

การประเมินผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ค่าความหวาน และ
ความสามารถในการไว้ตของอ้อยจำนวน 14 พันธุ์ ที่เจริญเติบโต
ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังธรรมชาติในจังหวัดพิษณุโลก

Evaluating Yield, Yield Components, Commercial Cane Sugar, and
Ratooning Ability of 14 Sugarcane Varieties Grown Under Natural
Water-logged Condition in Phitsanulok Province

พิชัย บุตรสีภูมิ และ อนูปวงศ์ วงศ์ตามี*

Pichai Boodseephum and Anupong Wongtamee*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

Department of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment,

Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

**Corresponding author: Email: anupongw@nu.ac.th*

(Received: 18 November 2021; Accepted: 27 January 2022)

Abstract: Flooding stress affects to yield, yield components and ratooning ability of sugarcane. The objective of this study is to evaluate yield, yield components and ratooning ability of 14 sugarcane varieties in plant cane and the first ratoon stage. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Each sugarcane variety was cultivated in a 1.65 x 10 m subplot size with four rows. The results showed that KPS 07 - 17 - 83, KK07 - 599 and KPS 07 - 21 - 4 varieties had yield and yield components higher than KK3 and LK92 - 11, the standard check varieties in natural flooding of plant cane by 29 and 9 %, respectively and the first ratoon cycles by 23 and 7 %, respectively. In addition, the yield and yield components of KPS 07 - 17 - 83 and KK07 - 599 were the highest in crop cycles. Therefore, KPS 07 - 17 - 83, KK07 - 599 and KPS 07 - 21 - 4 should be encouraged or used as an alternative variety for the local farmers who suffered from natural flooding in sugarcane fields in Phitsanulok.

Keywords: Sugarcane, yield, yield component, ratoon ability, flooding

บทคัดย่อ: ในสภาวะเครียดจากน้ำท่วมขังส่งกระทบต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และความสามารถในการไวต่อของต้นอ้อย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และความสามารถในการไวต่อของอ้อยจำนวน 14 พันธุ์ ในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกอ้อยแต่ละพันธุ์ในแปลงย่อยที่มีขนาด 1.65×10 เมตร จำนวน 4 แถว พบว่า อ้อยพันธุ์ KPS 07-17-83, KK07-599 และ KPS 07-21-4 ให้ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าอ้อยพันธุ์เปรียบเทียบกับมาตรฐาน KK3 และ LK92-11 ในสภาวะน้ำท่วมขังธรรมชาติของฤดูอ้อยปลูก (29 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และอ้อยตอ 1 (23 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) นอกจากนี้พันธุ์ KPS 07-17-83 และ KK07-599 มีศักยภาพที่ให้องค์ประกอบผลผลิตทุกลักษณะสูงที่สุดในทั้งสองฤดูปลูก ดังนั้น อ้อยพันธุ์ KPS 07-17-83, KK07-599 และ KPS 07-21-4 ควรได้รับการส่งเสริม หรือใช้เป็นพันธุ์ทางเลือกให้เกษตรกรในท้องถิ่นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมขังธรรมชาติในแปลงปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลกได้เลือกปลูกต่อไป

คำสำคัญ: อ้อย ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ความสามารถในการไวต่อ น้ำท่วมขัง

คำนำ

ปัจจุบันมีความต้องการผลผลิตอ้อยเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่หลากหลาย นอกจากแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำตาลแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น อาหารและเครื่องดื่ม ยาและเครื่องสำอาง พลังงานทดแทน หรือเสริมความแข็งแรงในสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เป็นต้น (Office of the Cane and Sugar Board, 2020) ทำให้จำเป็นต้องอย่างยิ่งในการเพิ่มปริมาณผลผลิตอ้อยเพื่อนำเข้าสู่อุตสาหกรรมเหล่านี้นั้นด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ การเพิ่มพื้นที่การผลิตอ้อย โดยเฉพาะการผลิตอ้อยในสภาพพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม เช่น ในพื้นที่ลุ่มที่น้ำท่วมขัง เป็นต้น หรือแม้แต่การพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่อให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย โดยเฉพาะเกิดสภาวะแล้งหรือน้ำท่วมขังในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งเป็นผลกระทบที่สำคัญและส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตอ้อยที่ลดลง (Gomathi *et al.*, 2015; Zho and Li, 2015) ในสภาวะการที่เร่งด่วนสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้โดยการนำพันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพให้ผลผลิตสูง และถูกคัดเลือกในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงมาปลูกทดสอบสำหรับคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่เหมาะสม สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมดังกล่าว เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรในท้องถิ่นปลูกต่อไป

จังหวัดพิษณุโลกมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยกระจายในพื้นที่ที่ลักษณะแตกต่างกัน เช่น ที่ดอน ที่ราบ และที่ลุ่ม ประมาณ 136,845 ไร่ หรือ 1.24 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกอ้อยทั่วประเทศ (Office of the Cane and Sugar Board, 2020) ประกอบกับนโยบายของสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลก ที่ได้มีแผนส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจของจังหวัด ซึ่งหนึ่งในนั้นคืออ้อยโรงงาน เนื่องจาก เป็นที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลพิษณุโลก และสอดคล้องกับแผนการขยายพื้นที่ปลูกอ้อยของโรงงานน้ำตาลพิษณุโลก โดยเฉพาะพื้นที่เป้าหมายแรก คือพื้นที่รอบโรงงานน้ำตาลฯ ในรัศมี 50 กิโลเมตร อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นที่ราบและที่ลุ่ม เมื่อถึงฤดูฝนพบปริมาณน้ำฝนสะสมตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ปี 2559 - 2563 เฉลี่ยเท่ากับ 883 มิลลิเมตร (National Statistical Office, 2020) ส่งผลทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวของแต่ละปีเกิดน้ำท่วมขังในแปลงอ้อยประมาณ 15-25 วัน

ในสภาวะเครียดจากน้ำท่วมขังส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นอ้อย เช่น ต้นอ้อยหยุดชะงักการยืดตัวและการขยายขนาดของปล้องอ้อย เกิดลักษณะใบเหลืองซีดซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง การพัฒนารากลดลง และทำให้ต้นอ้อยมีปริมาณรากน้อยและระบบรากตื้น เป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพการไวต่อลดลง และส่งผลให้ต้นอ้อยไม่ทนทานต่อสภาวะแล้ง (Gomathi and Chandran, 2009; Gomathi *et al.*, 2015; Jaiphong *et al.*, 2016; Tetsushi

and Karim, 2007) นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการสร้างผลผลิต เช่น ความยาวลำ จำนวนลำ และการสะสมน้ำตาล เป็นต้น (Gomathi *et al.*, 2015; Joseph *et al.*, 2011; Taiz and Zeiger, 2002)

ในสภาวะน้ำท่วมขังส่งผลต่อการสร้างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุ์อ้อย ระดับความรุนแรง ลักษณะของสภาพแวดล้อม และช่วงอายุการเจริญเติบโตของต้นอ้อย (Gomathi *et al.*, 2015; Tetsushi and Karim, 2007) อย่างไรก็ตาม ศักยภาพของพันธุ์อ้อยต่าง ๆ สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังได้แตกต่างกัน ดังนั้น พันธุ์อ้อยที่สามารถทนทานต่อสภาพน้ำท่วม จำเป็นต้องมีลักษณะต่าง ๆ ขององค์ประกอบผลผลิตที่ดี เพื่อส่งเสริมการสร้างผลผลิตภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังได้ (Unigarro Muñoz *et al.*, 2013)

อย่างไรก็ตามข้อมูลปัจจุบันยังขาดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับพันธุ์อ้อยที่สามารถปรับตัว และให้ผลผลิตภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังธรรมชาติ ในสภาพแวดล้อมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดพิษณุโลกหรือใกล้เคียง ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และความสามารถในการไว้ตัวของพันธุ์อ้อยจำนวน 14 พันธุ์ ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพน้ำท่วมขังธรรมชาติในจังหวัดพิษณุโลก เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกพันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพการสร้างองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อยที่สูง ประกอบกับความสามารถในการไว้ต่อที่ดี แก่เกษตรกรที่จำเป็นต้องปลูกอ้อยในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมขังต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์อ้อย สถานที่ทำการศึกษา และคุณสมบัติดิน

