

การตอบสนองทางสรีรวิทยาและลักษณะทางการเกษตรของอ้อยต่อการขาดน้ำในช่วงต้น  
การเจริญเติบโต<sup>1/</sup>

Responses of physiological and agronomic traits of sugarcane to early  
drought stress<sup>1/</sup>

ผู้ทำสัมมนา

นายธนวัฒน์ พงษาโคตร<sup>2/</sup>

อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ประเทศไทยพื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่อยู่ในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งนิยมปลูกอ้อยข้ามแล้งแบบอาศัยน้ำฝน ทำให้การผลิตอ้อยมีความเสี่ยงต่อการประสบความแห้งแล้งในช่วงต้นของการเจริญเติบโต ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตอ้อยลดลง จากการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา และลักษณะทางการเกษตรของอ้อยต่อการขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโต พบว่าการปลูกอ้อยในสภาวะที่ได้รับน้ำเต็มที่ และภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน อ้อยพันธุ์ E08-4019 มีค่า SPAD สูงที่สุด ส่วนประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ และอัตราการคายน้ำ พันธุ์ Ths98-271 ยังคงมีค่าสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม ในสภาวะได้รับน้ำปกติ และภาวะขาดน้ำระยะสั้น พันธุ์ F03-362 และ UT12 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดที่อายุ 1-3 เดือน และ 4-6 เดือน แต่ในสภาวะขาดน้ำระยะยาว พันธุ์ KK3 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดที่อายุ 4 และ 5 เดือน ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพภายใต้สภาวะต่างๆ (ในสภาวะน้ำปกติ (SD0), ภาวะการขาดน้ำระยะสั้น (SD1) และภาวะขาดน้ำระยะยาว (SD2)) พันธุ์ F03-362 มีค่าสูงที่สุด การขาดน้ำยังส่งผลต่อลักษณะทางการเกษตรของอ้อย พันธุ์ Q117 มีความสูงสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ LK92-11 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นใหญ่ที่สุดในสภาวะการขาดน้ำ ในขณะที่ผลผลิตอ้อยและน้ำตาล พันธุ์ KK3 มีค่าสูงที่สุดในทุกสภาวะ (สภาวะน้ำปกติ (FC), สภาวะการขาดน้ำ (½FC) หรืออาศัยน้ำฝน (RF)) และพันธุ์ KK3 และ LK92-11 มีน้ำหนักลำต้นเดี่ยวสูงสุด แต่อ้อยพันธุ์ Ths98-271 มีการแตกกอได้ดีทำให้มีจำนวนลำต้นสูงสุด แต่ในสภาวะขาดน้ำ พันธุ์ LK92-11 กลับมีค่า CCS สูงที่สุด การปรับตัวที่แตกต่างกันเพื่อตอบสนองต่อภาวะเครียดจากน้ำ การทำความเข้าใจการตอบสนองทางสรีรวิทยาเหล่านี้จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้เหมาะสมสำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีข้อจำกัดด้านน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ต้องพึ่งพาน้ำฝน ซึ่งพันธุ์ที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งจะสามารถให้ผลผลิตที่ดี

**คำสำคัญ** อ้อย; สรีรวิทยา; ลักษณะทางการเกษตร; ความแห้งแล้ง; การเจริญเติบโต

<sup>1/</sup>ประกอบบรรยายวิชา 1201480 สัมมนา

<sup>2/</sup>นักศึกษาระดับปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

## บทนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและประเทศในเขตร้อนชื้น เนื่องจากเป็นแหล่งวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาล เชื่อเพลิงชีวภาพ และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่น ๆ ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากกว่า 10 ล้านไร่ และเป็นพืชที่สร้างรายได้หลักแก่เกษตรกรจำนวนมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) อย่างไรก็ตาม การผลิตอ้อยยังคงเผชิญกับข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนและปัญหาภัยแล้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดผลผลิตและคุณภาพของอ้อยอย่างมาก (Tippayawat et al., 2023) โดยเฉพาะการปลูกอ้อยปลายฤดูฝนช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน (กอบเกียรติ, 2555) มักจะทำให้อ้อยมีโอกาสประสบภาวะขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต (early drought stress) (Robertson et al., 1999) ภาวะขาดน้ำหรือความเครียดจากการขาดน้ำ (water deficit/drought stress) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย ความเครียดจากการขาดน้ำ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยในทุกระยะของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเริ่มต้นของการแตกกอ อย่างปล้อง และการสะสมน้ำตาลในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต (Raza et al., 2022) ความเครียดจากการขาดน้ำ ส่งผลต่อลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงของพืช โดยส่งผลให้พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index; LAI) การสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (Net photosynthesis) การปิดปากใบ และความสามารถในการดูดใช้น้ำ และธาตุอาหารจากดินลดลง ซึ่งส่งผลให้มวลชีวภาพและปริมาณน้ำตาลลดลง (Silva et al., 2021)

อย่างไรก็ตามอ้อยมีความสามารถในการตอบสนองและปรับตัวต่อความเครียดจากการขาดน้ำ โดยอาศัยกลไกทางสรีรวิทยาและชีวเคมี เช่น การควบคุมการเปิด-ปิดปากใบ การสร้างสารป้องกันอนุมูลอิสระ การสะสมออสโมไลต์ (osmolytes) เช่น โพรลีน และการเจริญของระบบรากในแนวตั้งเพื่อหาแหล่งน้ำใต้ดิน (Basnayake et al., 2015) แต่ความสามารถในการปรับตัวต่อภาวะขาดน้ำขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของสายพันธุ์อ้อยแต่ละชนิดและระยะเวลาที่พืชได้รับความเครียด (Tippayawat et al., 2023) ดังนั้นการศึกษากลไกการตอบสนองของอ้อยต่อการขาดน้ำในระดับสรีรวิทยา จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีความทนแล้ง และนำไปสู่การปรับปรุงพันธุ์และการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## 2. อ้อย

### 2.1 ด้านเศรษฐกิจ

ปีการผลิต 2566/2567 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศในเขตพื้นที่สำรวจรวม 47 จังหวัด จำนวน 11 ล้านไร่ อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดของประเทศไทย อ้อยเป็นวัตถุดิบหลักใน

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทรายซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสิ้นประมาณ 11.1 ล้านไร่ โดยภูมิภาคที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เพาะปลูก 4.9 ล้านไร่ รองลงมาคือภาคกลาง 2.9 ล้านไร่ ภาคเหนือ 2.6 ล้านไร่ และภาคตะวันออก 6 แสนไร่ ตามลำดับ โดยมีผลผลิตอ้อยรวมภายในประเทศทั้งสิ้นอยู่ที่ 82.16 ล้านตัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผลผลิตมากที่สุดอยู่ที่ 42.9 ล้านตัน รองลงมา คือภาคกลางมีผลผลิตอยู่ที่ 17.7 ล้านตัน ภาคเหนือมีผลผลิตอยู่ที่ 17.1 ล้านตัน และภาคตะวันออกมีผลผลิตอยู่ที่ 4.3 ล้านตัน ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2567) อ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในภาคอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งประเทศไทยที่ส่ง น้ำตาลเป็นอันดับ 3 ของโลกรองจากบราซิล และอินเดีย (กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ, 2560) ซึ่งการผลิตในปี 2566/67 มีจำนวนอ้อยลดลงอีกครั้ง เนื่องจากปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ ด้านสภาพอากาศ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและภัยแล้ง ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ทำให้ผลผลิตลดลง (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2567 )

### 3.ระบบการปลูกอ้อยในประเทศไทย

การปลูกอ้อยในประเทศไทยมี 3 ระบบ โดยรายละเอียดดังนี้ (มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม, 2563)

#### 1.อ้อยข้ามแล้งหรือปลายฝน

ปลูกระหว่างเดือนตุลาคม-มกราคม โดยอาศัยความชื้นที่เก็บไว้ในดินตลอดช่วงฤดูฝน เพื่อให้อ้อยงอกและเจริญเติบโตอย่างช้าๆในช่วงที่ไม่มีฝนตกจนกระทั่งต้นปีถัดไปจะมีฝนตกบ้างดินที่เหมาะสมคือดินร่วนปนทราย หรือดินทราย

#### 2.อ้อยชลประทาน อ้อยน้ำราด หรืออ้อยน้ำเสริม

ปลูกระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม วิธีการปลูกอ้อยน้ำราดเป็นการ ปลูกอ้อยโดยอาศัยความชื้นจากการให้น้ำเสริมเพื่อช่วยให้อ้อยสามารถงอกและเจริญเติบโตได้จนเข้าสู่ฤดูฝนปกติ สภาพดิน ที่เหมาะสมคือดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวมาก อยู่ในเขตชลประทานหรือมีแหล่งน้ำพอสมควร

#### 3.อ้อยต้นฝน

ปลูกระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม เป็นการปลูกอ้อยโดยอาศัยความชื้นจากฝนช่วงแรก ที่ตก เพื่อให้อ้อยงอกและเจริญเติบโตได้จนเข้าสู่ฤดูฝนปกติดินที่เหมาะสมคือดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวโดยต้องมีการเตรียมดินและ ชักร่องรองฝน ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่เพียงพอต่อการงอกของอ้อย

