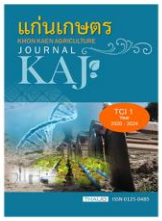
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ลักษณะรากและรูปแบบการกระจายตัวของรากอ้อยพันธุ์ก้าวหน้าที่กระทบแล้งในช่วงต้นของการเจริญเติบโต

Root traits and root distribution patterns in advance sugarcane clones under early drought stress conditions

ชูศักดิ์ เวียงนนท์[1,2], ดรุณี พวงบุตร[3], ณกรณ์ จงรั้งกลาง[1,2] และ พัชริน ส่งศรี[1,2]*

Chusak Wiangnon[1,2], Darunee Puangbut[3], Nakorn Jongrungklang[1,2] and Patcharin Songsri[1,2]*

[1] *สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นขอนแก่น ขอนแก่น 40002*
[1] *Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon kaen, 40002*
[2] *ศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002*
[2] *Northeast Thailand Cane and Sugar Research Center, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002*
[3] *สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อุดรธานี 41000*
[3] *Plant Production Technology, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University, Udon Thani 41000*

บทคัดย่อ: ระบบรากเป็นกลไกที่สำคัญต่อการทนแล้งของพันธุ์อ้อย ซึ่งจะช่วยให้สามารถดูดใช้น้ำและธาตุอาหารเพื่อรักษาการเจริญเติบโตและผลผลิตได้เมื่ออ้อยกระทบแล้ง ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ประเมินรูปแบบการเจริญเติบโตของราก การตอบสนองทางสรีรวิทยา และ (2) หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะรากกับลักษณะทางสรีรวิทยาของอ้อยพันธุ์ก้าวหน้า 15 พันธุ์ ภายใต้สภาพการขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต และเมื่อได้รับน้ำกลับคืน โดยปลูกอ้อย 15 พันธุ์ ในไรโซบ็อกซ์ภายใต้สภาพเรือนทดลอง ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำหนดให้อ้อยขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต ที่อายุ 16-75 วันหลังปลูก และให้อ้อยได้น้ำรับน้ำกลับคืน เมื่ออายุ 76-90 วันหลังปลูก ตรวจวัดข้อมูลสถานะของน้ำในใบ ค่าความเขียวใบ ความยาวราก ปริมาตรราก มวลชีวภาพ สัดส่วนรากต่อต้น และประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช พบว่าอ้อยมีรูปแบบการกระจายของรากที่แตกต่างกัน อ้อยพันธุ์ Kps01-4-29, Kps07-17-83 และ LK92-11 มีรากกระจายตัวในดินชั้นบนและชั้นล่างมาก และมีปริมาตรราก และสัดส่วนรากต่อต้นอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มพันธุ์เหล่านี้ ยังมีความสามารถในการรักษาระดับสถานะของน้ำในใบและค่าความเขียวใบไว้ได้สูง ทั้งในช่วงที่ขาดน้ำและได้รับน้ำกลับคืน ส่งผลทำให้มีมวลชีวภาพและประสิทธิภาพของการใช้น้ำสูง และ ความยาวราก มีความสัมพันธ์สูงในทิศทางบวกกับมวลชีวภาพ และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (r=0.90 และ r=0.90; p≤0.01 ตามลำดับ) ซึ่งข้อมูลจากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ต้านทานต่อความแห้งแล้งได้

คำสำคัญ: คัดเลือกพันธุ์; ความแห้งแล้งในช่วงต้นของการเจริญเติบโต; การทนแล้ง; ลักษณะราก; ไรโซบ็อกซ์

ABSTRACT: Root system is an important mechanism of drought resistance. The ability of sugarcane genotypes with good root system to enhance nutrients and water uptake for plant growth resulted in high yield. The objectives of this study were to (1) evaluate growth patterns of root parameters and physiological responses and (2) determine the relationships between root traits and physiological traits in 15 advance sugarcane clones under early drought stress and recovery condition. Root traits of 15 sugarcane genotypes were evaluated in rhizobox under greenhouse conditions at Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand. Water deficit was imposed during early growth stage from 16 to 75 days after planting (DAP)

* Corresponding author: patcharinso@kku.ac.th

Received: date; December 13, 2020 Accepted: date; February 19, 2021 Published: date; June 5, 2021

followed by re-watering was applied to the crop at field capacity (FC) moisture level from 76 until 90 DAP. Relative water content (RWC) and SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) were collected at 60 and 90 DAP. Root length, root volume and biomass were recorded at 90 DAP and then root:shoot ratio and water use efficiency (WUE) were calculated. Root distribution patterns differed among sugarcane genotypes and were classified into 5 groups based on root length. Sugarcane genotypes with high roots length in the upper and lower soil layers are Kps01-4-29, Kps07-17-83 and LK92-11, and root volume and root:shoot ratio of these genotypes was moderate to high. The high rooting genotypes could maintain high RWC and SCMR during drought and re-watering periods and resulted in high biomass and WUE. The information obtained for this study will be useful for sugarcane breeding for drought resistance.
Keywords: varietal selection; early drought; drought tolerance; root traits; rhizoboxes

บทนำ

ประเทศไทยมีการส่งออกน้ำตาลทรายเป็นอันดับสองของโลกรองจากประเทศบราซิล จึงทำให้อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อระบบอุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศอย่างยิ่ง โดยในระบบการผลิตอ้อยของประเทศไทยเป็นการปลูกอ้อยปลายฤดูฝน หรือปลูกอ้อยข้ามแล้ง (เริ่มปลูกช่วง ตุลาคม-ธันวาคม) ซึ่งส่วนใหญ่ประมาณ 80 % เป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก จึงทำให้มีโอกาสกระทบความแล้งเป็นเวลานาน ในช่วงต้นของระยะการเจริญเติบโต (ธันวาคม-เมษายน) และจะได้รับน้ำกลับคืนในระยะอ้อยเริ่มย่างปล้อง (ในช่วงพฤษภาคม-มิถุนายน) จึงส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยลดลงหรือหยุดชะงัก (Dinh et al., 2017) ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตลดลงได้ถึง 60 % (Gentile et al., 2015) การเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีภายใต้ระบบปลูกแบบข้ามแล้ง และมีศักยภาพในการรักษาระดับของผลิตไว้ได้สูงในสภาพที่ขาดน้ำ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้อ้อยมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีภายใต้สภาพที่มีน้ำอยู่อย่างจำกัด

ในสภาพที่น้ำในดินมีอยู่อย่างจำกัด ความสามารถในการหาน้ำของลักษณะราก ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นโดยมีระบบรากที่มีการแผ่กระจายและหยั่งลึกของรากจะส่งเสริมการดูดใช้น้ำและธาตุอาหาร เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย ในสภาพปกติ รากส่วนใหญ่จะอยู่ที่ผิวดินชั้นบน แต่ในสภาวะที่ขาดน้ำ การเจริญของรากในดินชั้นบนลดลง ไม่สามารถดูดใช้น้ำและธาตุอาหารได้ แต่ถ้ารากมีการหยั่งลึกไปในดินชั้นล่างได้จะช่วยให้อ้อยดูดใช้น้ำและธาตุอาหารได้ ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงอันตรายจากการขาดน้ำได้ ฉะนั้นการปรับตัวของลักษณะรากเพื่อเพิ่มความสามารถในการนำน้ำขึ้นมาใช้ให้ได้มากขึ้น นับว่าเป็นกลไกที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยจากการศึกษาที่ผ่านมาลักษณะรากที่มีการระบุและใช้เป็นลักษณะทนแล้ง ได้แก่ ความยาว และปริมาตรราก (Basu et al., 2016) ดังนั้นการศึกษากลไกการตอบสนองของลักษณะรากและรูปแบบการกระจายตัวของรากอ้อยที่ในช่วงการขาดน้ำและเมื่อได้รับน้ำกลับคืนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการคัดเลือกพันธุ์อ้อยให้มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง (Wasaya et al., 2018)

