9207 |
| | | 5 BM = 0.045H – 0.011D – 0.308MC | 0.969 | 1.9042 |
| โดยที่ | BM = ชีวมวลของต้นอ้อย (ตัน/ไร่), H = ความสูงลำอ้อย (เซนติเมตร), D = เส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย (มิลลิเมตร), MC = จำนวนลำต่อกอ | | | |

กรมวิชาการเกษตร

สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อยทั้งสองพันธุ์ ในแปลงทดลอง พบว่า อ้อยที่อายุ 4 เดือนมีค่า RMSE ต่ำสุด ทุกสมการเมื่อเทียบกับช่วงอายุอื่น ๆ มีค่า RMSE ระหว่าง 0.44-0.72 ตัน/ไร่ โดยสมการหลายตัวแปรที่ BM = 0.021H - 0.052D + 0.116MC ให้ค่า RMSE ต่ำสุด (0.44 ตัน/ไร่) ดังนั้น การหาชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย สามารถนำค่าความสูงลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และจำนวนลำมาช่วยประเมิน ข้อมูลระดับแปลงของอ้อยทั้งสองพันธุ์ที่ระยะเก็บเกี่ยว สมการการประเมิน ให้ค่า RMSE ค่อนข้างสูง ระหว่าง 1.90-2.95 ตัน/ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่นำมาใช้คำนวณ

**การประเมินการกักเก็บคาร์บอนระดับแปลงทดลองอ้อย**

ความสัมพันธ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวลมีทิศทางเดียวกัน สามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์ (k) ในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนจากชีวมวลได้ ตามสมการ CS = k * BM ของอ้อยรายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์อู่ทอง 15 และทั้งสองพันธุ์ (ตารางที่ 3.2) สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่อายุ 4 เดือน เป็น CS = 0.451BM ($R^2$ = 0.9998 และ RMSE = 0.02 ตัน C/ไร่) ในขณะที่ระยะเก็บเกี่ยว เป็น CS = 0.513BM มีค่า RMSE 1.53 ตัน C/ไร่ พันธุ์อู่ทอง 15 เป็น CS = 0.349BM มีค่า RMSE 1.07 ตัน C/ไร่ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาพันธุ์ทั้งสองพันธุ์รวมกัน พบว่า ที่อายุ 4 เดือน มีค่า RMSE ต่ำที่สุด 0.02 ตัน C/ไร่ ได้สมการเป็น CS = 0.450BM ($R^2$ = 0.9997) ในขณะที่อ้อยอายุ 6 10 เดือนหลังปลูก และที่อายุเก็บเกี่ยว มีค่า RMSE 0.04, 1.47 และ 1.57 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนที่ได้ มีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่า $R^2$ อยู่ในช่วง 0.879-0.997 และ ค่า RMSE ระหว่าง 0.02-1.57 ตัน C/ไร่

ตารางที่ 3.2 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของอ้อย ระดับแปลงทดลอง

| พันธุ์ | อายุ (เดือน) | สมการ | $R^2$ | RMSE |
|---|---|---|---|---|
| ขอนแก่น 3 | 4 | CS = 0.451BM | 0.9998 | 0.0156 |
| | 6 | CS = 0.473BM | 0.9998 | 0.0454 |
| | 10 | CS = 0.495BM | 0.8585 | 1.7767 |
| | ระยะเก็บเกี่ยว | CS = 0.513BM | 0.9223 | 1.5312 |
| อู่ทอง 15 | 4 | CS = 0.450BM | 0.9996 | 0.0206 |
| | 6 | CS = 0.469BM | 0.9997 | 0.0401 |
| | 10 | CS = 0.369BM | 0.9462 | 0.8486 |
| | ระยะเก็บเกี่ยว | CS = 0.349BM | 0.9312 | 1.0743 |
| สองพันธุ์[1/] | 4 | CS = 0.450BM | 0.9997 | 0.0183 |
| | 6 | CS = 0.471BM | 0.9997 | 0.0444 |
| | 10 | CS = 0.443BM | 0.879 | 1.4744 |
| | ระยะเก็บเกี่ยว | CS = 0.426BM | 0.893 | 1.5655 |
| โดยที่ | CS = การกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย (ตัน C/ไร่), BM = ชีวมวลของต้นอ้อย (ตัน/ไร่) | | | |

