

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตและความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขังของสายพันธุ์อ้อย

Association between growth traits and flooding tolerance of sugarcane genotypes

นงลักษณ์ เทียนเสรี¹, พิชชาทร ไมตรีมิตร¹, คัทลียา ฉัตรเที่ยง¹, ปฏิวดี สุขกุล¹, อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข² และ อนรรักษ์ อรัญญาภา^{1*}

Nongluk Teinseree¹, Pitchatorn Maitreemitr¹, Cattleya Chutteang¹, Patiwat Sookgul¹, Udomsak duanmeesuk² and Anuruck Arunyanark^{1*}

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

² ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี กรมวิชาการเกษตร อ. อุทอง จ. สุพรรณบุรี 72160

² Suphanburi field crop research center, Department of Agriculture, Uthong, Suphanburi Province 72160

บทคัดย่อ: ลักษณะการเจริญเติบโตบางลักษณะในสภาวะที่ถูกน้ำท่วมขังอาจสามารถใช้ในการคัดเลือกเพื่อความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขังของสายพันธุ์อ้อย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำท่วมขังในระยะแตกกอต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อน้ำท่วมขังกับลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อย โดยปลูกทดสอบอ้อย 5 สายพันธุ์ เปรียบเทียบระหว่างสภาวะปรกติและสภาวะถูกน้ำท่วมขังในระยะการแตกกอ เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยภายหลังจากถูกน้ำท่วมขัง พบว่าน้ำท่วมขังทำให้จำนวนหน่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยลดลง แต่ไม่พบผลกระทบต่อความสูงต้นและจำนวนข้อ ความทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์อ้อย โดยสายพันธุ์ KPS 01-4-29 มีความทนทานต่อน้ำท่วมขังสูงที่สุด เนื่องจากมีน้ำหนักแห้งรวมภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังและดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขังสูงที่สุด นอกจากนี้ น้ำหนักแห้งรวมของอ้อยมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับจำนวนหน่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบของอ้อย ($r = 0.54^*$ ถึง 0.92^{**}) และดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับดัชนีความทนทานของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ ($r = 0.52^*$ ถึง 0.86^{**}) ดังนั้นลักษณะเหล่านี้จึงสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่มีความทนทานต่อน้ำท่วมขังในระยะแตกกอ

คำสำคัญ: อ้อย; ระยะแตกกอ; ความเครียดจากการถูกน้ำท่วมขัง; ดัชนีความทนทาน; น้ำหนักแห้งรวม

ABSTRACT: Some growth traits during flooding might be a promising criterion for selection for flooding tolerance in sugarcane. The objectives of this study were to evaluate the effect of flooding in tillering stage on growth and investigate the relationships between flooding tolerance and growth traits of sugarcane. Five sugarcane genotypes were examined for comparison between control and flooding condition in tillering stage. Data were collected on growth traits and total dry weight after prolonged flooding. Flooding reduced number of tillers, stalk diameter, number of leaves, leaf area and total dry weight. However, there were no flooding effect to stalk height and number of nodes. Genotype differences were observed for flooding tolerance. KPS 01-4-29 showed the highest of flooding tolerance because it had the highest of total dry weight under flooding condition and flooding tolerance index. The correlation coefficients between total dry weight and number of tillers, stalk diameter, stalk height, number of

* Corresponding author: agrara@ku.ac.th

nodes, number of leaves and leaf area were positive and significant ($r = 0.54^*$ to 0.92^{**}). Moreover, tolerance index of total dry weight was also correlated positively with tolerance index of stalk diameter, stalk height, number of nodes, number of leaves and leaf area ($r = 0.52^*$ to 0.86^{**}). Therefore, these traits could be used as selection criteria in selecting genotypes for flooding tolerance in sugarcane.

Keywords: sugarcane; tillering stage; flooding stress; tolerance index; total dry weight

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญของประเทศไทย โดยอ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล ซึ่งนอกจากใช้เพื่อบริโภคภายในประเทศแล้วยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 12 ล้านไร่ ส่วนใหญ่อยู่บริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2562) และพื้นที่ปลูกอ้อยของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีเนื่องจากการผลักดันนโยบายการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม และการปลูกพืชให้เหมาะสมกับพื้นที่ของรัฐบาลไทย ซึ่งส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวเปลี่ยนมาปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนมากขึ้นโดยเฉพาะอ้อย ทำให้มีการปลูกอ้อยมากขึ้นในพื้นที่ลุ่มที่เคยเป็นนาข้าว ดังนั้น เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน การปลูกอ้อยในพื้นที่ราบต่ำและพื้นที่ลุ่มจึงยังมีโอกาสสูงที่จะเกิดสภาวะความเครียดจากน้ำท่วมขัง ทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาล (Jaiphong et al., 2017; จิราพร และคณะ, 2557)

น้ำท่วมขังเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในพื้นที่ทำการเกษตรทั่วโลก และกำลังกลายเป็นปัญหาที่สำคัญของการปลูกอ้อยในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นซึ่งมักประสบกับความแปรปรวนของสภาพฟ้าอากาศและได้รับอิทธิพลของร่องมรสุมที่พัดผ่านทำให้มักเกิดอุทกภัยในหลายพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริเวณพื้นที่ราบต่ำและพื้นที่ลุ่มการเกษตร โดยเฉพาะบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นบริเวณปลูกอ้อยที่สำคัญของประเทศ ส่งผลให้บริเวณที่มีปัญหาน้ำท่วมขังในประเทศไทยหลายพื้นที่เป็นบริเวณเดียวกับพื้นที่ปลูกอ้อย (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2561) ซึ่งอ้อยเป็นพืชที่ปลูกแล้วจะเจริญเติบโตในพื้นที่ตลอดทั้งปี ถ้าบางช่วงของปีเกิดน้ำท่วมขังจะส่งผลกระทบต่อศักยภาพของการผลิตอ้อย (Gomathi et al., 2015) นอกจากนี้ เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในพื้นที่ลุ่มและเขตชลประทานมักนิยมปลูกอ้อยในช่วงก่อนฤดูฝนจนถึงต้นฤดูฝนโดยจะเริ่มปลูกอ้อยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2552) ดังนั้น เมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม การปลูกอ้อยในพื้นที่ราบต่ำและพื้นที่ลุ่มจึงยังมีโอกาสสูงที่จะประสบปัญหาน้ำท่วมขังในช่วงต้นของการเจริญเติบโตในขณะที่อ้อยกำลังอยู่ในระยะแตกกอ (tillering stage) จึงอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตรวมถึงอาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตของอ้อยในช่วงท้ายของการเพาะปลูก (Glaz and Lingle, 2012)