การศึกษาลักษณะรากอ้อยมีหลายวิธี เช่น Augur method เป็นการศึกษารากพืชแบบสุ่มเก็บตัวอย่างดินและรากพืชจากตำแหน่งที่กำหนด (Set-Tow et al., 2020), monolith เป็นการศึกษารากพืชแบบขุดเก็บรากทั้งหมด แต่มีการขุดทำลายต้นพืช (Otto et al., 2009) และการศึกษารากในกระถางขนาดใหญ่ เป็นการศึกษารากพืชแบบเก็บตัวอย่างรากพืชทั้งหมดในกระถาง แต่ไม่สามารถเห็นองศาการกระจายตัวของรากได้ (Khonghintaisong et al., 2018) นอกจากนี้ยังมีวิธีการศึกษาในไรโซบ็อกซ์ ซึ่งจะสามารถแสดงการกระจายตัว ชนิด และองศาการกระจายตัวของรากได้ทั้งหมด ศรัญญา และคณะ (2562) ได้ศึกษาลักษณะรากอ้อยในไรโซบ็อกซ์ พบว่าในสภาพที่น้ำเพียงพอต่อความต้องการ อ้อยมีการกระจายตัวของรากที่ดินชั้นบน และมีการเกิดรากใหม่ที่ดินชั้นบน ส่วน Namwongsa et al. (2019) ได้ศึกษาลักษณะรากอ้อยในไรโซบ็อกซ์ภายใต้สภาพขาดน้ำ พบว่า เมื่ออ้อยอยู่ในสภาพขาดน้ำจะมีการปรับตัวโดยการหยั่งรากลึกลงไปในดินชั้นล่าง การศึกษาที่ผ่านส่วนใหญ่เป็นศึกษาการตอบสนองของรากในช่วงขาดน้ำ แต่ยังไม่มีการศึกษาการตอบสนองของรากอ้อยในสภาพที่ได้รับน้ำกลับคืน เพื่ออธิบายการตอบสนองของอ้อยที่ปลูกในระบบปลูกอ้อยข้ามแล้ง ที่มีการกระทบแล้งในช่วงต้นการเจริญเติบโตและช่วงได้รับน้ำกลับคืนซึ่งมีบทบาทที่สำคัญต่อการชดเชยการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต รวมทั้งการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการกระจายตัวของราก และลักษณะทางสรีรวิทยาของอ้อย ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับนำไปใช้ประโยชน์

ทางด้านการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์อ้อยให้มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในระบบการปลูกอ้อยข้ามแล้งได้ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ประเมินรูปแบบการเจริญเติบโตของรากและการตอบสนองทางสรีรวิทยา และ (2) หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะรากกับมวลชีวภาพ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และลักษณะทางสรีรวิทยาของอ้อยพันธุ์ก้าวหน้า 15 พันธุ์ ภายใต้สภาพการขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต และเมื่อได้รับน้ำกลับคืน

วิธีการศึกษา

พันธุ์อ้อยและการปลูกทดสอบในไรโซบ็อกซ์

พันธุ์อ้อยก้าวหน้าที่ใช้ในการทดลองมีจำนวน 15 พันธุ์ ได้แก่ CSB07-184, CSB07-199, LK92-11, KK07-250, KK07-599, KK3, KKU99-01, KKU99-02, KKU99-03, KKU99-06, TBy30-0464, TBy30-0480, Kps01-4-29, Kps07-17-83 และ Kps01-12 ประเมินรูปแบบการกระจายตัวของรากอ้อยในกล่องไรโซบ็อกซ์ (rhizobox) ด้วยการทดลองในสภาพโรงเรือน ที่หมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ช่วงเดือนวันที่ กุมภาพันธ์ 2562 ถึง เดือนพฤษภาคม 2562 เตรียมกล่องไรโซบ็อกซ์ (10 x 50 x 120 ซม.) ตามวิธีการของ ศรัญญา และคณะ (2562) และ Namwongsa et al., (2019) ใช้ไม้ในการพยุงรากเพื่อรักษาระบบรากไว้ในตำแหน่งเดิมหลังการล้าง ระยะห่างของไม้ที่พยุงมีขนาด 5 x 5 ซม. เริ่มต้นจากด้านบนของกล่อง ตำแหน่งอยู่ที่ 12.5 ซม. และคอลัมน์ห่างจากด้านข้างประมาณ 2.5 ซม. ในแต่ละกล่องแบ่งเป็น 11 ชั้น ตามความลึก แต่ละชั้นมีเนื้อดินแห้ง 4 กก. บรรจุดินถึง 115 ซม. ความหนาแน่นดินรวมเท่ากับ 1.56 กรัม/ลบ.ซม. ตามค่าวิเคราะห์ของคุณสมบัติดินที่นำมาใช้ในงานทดลอง ติดตั้งระบบน้ำบนกล่องไรโซบ็อกซ์ผ่านสายยาง 6 สาย ที่ระดับความลึก 5, 15, 35, 55, 75 และ 95 ซม. ใต้ผิวดินคลุมทุกด้านของกล่องด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มอุณหภูมิด้วยแสงแดด เตรียมท่อนพันธุ์อ้อย โดยตัดท่อนพันธุ์ให้มีความยาวที่ห่างออกจากตาอ้อยด้านละ 2.5 ซม. บ่มในกระสอบพลาสติกเป็นเวลา 3 วัน เพื่อกระตุ้นให้งอกรากเล็กน้อยซึ่งจะทำให้ต้นกล้าอ้อยที่จะใช้ในการทดลองมีความสม่ำเสมอ จากนั้นนำท่อนพันธุ์อ้อยย้ายปลูกในไรโซบ็อกซ์ โดยวางท่อนพันธุ์ที่ตำแหน่งกลางกล่อง เติมดินกลบท่อนพันธุ์ลึก 5 ซม. โดยปลูกท่อนพันธุ์อ้อย 1 ต้นต่อ 1 กล่องไรโซบ็อกซ์ ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 (อัตรา 1.56 ก./ไรโซบ็อกซ์) รองพื้นก่อนปลูก และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 (อัตรา 1.56 ก./ไรโซบ็อกซ์) ที่อายุ 60 วันหลังปลูก

การให้น้ำและจัดการปริมาณน้ำ

ก่อนปลูกอ้อยให้น้ำในกล่องไรโซบ็อกซ์ที่ระดับความจุสนาม (field capacity; FC) ซึ่งมีความชื้นเท่ากับ 12 % ในทุกระดับความลึกดิน แล้วจึงปลูกอ้อยลงในไรโซบ็อกซ์ จากนั้นให้น้ำที่ระดับผิวดิน โดยคำนวณจากปริมาณความต้องการน้ำของอ้อย (Namwongsa et al., 2019) เป็นระยะเวลา 15 วันหลังปลูก และจำลองการเกิดความแห้งแล้งในช่วงต้นของการเจริญเติบโต (early drought) ในช่วงอายุ 16-75 วันหลังปลูก โดยการค่อยๆ ลดความชื้นดินจากชั้นบน ดังนี้ เมื่ออ้อยอายุ 16 วันหลังย้ายปลูก ให้น้ำเพียงครึ่งหนึ่งตามค่าความต้องการน้ำของอ้อยที่ 3 ระดับ (5, 15 และ 35 ซม.) ต่อมาเมื่ออ้อยอายุ 31 วันหลังปลูก ให้น้ำครึ่งหนึ่งตามค่าความต้องการน้ำของอ้อยที่ 3 ระดับ (55, 75 และ 95 ซม.) และในวันที่ 76 วันหลังปลูก จะจำลองสภาพการได้รับน้ำกลับคืน (recovery) โดยให้น้ำเต็มที่ 6 ระดับ (5, 15, 35, 55, 75 และ 95 ซม.) และเมื่ออ้อยอายุ 77-90 วันหลังปลูก ให้น้ำเต็มที่ 3 ระดับ (5, 15 และ 35 ซม.) ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ให้ตามค่าความต้องการน้ำของอ้อยในแต่ละวัน (Namwongsa et al., 2019) คำนวณตามสูตร ดังนี้

$$ET\ crop = ETo \times K\ c$$

โดย ET_{crop} = ความต้องการน้ำของพืช (มม./วัน)