รวบรวมพันธุ์อ้อยดีเด่นที่มีศักยภาพให้ผลผลิตสูง จำนวน 12 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 (KK3) และแอลเค 92-11 (LK92-11) ซึ่งเป็นพันธุ์อ้อยที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลาย จากแหล่งปรับปรุงพันธุ์ 4 แหล่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU) กำแพงแสน มหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU) ศูนย์วิจัยพืชไร่นาขอนแก่น (KKFCRC) และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (OCSB) รายละเอียดดัง Table 1

ดำเนินการศึกษาในฤดูปลูกอ้อยปี 2561/62 ถึง 2562/63 ณ แปลงปลูกอ้อยของเกษตรกร ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก พิกัด 16° 38'52"N 100°09'33"E ระดับความสูงของพื้นที่ 39.8 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งแปลงปลูกอ้อยดังกล่าวมีประวัติน้ำท่วมขังในฤดูฝนเป็นประจำเกือบทุกปี เนื่องจากเป็นพื้นที่รับน้ำของจังหวัดพิษณุโลก

ก่อนการเตรียมดินปลูกอ้อยได้สุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 15 จุด ที่ 2 ระดับความลึก คือ 0 - 15 และ 15 - 30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน เพื่อประเมินสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน (Arpornrat and Jakrarat, 2012) โดยลักษณะทางกายภาพของดินในพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น จำแนกอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 4 มีเนื้อดินบนและล่างจำแนกในกลุ่มดินเหนียวปนทราย สมบัติทางเคมีของดิน ปฏิกิริยาดินมีค่าเป็นกรดปานกลาง

Table 1. Fourteen sugarcane varieties from four sources of Thailand and two standard check varieties (Khon Kaen 3 (KK3) and LK92-11)

Source of variety	No. of varieties	Varieties
KU	4	KPS 07-17-83, KPS 07-21-4, TBy30-0464 and TBy30-0484
KKU	4	KKU99-01, KKU99-02, KKU99-03 and KKU99-06
KKFCRC	2	KK07-250 and KK07-599
OCSB	2	CSB07-184 and CSB07-199
KKFCRC	1	KK3; Standard check variety
OCSB	1	LK92-11; Standard check variety

ค่าการนำไฟฟ้าต่ำ แสดงว่าดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินค่อนข้างต่ำ ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีค่าต่ำมาก แต่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับปานกลาง (Table 2)

การวางแผนการทดลอง การปลูก และการดูแลอ้อย

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ การเตรียมดิน การปลูก และการดูแลรักษา โดยอ้างอิงตามวิธีของเกษตรกรในท้องถิ่น ดังนี้

ในอ้อยปลูก ก่อนเตรียมดินทำการปรับระดับผิวดินให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง เตรียมดินโดยการไถด้วยจานไถ 3 6 และ 24 จาน ตามลำดับ ดำเนินการปลูกอ้อยในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยอ้อยแต่ละพันธุ์ปลูกอ้อยแบบแถวเดี่ยวด้วยรถปลูก จำนวน 4 แถว ในแปลงย่อยที่มีขนาด 1.65 x 10 เมตร ท่อนพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีอายุใกล้เคียงกัน มีขนาดลำสม่ำเสมอ มีตาสมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงเข้าทำลาย ขณะลำเลียงลำอ้อยลงปลูกได้พันสารเคมี

ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราลงในท่อนพันธุ์ พร้อมฝังปุ๋ยเคมีสูตร 10 - 20 - 10 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนกลบดิน หลังปลูก 2 วัน พันสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก เมื่อต้นอ้อยอายุประมาณ 3 เดือนหลังปลูกฝังปุ๋ยครั้งที่ 2 สูตร 21 - 3 - 27 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมกำจัดวัชพืชที่พบระหว่างแถวอ้อย เมื่อต้นอ้อยอายุประมาณ 12 เดือน ประเมินองค์ประกอบผลผลิต และเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อประเมินผลผลิตอ้อยเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

ในอ้อยต่อ เมื่ออ้อยโตอายุประมาณ 1 เดือนหลังตัด ทำการบำรุงต่อ โดยการฝังปุ๋ยเคมีสูตร 10 - 20 - 10 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมกำจัดวัชพืชระหว่างแถวอ้อยด้วยสารเคมีกำจัดวัชพืชหลังงอก และเมื่อต้นอ้อยอายุประมาณ 3 เดือนหลังตัดฝังปุ๋ยครั้งที่ 2 สูตร 21-3-27 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมกำจัดวัชพืชระหว่างแถวอ้อย เมื่ออ้อยอายุประมาณ 12 เดือน ประเมินองค์ประกอบผลผลิต และเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อประเมินผลผลิตอ้อย เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563

