เทคนิคการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในอ้อย

โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

กรมวิชาการเกษตร

2565

คำนำ

เอกสาร **เทคนิคการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในอ้อย** นี้จัดทำขึ้น เพื่อรวบรวมผลการศึกษาในโครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย ระหว่างตุลาคม 2563 - ธันวาคม 2564 ของกรมวิชาการเกษตร เป็นองค์ความรู้ใหม่ เรื่อง **เทคนิคการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในอ้อย** ให้รายละเอียดเกี่ยวกับเทคนิคการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงผลิตอ้อย โดยไม่ทำลายตัวอย่าง

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและพัฒนาการประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตอ้อยต่อไป

คณะผู้จัดทำ
กุมภาพันธ์ 2565

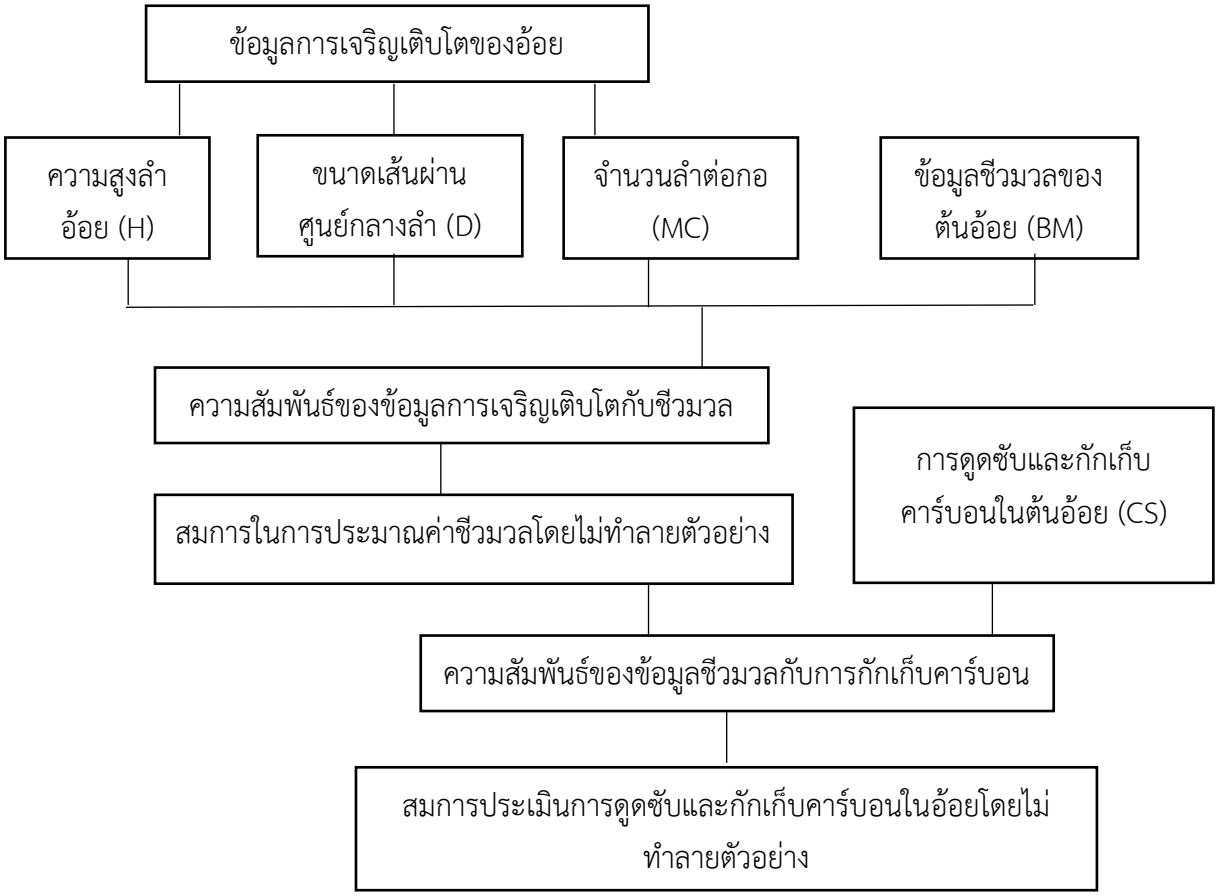
การดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตอ้อย

ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ภาคการเกษตร มีความสำคัญต่อการรับมือปัญหาสภาวะก๊าซเรือนกระจก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณมากที่สุด ปัจจุบันโลกมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 418 ppm (Nasa's Jet Propulsion Laboratory, 2022) อันเกิดจากการเผาไหม้ การตัดไม้ทำลายป่า และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคการเกษตร คือ การลดการเผา และปลูกพืชเพื่อเพิ่มการดูดซับก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้พืชดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและนำมากักเก็บไว้ในรูปชีวมวล (Biomass) เทคนิคการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอน จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก วิธีการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนนั้นใช้เวลานาน เพราะต้องตัดต้นพืช นำตัวอย่างพืชไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในห้องปฏิบัติการ และมีค่าใช้จ่ายแพง ในขณะที่วิธีการประเมินชีวมวลและกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้นั้น สามารถวัดได้โดยไม่ทำลายต้นพืช โดยใช้สมการแอลโลเมตรีจากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของต้นไม้ นวลปราง (2548) เก็บตัวอย่างพืช เพื่อหามวลชีวภาพ โดยใช้ค่าความสูงและค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก แล้วนำสมการมาประมาณหาคาร์บอนสะสมรายต้น เพื่อหลีกเลี่ยงการทำลายตัวอย่างพืช

อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) เป็นพืช C4 ตระกูลหญ้ามีการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าพืชอื่น ๆ มีอายุเก็บเกี่ยว 11-12 เดือน (ประสิทธิ์ และสุนทรี, 2554) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2562/2563 ประมาณ 11.7 ล้านไร่ และมีปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงาน 77 ล้านตัน ผลผลิตอ้อย เฉลี่ย 7.85 ตันต่อไร่ จังหวัดที่มีการปลูกอ้อยมากกว่า 500,000 ไร่ ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร นครสรรค์ กาญจนบุรี อุดรธานี นครราชสีมา ลพบุรี ขอนแก่น สุพรรณบุรี ชัยภูมิ และเพชรบูรณ์ (สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2563) ทั้งนี้ประเทศไทยเป็นประเทศเดียวในภูมิภาคเอเชียที่ผลิตน้ำตาลทรายได้เกินความต้องการในประเทศ มีการส่งน้ำตาลไปจำหน่ายต่างประเทศ 5.4 ล้านตัน (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2564) จะเห็นว่า พื้นที่ปลูกอ้อยมีพื้นที่ขนาดใหญ่สามารถช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ ด้วยเหตุนี้การวัดการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยทางอ้อมยังไม่มีเทคนิควิธีการประเมินที่ไม่ทำลายต้นพืช การประมาณค่ามวลชีวภาพสามารถทำนายการกักเก็บคาร์บอนที่มีอยู่ปัจจุบัน ซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดปริมาณการสะสมของคาร์บอนในระบบการผลิตอ้อยได้ อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการพื้นที่เพื่อประโยชน์ทางด้านการเกษตรต่อไปในอนาคต วิธีการหาชีวมวลที่ทำกันได้ง่ายและรวดเร็ว ได้แก่ การวัดความสูงลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และนับจำนวนลำต่อกอ จำเป็นต้องหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อปรับความถูกต้องของการประเมิน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในอ้อย เลือกใช้ข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ค่าความสูงลำอ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และจำนวนลำต่อกอ มาหาความสัมพันธ์กับชีวมวลเหนือพื้นดินของต้นอ้อย เพื่อให้ได้เทคนิคการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนโดยไม่ทำลายตัวอย่าง

ชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย

ชีวมวลเหนือพื้นดินจากข้อมูลการสำรวจพื้นที่ปลูกอ้อย ประเมินจากการวัดความสูงลำอ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย และจำนวนลำต่อกอ โดยมีขั้นตอนการวัดและรายละเอียดดังภาพที่ 2-4 พันธุ์อ้อยที่พบจากการสำรวจ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 ขอนแก่น 2 อู่ทอง 15 อู่ทอง 14 LK92-11 และ KPK 98-51 ในพื้นที่ปลูกอ้อย จังหวัดนครสวรรค์ และสุพรรณบุรี ที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว (อายุ 8-12 เดือนหลังปลูก) มีรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงลำอ้อย (H) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำ (D) ลำนวนลำต่อกอ (MC) ในการประเมินประเมินชีวมวล (BM) โดยวิเคราะห์สมการถดถอยหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear Model) พิจารณาความแม่นยำของการทำนายแบบจำลองจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of determination, R^2) ว่าสมการใดเหมาะสมในการประมาณค่าชีวมวลของระบบการผลิตอ้อยแต่ละพันธ์ และประเมินประสิทธิภาพจากค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error, RMSE) โดยแบบจำลองใดที่มีค่า RMSE ต่ำสุดจะเป็นตัวแบบที่ให้ผลดีสุด และเลือกสมการไปใช้ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยต่อไป รายละเอียดแผนการดำเนินงาน (ภาพที่ 1)