ET_o = การคายระเหยน้ำ คำนวณโดยวิธี Pan Evaporation method ($ET_o = E_o \times K_p$)

K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย

การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลความชื้นดินโดยใช้ micro-auger ที่อายุ 14 วันหลังปลูก ที่ระดับความลึก 0-15, 15-30 และ 30-45 ซม. ที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก ที่ระดับความลึก 0-15, 15-30, 30-45, 45-60 และ 60-75 ซม. ที่อายุ 90 วันหลังปลูก ที่ระดับความลึก 10, 25, 45, 65, 85 และ 105 ซม. และนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักดินก่อนอบ จากนั้นนำดินไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักดินหลังอบ แล้วนำน้ำหนักดินที่ได้มาคำนวณหาปริมาณความชื้นตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน} = \left[\frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ-น้ำหนักดินหลังอบ}}{\text{น้ำหนักดินหลังอบ}}\right] \times 100$$

ตรวจวัดสถานะของน้ำในใบ (relative water content; RWC) ในช่วงกระทบแล้ง ที่อายุ 60 วันหลังปลูก และในช่วงที่ได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 90 วันหลังปลูก โดยตัดใบที่ 2 ที่แผ่ขยายเต็มที่นับจากใบที่ปรากฏคอใบจากบนลงล่างของลำต้นหลัก ในขนาด 2 x 2 ซม. ที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายใบ ช่วงเวลาในการเก็บ 09.00 - 12.00 น. ของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส แล้วนำตัวอย่างใบมาชั่งน้ำหนักสดก่อนแช่น้ำ (leaf fresh weight) จากนั้นนำใบไปแช่น้ำกลั่น 24 ชม. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำใบมาชั่งน้ำหนักใบหลังแช่น้ำ (leaf saturated weight) จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชม. และนำไปชั่งหาน้ำหนักใบแห้ง (leaf dry weight) แล้วนำมาคำนวณหาค่าสถานะของน้ำในใบตามวิธีของ Barrs and Weatherley (1962) ดังสมการ

$$\text{สถานะของน้ำในใบ (\%)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักสดก่อนแช่น้ำ-น้ำหนักใบแห้ง}}{\text{น้ำหนักสดหลังแช่น้ำ-น้ำหนักใบแห้ง}}\right] \times 100$$

เก็บข้อมูลค่าความเขียวใบ (SPAD chlorophyll meter reading; SCMR) ด้วยเครื่อง SPAD chlorophyll meter (Minolta SPAD-502 meter Tokyo, Japan) ทำการเก็บข้อมูลใบที่ 2 ที่แผ่ขยายเต็มที่ นับจากใบที่ปรากฏคอใบ จากบนลงล่างของลำต้นหลัก ที่ตำแหน่งโคน กลาง และปลายใบ ในช่วงเวลา 09.00 - 12.00 น. ของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ที่อายุ 60 (กระทบแล้ง) และ 90 วันหลังปลูก (หลังจากได้รับน้ำกลับคืน)

เมื่ออ้อยอายุ 90 วันหลังปลูก ตัดส่วนต้นของอ้อย (ส่วนเหนือดินทั้งหมด) ที่บริเวณผิวดิน นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชม.และชั่งน้ำหนักแห้ง ส่วนราก ทำการล้างดินออกจากราก นำไม้ที่พยุงโครงสร้างรากออก จากนั้นนำตัวอย่างรากไปถ่ายภาพโดย CanonEOS5D Mark IV24-70 f2.8 (Canon Ltd, Tokyo, Japan) แสดงให้เห็นรูปแบบการกระจายรากทั้งหมด จากนั้นแบ่งรากออกเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (10 x 10 x 10 ซม.) 11 ชั้นดิน ที่ระยะห่าง 10 ซม. แจกแจงราก โดยความยาวรากชั้นบน (0-30 ซม.) ซึ่งเปรียบเทียบเป็นชั้นดินไถพรวน ความยาวรากชั้นล่าง (30-110 ซม.) นำตัวอย่างรากไปสแกนด้วยเครื่องสแกน Epson Perfection V700 แล้วไปวิเคราะห์หาความยาวราก และความปริมาตรราก ด้วยโปรแกรม WINRHIZO Pro 2004a software (REGENT Instruments Inc., QC, Canada) จากนั้นนำรากไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชม.และชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วนำน้ำหนักส่วนต้นและราก มาคำนวณลักษณะมวลชีวภาพ และสัดส่วนรากต่อต้น จากนั้น คำนวณประสิทธิภาพในการใช้น้ำ (water use efficiency, WUE) เป็นสัดส่วนของน้ำหนักแห้งทั้งหมด (ต้น ใบ และราก) (กรัม) ต่อปริมาณน้ำที่ใช้หนึ่งหน่วยยูนิต (ลิตร) โดยปริมาณน้ำที่ใช้ คำนวณจากผลต่างของปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมดกับปริมาณน้ำที่เหลือในดิน (Ruttanaprasert et al., 2016) ดังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพในการใช้น้ำ (กรัม/ลิตร)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กรัม)}}{\text{ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลิตร)}}\right]$$

ในการคำนวณหาค่า standard error (SE) คำนวณจากการใช้โปรแกรม Excel 2013 และหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะรากและลักษณะสรีระวิทยา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATISTIX 10

ผลการศึกษา

สถานะของน้ำในดิน

จากการตรวจสอบความชื้นในดิน ในช่วงที่ขาดน้ำ ที่อายุ 30 วันหลังปลูก พบว่าความชื้นในดินลดลงเหลือ 6.93% (**Figure 1**) และเมื่อมีการปล่อยให้ขาดน้ำต่อไป ความชื้นในดินลดลงเหลือเพียง 4.29 % ที่อายุ 60 วันหลังปลูก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าในดินมีปริมาณความชื้นที่ต่ำ และปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย ซึ่งส่งผลทำให้อ้อยเกิดการกระทบแล้งในช่วงการเจริญเติบโตในช่วงต้น แต่หลังจากให้น้ำกลับคืน พบว่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นถึงระดับความจุสนาม (11.56%) ที่อายุ 90 วันหลังปลูก ส่งผลทำให้มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอต่อความต้องการของอ้อย

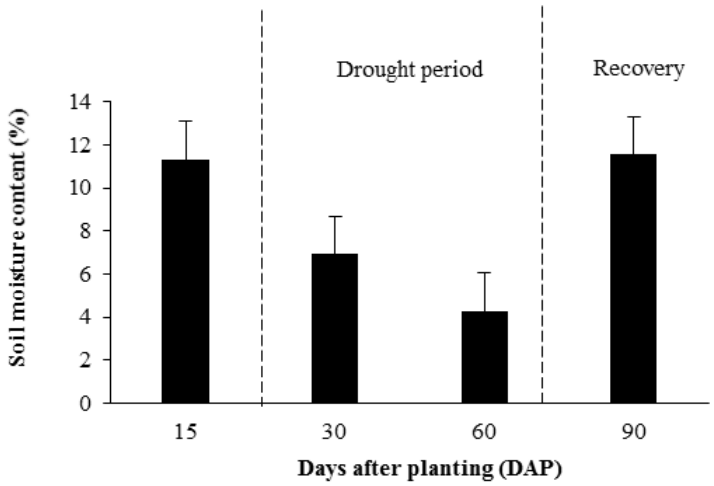


Figure 1 Soil moisture content of 15 sugarcane genotypes grown under rhizoboxes during drought period (30 and 60 DAP) and recovery (90 DAP), vertical bars shown standard error (SE) for difference means