### 4. ระยะเวลาเจริญเติบโตและความต้องการน้ำของอ้อย

#### 4.1 การเจริญเติบโต และพัฒนาการของอ้อย

การเจริญเติบโตของอ้อยแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ คือ ระยะงอก ระยะแตกกอ ระยะย่าง ปล้อง และระยะแก่และการสุกแก่ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม, 2563)

### 1. ระยะงอก (germination phase)

ระยะนี้เริ่มต้นตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งหน่อโผล่พ้นดิน โดยจะใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ ความหนาของดินที่กลบหน่อพันธุ์ และการปฏิบัติต่อหน่อพันธุ์ เป็นต้น หน่อที่เกิดจากตาของหน่อพันธุ์ เรียกว่า หน่อแรก (primary shoot) หรือหน่อแม่ (mother shoot) จำนวนหน่อพันธุ์ที่งอกต่อไร่จะเป็นตัวกำหนดจำนวนกออ้อยในพื้นที่แปลงนั้น

### 2. ระยะแตกกอ (tillering phase)

การแตกกอ จะเริ่มจากราว ๆ 1.5 เดือน หลังปลูก และ อาจนานถึง 2.5-4 เดือน การแตกกอเป็น กระบวนการทางสรีรวิทยาของแบบการทำซ้ำภายใต้พื้นดิน โดยแยกออกจากข้อตาที่เป็นหน่อแม่ โดย การแตกกออ้อยให้มีจำนวนข้อที่เหมาะสม จะทำให้ได้ผลผลิตที่ดีโดยปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการแตกกอ มีหลากหลาย ได้แก่ ความชื้นในดิน แสง อุณหภูมิ และปุ๋ย หน่อที่เกิดขึ้น ในช่วงต้นนั้น ก่อให้เกิด ลำที่ใหญ่มาก แต่หน่อที่เกิดขึ้น ในช่วงปลายจะมีโอกาสทั้งตายหรือ ซึ่งจะ เกิดขึ้นใน ระยะสั้น คือโตไม่เต็มเท่าที่นั่น การปลูกอ้อยในระยะการแตกกอนั้น การควบคุมน้ำ และ วัชพืช ที่มีความสำคัญต่อการแตกกอเป็นอย่างมาก ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการแตกกอ ให้มีประมาณหน่อ ลูกที่เหมาะสม ส่งผลต่อการได้ผลผลิตต่อไร่ที่ดี

### 3. ระยะย่นปล้อง (stalk elongation phase)

ระยะนี้เป็นระยะต่อเนื่องกับการแตกกอ อ้อยจะมีการเพิ่มความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องอย่างรวดเร็ว ทำให้อ้อยทั้งลำต้นเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วด้วย โดยจะเริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 3-4 เดือน ถึงอายุประมาณ 7-8 เดือน ซึ่งหลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะมีลดลง และจะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น

### 4. ระยะแก่และสุก (maturity and ripening phase)

เป็นระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้าลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับระยะต่างๆข้างต้น เมื่อการเจริญเติบโตเริ่มช้าลง น้ำตาลที่ใบสร้างขึ้นโดยการสังเคราะห์แสงนั้นจะถูกใช้น้อยลง และมีเหลือสะสมในลำต้นมากขึ้น ซึ่งระยะนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการสุกนั่นเอง การสะสมน้ำตาลนั้นจะเริ่มจากส่วนโคนไปหาปลาย ดังนั้นส่วนโคนจึงมีความหวานมากกว่าส่วนปลาย การสะสมน้ำตาลจะมีมากขึ้นตามลำดับจนกระทั่งทุกส่วน มีความหวานใกล้เคียงกัน เรียกว่า สุกแก่

#### 4.2 การให้น้ำในแต่ละช่วงของอ้อย

ช่วงการให้น้ำอ้อยแบ่งเป็น 4 ระยะ ประกอบด้วย ระยะตั้งตัว ระยะเติบโตทางลำต้น ระยะสร้างน้ำตาล และระยะแก่ รวมระยะเวลา 330 วัน ต้องใช้น้ำรวม 1,515 มิลลิเมตร หรือ 2,424 คิวต่อไร่ รายละเอียดดังนี้ (มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม, 2564)

### ระยะที่ 1 หรือระยะตั้งตัว

ซึ่งเป็นระยะอ้อยเริ่มงอก อายุอ้อย 2-3 สัปดาห์ กินเวลาประมาณ 30 วัน ระยะนี้เป็นช่วงที่อ้อยเริ่มงอกจนมีใบ และเป็นต้นอ่อน ความต้องการน้ำจะยังไม่มากนัก เพราะรากอ้อยยังสั้น และการคายน้ำยังมีน้อย ความต้องการน้ำระยะนี้จะอยู่ที่ 4 มิลลิเมตรต่อวัน รวมแล้วต้องใช้น้ำ 120 มิลลิเมตร

### ระยะที่ 2 หรือระยะเติบโตทางลำต้น

ซึ่งเป็นระยะที่อ้อยแตกกอ อายุอ้อย 3-4 เดือน กินเวลา 140 วัน เปรียบเทียบกับมนุษย์คือช่วงวัยเด็กจนถึงวัยรุ่น ซึ่งเป็นช่วงที่สำคัญต่อพัฒนาการทางด้านร่างกาย อ้อยในช่วงนี้กำลังแตกกอและสร้างปล้อง รากอ้อยเริ่มแผ่กระจายทั้งแนวราบ และแนวลึกลงจึงเป็นช่วงที่อ้อยต้องการน้ำมากและบ่อยครั้ง หากได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ปริมาณลำตอกอจะมีจำนวนมาก ปล้องจะยาว และผลผลิตสูง ระยะนี้อ้อยจะต้องการน้ำ 4.5 มิลลิเมตรต่อวัน รวมแล้วต้องใช้น้ำ 630 มิลลิเมตร

### ระยะที่ 3 หรือระยะสร้างน้ำตาล

อายุอ้อย 7-8 เดือน กินเวลา 125 วัน ระยะนี้เป็นช่วงที่ให้น้ำเฉพาะอ้อยที่เริ่มแสดงอาการขาดน้ำเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องให้น้ำบ่อย เพราะพื้นที่ใบอ้อยที่ใช้ประโยชน์จะน้อยลง และอ้อยมีการคายน้ำน้อยลง รวมถึงตอบสนองต่อแสงแดดน้อยลง ระยะนี้ความต้องการน้ำจะอยู่ที่ 5 มิลลิเมตรต่อวัน รวมความต้องการน้ำ 625 มิลลิเมตร

### ระยะที่ 4 หรือระยะสุกแก่

กินเวลาประมาณ 35 วัน เป็นช่วงที่อ้อยเติบโตน้อยลง และกำลังสะสมน้ำตาล ความต้องการน้ำ 4 มิลลิเมตรต่อวัน รวมความต้องการน้ำ 140 มิลลิเมตร

## 5.การตอบสนองต่อการขาดน้ำของอ้อยในช่วงต้นของการเจริญเติบโต

### 5.1 การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโต

การขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโตส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย การขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโตส่งผลต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของอ้อย โดยเฉพาะค่าความเขียวของใบ (SPAD) จากการศึกษาของ Leanasawat *et al.* (2021) ได้ศึกษาการตอบสนองของลักษณะทางสรีรวิทยาและลักษณะทางการเกษตรของอ้อยภายใต้สภาพการขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโต โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก (main plot) คือการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน ได้แก่ การให้น้ำที่เพียงพอ (FC) การได้รับน้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม (1/2 FC) และ การปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) ปัจจัยรอง (sub plot) คือพันธุ์อ้อยที่แตกต่างกัน ได้แก่ KK3 Q117 LK92-11 Ths98-271 KK08-214 E08-4-019 จากการศึกษาพบว่า SPAD ของอ้อยภายใต้สภาพการขาดน้ำช่วงต้นการเจริญเติบโต (4 เดือนหลังปลูก) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังพบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์และปฏิกริยาสัมพันธ์ร่วมระหว่าง

จัดการน้ำที่แตกต่างกันและสายพันธุ์อ้อย (ตารางที่ 1) ภายใต้สภาพที่ได้รับน้ำเพียงพอ (FC) พันธุ์ E08-4019 มีค่า SPAD สูงที่สุดที่ 51.53 ขณะที่พันธุ์ Q117 มีค่าต่ำที่สุดที่ 35.10 ภายใต้สภาพที่ได้รับ ความเครียดจากการขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) พบว่าพันธุ์ Ths98-271 มีค่า SPAD สูงที่สุดที่ 43.70 และ Q117 มี ค่า SPAD ต่ำที่สุดที่ 32.30 ส่วนการปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) ยังพบว่าพันธุ์ E08-4019 ยังคง มีค่า SPAD สูงที่สุดที่ 48.47 ในขณะที่ Q117 มีค่า SPAD ต่ำที่สุดที่ 31.30 เมื่อปลูกแบบอาศัยน้ำฝน (ตารางที่ 1)