หมายเหตุ [1/] พันธุ์ขอนแก่น 3 และ อู่ทอง 15

กรมวิชาการเกษตร

**การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนระดับแปลงแปลงเกษตรกร**

**การประเมินชีวมวลระดับแปลงเกษตรกร**

ชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย สามารถประมาณโดยใช้ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และจำนวนลำต่อกอของอ้อยรายพันธุ์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 และรวมทุกพันธุ์ที่พบในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดนครสวรรค์ และสุพรรณบุรี ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ ที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว ช่วงอายุ 8-12 เดือน มีรูปแบบสมการประเมินชีวมวล (ตารางที่ 3.3) สมการความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อยทุกพันธุ์กับปัจจัยหลายตัวแปร (ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย และจำนวนลำต่อกอ) ให้ค่า $R^2$ เท่ากับ 0.934 และ RMSE ต่ำสุดเท่ากับ 1.50 ตัน/ไร่ ได้สมการ BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC แต่ความสูงของลำอ้อย (ปัจจัยเดียว) สามารถประเมินชีวมวลเหนือพื้นดิน ได้ค่า RMSE ใกล้เคียงกัน (1.52 ตัน/ไร่) ตามสมการ BM = 0.028H อย่างไรก็ตาม การประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย ระดับแปลงสำรวจ จากการใช้ข้อมูลการเจริญเติบโต มีค่า RMSE ระหว่าง 1.50-2.32 ตัน/ไร่ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่นำมาใช้ สำหรับชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลในทำนองเดียวกัน เมื่อนำปัจจัยหลายตัวแปรมาคำนณให้ค่า RMSE ต่ำกว่าการใช้ปัจจัยเดียวศึกษาความสัมพันธ์ ได้สมการ เป็น BM = 0.021H + 0.043D + 0.008MC ($R^2$ = 0.932 และ RMSE = 1.53 ตัน/ไร่) ส่วนพันธุ์ LK92-11 ให้ค่า RMSE ระหว่าง 0.65-1.65 ตัน/ไร่ ได้รูปแบบสมการเป็น BM = 0.038H – 0.140D + 0.030MC สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อยระดับแปลงเกษตรกร มีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่า $R^2$ ระหว่าง 0.845-0.986 และ RMSE ระหว่าง 0.65-2.32 ตัน/ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรที่นำมาใช้

ตารางที่ 3.3 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย ระดับแปลงเกษตรกร

| พันธุ์[1/] | สมการ | $R^2$ | RMSE |
|---|---|---|---|
| ทุกพันธุ์ | Model 1 BM = 0.028H | 0.932 | 1.5197 |
| | 2 BM = 0.192D | 0.894 | 1.9055 |
| | 3 BM = 0.134MC | 0.839 | 2.3155 |
| | 4 BM = 0.030H – 0.010D | 0.933 | 1.5188 |
| | 5 BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC | 0.934 | 1.4990 |
| ขอนแก่น 3 | Model 1 BM = 0.028H | 0.930 | 1.5617 |
| | 2 BM = 0.195D | 0.912 | 1.7443 |
| | 3 BM = 0.136MC | 0.845 | 2.2918 |
| | 4 BM = 0.021H – 0.051D | 0.932 | 1.5348 |
| | 5 BM = 0.021H + 0.043D + 0.008MC | 0.932 | 1.5311 |
| LK92-11 | Model 1 BM = 0.026H | 0.973 | 0.8875 |
| | 2 BM = 0.173D | 0.906 | 1.6540 |
| | 3 BM = 0.105MC | 0.920 | 1.5302 |
| | 4 BM = 0.040H – 0.106D | 0.983 | 0.6966 |
| | 5 BM = 0.038H – 0.140D + 0.030MC | 0.986 | 0.6484 |
| โดยที่ | BM = ชีวมวลของต้นอ้อย (ตัน/ไร่), H = ความสูงลำอ้อย (เซนติเมตร), D = เส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย (มิลลิเมตร), MC = จำนวนลำต่อกอ | | |

หมายเหตุ [1/] พันธุ์ขอนแก่น 3 ขอนแก่น 2 อู่ทอง15 อู่ทอง 14 LK92-11 และ KPK98-51

ศรีบัวการเกษตร

**การประเมินการกักเก็บคาร์บอนระดับแปลงเกษตรกร**

การกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวลเหนือพื้นดินของต้นอ้อย มีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่สำรวจพบ และพันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และLK92-11 (ตารางที่ 3.4) ตามสมการ CS = k * BM โดยค่า k มีค่าเท่ากับ 0.475 ($R^2$ = 0.999, RMSE = 0.08 ตัน C/ไร่) ของอ้อยทุกพันธุ์ k = 0.472 ($R^2$ = 0.999, RMSE = 0.08 ตัน C/ไร่) ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ พันธุ์ k = 0.482 ($R^2$ = 0.999, RMSE = 0.06 ตัน C/ไร่) ของอ้อยพันธุ์ LK92-11

ตารางที่ 3.4 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของอ้อย ระดับแปลงเกษตรกร