สถานะของน้ำในใบและค่าความเขียวใบ

จากการตรวจสอบสถานะของน้ำในใบของอ้อย พบว่า อ้อยทั้ง 15 พันธุ์มีการตอบสนองของสถานะของน้ำในใบที่แตกต่างกัน (**Figure 2a**) ในช่วงที่ขาดน้ำ ที่อายุ 60 วันหลังปลูก พันธุ์ที่มีค่าสถานะของน้ำในใบสูง ได้แก่ CSB07-199, Kps01-4-29, KK07-599, Kps01-12, TBy30-0484, KKU99-03, LK92-11, KKU99-01 และ KKU99-02 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 74.2 - 97.6% พันธุ์ที่มีค่าสถานะของน้ำในใบปานกลาง ได้แก่ Kps07-17-83, TBy30-0464, KKU99-06, KK3 และ KK07-250 มีค่าอยู่ระหว่าง 66.6 - 70.4% และพันธุ์ที่มีสถานะของน้ำในใบต่ำ ได้แก่ พันธุ์ CSB07-184 มีค่าเท่ากับ 26.5%

ในช่วงที่ได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 90 วันหลังปลูก พบว่าอ้อยทั้ง 15 พันธุ์ มีสถานะของน้ำในใบเพิ่มขึ้น โดยพันธุ์ที่มีสถานะของน้ำในใบเพิ่มขึ้นสูง ได้แก่ พันธุ์ CSB07-184, KK07-250, KK3, KKU99-06, Kps07-17-84 และ TBy30-0464 มีเพิ่มขึ้นค่าระหว่าง 34.3-51.2% เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงที่ขาดน้ำ พันธุ์ที่มีสถานะของน้ำในใบเพิ่มขึ้นปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KKU99-02, KKU99-01, LK92-11 และ KKU99-03 มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 17.2-34.2% และพันธุ์ที่มีสถานะของน้ำในใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ TBy30-0484, KK07-599, Kps01-12, CSB07-199 และ Kps01-4-29 มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.3-17.2%

จากการตรวจสอบค่าความเขียวใบของอ้อย พบว่า อ้อยทั้ง 15 พันธุ์มีการตอบสนองของค่าความเขียวใบที่แตกต่างกัน (**Figure 2b**) ในช่วงที่ขาดน้ำ ที่อายุ 60 วันหลังปลูก พันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบสูง ได้แก่ Kps01-4-29 และ KK07-599 ซึ่งมีค่าความเขียวใบอยู่ระหว่าง 44.05-46.9 พันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบปานกลาง ได้แก่ CSB07-184, KK07-250, TBy30-0464, CSB07-199, LK92-11, KKU99-06, TBy30-0484, KKU99-02 และ Kps01-12 มีค่าความเขียวใบอยู่ระหว่าง 38.5-41.25 และพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบต่ำ ได้แก่ พันธุ์ Kps07-17-83, KKU99-01, KKU99-03 และ KK3 มีค่าความเขียวใบอยู่ระหว่าง 34.1-38.3

เมื่ออ้อยที่ได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 90 วันหลังปลูก พบว่าอ้อยทั้ง 15 พันธุ์ มีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น โดยพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นสูง ได้แก่ พันธุ์ KK3, Kps07-17-83, KKU99-02 และ LK92-11 มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 22.2-32.0% เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงที่ขาดน้ำ พันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงที่ขาดน้ำ ได้แก่ พันธุ์ KKU99-01, TBy30-0484, KKU99-03, KKU99-06, LK92-11, KKU99-02, KK07-250, Kps01-12, CSB07-199, CSB07-184, KK3, TBy30-0464 และ Kps07-17-83 มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 12.1-22.1% และพันธุ์ที่มีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ KK07-599 และ Kps01-4-29 มีค่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 2.0-12.0%

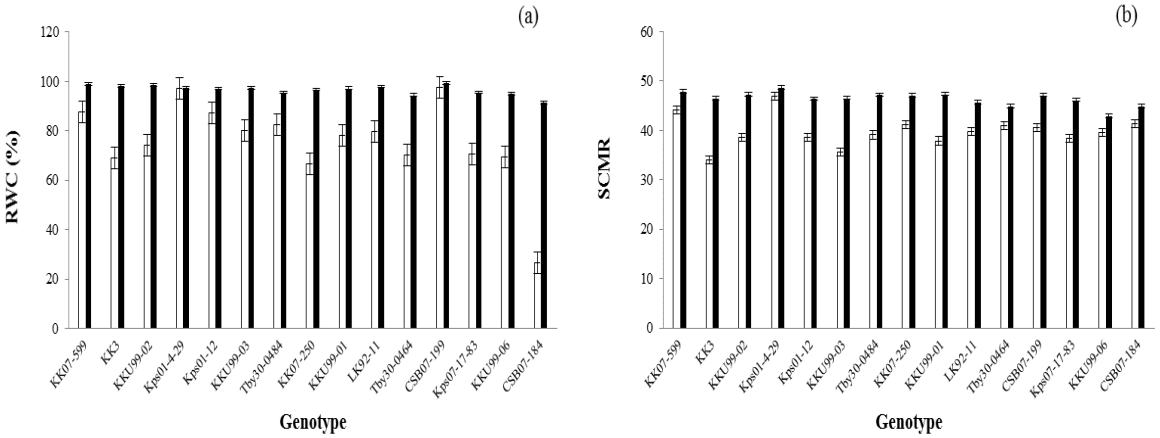


Figure 2 Relative water content (RWC) (a) and SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) (b) of 15 sugarcane genotypes grown in a rhizobox at 60 (drought) and 90 DAP (recovery), vertical bars shown standard error (SE) for difference means

รูปแบบการกระจายตัวของราก

จากการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของราก ที่อายุ 90 วันหลังปลูก โดยแบ่งตามชั้นความลึกของดินออกเป็น 2 ชั้น คือดินระดับชั้นบน (0-30 ซม.) และดินระดับชั้นล่าง (ต่ำกว่า 30 ซม.) พบว่า ทุกพันธุ์มีรากฝอย (superficial root) อยู่ในดินชั้นบน (**Figure 3**) และส่วนใหญ่มีการหยั่งรากลงไปดินชั้นล่าง อย่างไรก็ตาม พบว่า พันธุ์ CSB07-184, KK07-250, KKU99-01, KKU99-02, KKU99-03 และ KKU99-06 มีการหยั่งรากลงไปดินชั้นล่างจำนวนน้อย ในขณะที่พันธุ์ CSB07-199, KK07-599, KKU99-02, KKU99-03, TBy30-0484, Kps01-4-29, Kps01-12, KK3 และ LK92-11 มีการสร้างรากใหม่ (รากสีขาว) จำนวนมาก ในสภาพที่ได้รับน้ำกลับคืน

การตอบสนองของลักษณะรากของอ้อยทั้ง 15 พันธุ์ ภายใต้สภาพการขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโตและได้รับน้ำกลับคืน สามารถจัดกลุ่มตามความยาวรากได้เป็น 5 กลุ่ม (**Figure 4**) ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณรากในดินชั้นบนและชั้นล่างน้อย ได้แก่ พันธุ์ KKU99-01, KKU99-02, KKU99-06, KK07-250 และ CSB07-184 กลุ่มที่ 2 กลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณรากในดินชั้นบนน้อยและชั้นล่างปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KK3, TBy30-0464, TBy30-0484, KKU99-03 และ CSB07-199 กลุ่มที่ 3 กลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณรากในดินชั้นบนน้อยและชั้นล่างมาก คือ พันธุ์ KK07-599 กลุ่มที่ 4 กลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณรากในดินชั้นบนและชั้นล่างปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ Kps01-12 และกลุ่มที่ 5 กลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณรากในดินชั้นบนปานกลางและชั้นล่างมาก ได้แก่ พันธุ์ Kps01-4-29, Kps07-17-83 และ LK92-11

Figure 3 Image of root distribution patterns of 15 sugarcane genotypes grown under drought period and recovery period at 90 DAP using rhizoboxes