การขาดน้ำในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตส่งผลต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของ อ้อย โดยประสิทธิภาพควอนตัมสูงสุดของระบบสังเคราะห์แสงที่ II (Fv/Fm) ของอ้อยทั้ง 6 สายพันธุ์ ได้รับอิทธิพลจากการขาดน้ำและยังพบปฏิกริยาสัมพันธ์ร่วมระหว่างการจัดการน้ำที่แตกต่างกันและ สายพันธุ์อ้อยเมื่ออ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูก เมื่ออ้อยได้รับน้ำเพียงพอ (FC) พบว่า พันธุ์ LK92-11 มี ค่า Fv/Fm สูงที่สุดที่ 0.806 ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงในระดับสูง ส่วนพันธุ์ KK3 มีค่า Fv/Fm ต่ำที่สุดที่ 0.794 แม้ว่าโดยรวมค่า Fv/Fm ภายใต้สภาพน้ำเพียงพอจะอยู่ใน ระดับสูงทุกพันธุ์ แสดงถึงการไม่เกิดความเครียดจากการขาดน้ำ ในขณะที่อ้อยได้รับความเครียดจาก การขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) พันธุ์ Ths98-271 ยังคงมีค่า Fv/Fm สูงถึง 0.800 แสดงถึงความสามารถในการ ทนแล้งในระดับต้นได้ดี ขณะที่พันธุ์ KK3 และ Q117 มีค่า Fv/Fm ลดลงเหลือเพียง 0.772 และ 0.773 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ E08-4-019 มีค่า Fv/Fm ลดต่ำที่สุดที่ 0.780 แสดงให้เห็นถึงความไวต่อ ความเครียดจากการขาดน้ำมากกว่าพันธุ์อื่น เมื่อการปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) พบว่าค่า Fv/Fm ลดลงในทุกพันธุ์ โดยพันธุ์ Q117 มีค่า Fv/Fm ต่ำที่สุดที่ 0.747 แสดงถึงการตอบสนองต่อ ความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ชัดเจน ส่วนพันธุ์ Ths98-271 และ KK08-214 ยังคงรักษาค่า Fv/Fm ได้ใกล้เคียงกับสภาพปกติ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนแล้งได้ดีจะ เห็นได้ว่าอ้อยพันธุ์ Ths98-271 และ KK08-214 แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรักษา ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงภายใต้สภาวะขาดน้ำได้ดีที่สุด ขณะที่พันธุ์ Q117 และ KK3 มีความ ไวต่อความเครียดจากการขาดน้ำ โดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่า Fv/Fm อย่างชัดเจน (ตารางที่1)

**ตารางที่ 1** ค่าความเขียวของใบ (SPAD) และค่า *maximum quantum yield* ของประสิทธิภาพระบบสังเคราะห์แสงที่ II (Fv/Fm) ของอ้อย 6 ภายใต้สภาวะแห้งแล้งในระยะเริ่มต้น (4 เดือนหลังปลูก)

สายพันธุ์	SPAD Value		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	45.30 ± 0.36 Ab	43.70 ± 5.39 Aa	37.33 ± 5.06 Ab
KK08-214	40.10 ± 0.52 Ac	40.23 ± 2.57 Aa	31.97 ± 7.15 Ab
E08-4-019	51.53 ± 1.70 Aa	43.03 ± 2.44 Ba	48.47 ± 2.15 Aa
KK3	42.57 ± 3.01 Abc	34.27 ± 3.62 Bb	37.50 ± 0.90 Abb
Q117	35.10 ± 2.10 Ad	32.80 ± 1.08 ABb	31.30 ± 1.51 Bb
LK92-11	43.57 ± 2.72 Abc	41.93 ± 0.84 Aa	36.63 ± 2.93 Bb
การให้น้ำ (W)		**	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		**	
สายพันธุ์	Fv/Fm		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	0.796 ± 0.001 Ab	0.800 ± 0.007 Aa	0.798 ± 0.007 Aa
KK08-214	0.799 ± 0.001 Ab	0.792 ± 0.007 Aab	0.789 ± 0.011 Aa
E08-4-019	0.798 ± 0.004 Ab	0.780 ± 0.006 Cbc	0.788 ± 0.004 Ba
KK3	0.794 ± 0.007 Ab	0.772 ± 0.008 Ac	0.775 ± 0.022 Aab
Q117	0.798 ± 0.002 Ab	0.773 ± 0.020 ABbc	0.747 ± 0.031 Bb
LK92-11	0.806 ± 0.003 Aa	0.775 ± 0.008 Bbc	0.782 ± 0.003 Ba
การให้น้ำ (W)		*	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		*	

\*\*, \* แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ FC=การให้น้ำที่เพียงพอ 1/2 FC=การได้รับน้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม และ RF=การปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในแต่ละการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

ที่มา: ดัดแปลงจาก : Leanasawat *et al.* (2021)

**ตารางที่ 2** อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) ของอ้อยภายใต้สภาพความแห้งแล้งในช่วงต้นการเจริญเติบโตที่ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก

สายพันธุ์	อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ( $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (4 เดือนหลังการปลูก)		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	40.25 ± 2.44 AB	44.49 ± 3.33 Aa	38.83 ± 2.42 Ba
KK08-214	37.42 ± 2.88 AB	41.17 ± 2.85 Aa	31.97 ± 3.61 Babc
E08-4-019	36.67 ± 2.60 A	33.30 ± 1.27 Ab	39.52 ± 9.22 Aa
KK3	36.76 ± 5.19 A	35.35 ± 2.04 Ac	25.23 ± 1.42 Bab
Q117	35.78 ± 4.04 A	28.90 ± 5.42 Bbc	24.54 ± 6.42 Bc
LK92-11	40.66 ± 1.50 A	29.99 ± 4.03 Bbc	27.24 ± 4.95 Bbc
การให้น้ำ (W)		**	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		**	
สายพันธุ์	อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ( $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (6 เดือนหลังการปลูก)		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	39.11 ± 1.12 Ab	37.94 ± 2.37 Ac	37 ± 1.43 Acd
KK08-214	41.06 ± 1.17 Aab	37.42 ± 1.35 Ac	39.21 ± 2.64 Abc
E08-4-019	38.60 ± 1.65 Ab	42.11 ± 2.24 Aab	43.13 ± 1.74 Aa
KK3	42.23 ± 1.27 Aa	43.33 ± 1.65 Aa	42.98 ± 0.24 Aab
Q117	31.07 ± 2.50 Ac	32.10 ± 0.99 Ad	32.03 ± 3.1 Ae
LK92-11	41.02 ± 2.41 Aab	39.18 ± 3.19 Abc	33.20 ± 2.53 Bde
การให้น้ำ (W)		ns	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		**	

\*\*,\* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ FC=การให้น้ำที่เพียงพอ 1/2 FC=การได้รับน้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม และ RF=การปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในแต่ละการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

**ที่มา:** ดัดแปลงจาก : Leanasawat *et al.* (2021)

การขาดน้ำในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตนอกจากจะส่งผลต่อค่า  $F_v/F_m$  ยังส่งผลต่อการดัชนีชี้วัดการสังเคราะห์แสงของอ้อยอื่น โดยเฉพาะอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) อัตราการคายน้ำ (E) และการนำไฟฟ้าของปากใบ (gs) ซึ่งเป็นดัชนีสำคัญที่สะท้อนถึงความสามารถในการแลกเปลี่ยนแก๊สและความสามารถในการทนต่อความเครียดจากความแห้งแล้งที่อ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูก และ 6 เดือนหลังการปลูก พบว่า ที่อ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูก พันธุ์ LK92-11 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่ 40.66 ขณะที่พันธุ์ Q117 มีค่าต่ำที่สุดที่ 35.78 ภายใต้สภาพที่ได้รับน้ำเพียงพอ (FC)

ในขณะที่พันธุ์ Ths98-271 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดที่ 44.49 และ Q117 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำสุดที่ 28.90 ภายใต้สภาพที่ได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) อีกทั้งยังพบว่าพันธุ์ Ths98-27 ยังคงมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดที่ 38.83 ในขณะที่ Q117 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำสุดที่ 24.54 เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) ในขณะที่อายุที่ 6 เดือน พบว่าพันธุ์ KK3 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ สูงที่สุดและพันธุ์ Q117 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำที่สุด ภายใต้สภาพที่ได้น้ำเพียงพอ (FC) และภายใต้สภาพที่ได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) ในขณะที่พันธุ์ E08-4-019 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดที่ 43.13 และ Q117 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำสุดที่ 32.03 เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) (ตารางที่2)