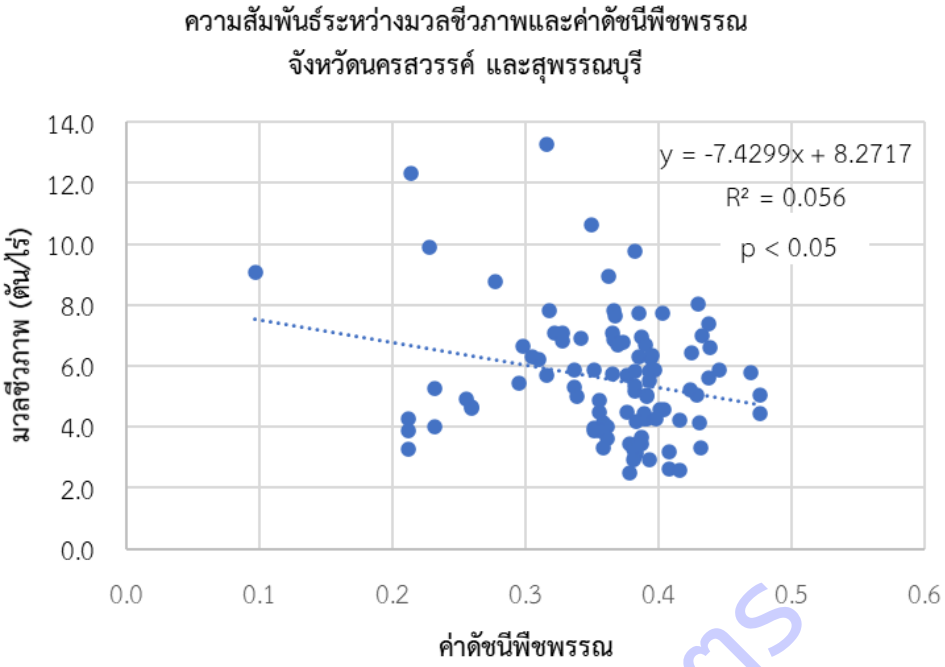
| พันธุ์ | สมการ | $R^2$ | RMSE |
|---|---|---|---|
| ทุกพันธุ์[1/] | CS = 0.475BM | 0.9992 | 0.0775 |
| ขอนแก่น 3 | CS = 0.472BM | 0.9992 | 0.0810 |
| LK92-11 | CS = 0.482BM | 0.9994 | 0.0637 |
| โดยที่ | CS = การกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย (ตัน C/ไร่),<br>BM = ชีวมวลของต้นอ้อย (ตัน/ไร่) | | |

หมายเหตุ [1/] พันธุ์ขอนแก่น 3 ขอนแก่น 2 อู่ทอง15 อู่ทอง 14 LK92-11 และ KPK98-51

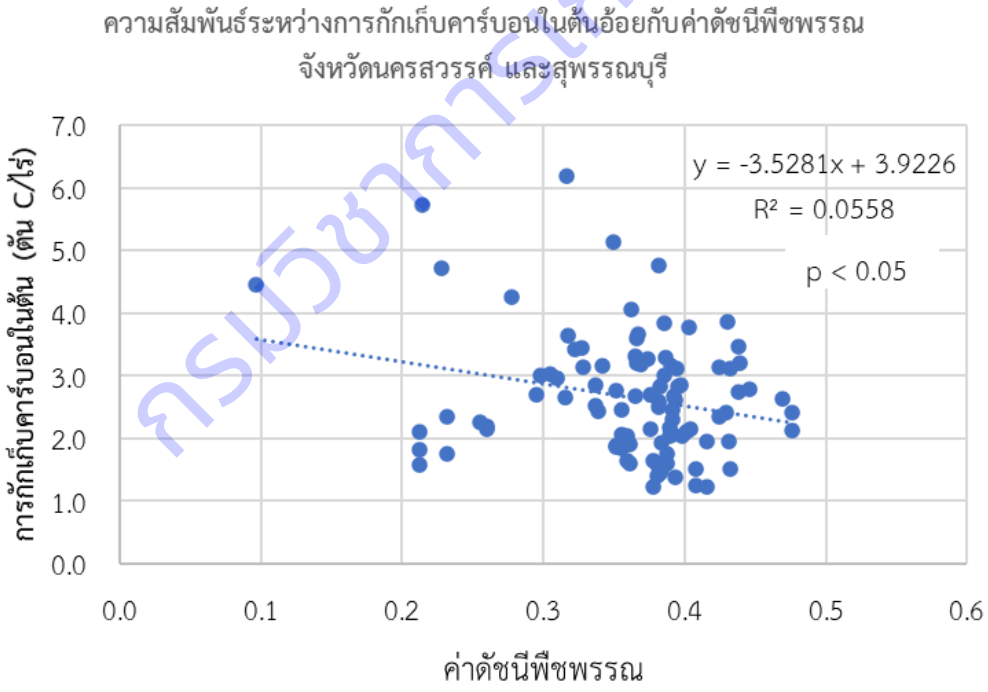
**ความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวล การกักเก็บคาร์บอน และค่าดัชนีพืชพรรณ**

จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) บริเวณตำแหน่งแปลงตัวอย่าง เพื่อหาความสัมพันธ์กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ในรูปแบบสมการถดถอยแบบเส้นตรง ในพื้นที่ปลูกอ้อย จังหวัดนครสวรรค์ และสุพรรณบุรี มีความสัมพันธ์เชิงบวกที่มีค่า $R^2$ ต่ำ ที่ p = 0.019 และ $R^2$ เท่ากับ 0.056 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างการกักเก็บคาร์บอนกับดัชนีพืชพรรณให้ผลในทำนองเดียวกันกับชีวมวล มีความสัมพันธ์เชิงบวกที่มีค่า $R^2$ ต่ำ ที่ p = 0.019 และ $R^2$ เท่ากับ 0.0558 เนื่องจากอาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อค่าดัชนีพืชพรรณ เช่นช่วงอายุที่เก็บใบอ้อย เป็นที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว มีใบแห้งที่อยู่ในต้นเป็นส่วนใหญ่ การดูดกลืนคลื่นของใบไม้ย่อมแตกต่างจากที่อายุ 6 - 8 เดือนที่มีใบสดมาก ความสัมพันธ์ที่ได้จึงต่ำ อาจจะต้องมีการเก็บข้อมูลในช่วง 6 – 8 เดือน ที่มีใบอ้อยสดอยู่เยอะ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับคาดการมวลชีวภาพโดยตรง (ภาพที่ 3.3 และ 3.4)