ระดับความเสียหายของอ้อยที่เกิดจากน้ำท่วมขังขึ้นกับสภาพแวดล้อม ระยะการเจริญเติบโตของอ้อย ความสูงของระดับน้ำ และช่วงเวลาที่ถูกน้ำท่วมขัง รวมถึงขึ้นอยู่กับความทนทานต่อน้ำท่วมขังของสายพันธุ์อ้อย (Sanghera and Jamwal, 2019; Gomathi et al., 2015) การปลูกอ้อยพันธุ์ทนทานต่อน้ำท่วมขังสามารถแก้ปัญหาลักษณะของน้ำท่วมขังต่อการผลิตอ้อยที่มีประสิทธิภาพ แต่ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของน้ำท่วมขังต่อสายพันธุ์อ้อยที่มีการปลูกหรือที่มีการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทยน้อยมาก นอกจากนี้ อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังในระยะแตกกอ ถึงแม้ว่าน้ำท่วมขังจะมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของอ้อย แต่อ้อยยังมีเวลาที่สามารถฟื้นตัวได้ก่อนที่จะเจริญเติบโตจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งความสามารถในการฟื้นตัวจากน้ำท่วมขังและความทนทานต่อน้ำท่วมขังอาจมีความแตกต่างกันในอ้อยแต่ละสายพันธุ์ (Jain et al, 2017) การปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ทนทานต่อน้ำท่วมขังยังต้องการข้อมูลของลักษณะที่จะใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อน้ำท่วมขังกับลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อยจะทำให้ได้ลักษณะที่สามารถใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยให้ทนทานต่อน้ำท่วมขังได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

น้ำท่วมขังในระยะแตกกออาจส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของอ้อยที่แตกต่างกันในอ้อยแต่ละสายพันธุ์ การประเมินความทนทานของสายพันธุ์อ้อยจึงจำเป็นต้องการปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ทนทานต่อน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ การหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตกับความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังของอ้อยจะทำให้สามารถใช้เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่ทนทานต่อน้ำท่วมขัง ในปัจจุบันประเทศไทยยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของสภาวะน้ำท่วมขังต่อสายพันธุ์อ้อยและการศึกษาด้านการ

ปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขัง น้อยมาก การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำท่วมขังในระยะแตกกอต่อการเจริญเติบโตและความสามารถในการฟื้นตัวจากน้ำท่วมขังของสายพันธุ์อ้อย ประเมินความทนทานต่อน้ำท่วมขังในอ้อยสายพันธุ์ต่างๆ และประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อน้ำท่วมขังกับลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อย

วิธีการศึกษา

ทดสอบสายพันธุ์อ้อยด้วยสภาพการปลูกในกระถางที่แปลงวิจัยภาควิชาพืชไร่ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในช่วงเดือนมิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2561 ด้วยแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ทดสอบ 2 ปัจจัย โดยปัจจัย A คือ เปรียบเทียบระหว่างสภาวะปกติและสภาวะที่อ้อยถูกน้ำท่วมขังในระยะการแตกกอ และปัจจัย B คือ ทดสอบสายพันธุ์อ้อย จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ อู่ทอง 12 (UT12), อู่ทอง 15 (UT15), อู่ทอง 17 (UT17), กำแพงแสน 01-4-29 (KPS01-4-29) และขอนแก่น 3 (KK3) โดยขยายพันธุ์อ้อยที่ใช้ในการศึกษาด้วยการเพาะกล้าจากท่อนพันธุ์อ้อย โดยเลือกท่อนพันธุ์ที่มีตาที่สมบูรณ์ ท่อนละ 1 ตา แล้วนำไปเพาะกล้าจนต้นกล้ามีอายุ 1 เดือน จึงย้ายต้นกล้าลงปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. และสูง 27 ซม. โดยใช้ดินจากแปลงปลูกอ้อยเป็นวัสดุปลูก ใส่ดินปลูกจนเกือบเต็มกระถาง โดยเหลือที่ว่างจากขอบกระถางประมาณ 2 ซม. แต่ละกระถางบรรจุดินแห้งหนัก 8 กก. เมื่อต้นกล้าอายุ 1 เดือนหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 10 ก./ต้น และเมื่อต้นกล้ามีอายุ 2 เดือนหลังย้ายปลูก คัดเลือกต้นที่มีความสมบูรณ์และมีขนาดใกล้เคียงกันในแต่ละสายพันธุ์ เพื่อเตรียมนำเข้าสู่การจำลองสภาพน้ำท่วมต่อไป

จำลองสภาพน้ำท่วมเมื่อต้นกล้ามีอายุ 2 เดือนหลังย้ายปลูก โดยนำต้นอ้อยที่ปลูกในกระถาง มาแช่น้ำในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 ซม. และสูง 90 ซม. โดยให้ระดับน้ำท่วมสูง 60 ซม. (น้ำท่วมสูงประมาณ 30 ซม. จากผิวดิน) ตลอดการจำลองสภาพน้ำท่วมรักษาระดับน้ำให้ท่วมคงที่โดยการเติมน้ำชดเชยส่วนที่ระเหยไป ทุกๆ 2-3 วัน และให้ต้นอ้อยอยู่ในสภาพน้ำท่วมขังเป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำกระถางปลูกอ้อยออกจากบ่อซีเมนต์แล้วนำไปไว้ในสภาพปกติ เพื่อให้ต้นอ้อยเข้าสู่สภาวะฟื้นตัวเป็นเวลา 30 และ 60 วัน ตามลำดับ โดยจำลองสภาวะที่ต้นอ้อยไม่ถูกน้ำท่วมขังเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบด้วย

เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยแต่ละสายพันธุ์ที่ 3 อายุ คือ ภายหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน (3 เดือนหลังย้ายปลูก) ภายหลังฟื้นตัวหลังจากการถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน (4 เดือนหลังย้ายปลูก) และภายหลังฟื้นตัวหลังจากการถูกน้ำท่วมขัง 60 วัน (5 เดือนหลังย้ายปลูก) โดยทำการสุ่มต้นอ้อย 4 ต้นในแต่ละตำรับการทดลอง นำต้นอ้อยแต่ละต้นไปล้างน้ำแยกดินออกจากรากให้สะอาด นับจำนวนหน่อทั้งหมดต่อต้น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดบริเวณกึ่งกลางของลำต้นหลัก วัดความสูงของลำต้นหลัก โดยวัดจากบริเวณโคนต้นถึงคอบสูงที่สุด นับจำนวนข้อของลำต้นหลัก นับจำนวนใบที่มีเขี้ยวบนลำต้นหลัก และแยกส่วนของใบออกเพื่อนำไปวัดพื้นที่ใบอ้อยด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ Li-3100 C Area Meter จากนั้นนำลำต้น ราก และใบอ้อยเข้าตูอบ hot air oven ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยใบและรากใช้เวลาอบ 72 ชั่วโมง ส่วนลำต้นใช้เวลาอบ 120 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกข้อมูลน้ำหนักแห้งรวม คำนวณดัชนีความทนทาน (Tolerance index = (ค่าของลักษณะพืชในสภาวะที่ถูกน้ำท่วมขัง / ค่าของลักษณะพืชในสภาวะปกติ) × 100) (Jain et al, 2017) จากค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะที่ศึกษา

วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยด้วยแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant difference (LSD) คำนวณค่าเฉลี่ยและ Standard error ของอ้อยแต่ละสายพันธุ์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาวะปกติและสภาวะน้ำท่วมขัง และคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมและลักษณะการเจริญเติบโต โดยวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์รวมในอ้อย 5 สายพันธุ์ ทั้งสามอายุที่ทำการศึกษา คือ ภายหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน ภายหลังฟื้นตัวหลังจากการถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน และภายหลังฟื้นตัวหลังจากการถูกน้ำท่วมขัง 60 วัน (n = 15) แยกสภาวะปกติและสภาวะถูกน้ำท่วมขัง โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมและลักษณะการเจริญเติบโตทั้งในระดับน้ำเดียวกันและระหว่างระดับน้ำที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมและค่าดัชนีความทนทานของลักษณะการเจริญเติบโต รวมถึงหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมกับลักษณะการเจริญเติบโตทั้งในสภาวะปกติและสภาวะถูกน้ำท่วมขัง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลกระทบของน้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโตและความสามารถในการฟื้นตัวของสายพันธุ์อ้อย

หลังจากอ้อยถูกน้ำท่วมขังในระยะแตกกอเป็นเวลา 30 วัน พบว่า น้ำท่วมขังส่งผลให้จำนวนหน่อของอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) แต่เมื่ออ้อยได้ฟื้นตัวในสภาวะปรกติเป็นเวลา 30 และ 60 วัน อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังกลับมีจำนวนหน่อมากกว่าอ้อยในสภาวะปรกติ และจำนวนหน่อมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอายุที่ทำการศึกษ สายพันธุ์ UT15 มีจำนวนหน่อมากที่สุด 4.72, 7.75 และ 9.15 หน่อ/ต้น ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ น้ำท่วมขังส่งผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่ออ้อยได้ฟื้นตัวในสภาวะปรกติเป็นเวลา 30 และ 60 วัน พบว่าอ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังยังคงมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยกว่าอ้อยในสภาวะปรกติ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอายุที่ทำการศึกษา สายพันธุ์ KPS01-4-29 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด 22.93, 25.44 และ 26.94 มม. ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม น้ำท่วมขังไม่ส่งผลกระทบต่อความสูงต้นของอ้อยทั้งหลังถูกน้ำท่วมขังและหลังการฟื้นตัว แต่ความสูงต้นมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอายุที่ทำการศึกษา สายพันธุ์ที่มีความสูงต้นมากที่สุด คือ KPS 01-4-29 ซึ่งมีความสูงต้น 59.50, 75.09 และ 89.92 ซม. ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในจำนวนหน่อของอ้อยที่อายุหลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในจำนวนหน่อของอ้อยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน และพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้นของอ้อยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน และหลังฟื้นตัว 30 วัน แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้นของอ้อยที่อายุหลังฟื้นตัว 60 วัน

น้ำท่วมขังไม่ส่งผลกระทบต่อจำนวนข้อของอ้อยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน และหลังฟื้นตัว 30 วัน (Table 2) แต่เมื่ออ้อยได้ฟื้นตัวในสภาวะปรกติเป็นเวลา 60 วัน อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังกลับมีจำนวนข้อมากกว่าอ้อยในสภาวะปรกติ และไม่พบความแตกต่างของจำนวนข้อระหว่างสายพันธุ์ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน แต่พบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุหลังฟื้นตัว 30 และ 60 วัน สายพันธุ์ที่มีจำนวนข้อมากที่สุด คือ UT12 ซึ่งมีจำนวนข้อ 10.00, 12.38 และ 19.38 ข้อ ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ น้ำท่วมขังส่งผลให้จำนวนใบของอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่ออ้อยได้ฟื้นตัวในสภาวะปรกติเป็นเวลา 30 และ 60 วัน อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังกลับมีจำนวนใบมากกว่าอ้อยในสภาวะปรกติ และจำนวนใบมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอายุที่ทำการศึกษา สายพันธุ์ UT12 มีจำนวนใบมากที่สุด 6.59, 8.19 และ 12.23 ใบ ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ น้ำท่วมขังส่งผลให้พื้นที่ใบของอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน และหลังฟื้นตัว 30 วัน แต่เมื่ออ้อยได้ฟื้นตัวในสภาวะปรกติเป็นเวลา 60 วัน อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังกลับมีพื้นที่ใบมากกว่าอ้อยในสภาวะปรกติ และพบว่าพื้นที่ใบมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุหลังน้ำท่วมขัง 30 วัน และหลังฟื้นตัว 30 วัน แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ที่อายุหลังฟื้นตัว 60 วัน สายพันธุ์ UT15 มีพื้นที่ใบมากที่สุด 2,355, 2,033 และ 3,168 ตร.ซม./ต้น ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในจำนวนข้อของอ้อยที่อายุหลังฟื้นตัว 30 วัน แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในจำนวนข้อของอ้อยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน และพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในจำนวนใบของอ้อยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน และหลังฟื้นตัว 30 วัน แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในจำนวนใบของอ้อยที่อายุหลังฟื้นตัว 60 วัน รวมถึงพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในพื้นที่ใบของอ้อยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในพื้นที่ใบของอ้อยที่อายุหลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน

Table 1 Number of tillers, stalk diameter and stalk height under different water regimes of sugarcane genotypes

Treatments	Number of tillers			Stalk diameter (mm)			Stalk height (cm)		
	30 DAF	30 DAR	60 DAR	30 DAF	30 DAR	60 DAR	30 DAF	30 DAR	60 DAR
Water regimes									
Control	3.98 A	4.31 B	5.76 B	21.90 A	24.13 A	26.36 A	50.65	64.84	80.37
Flooding	2.44 B	7.95 A	9.63 A	20.38 B	21.45 B	24.70 B	52.46	61.99	83.07
F-test	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns
Genotypes									
UT 12	2.44 c	7.91 a	8.72 a	19.53 c	21.99 b	24.84 bc	44.50 c	52.81 c	75.14 bc
UT 15	4.72 a	7.75 a	9.15 a	23.64 a	23.05 b	24.28 c	63.41 a	75.97 a	88.90 a
UT 17	2.84 bc	4.56 c	6.43 b	22.13 b	23.58 b	25.93 ab	51.56 b	67.28 b	82.44 ab
KPS 01-4-29	2.59 c	4.34 c	6.31 b	22.93 ab	25.44 a	26.94 a	59.50 a	75.09 a	89.92 a
KK 3	3.44 b	6.09 b	7.86 ab	17.47 d	19.88 c	25.67 abc	38.81 d	45.91 c	72.21 c
F-test	**	**	**	**	**	*	**	**	**
Water regimes x Genotypes									
F-test	ns	**	*	**	**	ns	**	**	ns
CV	22.32	24.05	20.61	6.39	7.40	5.62	8.09	11.51	10.66
Mean	3.21	6.13	7.69	21.14	22.79	25.53	51.56	63.41	81.72

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by Least significant difference (LSD).

ns, not significant at $P < 0.05$; *, significant for $P < 0.05$; **, significant for $P < 0.01$. DAF = days after flooding, DAR = days after recovering

Table 2 Number of node, number of leaf and leaf area under different water regimes of sugarcane genotypes

Treatments	Number of nodes			Number of leaves			Leaf area (cm ²)		
	30 DAF	30 DAR	60 DAR	30 DAF	30 DAR	60 DAR	30 DAF	30 DAR	60 DAR
Water regimes									
Control	9.40	11.85	14.80 B	7.03 A	7.96 B	9.60 B	2,242 A	2,010 A	2,607 B
Flooding	9.90	11.35	18.57 A	5.75 B	8.61 A	11.53 A	1,750 B	1,740 B	3,704 A
F-test	ns	ns	**	**	*	**	**	*	**
Genotypes									
UT 12	10.00	12.38 ab	19.38 a	6.59 a	8.19 b	12.23 a	1,730 c	2,069 a	3,084
UT 15	9.50	12.63 a	14.75 b	6.13 b	8.19 b	8.75 d	2,355 a	2,033 a	3,168
UT 17	9.63	11.13 b	15.13 b	6.75 a	9.16 a	10.54 bc	2,165 ab	1,758 ab	2,829
KPS 01-4-29	10.75	13.00 a	18.67 a	6.84 a	9.19 a	9.66 cd	2,012 b	2,050 a	3,086
KK 3	8.38	8.88 c	15.50 b	5.63 c	6.72 c	11.65 ab	1,716 c	1,464 b	3,611
F-test	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns
Water regimes x Genotypes									
F-test	ns	**	ns	**	**	ns	**	ns	ns
CV	15.66	11.07	9.17	7.13	11.39	12.53	13.37	19.20	20.32
Mean	9.65	11.60	16.68	6.39	8.29	10.54	1,996	1,875	3,156

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by Least significant difference (LSD).

ns, not significant at P<0.05; *, significant for P<0.05; **, significant for P<0.01. DAF = days after flooding, DAR = days after recovering

น้ำท่วมขังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ และการแตกหน่อของอ้อย (Jaiphong et al., 2017; Gomathi et al., 2015) แต่การศึกษาของ Tavares et al. (2018) พบว่า อ้อยที่อายุ 210 วัน เมื่อถูกน้ำท่วมขังเป็นเวลา 12 วัน ทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น จำนวนใบ พื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น สำหรับการศึกษาที่พบว่า นอกจากน้ำท่วมขังจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อยแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อความสามารถในการฟื้นตัวของอ้อยที่แตกต่างกันในแต่ละลักษณะอีกด้วย และน้ำท่วมขังสามารถส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อยต่อเนื่องในระยะยาวแม้ว่าสภาวะที่ถูกน้ำท่วมจะผ่านไปแล้วก็ตาม น้ำท่วมขังทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนหน่อ จำนวนใบและพื้นที่ใบของอ้อยลดลง และลักษณะเหล่านี้ใช้เวลาที่แตกต่างกันในการฟื้นตัว ซึ่งจำนวนหน่อและจำนวนใบของอ้อยใช้เวลาในการฟื้นตัว 30 วัน จึงสามารถฟื้นตัวจนมีจำนวนมากกว่าอ้อยที่อยู่ในสภาวะปรกติ ในขณะที่พื้นที่ใบของอ้อยใช้เวลาถึง 60 วัน จึงฟื้นตัวจนมีพื้นที่ใบมากกว่าอ้อยที่อยู่ในสภาวะปรกติ ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นยังไม่สามารถฟื้นตัวเป็นปรกติได้ตลอดช่วงเวลาที่ทำการทดลอง อย่างไรก็ตาม น้ำท่วมขังไม่ส่งผลกระทบต่อความสูงต้นในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด และไม่พบผลกระทบของน้ำท่วมขังต่อจำนวนข้อของอ้อยจนกระทั่งอ้อยได้ฟื้นตัวเป็นเวลาถึง 60 วันแล้ว จึงพบว่าจำนวนข้อของอ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะปรกติ นอกจากนี้ ยังพบความแปรปรวนระหว่างสายพันธุ์อ้อยในลักษณะการเจริญเติบโตทุกลักษณะอีกด้วย