ที่อายุอายุ 4 เดือนหลังปลูกพบว่า พันธุ์ Ths98-271 มีค่าอัตราการคายน้ำสูงที่ 3.75ขณะที่พันธุ์ E08-4-019 มีค่าต่ำที่สุดที่ 3.08 ภายใต้สภาพที่ได้น้ำเพียงพอ (FC) ในขณะที่พันธุ์ Ths98-271 มีค่าอัตราการคายน้ำ สูงสุดที่ 3.86 และ KK3 มีค่าอัตราการคายน้ำต่ำสุดที่ 2.13 ภายใต้สภาพที่ได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) อีกทั้งยังพบว่าพันธุ์ Ths98-271 ยังคงมีค่าอัตราการคายน้ำสูงสุดที่ 3.14 ในขณะที่ Q117 มีค่าอัตราการคายน้ำต่ำสุดที่ 2.05 เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) ในขณะที่อายุที่6เดือน พบว่าพันธุ์ Ths98-271 มีค่าอัตราการคายน้ำสูงที่ 4.77ขณะที่พันธุ์ Q117 มีค่าต่ำที่สุดที่ 3.09 ภายใต้สภาพที่ได้น้ำเพียงพอ (FC) ในขณะที่พันธุ์ KK3 มีค่าอัตราการคายน้ำสูงสุดที่ 5.03 และ Q117 มีค่าอัตราการคายน้ำต่ำสุดที่ 3.17 ภายใต้สภาพที่ได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) อีกทั้งยังพบว่าพันธุ์ E08-4-019 ยังคงมีค่าอัตราการคายน้ำสูงสุดที่ 4.86 ในขณะที่ Q117 มีค่าอัตราการคายน้ำต่ำสุดที่2.97เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) (ตารางที่3) ที่อายุอายุ 4 เดือนหลังปลูกพบว่า พันธุ์ LK92-11 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบ สูงที่ 0.314 ขณะที่พันธุ์ E08-4-019 มีค่าต่ำที่สุดที่ 0.234 ภายใต้สภาพที่ได้น้ำเพียงพอ (FC) ในขณะที่พันธุ์ Ths98-271 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบ สูงสุดที่ 0.272 และ KK3 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบ ต่ำสุดที่ 0.132 ภายใต้สภาพที่ได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) อีกทั้งยังพบว่าพันธุ์ E08-4-019 ยังคงมีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบ สูงสุดที่ 0.244 ในขณะที่ Q117 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบ ต่ำสุดที่ 0.124 เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) ในขณะที่อายุที่6เดือน พบว่าพันธุ์ Ths98-271 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบสูงที่ 0.398 ขณะที่พันธุ์ Q117 มีค่าต่ำที่สุดที่ 0.205 ภายใต้สภาพที่ได้น้ำเพียงพอ (FC) ในขณะที่พันธุ์ KK3 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบสูงสุดที่ 0.478 และ Q117 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบต่ำสุดที่ 0.217 ภายใต้สภาพที่ได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ( $\frac{1}{2}$ FC) อีกทั้งยังพบว่าพันธุ์ E08-4-019 ยังคงมีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบสูงที่สุดที่ 0.441 ในขณะที่ Q117 มีค่าการนำไฟฟ้าของปากใบต่ำสุดที่ 0.200 เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) (ตารางที่4)

ตารางที่ 3 อัตราการคายน้ำ ( $E$ ) ของอ้อย ภายใต้สภาพความแห้งแล้งในช่วงต้นการเจริญเติบโตที่ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก

สายพันธุ์	อัตราการคายน้ำ ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (4 เดือนหลังการปลูก)		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	3.75 ± 0.23 A	3.86 ± 0.95 Aa	3.14 ± 0.34 Aab
KK08-214	3.65 ± 0.34 A	3.61 ± 0.25 Aab	2.87 ± 0.34 Aabc
E08-4-019	3.08 ± 0.14 A	2.88 ± 0.72 Aabc	3.69 ± 0.95 Aa
KK3	3.47 ± 0.55 A	2.13 ± 0.52 Cc	2.82 ± 0.38 Babc
Q117	3.17 ± 0.82 A	2.70 ± 0.23 ABbc	2.05 ± 0.41 Bc
LK92-11	3.44 ± 0.17 A	2.75 ± 0.24 Bbc	2.46 ± 0.41 Bbc
การให้น้ำ (W)		*	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		*	
สายพันธุ์	อัตราการคายน้ำ ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (6 เดือนหลังการปลูก)		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	4.77 ± 0.12 Aa	4.13 ± 0.25 Bc	3.82 ± 0.09 Bbc
KK08-214	4.39 ± 0.14 Aab	4.20 ± 0.17 Ac	4.34 ± 0.62 Aab
E08-4-019	3.99 ± 0.56 Ab	4.92 ± 0.24 Aab	4.86 ± 0.21 Aa
KK3	4.61 ± 0.41 ABa	5.03 ± 0.14 Aa	4.52 ± 0.06 Ba
Q117	3.09 ± 0.21 Ac	3.17 ± 0.20 Ad	2.97 ± 0.22 Ad
LK92-11	4.45 ± 0.33 Aab	4.30 ± 0.66 Abc	3.26 ± 0.31 Bcd
การให้น้ำ (W)		*	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		**	

\*\*,\* แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ FC=การให้น้ำที่เพียงพอ 1/2 FC=การได้รับน้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม และ RF=การปลูกภายใต้สภาพอากาศน้ำฝน อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในแต่ละการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

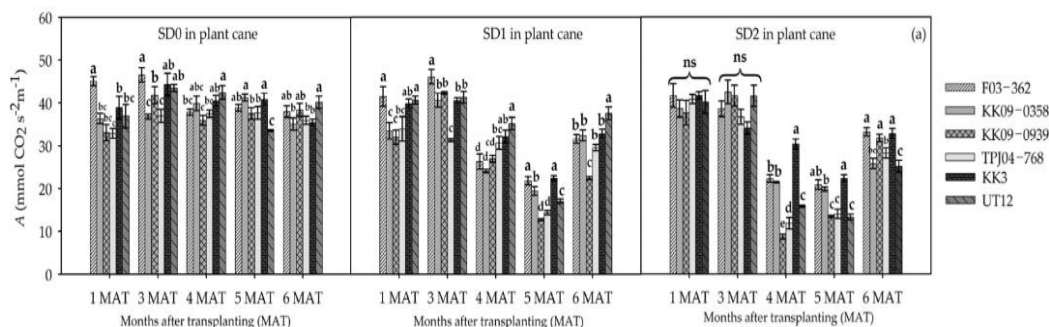
ที่มา: ดัดแปลงจาก : Leanasawat *et al.* (2021)

**ตารางที่ 4** การนำไฟฟ้าของปากใบ (gs)ของอ้อยภายใต้สภาพความแห้งแล้งในช่วงต้นการเจริญเติบโตที่ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก

สายพันธุ์	การนำไฟฟ้าของปากใบ (โมล H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )(4 เดือนหลังการปลูก)		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	0.268 ± 0.037 Aab	0.272 ± 0.068 Aa	0.209 ± 0.010 Aab
KK08-214	0.286 ± 0.039 Aab	0.253 ± 0.022 Aab	0.171 ± 0.029 Bbc
E08-4-019	0.234 ± 0.030 Ab	0.193 ± 0.026 Abc	0.244 ± 0.062 Aa
KK3	0.280 ± 0.058 Aab	0.132 ± 0.020 Cc	0.208 ± 0.016 Bab
Q117	0.243 ± 0.046 Aab	0.155 ± 0.031 Bc	0.124 ± 0.041 Bc
LK92-11	0.314 ± 0.015 Aa	0.175 ± 0.042 Bc	0.141 ± 0.038 Bbc
การให้น้ำ (W)		**	
สายพันธุ์(G)		*	
W × G		**	
สายพันธุ์	การนำไฟฟ้าของปากใบ (โมล H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )(6 เดือนหลังการปลูก)		
	FC	½ FC	RF
Ths98-271	0.398 ± 0.033 Aa	0.317 ± 0.034 Bc	0.293 ± 0.013 Bbc
KK08-214	0.364 ± 0.033 Aab	0.330 ± 0.025 Ac	0.376 ± 0.101 Aab
E08-4-019	0.305 ± 0.072 Ab	0.440 ± 0.034 Aab	0.441 ± 0.070 Aa
KK3	0.387 ± 0.065 Bab	0.478 ± 0.013A a	0.396 ± 0.014 Ba
Q117	0.205 ± 0.016 Ac	0.217 ± 0.027 Ad	0.200 ± 0.026 Ac
LK92-11	0.368 ± 0.041 Aab	0.364 ± 0.102 Abc	0.229 ± 0.032 Bc
การให้น้ำ (W)		ns	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		**	

\*\*,\* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ FC=การให้น้ำที่เพียงพอ 1/2 FC=การได้น้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม และ RF=การปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในแต่ละการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

ที่มา: ดัดแปลงจาก : Leanasawat *et al.* (2021)



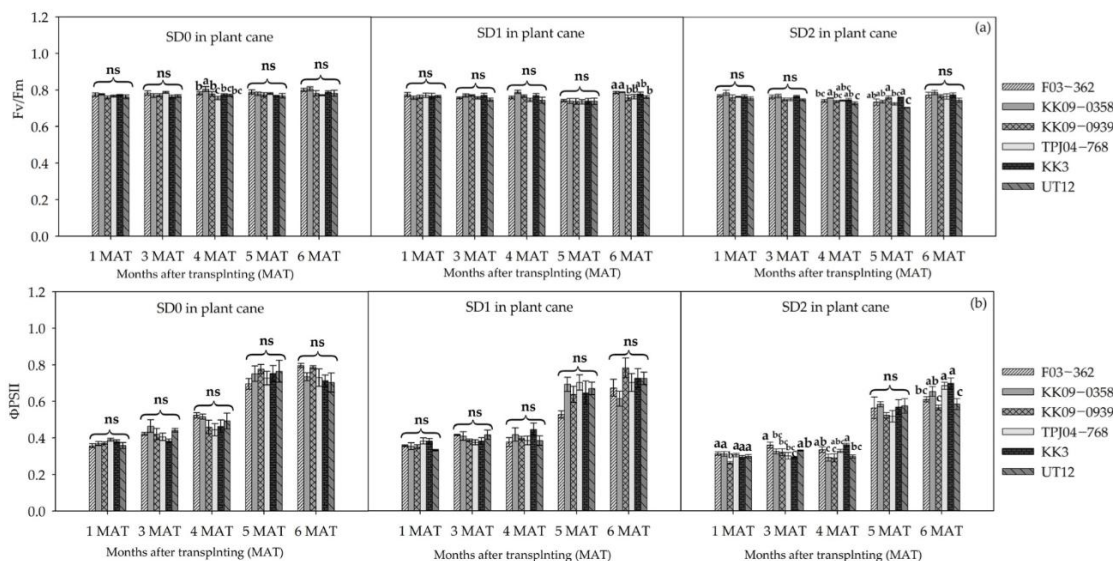
ที่มา: Tipayawat *et al.* (2023)