กรมวิชาการเกษตร




ภาพที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพและค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดนครสวรรค์และสุพรรณบุรี




ภาพที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการกักเก็บคาร์บอนในต้นและค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดนครสวรรค์และสุพรรณบุรี

กรมวิชาการเกษตร

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

### 1. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับแปลง

การศึกษามวลชีวภาพและกักเก็บคาร์บอนของอ้อย ในพื้นดินร่วนเหนียว – ดินร่วนเหนียวปนทราย สามารถสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่าง ๆ ทำให้ลักษณะของขนาดลำแตกต่างกัน แต่ลักษณะของพันธุ์อ้อยมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบอ้อยจะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เวลา 7.00 น. โดยสัมพันธ์กับความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นและจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 08.00 – 14.00 น. พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 อ้อย 1 ฤดูปลูก มีสัดส่วนมวลชีวภาพสะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในต้นของอ้อยปลูกมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่มีการใช้พันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (การให้ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N) สามารถในการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงที่สุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ หรือ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 22.3 ตัน $CO_2$/ไร่ ทั้งนี้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลชีวภาพ ดังนั้นการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เฉลี่ย 5.12 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 18.78 ตัน $CO_2$/ไร่ ในส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้น ดินทั้งสองระดับความลึก สามารถกักเก็บคาร์บอน เฉลี่ย 3.7 – 5.8 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 13.6 – 21.3 ตัน $CO_2$/ไร่ ดังนั้น การจัดการปุ๋ยและการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะช่วยยกระดับผลผลิตอ้อยและการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่างพื้นที่ เพื่อศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อื่น ๆ ในการเลือกพันธุ์พืช และการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

### 2. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับพื้นที่

การสำรวจพื้นที่การผลิตอ้อย เขตจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดสุพรรณบุรีในช่วงอายุเก็บเกี่ยว เกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เลือกใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้งต่อฤดูปลูกอ้อย โดยใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นหลัก พื้นที่สุพรรณบุรีมีการให้น้ำเสริมในการปลูกอ้อย ในขณะที่จังหวัดนครสวรรค์ปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน เมื่อมีการใส่ปุ๋ย 2-3 ต่อการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก ช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นมากที่สุด โดยอ้อย 1 ฤดูปลูก มีการสะสมน้ำหนักแห้ง อยู่ในช่วง 3.30 – 13.28 และ 2.51-7.80 ตัน/ไร่ ส่วนของลำมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด อ้อยสามารถกักเก็บคาร์บอน อยู่ในช่วง 1.51-6.18 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่าง 5.53-22.66 ตัน $CO_2$/ไร่ ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี อยู่ในช่วง 1.22-3.84 และ 4.48-14.09 ตัน $CO_2$/ไร่ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยแปรผันโดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินผันแปรโดยตรงกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ทั้งนี้ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อย ในพื้นที่ 1 ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 24.24 ตัน $CO_2$/ไร่ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 16.56 ตัน $CO_2$/ไร่ การกักเก็บคาร์บอนในดิน ดินทั้งสองระดับความลึก ดินบน อยู่ในช่วง 1.23-1.65 ตัน C/ไร่ และดินล่าง อยู่ในช่วง 0.92-14.53 ตัน C/ไร่ ในจังหวัดนครสวรรค์ และ ดินบน อยู่

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ในช่วง 2.88-9.12 ตัน C/ไร่ และดินล่าง อยู่ในช่วง 3.60-16.56 ตัน C/ไร่ สำหรับจังหวัดสุพรรณบุรี ดังนั้น ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับชนิดพืช สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**3. เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง**

ความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวลเหนือพื้นดินของต้นอ้อยของอ้อยทุกพันธุ์ ระดับแปลงสำรวจของอ้อยที่อายุเก็บเกี่ยว กับข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้นแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง คือ BM = 0.028H มีค่า $R^2$ = 0.93 และ RMSE = 1.52 ตัน/ไร่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย สมการ BM = 0.192D ($R^2$ = 0.89, RMSE = 1.91 ตัน/ไร่) และจำนวนลำต่อกอ สมการ BM = 0.134MC ($R^2$ = 0.84, RMSE = 2.32 ตัน/ไร่) ในขณะที่การกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย มีความสัมพันธ์กับชีวมวล ตามสมการ CS = 0.475BM โดยมีค่า $R^2$ = 0.99 และ RMSE = 0.08 ตัน C/ไร่ ของอ้อยทุกพันธุ์ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างการกักเก็บคาร์บอนกับค่าดัชนีพืชพรรณนั้น มีความสัมพันธ์เชิงบวก ที่มีค่า $R^2$ ต่ำ เท่ากับ 0.056 (RMSE = 0.94 ตัน C/ไร่) จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า การใช้ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และจำนวนลำต่อกอ สามารถคำนวณหาชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อยได้ และค่าชีวมวลดังกล่าวสามารถคำนวณในรูปสมการอย่างง่าย เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยได้โดยไม่ทำลายตัวอย่าง โดยใช้วิธีการคำนวณกับค่าสัมประสิทธิ์ (k) จึงเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต โดยการประเมินค่าทั้งสองจากข้อมูลการเจริญเติบโต