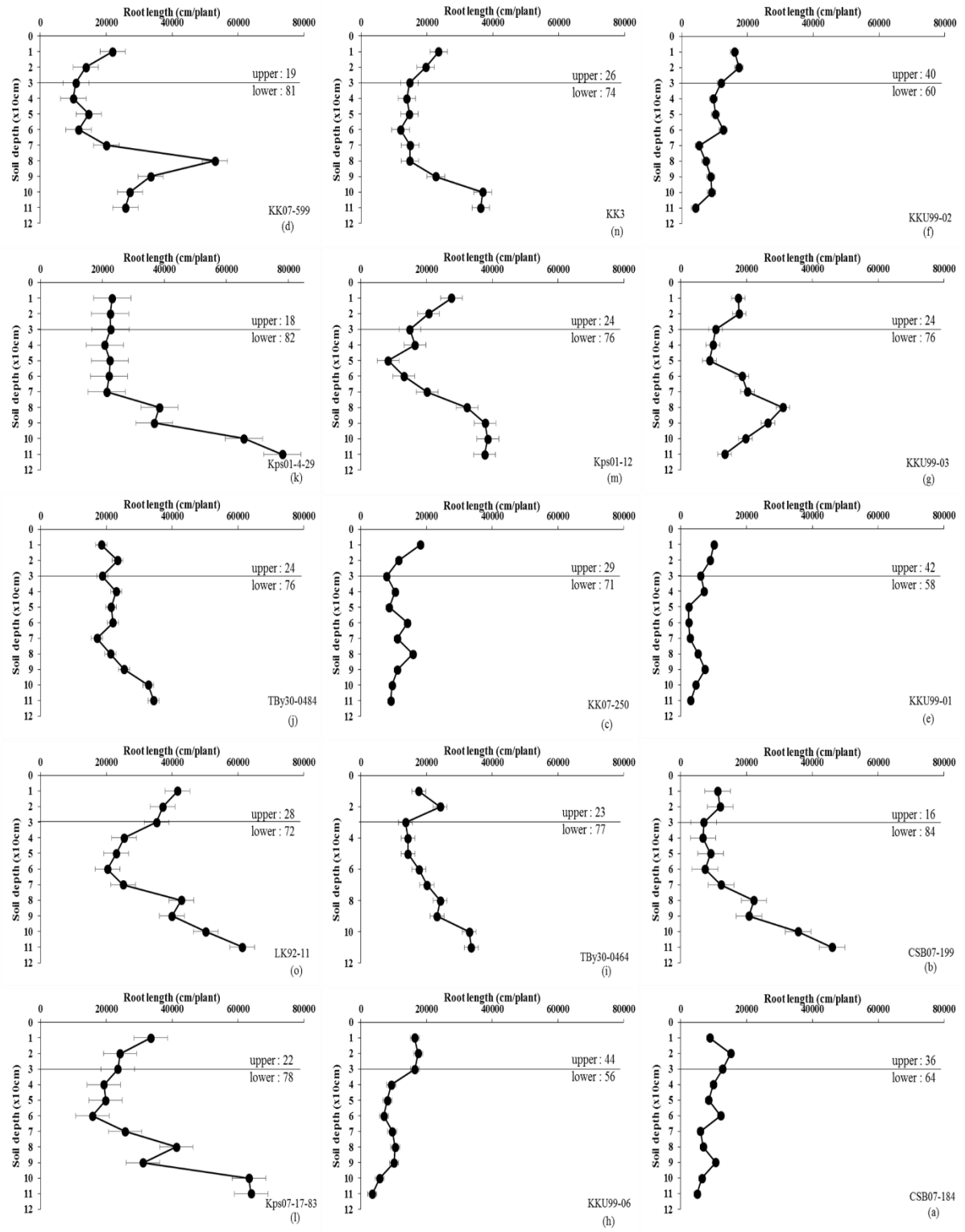


Figure 4 Root length distribution of 15 sugarcane genotypes grown under drought period and recovery period in rhizoboxes of 12 layers (10 cm. interval), and separated by percentage for two soil layers defined previously as upper (0-30 cm. of soil depth) and lower (30-120 cm. of soil depth) at 90 DAP, vertical bars shown standard error (SE) for difference means

ความยาวรากและปริมาตรราก

จากการศึกษาลักษณะความยาวรากและปริมาตรรากของอ้อย ภายใต้สภาพขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโตและเมื่อได้รับน้ำกลับคืน พบว่า พันธุ์ที่มีความยาวรากที่สูง ได้แก่ พันธุ์ LK92-11, Kps01-4-29 และ Kps07-17-83 มีความยาวรากอยู่ระหว่าง 340,965 - 373,951 ซม. (**Figure 5a**) พันธุ์ที่มีความยาวรากปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KpS01-12, TBy30-0484, KK07-599, TBy30-0464, KK3, KKU99-03 และ CSB07-199 มีความยาวรากอยู่ระหว่าง 190,785 -267,901 ซม. และพันธุ์ที่มีความยาวรากต่ำ ได้แก่ พันธุ์ KK07-250, KKU99-06, KKU99-02, CSB07-184 และ KKU99-01 มีความยาวรากต่ำกว่า 190,785 ซม. ส่วนพันธุ์ที่มีปริมาตรรากที่สูง ได้แก่ พันธุ์ LK92-11, KK07-599, Kps01-12, Kps07-17-83 และ Kps01-4-29 มีปริมาตรรากอยู่ระหว่าง 169 - 229 ลบ.ซม. (**Figure 5b**) พันธุ์ที่มีปริมาตรรากปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KKU99-03, CSB07-199, KK3, TBy30-0484, TBy30-0464 และ KK07-250 มีปริมาตรรากอยู่ระหว่าง 103- 163 ลบ.ซม. และพันธุ์ที่มีปริมาตรรากต่ำ ได้แก่ พันธุ์, KKU99-02, CSB07-184, KKU99-06 และ KKU99-01 มีปริมาตรรากต่ำกว่า 103 ลบ.ซม.

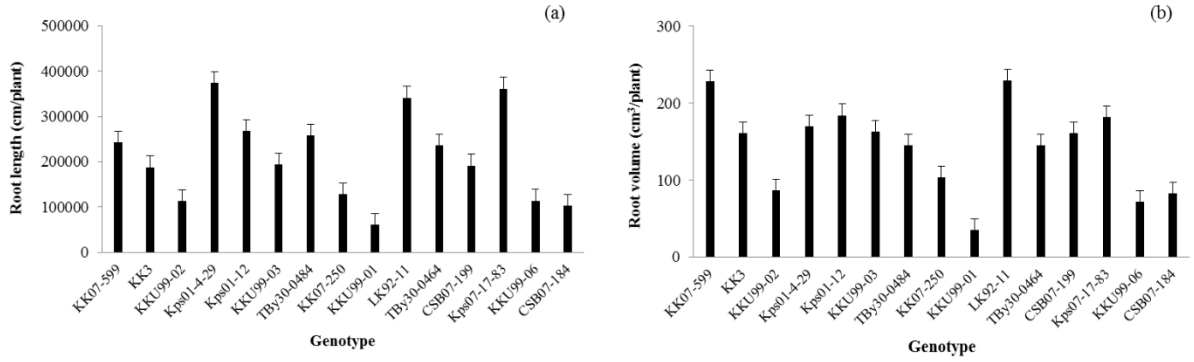


Figure 5 Root length (a) and root volume (b) of 15 sugarcane genotypes grown in a rhizobox at 90 DAP, vertical bars shown standard error (SE) for difference means