ความทนทานต่อน้ำท่วมขังในระยะแตกกอของสายพันธุ์อ้อย

น้ำท่วมขังในระยะแตกกอส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวมของอ้อยลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะปรกติในทุกอายุที่ทำการศึกษา (Figure 1) อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังมีน้ำหนักแห้งรวม 78.30, 93.45 และ 187.14 ก./ต้น ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ ส่วนอ้อยในสภาวะปรกติมีน้ำหนักแห้งรวม 121.27, 134.94 และ 204.13 ก./ต้น ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่าน้ำหนักแห้งรวมมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ในทุกอายุที่ทำการศึกษา (Figure 2) โดยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังสายพันธุ์ UT12, UT15, UT17 และ KK3 มีน้ำหนักแห้งรวมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยในสภาวะปรกติ (Figure 2a) แต่อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังสายพันธุ์ KPS01-4-29 มีน้ำหนักแห้งรวมไม่แตกต่างกับอ้อยสภาวะปรกติ ที่อายุหลังฟื้นตัว 30 วัน อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังสายพันธุ์ UT12, UT17 และ KK3 มีน้ำหนักแห้งรวมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยในสภาวะปรกติ (Figure 2b) แต่อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังสายพันธุ์ UT15 และ KPS01-4-29 มีน้ำหนักแห้งรวมไม่แตกต่างกับอ้อยในสภาวะปรกติ ที่อายุหลังฟื้นตัว 60 วัน อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังสายพันธุ์ UT17 และ KK3 มีน้ำหนักแห้งรวมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยในสภาวะปรกติ (Figure 2b) แต่อ้อยที่ถูกน้ำท่วมขังสายพันธุ์ UT12, UT15 และ KPS01-4-29 มีน้ำหนักแห้งรวมไม่แตกต่างกับอ้อยสภาวะปรกติ นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ทางสถิติยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับน้ำและสายพันธุ์ในน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยที่อายุหลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) จากการศึกษาที่ผ่านมาสามารถคัดเลือกอ้อยสายพันธุ์ที่ทนทานต่อน้ำท่วมขังได้ด้วยการคัดเลือกจากน้ำหนักชีวมวลแห้งของอ้อยภายใต้สภาวะที่ถูกน้ำท่วมขัง (Singh et al., 2019; Gomathi et al., 2015) สำหรับงานวิจัยนี้พบว่าน้ำท่วมขังในระยะแตกกอทำให้น้ำหนักแห้งรวมของอ้อยลดลง แต่อ้อยมีแนวโน้มที่จะฟื้นตัวได้หลังจากเวลาผ่านไป 60 วัน นอกจากนี้ ความทนทานต่อน้ำท่วมขังยังมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์อ้อย โดยสายพันธุ์ KPS01-4-29 มีความทนทานต่อน้ำท่วมขังในระยะแตกกอสูงที่สุด เมื่อพิจารณาความทนทานโดยไม่พบผลกระทบจากน้ำท่วมขังในทุกอายุที่ทำการศึกษา และสายพันธุ์ KPS01-4-29 ยังมีน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุดภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังอีกด้วย

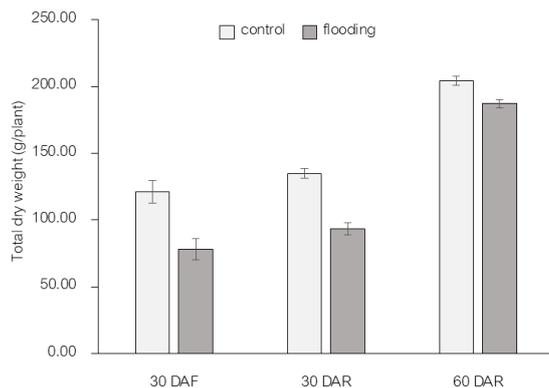


Figure 1 Average of total dry weight in sugarcane between control condition and flooding condition at 30 days after flooding (DAF), 30 and 60 days after recovering (DAR). Error bars represent \pm standard error of mean

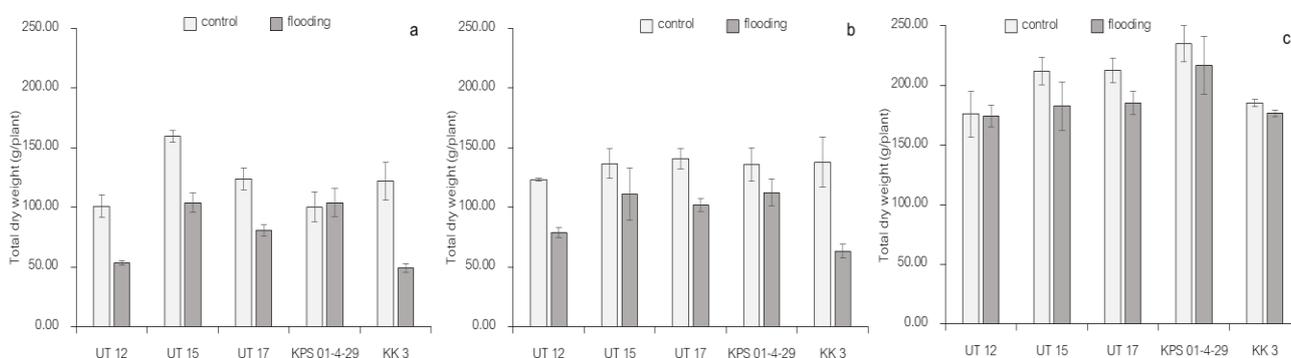


Figure 2 Comparison in total dry weight of sugarcane genotypes between control condition and flooding condition at 30 days after flooding (a), 30 days after recovering (b) and 60 days after recovering (c). Error bars represent \pm standard error of mean

ดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขังของน้ำหนักรวมของอ้อยมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ ในแต่ละอายุที่ทำการศึกษา (Figure 3) โดยอ้อยเกือบทุกสายพันธุ์ ได้แก่ UT12, UT15, UT17 และ KK3 มีดัชนีความทนทานต่ำที่สุดภายหลังจากถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน แต่เมื่อได้รับการฟื้นตัวในสภาพปรกติจึงมีแนวโน้มของดัชนีความทนทานเพิ่มสูงขึ้นตามความยาวนานของเวลาที่ได้รับการฟื้นตัว คือ หลังฟื้นตัว 30 และ 60 วันตามลำดับ ยกเว้นสายพันธุ์ KPS 01-4-29 ที่มีดัชนีความทนทานสูงใกล้เคียงกันในทุกอายุที่ศึกษา ดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขัง เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของสายพันธุ์อ้อยที่จะรักษาระดับของการเจริญเติบโตไม่ให้ลดลงเมื่อได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขัง โดยหากดัชนีความทนทานมีค่าต่ำ แสดงว่ามีการลดลงอย่างมากของการเจริญเติบโตเมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตในสภาวะปรกติ แต่หากดัชนีความทนทานมีค่าสูง แสดงว่ามีการเจริญเติบโตลดลงเพียงเล็กน้อยหรือไม่ลดลงเลยเมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตในสภาวะปรกติ (Singh et al., 2019; Jain et al, 2017) ดังนั้น การศึกษานี้จึงชี้ให้เห็นว่า สายพันธุ์ KPS 01-4-29 มีความทนทานต่อน้ำท่วมขังสูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขังของสายพันธุ์ KPS 01-4-29 มีค่าสูงทั้งหลังจากถูกน้ำท่วมขัง รวมถึงภายหลังจากที่ได้รับการฟื้นตัวอีกด้วย

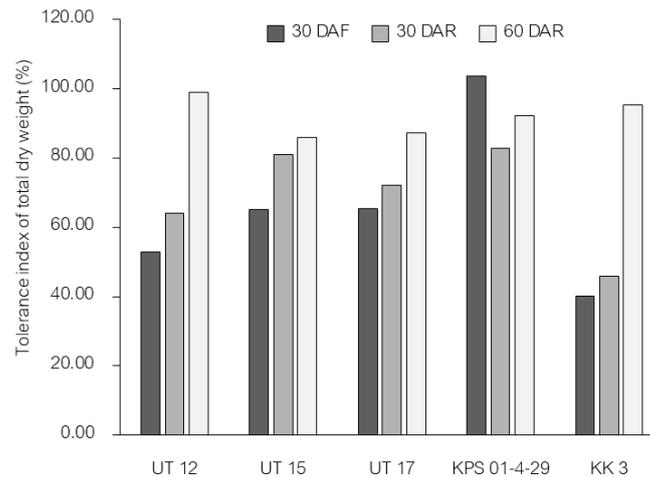


Figure 3 Tolerance index of total dry weight of sugarcane genotypes at 30 days after flooding (DAF), 30 and 60 days after recovering (DAR)

ความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อน้ำท่วมขังกับลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อย

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อย โดยวิเคราะห์รวมในอ้อย 5 สายพันธุ์ ที่อายุหลังถูกน้ำท่วมขัง 30 วัน หลังฟื้นตัว 30 วัน และหลังฟื้นตัว 60 วัน รวมทั้งในสภาวะปกติและสภาวะถูกน้ำท่วมขัง ($n = 30$) พบความสัมพันธ์ต่ำในเชิงบวกระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับจำนวนหน่อ ($r = 0.36^{**}$) (Figure 4a) อย่างไรก็ตาม พบความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ($r = 0.80^{**}$) (Figure 4b) ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับความสูงต้น ($r = 0.81^{**}$) (Figure 4c) ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับจำนวนข้อ ($r = 0.72^{**}$) (Figure 4d) ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับจำนวนใบ ($r = 0.64^{**}$) (Figure 4e) และระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับพื้นที่ใบ ($r = 0.74^{**}$) (Figure 4f) ผลการทดลองแสดงว่า น้ำหนักแห้งรวมของอ้อยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับทั้งจำนวนหน่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบของอ้อย ดังนั้นจึงสามารถใช้ลักษณะการเจริญเติบโตเหล่านี้ในการประเมินน้ำหนักแห้งรวมของอ้อยได้