## บรรณานุกรม


กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัย การผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2559. ปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. 2564. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2561. การพัฒนาวิธีการประเมินการกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนภายใต้โครงการพัฒนาเครื่องมือ/วิธีการประเมินกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กลุ่มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

กฤติณ สุดโต, วีระภาส คุณรัตนสิริ และ วันชัย อรุณประภารัตน์. 2562. การประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 ในพื้นทวนอุทยานนครไชยบวร จังหวัดพิจิตร. การประชุมทางวิชาการของหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 57. วันที่ 29 มกราคม 2562 – 1 กุมภาพันธ์ 2562


กรมวิชาการเกษตร

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. คู่มือวิเคราะห์ดินและพืช. เอกสารวิชาการ กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกาตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 164 หน้า

จิดาภา คงหินไธสง พัชริน ส่งศรี และ นันทวุฒิ จงรั้งกลาง. 2560. รูปแบบการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของอ้อยต่อการจำลองความแห้งแล้ง ในระบบการปลูกอ้อยข้ามแล้ง. ว.มหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(2). 102-112.

ฉัตริญภา ชื่นจิตร. 2556. การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะการเติบโตต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.)

ชัญษา กันฉิ่ง ณัฐพงษ์ ฟองมณี ปาริฉัตร ประพัฒน์ สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล เกื้อกุล กุสสลานุภาพ และบัณฑิตา ใจปินตา. 2559. การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ ป่าชุมชนห้วยข้าวก่ำ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา. การประชุมวิชาการการบริหารการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 3: 89-95.

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

นงภัทร ไชยชนะ ทิวา พาโคกทม เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ และ เชฏฐ์ สาทรกิจ. 2555. การประเมินการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยตอหนึ่งโดยวิธี eddy covariance technique. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9: สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, สาขาสัตว์และสัตวแพทย์, สาขาศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9. (หน้า 81-88). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

นภดล การดี ณภัทร นอยน้ำใส และชัยสิทธิ์ ทองจู. 2563. การประเมินคุณคาการใชประโยชนพื้นที่ทุงสัมฤทธิ์เพื่อการจัดการพืชเศรษฐกิจ. RMUTI JOURNAL Science and Technology. Vol. 14, No. 1, January - April 2021. 119-136.

นวลปราง นวลอุไร. 2548. การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่าจากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้ระยะไกลบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นีรนุช ผิวแดง และวรรณวิภา แก้วประดิษฐ์. 2561. อินทรีย์คาร์บอนและสมบัติทางเคมีของดินบางประการภายหลังการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากนาข้าวมาปลูกอ้อย. แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ 1: 30-36.

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ สาพิศ ดิลกสัมพันธ ดุริยะ สถาพร สมนึก โตพ่วง. 2541. การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้ป่าบางชนิดในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร. พรรณไม้ป่าธรรมชาติและสวนป่า.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ปรีชา พราหมณีย์. 2547. *โปรแกรมคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในอ้อยตามคุณสมบัติดิน Canefert 1.0* (ไม่ระบุหน้า). ใน:รายงานผลโครงการวิจัยอ้อย สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชากาตเกษตร. 25 หน้า.

พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ. 2557. การทบทวนวิธีการศึกษาผลผลิตและการย่อยสลายเศษซากชีวมวลในวัฏจักรคาร์บอนต่อการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในป่าเขตเส้นศูนย์สูตร.ว.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 6 ฉบับที่ 12 กรกฎาคม - ธันวาคม 2557.

พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

รพัชร วิชัยสุชาติ สมนิมิตร พุกงาม ปิยพงษ์ ทองดีนอก นฤมล แก้วจาปา รจนา ตั้งกุลบริบูรณ์. 2561. การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดิน บริเวณพื้นที่ป่าชนิดต่างๆอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา). ปีที่ 18 ฉบับที่ 4: ตุลาคม-ธันวาคม 2561.

วสันต์ จันทร์แดง ลดาวัลย์ พวงจิตร สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2553. การกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส ณ สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น. วารสารวนศาสตร์ 29 (3) : 36-44.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ วลัยพร ศะศิประภา อานนท์ มลิพันธ์ ปิยะรัตน์ จังพล. 2562. ประสิทธิภาพการใช้น้ำและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพันธ์อ้อยดีเด่นภายใต้สภาพการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน. แก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1).

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2564. การประชุมวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานประจำปี 2564. “พืชไร่ยุคใหม่ สไตล์ New Normal”. วันที่ 30-31 สิงหาคม 2564. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 715 หน้า

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2563. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2563/64. กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กองยุทธศาสตร์และแผนงาน.

เสริมพงศ์ นวลงาม และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2543. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและการฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวนศาสตร์ 19-21: 96-103

อิศรา แพงสี ณัฏฐ พิชกรรม และ พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2552. ความสามารถของสวนหย่อมในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(2), 209-217.