**ภาพที่ 1** อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ( $A$ ) ของอ้อย 6 สายพันธุ์ภายใต้ระยะเวลาการขาดน้ำที่แตกต่างกันที่ไม่มีภาวะขาดน้ำ (SD0), ภาวะขาดน้ำระยะสั้น 3–6 เดือนหลังย้ายปลูก (SD1) และภาวะขาดน้ำระยะยาว 1–6 เดือนหลังย้ายปลูก (SD2) ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสายพันธุ์ โดยใช้ LSD ที่  $< 0.05$  ns = ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Tipayawat *et al.* (2023) ได้ทำการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อระยะเวลาในการขาดน้ำที่แตกต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ split-plot design 4 ซ้ำ Main plot คือสภาวะขาดน้ำ 3 ระยะ ได้แก่ ภาวะไม่มีการขาดน้ำ (SD0), ภาวะขาดน้ำระยะสั้น (SD1) และภาวะขาดน้ำระยะยาว (SD2) และ subplot คือ สายพันธุ์อ้อย 6 ชนิด ได้แก่ F03-362 KK09-0358 KK09-0939 TPJ04-768 KK3 และ UT12 ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการขาดน้ำ (SD0) พบว่าอ้อยพันธุ์ F03-362 ที่อายุ 1 และ 3 เดือนหลังย้ายปลูกมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุด ในขณะที่อ้อยพันธุ์ UT12 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุดเมื่ออายุ 4 และ 6 เดือนหลังย้ายปลูก และอ้อยพันธุ์ KK09-0358 และพันธุ์ KK3 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุดเมื่ออายุ 5 เดือนหลังย้ายปลูก ภายใต้สภาวะขาดน้ำระยะสั้น (SD1) พบว่าอ้อยพันธุ์ F03-362 ที่อายุ 1 และ 3 เดือน มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูง ในขณะที่อ้อยพันธุ์ UT12 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุดเมื่ออายุ 4 และ 6 เดือนหลังย้ายปลูก อ้อยพันธุ์ F03-362 และพันธุ์ KK3 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุดเมื่ออายุ 5 เดือนหลังย้ายปลูก และภายใต้สภาวะขาดน้ำระยะยาว (SD2) พบว่าอ้อยพันธุ์ KK3 ที่อายุ 4 และ 5 เดือน มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุดภายใต้สภาวะขาดน้ำระยะยาว (SD2) ในขณะที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก อ้อยพันธุ์ F03-362, KK09-0939 และพันธุ์ KK3 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุด แต่การขาดน้ำระยะยาวไม่ส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเมื่ออ้อยอายุ 1 และ 3 เดือนหลังย้ายปลูก (รูปที่ 1)

ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการขาดน้ำ (SD0) พบว่าอ้อยพันธุ์ KK09-0358 ที่อายุ 4 เดือน มีค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (Fv/Fm) สูงที่สุดภายใต้สภาวะที่ไม่มีการขาดน้ำ(SD0) และที่อายุ 1,3,5 และ 6 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้สภาวะขาดน้ำระยะสั้น (SD1) พบว่าอ้อยพันธุ์ F03-362 และพันธุ์ KK09-0358 ที่อายุ 6 เดือน มีค่าค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (Fv/Fm) สูงที่สุดภายใต้สภาวะขาดน้ำระยะสั้น (SD1) และที่อายุ 1,3,4 และ 5 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้สภาวะขาดน้ำระยะยาว (SD2) พบว่าอ้อยพันธุ์ KK09-0358 ที่อายุ 4 เดือน มีค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (Fv/Fm) สูงที่สุดภายใต้สภาวะขาดน้ำระยะยาว(SD2) ในขณะที่อ้อยพันธุ์ KK09-0939 และพันธุ์ KK3 มีค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (Fv/Fm) สูงที่สุดเมื่ออายุ 5 เดือนหลังย้ายปลูก และที่อายุ 1,3 และ 6 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(รูปที่2)

ภายใต้สภาวะที่ไม่มีการขาดน้ำ (SD0) และสภาวะขาดน้ำระยะสั้น (SD1) ไม่ส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบแสง II ( $\Phi$ PSII) ของอ้อยแต่ละสายพันธุ์ที่อายุ 1-6 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่สภาวะการขาดน้ำระยะยาว (SD2) พบว่าอ้อยพันธุ์ F03-362, KK09-0358, TPJ04-768, KK3 และพันธุ์UT12 มีค่าค่าประสิทธิภาพของระบบแสง II ( $\Phi$ PSII) สูงที่สุดของอ้อยที่อายุ 1 เดือนหลังย้ายปลูก แต่อ้อยพันธุ์ F03-362 มีค่าค่าประสิทธิภาพของระบบแสง II ( $\Phi$ PSII) สูงที่สุดที่อายุ 3 เดือนหลังย้ายปลูก แต่ในขณะที่อ้อยพันธุ์ KK3 มีค่าค่าประสิทธิภาพของระบบแสง II ( $\Phi$ PSII) สูงที่สุดที่อายุ 4 เดือนหลังย้ายปลูก และอ้อยพันธุ์ KK3 และพันธุ์TPJ04-768 มีค่าค่าประสิทธิภาพของระบบแสง II ( $\Phi$ PSII)สูงที่สุดอ้อยที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก แต่เมื่อพิจารณาค่าค่าประสิทธิภาพของระบบแสง II ( $\Phi$ PSII)ของอ้อยที่อายุ 5 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่2)



ที่มา: Tippayawat *et al.* (2023)

**ภาพที่ 2** ค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด ( $F_v / F_m$ ) และค่าประสิทธิภาพของระบบแสง II ( $\Phi_{PSII}$ ) ของอ้อย 6 สายพันธุ์ภายใต้ระยะเวลาภัยแล้งต้นฤดูที่แตกต่างกันที่อายุของพืชต่างกันในอ้อยปลูก ไม่มีภาวะการขาดน้ำ (SD0), ภาวะขาดน้ำระยะสั้น 3–6 เดือนหลังย้ายปลูก (SD1) และภาวะขาดน้ำระยะยาว 1–6 เดือนหลังย้ายปลูก ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสายพันธุ์ โดยใช้ LSD ที่  $< 0.05$  ns = ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 5.2 การตอบสนองของลักษณะทางการเกษตรต่อการขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโต

Leanasawat *et al.* (2021) ได้ศึกษาผลของความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงต้นต่อการเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตรของอ้อยพบว่าระบบการจัดการน้ำและพันธุ์อ้อยมีผลต่อความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเมื่ออ้อยได้รับความเครียดจากการขาดน้ำที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก โดย ส่งผลให้ความสูงของลำต้นอ้อยพันธุ์ต่างๆลดลง (ตารางที่1) ภายใต้สภาพได้รับน้ำเพียงพอ (FC) ความสูงของลำต้นอ้อยพันธุ์ Q117 สูงที่สุดที่ 117.25 เซนติเมตรและ พันธุ์LK92-11 ต่ำที่สุดที่ 61.42 เซนติเมตร ภายใต้สภาพความชื้นต่ำสุด ( $1/2FC$ ) ความสูงของลำต้นสูงที่อ้อยพันธุ์ KK08-214 มีความสูงของลำต้นสูงที่สุดที่ 91.67 เซนติเมตรและในขณะที่พันธุ์ LK92-11 มีความสูงต่ำที่สุดที่ 32.75 เซนติเมตร แต่เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) พันธุ์ E08-4-019 และ พันธุ์ KK08-214 มีความสูงมากที่สุดที่ 63.58 และ 62.50 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์LK92-11 มีความสูงต่ำที่สุดที่ 32.75 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นภายใต้สภาพได้รับน้ำเพียงพอ (FC) เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นพันธุ์KK3 และ พันธุ์ LK92-11 สูงที่สุดที่ 3.02 เซนติเมตร และพันธุ์ Ths98-271 ต่ำที่สุดที่ 1.08 เซนติเมตร ภายใต้

สภาพความชื้นต่ำสุด ( $\frac{1}{2}FC$ ) เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นพันธุ์ LK92-11 มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุดที่ 2.63 เซนติเมตร และในขณะที่พันธุ์ Ths98-271 มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นต่ำที่สุดที่ 1.08 เซนติเมตร แต่เมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) พันธุ์ LK92-11 มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุดที่ 2.27 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ Ths98-271 มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นต่ำที่สุดที่ 1.00 เซนติเมตร การปลูกอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำเพียงพอและการขาดน้ำพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (ตารางที่ 5)