น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และสัดส่วนรากต่อต้น

การศึกษาการตอบสนองของน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งของราก และสัดส่วนรากต่อต้น ของอ้อย ภายใต้สภาพขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโตและเมื่อได้รับน้ำกลับคืน พบว่า น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และสัดส่วนรากต่อต้นของอ้อยทั้ง 15 พันธุ์ มีความแตกต่างกัน โดยพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งต้นที่สูง ได้แก่ พันธุ์ Kps01-12, Kps07-17-83, Kps01-4-29, KK07-599, LK92-11, TBy30-0484, CSB07-199 และ KK3 มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 104.2 – 130.8 กรัม/ต้น (**Figure 6a**) พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งต้นปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ TBy30-0464, KKU99-03 และ KK07-250 มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 82.5 - 96.5 กรัม/ต้น และพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งต้นต่ำ ได้แก่ พันธุ์ CSB07-184, KKU99-06, KKU99-02 และ KKU99-01 มีน้ำหนักต่ำกว่า 82.5 กรัม/ต้น สำหรับการตอบสนองในลักษณะน้ำหนักแห้งราก พบว่าพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรากที่สูง ได้แก่ พันธุ์ LK92-11, TBy30-0464, KpS01-4-29 และ KK3 มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 41.5 - 56.6 กรัม/ต้น (**Figure 6b**) พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรากปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KK07-599, Kps07-17-83, CSB07-199, Kps01-12, TBy30-0484 และ KKU99-03 มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 26.2 – 38.8 กรัม/ต้น และพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรากต่ำ ได้แก่ พันธุ์ KK07-250, KKU99-02, CSB07-184, KKU99-06 และ KKU99-01 มีน้ำหนักต่ำกว่า 26.2 กรัม/ต้น ส่วนการตอบสนองของลักษณะสัดส่วนรากต่อต้น พบว่า พันธุ์ที่มีสัดส่วนรากต่อต้นที่สูง ได้แก่ พันธุ์ TBy30-0464 และ LK92-11 มีสัดส่วนรากต่อต้นอยู่ระหว่าง 0.50–0.53 (**Figure 6c**) พันธุ์ที่มีสัดส่วนรากต่อต้นปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KK3, Kps01-4-29, KK07-599, CSB07-199 และ KKU99-02 มีสัดส่วนรากต่อต้นอยู่ระหว่าง 0.33-0.40 และพันธุ์ที่มีสัดส่วนรากต่อต้นต่ำ ได้แก่ พันธุ์ TBy30-0484, Kps07-17-83, KKU99-03, KK07-250, KKU99-06, Kps01-12, KKU99-01 และ CSB07-184 มีสัดส่วนรากต่อต้นต่ำกว่า 0.33

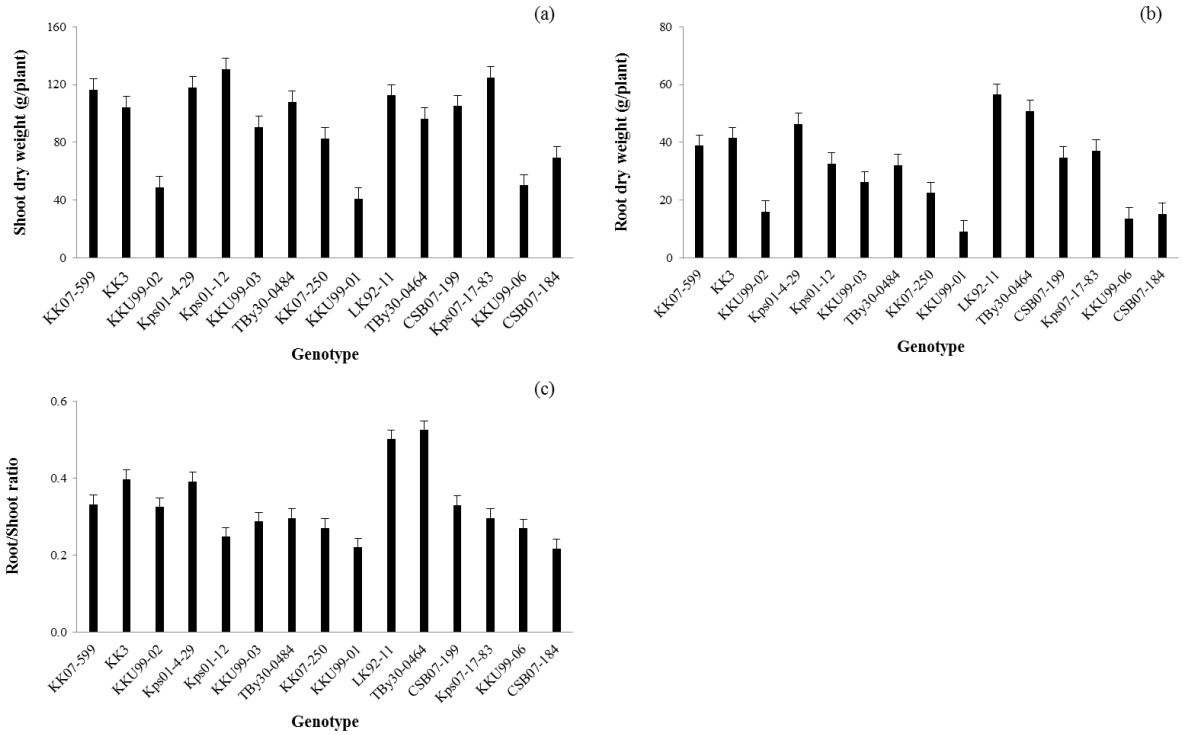


Figure 6 Shoot dry weight (a), root dry weight (b) and root: shoot ratio (c) of 15 sugarcane genotypes grown in a rhizobox at 90 DAP, vertical bars shown standard error (SE) for difference means

มวลชีวภาพและประสิทธิภาพการใช้น้ำ

จากการศึกษาลักษณะมวลชีวภาพ และประสิทธิภาพการใช้น้ำของอ้อย ภายใต้สภาพขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโตและเมื่อได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 90 วันหลังปลูก พบว่า พันธุ์ที่มีมวลชีวภาพที่สูง ได้แก่ พันธุ์ LK92-11, Kps01-4-29, Kps01-12, Kps07-17-83, KK07-599 TBy30-0464, KK3, TBy30-0484 และ CSB07-199 มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 139.8 - 169.2 กรัม/ต้น (**Figure 7a**) พันธุ์ที่มีมวลชีวภาพปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KKU99-03 และ KK07-250 มีน้ำหนักอยู่ 105.0 - 116.7 กรัม/ต้น และพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพต่ำ ได้แก่ พันธุ์ CSB07-184, KKU99-02, KKU99-06 และ KKU99-01 มีน้ำหนักอยู่ต่ำกว่า 105.0 กรัม/ต้น ส่วนพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ได้แก่ พันธุ์ LK92-11, Kps01-4-29, Kps01-12, Kps07-17-83, KK07-599, TBy30-0464, KK3, TBy30-0484 และ CSB07-199 มีค่าอยู่ระหว่าง 5.0 - 6.1 กรัม/ลิตร (**Figure 7b**) พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ KKU99-03 และ KK07-250 มีค่าอยู่ระหว่าง 4.2 – 3.8 กรัม/ลิตร และพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำ ได้แก่ พันธุ์ CSB07-184, KKU99-02, KKU99-06 และ KKU99-01 มีค่าต่ำกว่า 3.8 กรัม/ลิตร

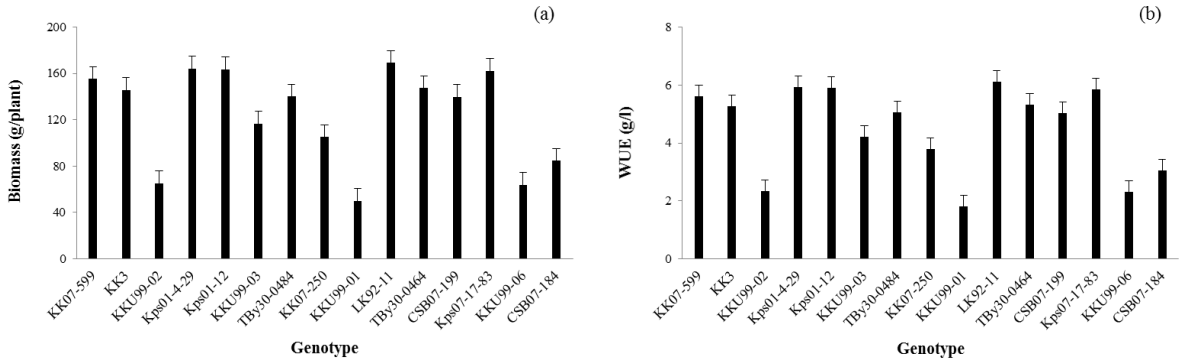


Figure 7 Biomass (a) and water use efficiency (WUE) (b) of 1 5 sugarcane genotypes grown in a rhizobox at 90 DAP, vertical bars shown standard error (SE) for difference means