DaMatta, F.M., A. Grandis, B.C. Arenque, M.S. Buckeridge 2010. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. Food Research International 43 : 1814–1823.

Dennis H. Greer. (2018). The short-term temperature-dependency of CO2 photosynthetic responses of two Vitis vinifera cultivars grown in a hot climate. Environmental and Experimental Botany 147 ,(2018) ,125–137.

Grigal, D.F. and L.F. Ohmann. 1992. Carbon storage in upland forests of the Lake States. Soil Science Society of America Journal, 56(3): 935-943.

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate change 2007 – the physical science basis. United Kingdom. Cambridge University Press

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.*).* Australian Journal of Crop Science, 6(8). 1298-1304.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impact on global climate change and food security. Science. 304:1623-1627

Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with *N, N*-Dimethylformamide. Plant Physiology. 69(6): 1376-1381.

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. Canegrower, 17 December, 14–15.

Sekajugo, J. 2013. The sugarcane carbon sequestration potential as a clean development mechanism the case of Kakira Sugar Estates. In Joint Proceedings of the 27th Soil Science Society of East Africa and the 6th African Soil Science Society Conference.

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.

USDA Forest Service. 2018. Forest Inventory and Analysis national program: Data and tools. Accessed March 2017.New York, United States:United States Forest Service.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

## การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในพันธุ์อ้อย

สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน ที่สุพรรณบุรีมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงที่ 6 เดือนหลังปลูก 1.7-1.88 mol$CO_2$ $m^{-2}$ $d^{-1}$ น้ำและความสมบูรณ์ของต้นพืชมีผลการปิดเปิดปากใบและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้น ค่านำไหลปากใบจึงเพิ่มขึ้นตามแสงในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว แต่หากพืชขาดน้ำ ปากใบจะเปิดน้อยมากและเป็นช่วงเวลาที่สั้นลง ทำให้โอกาสที่อ้อยจะทำการสังเคราะห์แสงลดลง มีน้ำเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย ทุกพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 10 เดือน ยกเว้นพันธุ์ UT10-615 ที่น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด 9,320 กก./ไร่ รองลงมา คือ ขอนแก่น 3 UT10-615 UT10-009R และอู่ทอง 17 ส่วนอู่ทอง 12 น้ำหนักแห้งต่ำสุด พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว คือ พันธุ์ UT10-615 รวม 8,962 กก./ไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 น้ำหนักแห้งรวมเท่ากัน 8,728 กก./ไร่ โดยที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 6,027 กก./ไร่ สัดส่วนของน้ำหนักแห้งลำสูงสุดทุกระยะ ตั้งแต่ 4 เดือน และสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน มีสัดส่วน 70-80% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามพันธุ์และอายุอ้อยที่มากขึ้น แต่แตกต่างตามชนิดของแต่ละส่วน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่อ้อยปลูกเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน สะสมได้แตกต่างกันตามพันธุ์ โดยพันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 4,359 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R และอู่ทอง 17 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 4,177 3,960 3,663 และ 3,194 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 12 น้อยที่สุด 2,834 กก./ไร่

ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อยความผันแปรในแต่ละช่วงอายุหลังปลูก แม้พันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็แสดงคุณลักษณะในการตอบสนองต่อแสงและการดูดซับคาร์บอนแตกต่างกัน เช่น พันธุ์อู่ทอง 12 $P_{max}$ ลดลงมากเมื่ออ้อยอายุมากขึ้นเช่นเดียวกับจุดอิ่มตัวด้วยแสงที่ลดลง ต่างจากพันธุ์อื่นๆ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการให้ผลผลิต เมื่อนำไปวิเคราะห์การจัดกลุ่มค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงทุกตัว สามารถ แบ่งได้ 3 กลุ่มคือ 1) UT10-615 และ UT10-009R 2) ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 และอู่ทอง 17 3) อู่ทอง 12 ซึ่งสอดคล้องกับการให้ผลผลิตและปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

## การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับแปลง

การศึกษามวลชีวภาพและกักเก็บคาร์บอนของอ้อย ในพื้นดินร่วนเหนียว – ดินร่วนเหนียวปนทราย สามารถสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่าง ๆ ทำให้ลักษณะของขนาดลำแตกต่างกัน แต่ลักษณะของพันธุ์อ้อยมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบอ้อยจะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เวลา 7.00 น. โดยสัมพันธ์กับความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นและจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 08.00 – 14.00 น. พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 อ้อย 1 ฤดู

ปลูก มีสัดส่วนมวลชีวภาพสะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในต้นของอ้อยปลูกมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่มีการใช้พันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 22.5-3-6 กก. N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่ (การให้ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N) สามารถในการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงที่สุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ หรือ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 22.3 ตัน $CO_2$/ไร่ ทั้งนี้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลชีวภาพ ดังนั้นการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เฉลี่ย 5.12 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 18.78 ตัน $CO_2$/ไร่ ในส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้น ดินทั้งสองระดับความลึก สามารถกักเก็บคาร์บอน เฉลี่ย 3.7 – 5.8 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 13.6 – 21.3 ตัน $CO_2$/ไร่ จะเห็นว่า การจัดการปุ๋ย และการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะช่วยยกระดับผลผลิตอ้อยและการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่างพื้นที่ เพื่อศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อื่น ๆ ในการเลือกพันธุ์พืช และการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

**การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของอ้อยในระดับพื้นที่**

การสำรวจพื้นที่การผลิตอ้อย เขตจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดสุพรรณบุรีในช่วงอายุเก็บเกี่ยว สรุปได้ว่าเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เลือกใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้งต่อฤดูปลูกอ้อย โดยใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นหลัก พื้นที่สุพรรณบุรีมีการให้น้ำเสริมในการปลูกอ้อย ในขณะที่จังหวัดนครสวรรค์ปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน เมื่อมีการใส่ปุ๋ย 2-3 ต่อการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก ช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นมากที่สุด โดยอ้อย 1 ฤดูปลูก มีการสะสมน้ำหนักแห้ง อยู่ในช่วง 3.30 – 13.28 และ 2.51-7.80 ตัน/ไร่ ส่วนของลำมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด อ้อยสามารถกักเก็บคาร์บอน อยู่ในช่วง 1.51-6.18 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่าง 5.53-22.66 ตัน $CO_2$/ไร่ ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี อยู่ในช่วง 1.22-3.84 และ 4.48-14.09 ตัน $CO_2$/ไร่ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยแปรผันโดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินผันแปรโดยตรงกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ทั้งนี้ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อย ในพื้นที่ 1 ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 24.24 ตัน $CO_2$/ไร่ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 16.56 ตัน $CO_2$/ไร่ การกักเก็บคาร์บอนในดิน ดินทั้งสองระดับความลึก ดินบน อยู่ในช่วง 1.23-1.65 ตัน C/ไร่ และดินล่าง อยู่ในช่วง 0.92-14.53 ตัน C/ไร่ ในจังหวัดนครสวรรค์ และ ดินบน อยู่ในช่วง 2.88-9.12 ตัน C/ไร่ และดินล่าง อยู่ในช่วง 3.60-16.56 ตัน C/ไร่ สำหรับจังหวัดสุพรรณบุรี ดังนั้นความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับชนิดพืช สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง**

การพัฒนาเทคนิคอย่างง่าย ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอน ส่วนเหนือดินในแปลงอ้อย โดยไม่ทำลายตัวอย่าง สามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การประมาณชีวมวล และการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล โดยการประมาณชีวมวล ในระดับแปลงทดลอง สามารถประมาณชีวมวลช่วงอายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก

ศูนย์วิทยทรัพยากร

และระยะเก็บเกี่ยวได้ ด้วยสมการถดถอยเส้นตรงหลายตัวแปร มีความแม่นยำกว่า การใช้ปัจจัยเดียว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 แต่มีค่าเฉลี่ย 0.426 ให้ค่า $R^2$= 0.89 และ RMSE 1.565 ตัน C/ไร่ ส่วนระดับแปลงเกษตรกร การประมาณชีวมวลจากความสูงอย่างเดียว หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำ หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำร่วมกับจำนวนลำต่อกอ มีความแม่นยำสูงกว่าการใช้เส้นผ่านศูนย์กลางลำเพียงอย่างเดียว หรือจำนวนลำต่อกอเพียงอย่างเดียว เฉลี่ยทุกพันธุ์มีสมการ BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC ให้ค่า $R^2$= 0.934 และ RMSE 1.499 ตัน/ไร่ และค่าสัมประสิทธิ์ 0.475 ให้ค่า $R^2$ = 0.99 และ RMSE = 0.077 ตัน C/ไร่ ไม่มีความแตกต่างตามพันธุ์ เมื่อนำมารวมกันทั้ง 2 ขั้นตอน สามารถประมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยได้ทั้งระดับแปลงทดลองและไร่เกษตรกร สำหรับค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีความสัมพันธ์กับชีววมวลต่ำ จึงไม่นำมาใช้ในการประมาณชีวมวล ทั้งนี้เนื่องด้วยสถานการณ์โควิดทำให้การเก็บข้อมูลทั้งในระดับแปลงและสำรวจ มีผลต่อการศึกษาความสัมพันธ์ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มจำนวนจุดตัวอย่าง จำนวนประชากร ตัวแปร และค่าดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสมในการหาปริมาณชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนที่มีผลต่อการประเมิน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น สามารถนำเทคนิคอย่างง่ายไปใช้ในประเมินปริมาณการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในการผลิตอ้อยในระดับพื้นที่อื่น ๆ ได้