การขาดน้ำในช่วงต้นส่งผลให้ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงความเครียดทางสรีรวิทยาที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระดับโครงสร้างลำต้น โดยพันธุ์ที่แสดงความทนทานสูงสุด ได้แก่ KK08-214 ที่สามารถรักษาการเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะแล้ง ขณะที่พันธุ์ LK92-11 และ Ths98-271 มีความอ่อนไหวต่อการขาดน้ำมากกว่า ความแตกต่างของการตอบสนองของพันธุ์ต่อความเครียดน้ำสะท้อนถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมและความสามารถในการปรับตัวของอ้อยต่อสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในพื้นที่ที่มีปัญหาภัยแล้ง (ตารางที่ 5) ในขณะที่ระยะเก็บเกี่ยวของอ้อยพบว่าการจัดการน้ำไม่ส่งผลต่อความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ร่วมระหว่างการจัดการน้ำและสายพันธุ์อ้อยต่อลักษณะดังกล่าว แต่ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีความแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ KK08-214 E08-4-019 KK3 Q117 LK92-11 และพันธุ์ KK3 และ LK92-11 มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการน้ำและสายพันธุ์อ้อยส่งผลต่อน้ำหนักลำเดี่ยวและจำนวนลำของอ้อย (ตารางที่ 5) ภายใต้สภาวะให้น้ำเต็มความจุสนาม (FC) อ้อยมีน้ำหนักลำต้นเดี่ยวเฉลี่ยสูงสุดที่ 0.840 กิโลกรัม และผลผลิตจำนวนลำต้นเฉลี่ยสูงถึง  $251.26 \times 10^3$  ลำต้นต่อไร่ ซึ่งแสดงถึงศักยภาพในการผลิตที่ดีในสภาวะน้ำเหมาะสม เมื่อระดับน้ำในดินลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของความจุสนาม ( $\frac{1}{2}FC$ ) และการปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) พบว่าน้ำหนักลำต้นเดี่ยวลดลงเหลือ 0.898 และ 0.776 กิโลกรัมตามลำดับ ขณะที่ผลผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทั้งสองระดับ โดยเฉพาะในสภาวะ ( $\frac{1}{2}FC$ ) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง  $200.22 \times 10^3$  ลำต้นต่อไร่ สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบของความเครียดจากน้ำที่มีต่อศักยภาพการผลิตของอ้อย เมื่อพิจารณาในแต่ละสายพันธุ์ พบว่า KK3 และ LK92-11 มีน้ำหนักลำต้นเดี่ยวเฉลี่ยสูงสุดที่ 1.475 และ 1.392 กิโลกรัมตามลำดับ รวมทั้งมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุดที่ 2.59 และ 2.65 เซนติเมตร แสดงถึงความสามารถในการสะสมชีวมวลได้ดี ขณะที่พันธุ์ Q117 มีความสูงเฉลี่ยของลำต้นมากที่สุดถึง 326.08 เซนติเมตร ในทางตรงกันข้าม พันธุ์ Ths98-271 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักลำต้นเดี่ยวต่ำที่สุดเพียง 0.144 กิโลกรัม และมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นต่ำที่สุดที่ 0.66 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้กลับให้ผลผลิตจำนวนลำต้นสูงที่สุดที่  $602.75 \times 10^3$  ลำต้นต่อไร่ ซึ่งอาจแสดงถึงลักษณะของการแตกกอมากแทนการสะสมชีวมวลในแต่ละลำ

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ระดับน้ำในดินมีผลอย่างชัดเจนต่อน้ำหนักลำต้นและผลผลิตของอ้อย โดยพันธุ์ KK3 และ LK92-11 มีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี แต่มีผลผลิตต่อไร่ต่ำ ขณะที่พันธุ์ Ths98-271 แม้จะมีลำต้นขนาดเล็กแต่สามารถแตกกอได้ดี ให้ผลผลิตลำต้นสูงสุด สะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของพันธุ์อ้อยในด้านกลไกการตอบสนองต่อสภาพน้ำ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกที่มีข้อจำกัดด้านน้ำ (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 5** ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นอ้อย 6 ภายใต้สภาพความแห้งแล้งในช่วงต้นการเจริญเติบโต (4 เดือนหลังการปลูก)

สายพันธุ์	ความสูงลำต้น(เซนติเมตร)		
	FC	½FC	RF
Ths98-271	100.42 ± 6.60 Aa	59.17 ± 4.37 Bb	45.02 ± 4.75 Cbc
KK08-214	105.17 ± 14.00 Aa	91.67 ± 12.41 ABa	62.50 ± 18.19 Bab
E08-4-019	105.00 ± 14.86 Aa	66.67 ± 11.43 Bb	63.58 ± 10.36 Ba
KK3	74.67 ± 10.68 Ab	43.83 ± 1.26 Bc	34.08 ± 3.00 Bcd
Q117	117.25 ± 1.09 Aa	61.00 ± 7.76 Bb	39.70 ± 3.25 Ccd
LK92-11	61.42 ± 18.45 Ab	32.75 ± 6.72 Bc	24.17 ± 6.17 Bd
การให้น้ำ (W)		**	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		**	
สายพันธุ์	เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น(เซนติเมตร)		
	FC	½FC	RF
Ths98-271	1.08 ± 0.28 Ac	1.43 ± 0.54 Ac	1.00 ± 0.17 Ac
KK08-214	1.83 ± 0.06 Ab	1.87 ± 0.12 Abc	1.77 ± 0.38 Aab
E08-4-019	1.40 ± 0.20 Abc	1.53 ± 0.25 Abc	1.38 ± 0.26 Abc
KK3	3.02 ± 0.51 Aa	1.97 ± 0.41 Bb	2.03 ± 0.23 Ba
Q117	2.73 ± 0.58 Aa	2.50 ± 0.43 Aa	1.98 ± 0.36 Aa
LK92-11	3.02 ± 0.50 Aa	2.63 ± 0.18 ABa	2.27 ± 0.19 Ba
การให้น้ำ (W)		ns	
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		*	

\*\*,\* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ FC=การให้น้ำที่เพียงพอ 1/2 FC=การได้รับน้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม และ RF=การปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในแต่ละการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

ที่มา: Leanasawat et al. (2021)

**ตารางที่ 6** ความสูงของลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักลำต้นเดี่ยว และจำนวนลำของอ้อย 6 สายพันธุ์ ที่ปลูกภายใต้สภาวะการให้น้ำดี (FC) และสภาวะการขาดน้ำ (½FC และ RF)

กรรมวิธี	ความสูงลำต้น (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ต้น(เซนติเมตร)	น้ำหนักลำต้นเดี่ยว (กิโลกรัม)	จำนวนลำ (ลำต้นต่อไร่) × 10 <sup>3</sup>
การให้น้ำ (W)				
FC	315.54 ± 42.98 A	1.86 ± 0.77 A	0.840 ± 0.580 A	251.26 ± 224.59 A
½FC	307.88 ± 27.93 A	1.88 ± 0.75 A	0.898 ± 0.523 A	200.22 ± 189.79 B
RF	295.67 ± 36.32 A	1.76 ± 0.80 A	0.776 ± 0.448 B	206.71 ± 179.60 B
สายพันธุ์(G)				
Ths98-271	270.79 ± 32.80 b	0.66 ± 0.14 e	0.144 ± 0.020 e	602.75 ± 103.58 a
KK08-214	310.87 ± 38.48 a	1.53 ± 0.18 c	0.694 ± 0.202 c	172.82 ± 39.08 c
E08-4-019	309.06 ± 39.49 a	1.32 ± 0.35 d	0.451 ± 0.171 d	281.89 ± 101.50 b
KK3	305.35 ± 39.15 a	2.59 ± 0.22 a	1.475 ± 0.171 a	101.64 ± 11.89 d
Q117	326.08 ± 22.74 a	2.25 ± 0.15 b	0.875 ± 0.183 b	75.89 ± 22.62 d
LK92-11	316.04 ± 25.99 a	2.65±0.16 a	1.392 ± 0.245 a	81.40 ± 13.37 d
F-test				
การให้น้ำ (W)	ns	ns	*	*
สายพันธุ์(G)	**	**	**	**
W × G	ns	ns	ns	ns

\*\*,\* แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ FC=การให้น้ำที่เพียงพอ 1/2 FC=การได้รับน้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม และ RF=การปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในแต่ละการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

**ที่มา:** ดัดแปลงจากLeanasawat et al. (2021)

ผลของความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโตเมื่ออ้อยได้รับน้ำเพียงพอ (FC) ภายใต้สภาพความชื้นต่ำสุด (½FC) และเมื่อปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) พบว่า พันธุ์ KK3 มีค่าผลผลิตอ้อย (ตันต่อเฮกตาร์) สูงที่สุดที่ 188.66 147.23 และ117.32 ตามลำดับ ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีประสิทธิภาพการทนแล้งและปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความเครียดที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยได้ดีและยังพบว่าพันธุ์ KK3 มีค่าผลผลิตน้ำตาล(ตันต่อเฮกตาร์) สูงที่สุดที่ 14.697 14.314 และ12.53 ตามลำดับ ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีประสิทธิภาพการทนแล้งและปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความเครียดที่มีผลต่อผลผลิตน้ำตาลได้ดี ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนแล้งได้ดี (ตารางที่ 7) ได้ศึกษาผลของความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโตเมื่ออ้อยได้รับน้ำเพียงพอ (FC) พบว่า พันธุ์ Q117 มีค่า CCS สูงที่สุดที่ 10.49 ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีประสิทธิภาพ

ของการสะสมน้ำตาลในระดับที่สูง ส่วนพันธุ์ Ths98-271 มีค่า CCS ต่ำที่สุดที่ 1.10 แม้ว่าโดยรวมค่า CCS ภายใต้สภาพน้ำเพียงพอจะอยู่ในระดับสูงทุกพันธุ์ แสดงถึงการไม่เกิดความเครียดจากน้ำ ภายใต้สภาพความชื้นต่ำสุด ( $1/2FC$ ) พันธุ์ LK92-11 ยังคงมีค่า CCS สูงถึง 10.86 แสดงถึงความสามารถในการสะสมน้ำตาลภายใต้สภาพการทนแล้งในระดับต้นได้ดี ขณะที่พันธุ์อื่นๆมีค่าลดลงตามลำดับ ส่วนพันธุ์ Ths98-271 ลดต่ำที่สุดที่ 0.06 แสดงให้เห็นถึงความไวต่อความเครียดจากการขาดน้ำมากกว่าพันธุ์อื่น เมื่อปลูกภายใต้สภาพอากาศน้ำฝน (RF) พบว่าค่า CCS เพิ่มขึ้นในทุกพันธุ์ โดยพันธุ์ Q117 มีค่า CCS มากที่สุดที่ 12.12 และ Ths98-271 มีค่า CCS ต่ำที่สุดที่ 2.27 แสดงถึงการไม่ตอบสนองต่อความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ชัดเจน ส่วนพันธุ์ Q117 และ LK92-11 ยังคงรักษาค่า CCS ได้ใกล้เคียงกับสภาพปกติ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนแล้งได้ดี (ตารางที่ 7) Tippayawat et al. (2023) รายงานว่าภายใต้สภาวะไม่มีการขาดน้ำ (SD0) ภาวะแล้งระยะสั้น 3-6 เดือนหลังย้ายปลูก (SD1) และภาวะขาดน้ำระยะยาว 1-6 เดือนหลังย้ายปลูก (SD2) พบว่า พันธุ์ F03-362 มีค่าผลผลิตมวลชีวภาพในอ้อย (ต้นต่อเฮกตาร์<sup>-1</sup>) สูงที่สุดที่ 31.85 21.07 และ 14.64 ตามลำดับ ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีประสิทธิภาพการทนแล้ง ที่มีผลต่อความเครียดที่มีผลต่อผลผลิตมวลชีวภาพในอ้อยได้ดี ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนแล้งได้ดี (ตารางที่ 8) Sajid et al. (2023) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของสายพันธุ์อ้อยต่อความเครียดจากน้ำในดินร่วนปนทราย ของอ้อยทั้ง 10 สายพันธุ์ ได้แก่ HSF-240, SPF-213, CPF-249, CP 77-400, S2008-FD-19, S2006-US-469, S2007-AUS-384, S2003-US-633, S2003-US-127 และ S2006-US-658 ภายใต้สภาวะขาดน้ำ 4 ระดับ ได้แก่การให้น้ำจำนวน 9, 11, 13 และ 16 ครั้ง พบว่าการให้น้ำ 16 ครั้ง (ไม่มีการขาดน้ำ) ส่งผลให้สายพันธุ์ HSF-240 และ S2007-AUS-384 มีผลผลิตสูงที่สุด แต่เมื่อมีการขาดน้ำโดยให้น้ำเพียง 13 ครั้ง พบว่าสายพันธุ์ HSF-240 มีผลผลิตสูงที่สุด และสายพันธุ์ S2007-AUS-384 และ S2003-US-127 มีผลผลิตสูงที่สุดเมื่อมีการให้น้ำ 11 ครั้ง และยังพบว่าการการให้น้ำเพียง 9 ครั้งส่งผลให้สายพันธุ์ S2006-US-658 มีผลผลิตสูงที่สุด (รูปที่ 3)

ตารางที่ 7 ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาลและค่าความหวานของอ้อย (CCS) ของอ้อย 6 สายพันธุ์ที่ปลูกภายใต้สภาวะน้ำดี (FC) และสภาวะขาดน้ำ (½FC) และ (RF)

สายพันธุ์	ผลผลิตอ้อย(ตันต่อเฮกตาร์)			ผลผลิตน้ำตาล(ตันต่อเฮกตาร์)		
	FC	½FC	RF	FC	½FC	RF
Ths98-271	82.95 ± 3.48 Acd	89.73 ± 3.13 Acd	81.85 ± 6.80 Ab	0.925 ± 0.913 Ad	0.049 ± 0.085 Ae	1.883 ± 1.321 Ad
KK08-214	108.45 ± 10.50 Abc	122.62 ± 11.73 Ab	106.79 ± 3.57 Aa	8.874 ± 2.492 Ac	10.467 ± 2.173 Ab	9.604 ± 1.234 Ab
E08-4-019	132.80 ± 15.65 Ab	83.66 ± 0.98 Cde	112.41 ± 1.16 Ba	7.998 ± 0.843 Abc	3.902 ± 0.463 Bd	4.563 ± 0.065 Bc
KK3	188.66 ± 10.98 Aa	147.23 ± 3.48 Ba	117.32 ± 9.46 Ca	14.697 ± 0.857 Aa	14.314 ± 1.687 Aa	12.53 ± 1.294 Aa
Q117	68.33 ± 15.26 Ad	75.89 ± 2.85 Ae	46.79 ± 0.36 Bc	7.255 ± 2.425 Ac	8.054 ± 1.353 Ac	5.670 ± 0.060 Ac
LK92-11	120.48 ± 28.20 Ab	102.92 ± 10.78 Ac	109.11 ± 11.79 Aa	11.424 ± 1.025 Ab	11.100 ± 1.315 Ab	12.002 ± 1.332 Aa
การให้น้ำ (W)		**			ns	
สายพันธุ์(G)		**			**	
W × G		**			**	

สายพันธุ์	ค่าความหวานของอ้อย (CCS (%))		
	FC	½FC	RF
Ths98-271	1.10 ± 1.10 ABd	0.06 ± 0.09 Bd	2.27 ± 1.46 Ae
KK08-214	7.29 ± 1.59 Ac	8.47 ± 1.00 Ab	8.98 ± 0.86 Ac
E08-4-019	6.70 ± 0.17 Ac	4.66 ± 0.50 Bc	4.06 ± 0.10 Bd
KK3	7.79 ± 0.02 Bbc	9.72 ± 1.04 Aab	10.67 ± 0.36 Ab
Q117	10.49 ± 2.12 Aa	10.58 ± 1.41 Aa	12.12 ± 0.22 Aa
LK92-11	9.69 ± 1.44 Aab	10.86 ± 1.62 Aa	11.00 ± 0.36 Aab
การให้น้ำ (W)			
สายพันธุ์(G)		**	
W × G		**	

\*\*,\* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ FC=การให้น้ำที่เพียงพอ 1/2 FC=การได้รับน้ำครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นสนาม และ RF=การปลูกภายใต้สภาพอากาศน้ำฝน อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

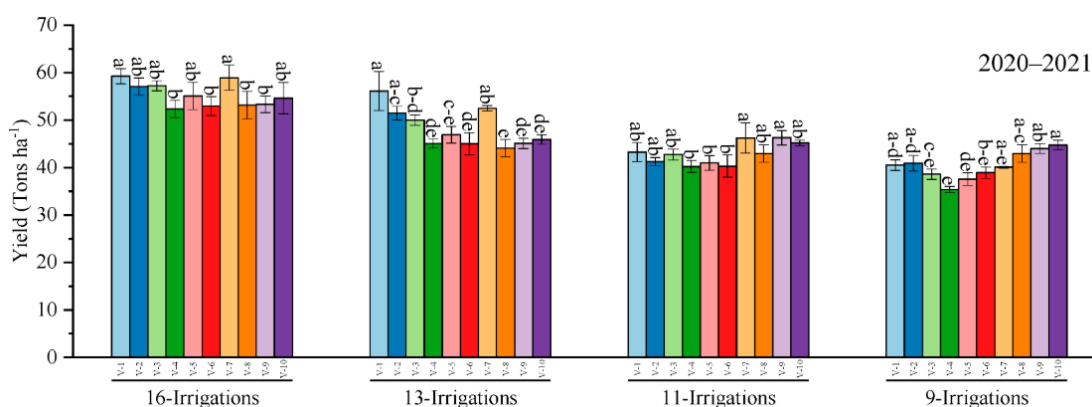
ที่มา:ดัดแปลงจากLeanasawat et al. (2021)

**ตารางที่ 8** ผลผลิตมวลชีวภาพในอ้อย(ต้นต่อเฮกตาร์<sup>-1</sup>) และผลผลิตมวลชีวภาพในอ้อยต่อ (ต้นต่อเฮกตาร์<sup>-1</sup>) ของอ้อย 6 สายพันธุ์ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก ในอ้อยปลูกที่ภาวะไม่มีการขาดน้ำ (SD0) ภาวะขาดน้ำระยะสั้น 3–6 เดือนหลังย้ายปลูก (SD1) และภาวะขาดน้ำระยะยาว 1–6เดือนหลังย้ายปลูก (SD2)