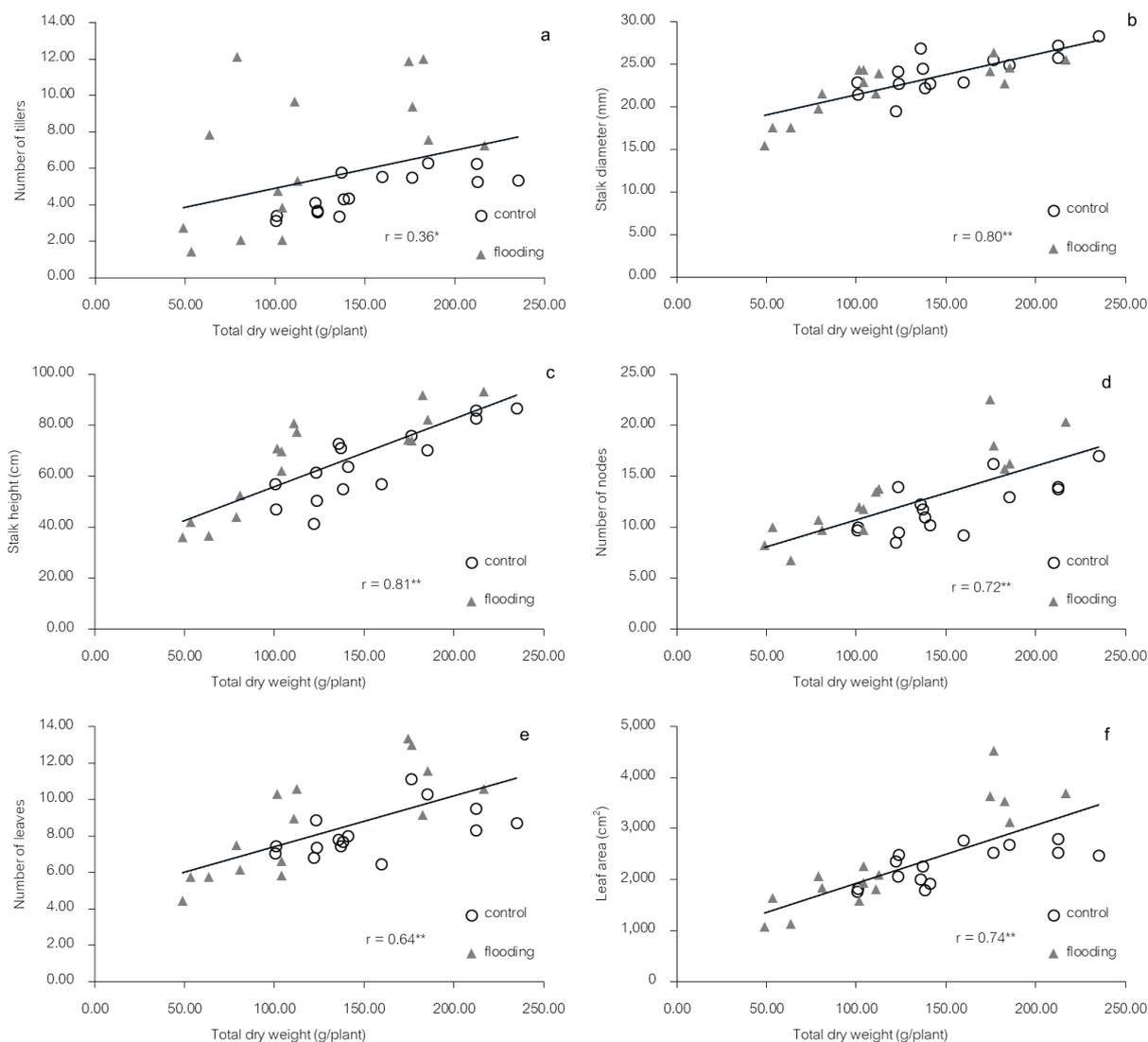


Figure 4 Relationships between total dry weight with number of tillers (a), stalk diameter (b), stalk height (c), number of nodes (d), number of leaves (e) and leaf area (f) of sugarcane genotypes across three sampling date in both control condition and flooding condition (n = 30). ** Significant at 0.01 probability level, * Significant at 0.05 probability level

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับลักษณะการเจริญเติบโตของอ้อยแยกในแต่ละระดับน้ำ (n=15) โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมในสภาวะปรกติกับลักษณะการเจริญเติบโตในสภาวะปรกติ พบว่า น้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับจำนวนหน่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $r = 0.56^*$ ถึง 0.85^{**} (Table 3) และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมในสภาวะน้ำท่วมขังกับลักษณะการเจริญเติบโตในสภาวะน้ำท่วมขัง พบว่า น้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับจำนวนหน่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $r = 0.54^*$ ถึง 0.91^{**} จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความทนทานต่อน้ำท่วมขังของอ้อยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับจำนวนหน่อ จำนวนลำและความสูงต้น (Gomathi et al., 2015) ส่วนการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักแห้งรวมของอ้อยมีความสัมพันธ์กับจำนวนหน่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบของอ้อย ทั้งในสภาวะปรกติและสภาวะถูกน้ำท่วมขัง และเกือบทุกลักษณะมีค่าสหสัมพันธ์ในสภาวะน้ำท่วมขังสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ในสภาวะในสภาวะปรกติ ดังนั้น ลักษณะเหล่านี้จึงสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่มีความทนทานต่อน้ำท่วมขังในระยะแตก

กอได้ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักแห้งรวมในสภาวะน้ำท่วมขังมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับจำนวนหน่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบในสภาวะปรกติ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $r = 0.61^*$ ถึง 0.92^{**} (Table 3) แสดงว่าสามารถใช้ลักษณะการเจริญเติบโตเหล่านี้ในสภาวะปรกติเพื่อประเมินสายพันธุ์อ้อยที่มีน้ำหนักแห้งรวมสูงในสภาวะน้ำท่วมขังได้ ดังนั้นจึงอาจไม่จำเป็นต้องจำลองสภาวะน้ำท่วมขังเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์อ้อย หากใช้ลักษณะเหล่านี้ในการประเมิน

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขังของน้ำหนักแห้งรวมกับดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขังของลักษณะการเจริญเติบโตต่าง ๆ พบว่า ดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับดัชนีความทนทานของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $r = 0.52^*$ ถึง 0.86^{**} (Table 3) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมกับดัชนีความทนทานของจำนวนหน่อ และพบว่าดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ และจำนวนใบ ในสภาวะปรกติ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $r = 0.52^*$ ถึง 0.86^{**} แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมกับจำนวนหน่อและพื้นที่ใบในสภาวะปรกติ นอกจากนี้ ยังพบว่าดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบในสภาวะปรกติ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $r = 0.75^*$ ถึง 0.83^{**} แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมกับจำนวนหน่อในสภาวะน้ำท่วมขัง

Table 3 Correlation coefficients (r) between total dry weight with number of tillers, stalk diameter, stalk height, number of node, number of leaves and leaf area of sugarcane genotypes across three sampling date (n = 15)

Total dry weight	Number of tillers	Stalk diameter	Stalk height	Number of nodes	Number of leaves	Leaf area
Control & Control	0.78 **	0.75 **	0.85 **	0.74 **	0.56 *	0.70 **
Flooding & Flooding	0.54 *	0.79 **	0.87 **	0.91 **	0.81 **	0.91 **
Flooding & Control	0.70 **	0.86 **	0.92 **	0.81 **	0.67 **	0.61 *
Tolerance index & Tolerance index	0.18	0.52 *	0.55 *	0.80 **	0.75 **	0.86 **
Tolerance index & Control	0.37	0.73 **	0.73 **	0.59 *	0.55 *	0.28
Tolerance index & Flooding	0.36	0.83 **	0.78 **	0.81 **	0.75 **	0.78 **

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels.

ดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมถูกใช้ในการบ่งบอกถึงความทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขังของอ้อย และพบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมกับน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักรากแห้ง และอัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (Singh et al., 2019; Jain et al, 2017) ส่วนการทดลองนี้พบว่า ดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับดัชนีความทนทานของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบ ดังนั้นจึงสามารถคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่มีดัชนีความทนทานสูงต่อน้ำท่วมขังได้โดยประเมินจากดัชนีความทนทานของลักษณะเหล่านี้ แต่การประเมินความทนทานต่อน้ำท่วมขังของสายพันธุ์อ้อยจากดัชนีความทนทานอาจมีความยุ่งยากในทางปฏิบัติ เนื่องจากต้องทำการปลูกทดสอบสายพันธุ์อ้อยทั้งในสภาวะปรกติและสภาวะน้ำท่วมขังเพื่อใช้ข้อมูลในการคำนวณค่าดัชนีความทนทาน จากงานวิจัยนี้ พบว่าดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขังของน้ำหนักแห้งรวมมีความสัมพันธ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ และจำนวนใบ ทั้งในสภาวะปรกติและสภาวะน้ำท่วมขัง ส่วนพื้นที่ใบพบความสัมพันธ์ในสภาวะน้ำท่วมขัง ดังนั้น จึงอาจใช้ลักษณะเหล่านี้ในการคัดเลือกสาย

พันธุ์อ้อยที่มีดัชนีความทนทานสูงต่อน้ำท่วมขังได้ โดยสามารถเลือกประเมินจากลักษณะเหล่านี้ในสภาวะปรกติหรือสภาวะถูกน้ำท่วมขังก็ได้ อย่างไรก็ตาม พบความสัมพันธ์ที่สูงกว่าเมื่อประเมินในสภาวะน้ำท่วมขัง ดังนั้น การประเมินความทนทานของอ้อยโดยใช้ลักษณะการเจริญเติบโตเหล่านี้ในสภาวะน้ำท่วมขังจะให้ผลการคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่มีความแม่นยำมากกว่า

สรุป

น้ำท่วมขังในระยะแตกกอส่งผลกระทบต่อผลการเจริญเติบโตของอ้อย โดยทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนหน่อ จำนวนใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งรวมลดลง แต่ไม่พบผลกระทบต่อความสูงต้นและจำนวนข้อของอ้อย อ้อยมีความสามารถในการฟื้นตัวที่แตกต่างกันในแต่ละลักษณะ พบความแปรปรวนระหว่างสายพันธุ์ในทุกลักษณะที่ศึกษา และความทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์อ้อย สายพันธุ์ KPS 01-4-29 มีความทนทานต่อน้ำท่วมขังในระยะแตกกอสูงที่สุด เนื่องจากไม่พบผลกระทบจากน้ำท่วมขังในทุกอายุที่ทำการศึกษา และมีน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุดภายใต้สภาวะน้ำท่วมขัง รวมถึงมีดัชนีความทนทานต่อน้ำท่วมขังสูงทั้งหลังจากถูกน้ำท่วมขังและภายหลังการฟื้นตัว นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์สูงระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับจำนวนหน่อ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบของอ้อย ทั้งในสภาวะปรกติและสภาวะถูกน้ำท่วมขัง และพบความสัมพันธ์สูงระหว่างดัชนีความทนทานของน้ำหนักแห้งรวมกับดัชนีความทนทานของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น จำนวนข้อ จำนวนใบ และพื้นที่ใบอีกด้วย ดังนั้น ลักษณะเหล่านี้จึงสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์อ้อยที่มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังในระยะแตกกอ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านอ้อย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนสายพันธุ์อ้อยที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- จิราพร บำรุงไร่, อรุณี พรหมคำบุตร และอนันต์ พลธานี. 2557. ปัญหาและข้อจำกัดในการปลูกอ้อยในนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้น ตำบลดอนหัน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. แก่นเกษตร. 42: 208-217.
- สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2552. เอกสารแนะนำ คู่มือการปลูกอ้อย. สถาบันวิจัยพืชไร่และน้ำตาล กรมวิชาการเกษตร.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2561. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2560/61. กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กองยุทธศาสตร์และแผนงาน. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2562. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2561/62. กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กองยุทธศาสตร์และแผนงาน. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.
- Glaz, B. and S.E. Lingle. 2012. Flood duration and time of flood onset effects on recently planted sugarcane. *Agronomy Journal*. 104: 575-583.
- Gomathi, R., P. N. Gururaja Rao, K. Chandran, and A. Selvi. 2015. Adaptive responses of sugarcane to waterlogging stress: An over view. *Sugar Tech*. 17: 325-338.
- Jain, R., A. Singh, S. Singh, P. Surendra, V. Kumar Srivastava, A. Chandra, A. Dutt Pathak, and S. Solomon. 2017. Physio-Biochemical characterization of sugarcane genotypes for waterlogging tolerance. *World Journal of Agricultural Sciences*. 13: 90-97.

- Jaiphong, T., J. Tominaga, K. Watanabe, R. Suwa, M. Ueno, and Y. Kawamitsu. 2017. Change in photosynthesis, growth, and sugar content of commercial sugarcane cultivar and *Erianthus* under flood conditions. *Plant Production Science*. 20: 126-135.
- Sanghera, G. S., and N. S. Jamwal. 2019. Perspective for genetic amelioration of sugarcane towards water logged conditions. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. 7: 484-502.
- Singh, S., S.P. Singh, A.D. Pathak, and N. Pandey. 2019. Assessment of waterlogging induced physio-biochemical changes in sugarcane varieties and its association with waterlogging tolerance. *Journal of Environmental Biology*. 40: 384-392.
- Tavares, A. C. S., S. N. Duarte, N. S. Dias, F. V. Silva Sá, J. H. Miranda, K. T. S. Souza, M. A. M. Pizani, O. N. S. Neto, and C. S. Fernandes. 2018. Growth of sugar cane under cultivation flooded at different speeds lowering of the water table. *Journal of Agricultural Science*. 10: 122–131.