**การกักเก็บคาร์บอนในอ้อย**

การปลูกอ้อย 1 ไร่ ให้ผลผลิตลำอ้อยเฉลี่ย 18.1 ตัน สามารถดูดซับคาร์บอนในรูปของส่วนเหนือดินอ้อยเฉลี่ย 3,698 กก.C หรือช่วยลด $CO_2$ ในบรรยากาศได้ 13,559 กก. $CO_2$ หรือคิดเป็น 581 กก.$CO_2$ ต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน ดังนั้น พื้นที่ปลูกอ้อยปี 2563/2564 (สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย, 2564) รวม 10,862,610 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 7.21 ตันต่อไร่ สามารถช่วยดูดซับ $CO_2$ ในลำอ้อยทั้งหมดได้ 215.1 ล้านตัน แยกเป็นผลผลิตอ้อยส่งโรงงาน 116.9 ล้านตัน และเศษซากใส่กลับปกคลุมดิน 48.2 ล้านตัน ย่อยสลายปลดปล่อย $CO_2$ หมุนเวียนในบรรยากาศสำหรับการผลิตในฤดูต่อไป ส่วนหนึ่งกักเก็บในรูปของคาร์บอนในดินที่คงทนต่อการย่อยสลาย อ้อยปลูกสามารถไว้ตอได้หลายครั้งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของตอ ซึ่งจะเป็นแหล่งการกักเก็บส่วนที่สำคัญ อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

## บรรณานุกรม


เกษม สุขสถาน. 2561.สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 5 เรื่องที่ 3 อ้อย. http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=3&page=t5-3-infodetail07.html.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 285 หน้า.

นงภัทร ไชยชนะ ทิวา พาโคกทม เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ และ เชฎฐ์ สาทรกิจ. 2555. การประเมินการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยตอหนึ่งโดยวิธี Eddy Covariance Technique. หน้า 1174-1181. ในการประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

นฤนาท ชัยรังษี. 2546. การศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของเรือนพุ่มอ้อย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย.

นวลปราง นวลอุไร. 2548. การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่าจากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้ระยะไกลบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตว์วิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสิทธิ์ ขุนสนิท และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2554. มวลชีวภาพของอ้อยพันธุ์ K95-84. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร: 42(3) : 485-493.

ปรีชา กาเพ็ชร ทักษิณา ศันสยะวิชัย และ มัทนา วานิชย์. 2559. สมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลผลิตอ้อย. แหล่งข้อมูล : http://www.doa.go.th/fcrc/kk/images/Public_report/year2017/69สมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลผลิตอ้อย.pdf

พูนพิภพ เกษมทรัพย์ เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และเพ็น สายขุนทด. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบมันสำปะหลัง 3 พันธุ์. หน้า 105-113. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาพืช 3-5 กุมภาพันธ์ 2537.

ศรีสุดา ทิพยรักษ์ ชยันต์ ภักดีไทย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ปรีชา กาเพ็ชร และศุภกาญจน์ ล้วนมณี. 2560. การสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกอ้อย. หน้า 53- 77 *ใน* รายงานโครงการวิจัยการสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร.

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี วนิดา โนบรรเทา ดาวรุ่ง คงเทียน สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ นงลักษ์ ปั้นลาย แววตา พลกุล ณัฐพงศ์ ศรีสมบัติ จำนงค์ ชัญถาวร ทัศนีย์ บุตรทอง และอนันต์ ทองภู. 2560. การสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. หน้า 7-52. *ใน* รายงานโครงการวิจัยการสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร.

สายรุ้ง แววตะคุ สุจิณณา กรรณสูต และสุรัตน์ บัวเลิศ. 2015. ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและพื้นที่สีเขียวในเขตชนบท. ว.วิทยาศาสตร์ มข. 43(3):446-458.


กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 214 หน้า.

สุทธิลักษณ์ ศรีไกร. 2559. การเปรียบเทียบผลผลิตของอ้อยปลูกและวิธีทางเขตกรรมที่เหมาะสมหลังเก็บเกี่ยวต่อการงอกและการเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 และพันธุ์ เค 95-84. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ABC Science. 2011. Sugarcane fuel cools Brazil's climate. Available on : http://www.abc.net.au/science/articles/2011/04/18/3194636.htm, 13 august 2018.

Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. In FAO Forestry Report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Chapman S.C., T. Duan, B. Zheng, W. Guo, S. Ninomiya and Y. Guo. 2016. Comparison of ground cover estimates from experiment plots in cotton, sorghum and sugarcane based on images and ortho-mosaics captured by UAV. Functional Plant Biology. 44(1): 169-183.

DaMatta, F.M., A. Grandis, B.C. Arenque, M.S. Buckeridge 2010. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. Food Research International 43 : 1814–1823.

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.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. In.R.K. Pachauri and A. Reisinger (eds.). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva.

Khoramdel S., A. Koocheki, M. Nassiri-Mahallati and R. Ghorbani. 2013. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. Soil and Tillage Research. 133:25–31.

Matsumoto, N., K. Paisancharoen, and T. Hakamata. 2008. Carbon balance in maize fields under cattle manure application and no-tillage cultivation in Northeast Thailand. Soil Science & Plant Nutrition, 54:2. 277-288. doi:10.1111/j.1747-0765.2007.00223.x

Rocha M.G., L.R. Amaral and C.F.M. Dencowski. 2017. Early stage sugarcane biomass accumulation prediction by proximal sensing and crop parameters. Advances in Animal Biosciences : Precision Agriculture (ECPA). 8(2): 216-219.

Wachirawan W., S. Pattanakiat and C. Navanugraha. 2009. The Estimation of Carbon Storages in Various Growth Stages of Sugarcane in Si Sat Chanalai District, Sukhothai Province, Thailand. Environment and Natural Resources Journal. 7(2):72-81.

ลิขสิทธิ์การเกษตร