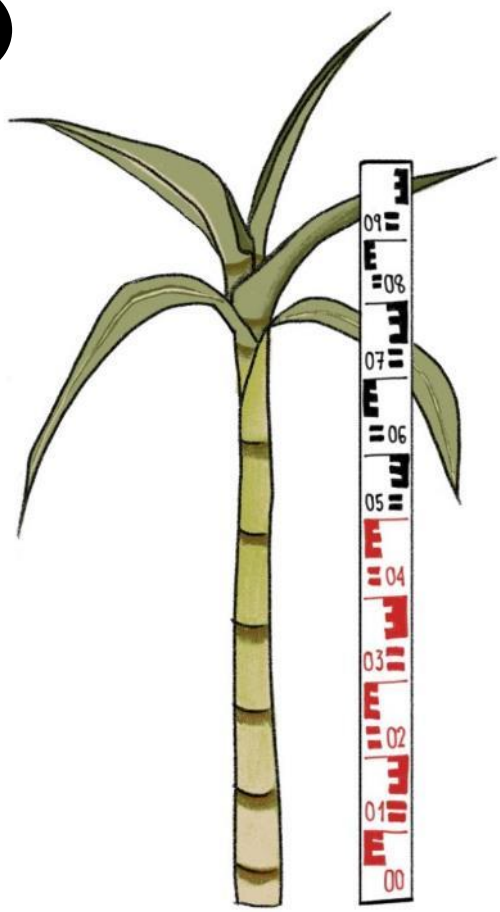
ภาพที่ 1 แผนการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในอ้อย

การวัดความสูงของลำอ้อย

1

เลือกอ้อยลำหลักของกอ

2



วางไม้วัดความสูงกับพื้นชิดโคนต้น

3 วัดความสูงจากโคนต้นถึงคอใบสุดท้ายที่สามารถมองเห็น (top visible dewlaps)

หน่วยเป็น เซนติเมตร

หมายเหตุ : กรณีต้นอ้อยล้มให้วัดความสูงขนานไปกับลำต้นอ้อย

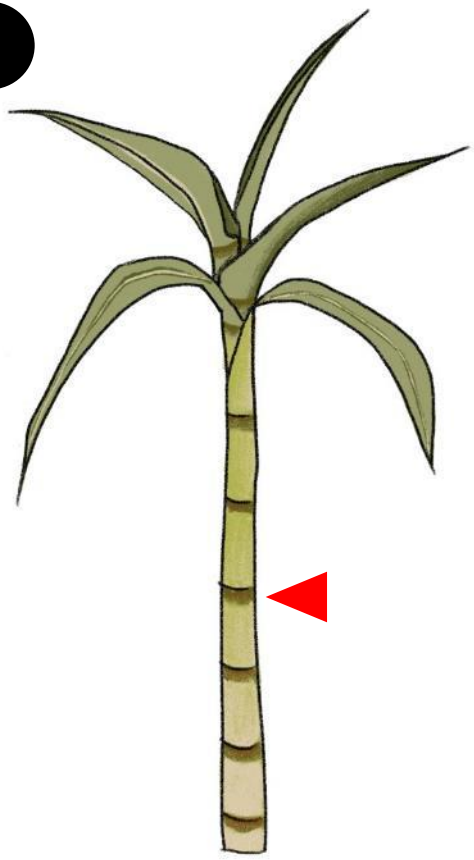
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวัดความสูงลำอ้อย

การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย

1

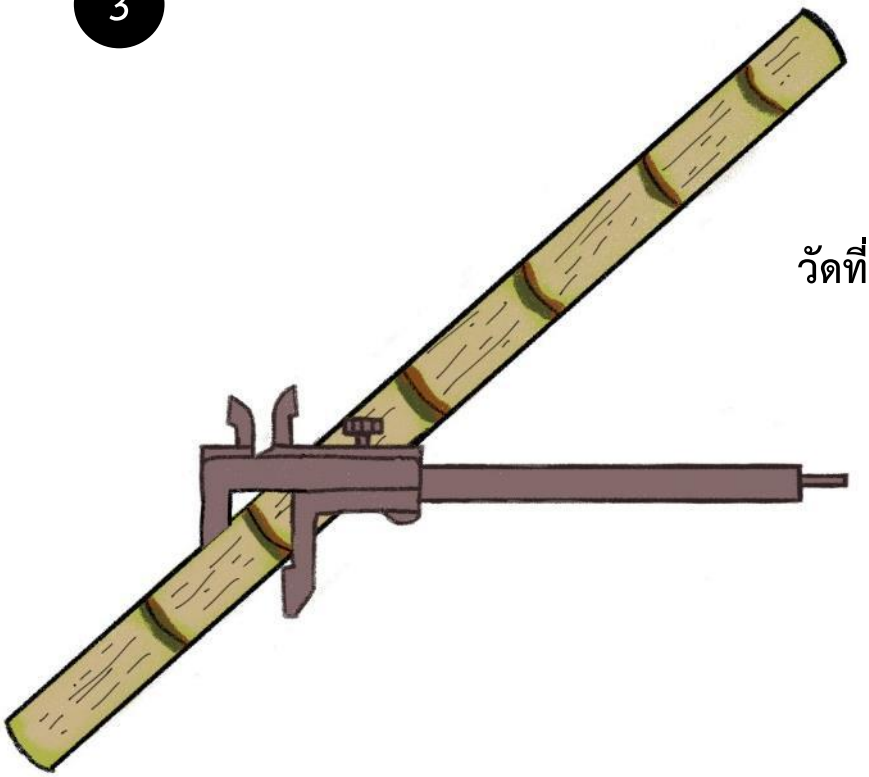
เลือกอ้อยลำหลักของกอ

2



วัดที่กึ่งกลางลำบริเวณกลางปล้อง

3



ใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์

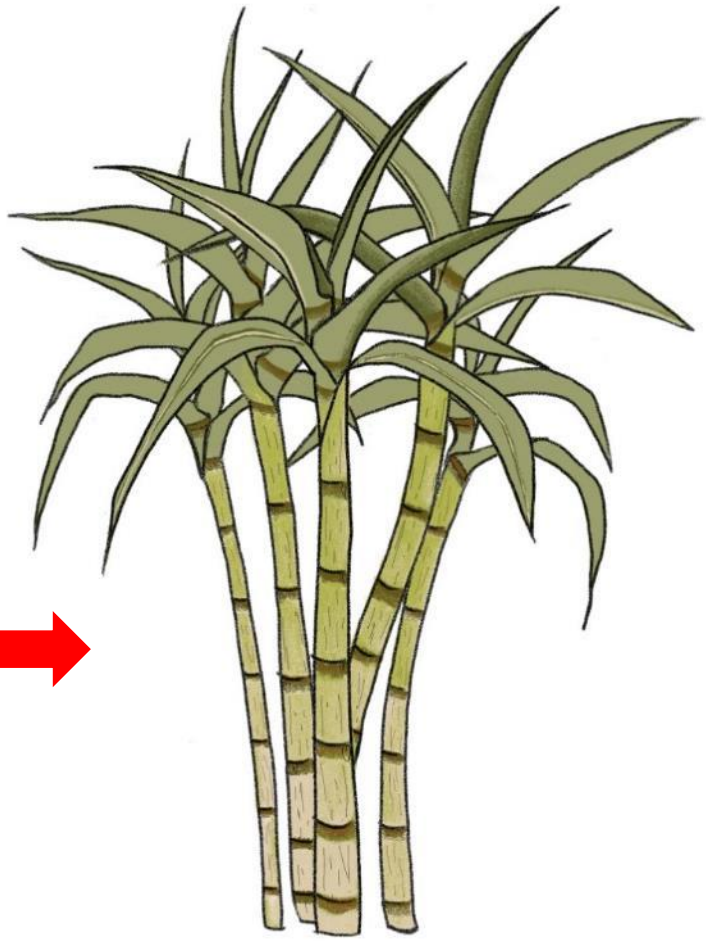
วัดที่กึ่งกลางปล้อง หน่วยเป็น มิลลิเมตร

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย

การวัดนับจำนวนลำต่อกอ

เลือกตรวจนับจำนวนลำอ้อยทั้งหมดในหนึ่งกอ

ไม่รวมหน่อที่ไม่มีลำต้นหรือไม่ปรากฏข้อให้เห็น



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการนับจำนวนลำต่อกอ

ตารางที่ 1 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย

พันธุ์	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		

สมการความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อยทุกพันธุ์กับปัจจัยหลายตัวแปร (ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อย และจำนวนลำต่อกอ) ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.934 และ RMSE ต่ำสุด เท่ากับ 1.50 ตัน/ไร่ ได้สมการ BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC แต่ทั้งนี้ความสูงของลำอ้อย (ปัจจัยเดียว) สามารถประเมินชีวมวลเหนือพื้นดิน ได้ค่า RMSE ใกล้เคียงกัน (1.52 ตัน/ไร่) ตามสมการ BM = 0.028H อย่างไรก็ตามการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย จากการใช้ข้อมูลการเจริญเติบโต มีค่า RMSE ระหว่าง 1.50-2.32 ตัน/ไร่ ขึ้นอยู่กับปัจจัยข้อมูลการเจริญเติบโตที่นำมาคำนวณความสัมพันธ์ สำหรับชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลในทำนองเดียวกัน เมื่อนำปัจจัยหลายตัวแปรมาคำนวณให้ค่า 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 สรุปได้ว่า สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อยในพื้นที่การผลิตอ้อย มีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่า R^2 ระหว่าง 0.845-0.986 และ RMSE ระหว่าง 0.65-2.32 ตัน/ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรที่นำมาใช้ประเมินความสัมพันธ์ (ตารางที่ 1)

การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวลเหนือพื้นดินของข้อมูลแปลงสำรวจ มีรูปแบบสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย (CS) ทุกพันธุ์และรายพันธุ์ที่สำรวจพบ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 มีความสัมพันธ์กับชีวมวลเหนือพื้นดิน ตามสมการ CS = k * BM โดยค่า k มีค่าเท่ากับ 0.475 (R^2 = 0.999, RMSE = 0.08 ตัน C/ไร่) ของอ้อยทุกพันธุ์ ได้สมการ เป็น CS = 0.475BM ในขณะที่อ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3 ได้ k = 0.472 (R^2 = 0.999, RMSE = 0.08 ตัน C/ไร่) ได้สมการ เป็น CS = 0.472BM และ พันธุ์ LK92-11 ได้ k = 0.482 (R^2 = 0.999, RMSE = 0.06 ตัน C/ไร่) สรุปได้ว่า สมการประเมินกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อยโดยใช้ชีวมวลเหนือพื้นดินของต้นอ้อย มีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่า R^2 ระหว่าง 0.9992-0.9994 และ RMSE ระหว่าง 0.06-0.08 ตัน C/ไร่ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของอ้อย

พันธุ์	**สมการ**	**R^2**	**RMSE**
ทุกพันธุ์	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), BM = ชีวมวลของต้นอ้อย (ตัน/ไร่)		

ดังนั้นเพื่อให้สามารถประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย เลือกใช้ค่าความสูงต้น ตามสมการ BM = 0.028H มีค่า R^2 = 0.932 และ RMSE = 1.52 ตัน/ไร่ ส่วนการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยกับชีวมวลเหนือพื้นดินของอ้อย ใช้สมการ CS = 0.475BM โดยมีค่า R^2 = 0.9992 และ RMSE = 0.08 ตัน C/ไร่

บรรณานุกรม

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

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

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2564. **การประชุมวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2564. "พืชไร่ยุคใหม่ สไตล์ New Normal".** วันที่ 30-31 สิงหาคม 2564. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 715 หน้า

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

Nasa's Jet Propulsion Laboratory. 2022. **Carbon Dioxide.** Retrieved February 16, 2022, from https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/

จัดทำโดย

สายน้ำ อุดพ้วย	**กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร**
วลัยพร ศะศิประภา	**ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร**
ปรีชา กาเพ็ชร	**ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่**
นุชนาฏ ตันวรรณ	**กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร**

กรมวิชาการเกษตร