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะรากกับมวลชีวภาพ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และลักษณะทางสรีรวิทยาของอ้อย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความยาวรากกับมวลชีวภาพ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และลักษณะทางสรีรวิทยา ภายใต้สภาพขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโตและได้รับน้ำกลับคืน (**Figure 8**) พบว่า ความยาวราก มีความสัมพันธ์สูงในทิศทางบวกกับมวลชีวภาพ และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (r=0.90 และ r=0.90; p≤ 0.01 ตามลำดับ) นอกจากนี้พบว่าพันธุ์ที่มีความยาวรากสูง ยังมีสถานะของน้ำในใบ และค่าความเขียวใบ ในช่วงกระทบแล้ง (60 วันหลังปลูก) และได้รับน้ำกลับคืน (90 วันหลังปลูก) ที่สูง คือ พันธุ์ Kps01-4-29 และ KK07-599

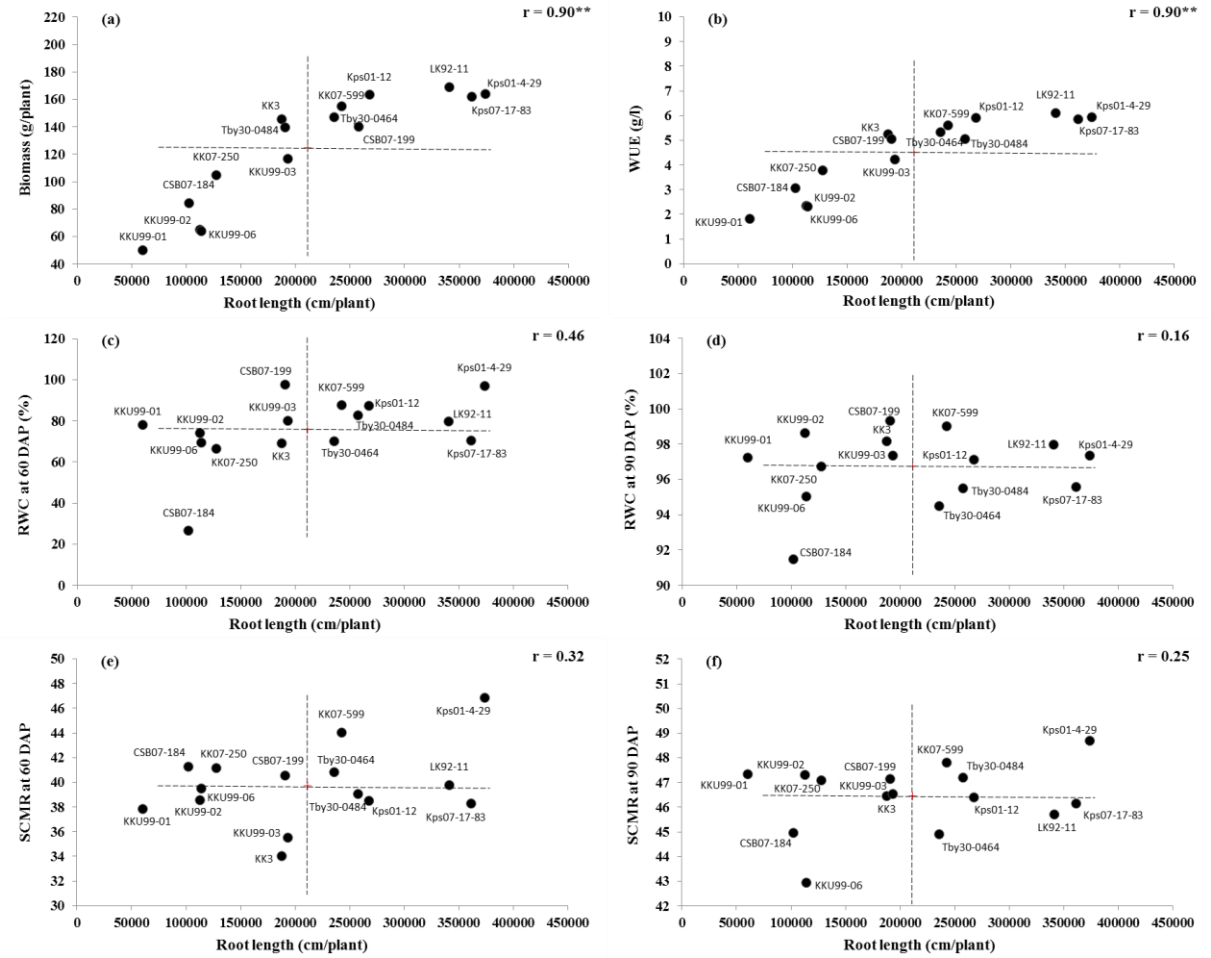


Figure 8 Relationship between root length and biomass (a), water use efficiency (WUE) (b) at 90 DAP and physiological traits (relative, water content (RWC) (c), (d) and SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) (e), (f)) at 60 and 90 DAP in rhizobox conditions

วิจารณ์ผลการทดลอง

รูปแบบการกระจายของรากพืช จะขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน และปริมาณธาตุอาหารในดินที่มีอยู่ในขณะนั้น (Yu et al., 2007) ซึ่งถ้าหากความเป็นประโยชน์ของน้ำในชั้นดินมีการเปลี่ยนแปลง รูปแบบการกระจายของรากพืชอาจจะมีการตอบสนองที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์พืชด้วย โดยในสภาพที่มีน้ำอย่างเพียงพอ ความหนาแน่นและการกระจายตัวของรากอ้อย ส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในดินชั้นบน (ศรัญญา และคณะ, 2562) ในขณะที่ในสภาพที่เกิดการขาดน้ำ มีผลทำให้รูปแบบการกระจายตัวของรากเปลี่ยนแปลงไป ในงานทดลองนี้ที่ชี้ว่า ในสภาพที่อ้อยเกิดการกระทบแล้งและได้น้ำกลับคืน อ้อยมีรูปแบบการกระจายตัวของรากอยู่ในดินชั้นล่างมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบว่าในสภาพที่เกิดการขาดน้ำและได้รับนำกลับคืน รากอ้อยมีปริมาตรรากและการหยั่งลึกลงไปในดินชั้นล่างเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบ

กับสภาพที่รับน้ำปกติมาตลอด (Namwongsa et al., 2019) เช่นเดียวการศึกษาในสภาพแปลงของ Set-Tow et al. (2020) ที่รายงานว่า ในสภาพการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน มีช่วงที่อ้อยกระทบแล้งและรับได้รับน้ำกลับหลังจากฝนตก อ้อยจะมีความหนาแน่นรากมากในดินชั้นล่าง ทั้งเนื่องจากในช่วงที่เกิดการขาดน้ำ ทำให้ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินชั้นบนลดลง ส่งผลทำให้พืชมีการปรับตัว โดยการหยั่งรากลึกลงในดินชั้นล่าง เพื่อหาน้ำและธาตุอาหารในดินขึ้นมาใช้ในการสร้างอาหาร เพื่อให้อ้อยมีเจริญเติบโตและมีชีวิตอยู่ได้ ภายใต้สภาพที่มีน้ำอยู่อย่างจำกัด ชี้ให้เห็นว่าการที่รากมีการหยั่งลึกลงไปในดินชั้นล่างหรือปริมาตรรากที่สูง ช่วยเพิ่มโอกาสในการดึงธาตุอาหารและการดูดซึมน้ำเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น พันธุ์อ้อยที่มีการปรับตัวของรากในลักษณะที่มีปริมาตรรากและความยาวรากในดินชั้นบนและชั้นล่างมาก อาจจะเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพใช้เป็นพันธุ์ทนแล้งได้ เนื่องจากในสภาพที่ขาดน้ำ รากพืชมีความสามารถในการหาได้ดี โดยการหยั่งรากลึก ในขณะที่เมื่อได้รับน้ำกลับคืน รากพืชยังคงมีประสิทธิภาพในการดูดน้ำได้สูง เนื่องจากมีการกระจายตัวของรากในดินชั้นบนสูง ส่งผลทำให้พืชมีการสร้างอาหารได้ดี และส่งผลทำให้พืชยังคงมีการเจริญเติบโตที่ดี จากการศึกษานี้ ได้ระบุว่า อ้อยพันธุ์ Kps01-4-29, Kps07-17-83 และ LK92-11 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะการตอบสนองของรากดังที่กล่าวมา สอดคล้องกับงานทดลองของ Khonghintaisong et al. (2018) ที่ชี้ให้เห็นว่า อ้อยพันธุ์ LK92-11 เป็นพันธุ์ที่มีกลกลไกการหลีกเลี่ยงความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นหนึ่งในกลไกที่สำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของการปลูกอ้อยในระบบการปลูกข้ามแล้ง