สายพันธุ์	ผลผลิตมวลชีวภาพในอ้อย (ต้นต่อเฮกตาร์ <sup>-1</sup> )		
	SD0	SD1	SD2
F03-362	31.85 a	21.07 a	14.64 a
KK09-0358	28.62 b	18.63 b	12.08 b
KK09-0939	27.05 b	19.50 ab	12.88 ab
TPJ04-768	27.36 b	19.74 ab	13.85 ab
KK3	21.97 c	14.38 c	7.46 c
UT12	21.40 c	16.25 c	8.96 c
Mean	26.37	18.26	11.64

**\*\***,\* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่  $p \leq 0.01$   $p \leq 0.05$  ตามลำดับ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ SD0=ภาวะไม่มีการขาดน้ำ, SD1=ภาวะขาดน้ำระยะสั้น และSD2=ภาวะขาดน้ำระยะยาว อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการให้น้ำในแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างสายพันธุ์ในแต่ละการให้น้ำ โดยใช้ LSD ที่  $\leq 0.05$

**ที่มา:** Tippayawat et al. (2023)



**ที่มา:** Sajid et al. (2023)

**ภาพที่ 3** ประสิทธิภาพของอ้อย 10 สายพันธุ์ต่อผลผลิตอ้อยภายใต้ระดับการขาดน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละปี V1 = HSF-240, V2 = SPF-213, V3 = CPF-249, V4 = CP 77-400, V5 = S2008-FD-19, V6 = S2006-US-469, V7 = S2007-AUS-384, V8 = S2003-US-633, V9 = S2003-US-127 และ V10 = S2006-US-658 ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสายพันธุ์ โดยใช้ LSD ที่  $< 0.05$

## สรุป

การขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโตส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของอ้อย ในสภาวะที่ได้รับน้ำเต็มที่ (FC) และภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) พันธุ์ E08-4-019 มีค่า SPAD สูงที่สุด และภาวะขาดน้ำ (½FC) พันธุ์ Ths98-271 มีค่า SPAD สูงที่สุด ส่วนประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Fv/Fm) ในสภาวะน้ำปกติ (FC) พันธุ์ LK92-11 มีค่า (Fv/Fm) สูงที่สุด ส่วนในภาวะขาดน้ำ (½FC) พันธุ์ Ths98-271 ยังคงมีค่า Fv/Fm สูงที่สุด ภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (RF) ทั้งพันธุ์ Ths98-271 และ KK08-214 มีค่า (Fv/Fm) สูงที่สุดในขณะที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) และอัตราการคายน้ำ (E) พันธุ์ Ths98-271 สูงที่สุดในสภาวะขาดน้ำ อย่างไรก็ตาม ในสภาวะน้ำปกติ (SD0) และภาวะขาดน้ำระยะสั้น (SD1) พันธุ์ F03-362 และ UT12 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดที่อายุ 1-3 เดือน และ 4-6 เดือน แต่กับภาวะขาดน้ำระยะยาว (SD2) พันธุ์ KK3 สูงที่สุดที่อายุ 4 และ 5 เดือน ส่วนผลผลิตมวลชีวภาพภายใต้สภาวะต่างๆ ในสภาวะน้ำปกติ (SD0), ภาวะการขาดน้ำระยะสั้น (SD1) และภาวะขาดน้ำระยะยาว (SD2) พันธุ์ F03-362 มีค่าสูงที่สุด การขาดน้ำยังส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอ้อย ในสภาวะน้ำเพียงพอ (FC) พันธุ์ Q117 มีความสูงสูงที่สุด และพันธุ์ KK3 กับ LK92-11 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดในสภาวะขาดน้ำ (½FC) และอาศัยน้ำฝน (RF) พันธุ์ KK08-214 และ E08-4-019 มีค่าสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ LK92-11 ยังคงมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นใหญ่ที่สุดในสภาวะการขาดน้ำทุกการขาดน้ำ ในขณะที่ผลผลิตอ้อยและน้ำตาล พันธุ์ KK3 มีค่าสูงที่สุดในสภาวะน้ำปกติ (FC), สภาวะการขาดน้ำ (½FC) หรืออาศัยน้ำฝน (RF) ส่วนน้ำหนักและจำนวนลำต้น พันธุ์ KK3 และ LK92-11 มีน้ำหนักลำต้นเดี่ยวสูงสุด แต่อ้อยพันธุ์ Ths98-271 มีการแตกกอได้ดีทำให้มีจำนวนลำต้นสูงที่สุดในสภาวะน้ำเพียงพอ (FC) และอาศัยน้ำฝน (RF) พันธุ์ Q117 มีค่า CCS สูงที่สุด แต่ในสภาวะขาดน้ำ (½FC) พันธุ์ LK92-11 กลับมีค่า CCS สูงที่สุด อีกทั้งระยะเวลาของการให้น้ำยังส่งผลต่อผลผลิตการให้น้ำ 16 ครั้ง (ไม่มีการขาดน้ำ) ส่งผลให้สายพันธุ์ HSF-240 และ S2007-AUS-384 มีผลผลิตสูงที่สุด แต่เมื่อมีการขาดน้ำโดยให้น้ำเพียง 13 ครั้ง พบว่าสายพันธุ์ HSF-240 มีผลผลิตสูงที่สุด และสายพันธุ์ S2007-AUS-384 และ S2003-US-127 มีผลผลิตสูงที่สุดเมื่อมีการให้น้ำ 11 ครั้ง และยังพบว่าสภาวะการให้น้ำเพียง 9 ครั้งส่งผลให้สายพันธุ์ S2006-US-658 มีผลผลิตสูงที่สุด อ้อยแต่ละสายพันธุ์มีกลไกการปรับตัวที่แตกต่างกันเพื่อตอบสนองต่อภาวะเครียดจากน้ำ การทำความเข้าใจการตอบสนองทางสรีรวิทยาเหล่านี้จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้เหมาะสมสำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีข้อจำกัดด้านน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ต้องพึ่งพาน้ำฝน ซึ่งพันธุ์ที่มีความทนทานต่อความแล้งจะสามารถให้ผลผลิตที่ดี

## เอกสารอ้างอิง

- กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ. 2560. โอกาสของการลงทุนธุรกิจน้ำตาลในบราซิลผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับ 1 ของโลก. สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กรกฎาคม 2568, แหล่งที่มา:<https://business.mfa.go.th/th/content/7534>
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ทักษิณา ศันสยะวิชัย, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, ศรีสุดา ทิพย์รักษ์, เกษม ชูสอน, จินดา รัตน์ชื่นรุ่ง และชยันต์ ภัคดีไทย. 2555. ความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3. วารสารแก่นเกษตร 40(3):103-114.
- มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. 2563. ระยะการเจริญเติบโต. สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 กรกฎาคม 2568, แหล่งที่มา:<https://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2020/04/4-ระยะการเจริญเติบโต>
- มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. 2563. ฤดูกาลปลูกอ้อยในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 กรกฎาคม 2568, แหล่งที่มา:<https://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2020/09/ฤดูกาลปลูกอ้อยในประเทศไทย>
- มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. 2564. ให้น้ำอ้อยตามช่วงเวลาที่เหมาะสม. สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 กรกฎาคม 2568, แหล่งที่มา:<https://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2021/02/ให้น้ำอ้อยตามช่วงเวลาที่เหมาะสม>
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2567. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2566/2567. สืบค้นเมื่อ วันที่ 25 กรกฎาคม 2568, แหล่งที่มา:<https://www.ocsb.go.th/wp-content/uploads>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์เศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า: อ้อยโรงงาน ปี 2566. สืบค้นเมื่อ วันที่ 25 กรกฎาคม 2568, แหล่งที่มา:<https://www.oae.go.th>
- Basnayake, J., P. A. Jackson, and N. G. Inman-Bamber. 2015. A growth model for sugarcane based on partitioning of daily canopy photosynthesis. *Field Crops Research*. 92(2-3): 119-130.
- Leanasawat, N., M. Kosittrakun, W. Lontom, and P. Songsri. 2021. Physiological and agronomic traits of certain sugarcane genotypes grown under field conditions as influenced by early drought stress. *Agronomy* 11(11): 2319.
- Raza, A., A. Razzaq, S. S. Mehmood, X. Zou, X. Zhang, Y. Lv, and J. Xu. 2022. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome. A review. *Plants* 11(3): 345.

- Robertson, M. J., N. G. Inman-Bamber, R. C. Muchow, and A. W. Wood. 1999. Physiology and productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit. *Field Crops Research* 64(3):211–227.
- Sajid, M., M. Amjid, H. Munir, M. Ahmad, U. Zulfiqar, M. F. Ali, M. A. Farah, M. A. A. Ahmed, and A. Artyszak. 2023. Comparative analysis of growth and physiological responses of sugarcane elite genotypes to water stress and sandy loam soils. *Plants* 12(15): 2759.
- Silva, M. A., J. L. Jifon, J. A. G. da Silva, and V. Sharma. 2021. Physiological responses of sugarcane to drought stress and recovery. *Agronomy* 11(9): 1791.
- Tippayawat, A., S. Jogloy, N. Vorasoot, P. Songsri, C. A. Kimbeng, J. L. Jifon, A. Janket, N. Thangthong, and N. Jongrunklang. 2023. Differential physiological responses to different drought durations among a diverse set of sugarcane genotypes. *Agronomy* 13(10): 2594.
- Tippayawat, P., P. Kanjanavisut, T. Boonmee, and S. Lertlum. 2023. Physiological responses of sugarcane genotypes to drought durations under field conditions. *Agronomy* 13(10): 2594.