อีกทั้งจากการศึกษานี้ ได้ระบุว่า อ้อยพันธุ์ Kps01-4-29 และ KK07-599 เป็นพันธุ์ที่ความยาวรากสูง และมีความสามารถในการรักษาสถานะของน้ำในใบที่สูงในช่วงกระทบแล้ง และช่วงได้รับน้ำกลับคืน โดยจะมีการปรับตัวด้วยการลดการเปิดปากใบ เพื่อป้องการสูญเสียน้ำในต้น จึงทำให้มีค่าการเปิดปากใบต่ำ ซึ่งการปรับตัวดังกล่าวสามารถบ่งบอกถึงความทนต่อความแห้งแล้ง (Songsri et al., 2019) นอกจากนี้ ยังมีค่าความเขียวใบ และประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Silva et al. (2012) ที่รายงานว่าความเขียวเข้มของสีใบเป็นลักษณะที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อทนแล้ง อีกทั้งการที่อ้อยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่สูง จะบ่งบอกถึงความสามารถในการนำน้ำที่มีไปใช้ในการสร้างอาหารได้ดี จึงทำให้มีน้ำหนักแห้งต้นและมวลชีวภาพสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Jangpromma et al. (2012) ที่รายงานว่า พันธุ์ที่มีประสิทธิ ภาพในการใช้น้ำสูง จะส่งผลให้รักษามวลชีวภาพไว้ได้สูง ภายใต้สภาพขาดน้ำ ซึ่งในพันธุ์ทนแล้งจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่สูง ส่งผลให้สามารถรักษาศักยภาพในการให้มวลชีวภาพไว้ได้สูง ภายใต้สภาพขาดน้ำได้ (Olivier and Singels, 2003)

ดังนั้นการที่อ้อยจะสามารถอยู่รอดได้ ภายใต้สภาพการปลูกอ้อยข้ามแล้ง จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการหาน้ำและรักษาน้ำไว้ในต้นได้ดี อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงและมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำที่สูง ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมให้อ้อย ยังคงมีการเจริญเติบโตที่ดี ในสภาพการปลูกอ้อยข้ามแล้ง

สรุป

รูปแบบการกระจายตัวของรากในอ้อยแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มตามความยาวราก โดยกลุ่มพันธุ์ที่มีรากกระจายตัวในดินชั้นบนและชั้นล่างมาก มีปริมาตรราก และสัดส่วนรากต่อต้นอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ได้แก่ พันธุ์ Kps01-4-29, Kps07-17-83 และ LK92-11 และกลุ่มพันธุ์เหล่านี้ ยังมีความสามารถในการรักษาระดับสถานะของน้ำในใบและค่าความเขียวใบไว้ได้สูง ทั้งในช่วงที่ขาดน้ำและได้รับน้ำกลับคืน ทำให้มีมวลชีวภาพและประสิทธิภาพของการใช้น้ำสูง นอกจากนี้จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า พันธุ์อ้อยที่มีความยาวรากที่เพิ่มขึ้นจะทำสามารถรักษาระดับของสถานะของน้ำในใบ และค่าความเขียวใบของอ้อยที่สูงไว้ได้ ซึ่งข้อมูลจากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ต้านทานต่อความแห้งแล้งและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระบบการปลูกอ้อยข้ามแล้งได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ศรัญญา ชุมภู, พัชริน ส่งศรี และ นันทวุฒิ จงรั้งกลาง. 2562. การประเมินรูปแบบการกระจายตัวของรากและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของอ้อย 15 สายพันธุ์โดยใช้วิธีไรโซบ็อกซ์. แก่นเกษตร. 47: 1127-1138.

Barrs, H.D., and P.E. Weatherley. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Sciences. 15: 413-428.

Basu, S., V. Ramegowda, A. Kumar, and A. Pereira. 2016. Plant adaptation to drought stress. F1000 Research. 5.

Dinh, H.T., K. Watanable, H. Takaragawa, and Y. Kawamitsu. 2017. Effects of drought stress at early growth stage on response of sugarcane to different nitrogen application. Sugar Tech. 20: 420-430.

Gentile, A., L.I. Dias, R.S. Mattos, T.H. Ferreira, and M. Menossi. 2015. MicroRNAs and drought responses in sugarcane. Frontiers in Plant Science. 6: 1-13.

Jangpromma, N., P. Songsri, S. Thammasirirak, and P. Jaisil. 2010. Rapid assessment of chlorophyll content in sugarcane using a SPAD chlorophyll meter across different water stress conditions. Asian Journal of Plant Sciences. 9: 368-374.

Khonghintaisong, J., P. Songsri. B. Toomsan, and N. Jongrungklang. 2018. Rooting and physiological trait responses to early drought stress of sugarcane cultivars. Sugar Tech. 20: 396-406.

Namwongsa, J., N. Jongrungklang, and P. Songsri. 2019. Genotypic variation in root distribution changes and physiological responses of sugarcane induced by drought stress. SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 51: 470-493.

Olivier, F., and A. Singels. 2003. Water use efficiency of irrigated sugarcane as affected by row spacing and variety. South African Sugarcane Research Institute. 77: 347-351.

Otto, R., P.C.O. Trivelin, H.C.J. Franco, C.E. Faroni, and A.C. Vitti. 2009. Root system distribution of sugar cane as related to nitrogen fertilization, evaluated by two methods: monolith and probes. The Revista Brasileira de Ciência do Solo. 33: 601-611.

Ruttanaprasert, R., S. Jogloy, N. Vorasoot, T. Kesmala, R.S. Kanwar, C.C. Holbrook, and A. Patanothai. 2016. Effects of water stress on total biomass, tuber yield, harvest index and water use efficiency in Jerusalem artichoke. Agricultural Water Management. 166: 130-138.

Set-Tow, S., P. Songsri, and N. Jongrungklang. 2020. Variations in root distribution patterns and cane yield of 16 elite sugarcane clones grown under varied soil conditions. Sugar Tech. 22: 1018-1031.

Silva, P.P., L. Soares, J.G. Costa, V.L. Silva, J.C.F. Andrade, E.R. Gonçalves, J.M. Dos Santos, and G. de Veri´ssimo. 2012. Path analysis for selection of drought tolerant sugarcane genotypes through physiological components. Industrial Crops and Products. 37: 11–19.

Songsri, P., J. Nata, N. Bootprom, and N. Jongrungklang. 2019. Evaluation of sugarcane elite clones through physiological responses and yield related traits under early rainfed drought stress conditions. SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 51: 373-389.

Wasaya, A., X. Zhang, Q. Fang, and Z. Yan. 2018. Root phenotyping for drought tolerance: a review. Journal of Agronomy and Crop Science. 8: 241.

Yu, G.R., J. Zhuang, J. Nakayama, and Y. Jin. 2007. Root water uptake and profile soil water as affectedby vertical root distribution. Journal of Plant Ecology. 189: 15-30.