Table 2. Soil physical and chemical properties at sugarcane's fields in two soil depth ranges (0 - 15 and 16-30 cm) during two crop cycles; plant cane (PC) and first ratoon (FR) stage

Soil texture ¹	Soil depth 0-15 cm	Soil depth 16-13 cm	Mean $\pm$ SE
% Sand	40.09	39.85	39.97 $\pm$ 0.12
% Silt	5.49	4.99	5.24 $\pm$ 0.25
% Clay	54.42	55.16	54.79 $\pm$ 0.37
Texture class	Sandy clay	Sandy clay	
pH	5.66	5.87	5.77 $\pm$ 0.11
EC (dS/m, soil:water 1:5)	0.060	0.064	0.062 $\pm$ 0.002
CEC (cmol/kg)	15.78	15.36	15.57 $\pm$ 0.21
OM (%)	0.97	0.94	0.96 $\pm$ 0.02
Total N (%)	0.047	0.059	0.053 $\pm$ 0.01
Avail P (mg/kg)	0.31	0.24	0.275 $\pm$ 0.04
Exc. K (mg/kg)	88.78	84.67	86.73 $\pm$ 2.06
Soil density (mg/m ³)	2.04	2.74	2.39 $\pm$ 0.35

¹pH, Soil pH; EC, electrical conductivity; CEC, cation exchange capacity; OM, soil organic matter; Total N, total nitrogen; Avail P, available phosphorus; Exc. K, exchangeable potassium

SE, standard error of mean

การให้น้ำอ้อยในแต่ละฤดูปลูกให้น้ำแบบตามร่องจำนวน 3 ครั้ง ดังนี้ (1) หลังปลูกเสร็จและหลังตัดอ้อยทันที (2) เมื่ออ้อยปลูกอายุประมาณ 1 เดือนหลังปลูก และหลังตัด และ (3) เมื่ออ้อยปลูกอายุประมาณ 3 เดือนหลังปลูก และหลังตัด นอกจากนี้ได้เฝ้าระวังการระบาดของโรคและการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูอ้อยที่สำคัญในระหว่างการศึกษาพร้อมดำเนินการป้องกันและกำจัดตามความจำเป็น

การประเมินและบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลสภาพอากาศตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษาจากสถานีตรวจวัด ณ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุด - สูงสุด ปริมาณน้ำฝน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ บันทึกช่วงเวลาที่มีน้ำท่วมขังในแปลงอ้อย (วัน) และระดับน้ำท่วมขังรายวัน (เซนติเมตร) ประเมินและบันทึกองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อย โดยสุ่มจำนวน 20 ต้น จาก 2 แถวกลางในแต่ละซ้ำของแต่ละพันธุ์ เพื่อวัดความยาวลำ (เซนติเมตร) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ (มิลลิเมตร) ชั่งน้ำหนักลำเดี่ยว (กิโลกรัม) นับจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ วิเคราะห์ค่าความหวานของอ้อย (%CCS) ที่อายุ 12 เดือน แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณผลผลิตอ้อย (ตันต่อไร่) และผลผลิตน้ำตาล (ตัน CCS/ไร่) อ้างอิงจาก Thongvian et al. (2014)

ความสามารถในการไว้ตัวของอ้อย (%RA)
= (อ้อยต่อ 1 × 100)/อ้อยปลูก (Milligan et al., 1996)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษาตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพอากาศและน้ำท่วมขัง

สภาพอากาศและการท่วมขังของน้ำระหว่างฤดูอ้อยปลูกจนถึงฤดูอ้อยตอ 1 อธิบายใน Table 3 พบว่า ตลอดฤดูอ้อยปลูกจนถึงฤดูอ้อยตอ 1 (1 - 732 วันหลังปลูก) มีอุณหภูมิอากาศต่ำสุด - สูงสุด ระหว่างฤดูอ้อยปลูก และในฤดูอ้อยตอ 1 มีค่าใกล้เคียงกัน (23.8 - 33.2 องศาเซลเซียส ในฤดูอ้อยปลูก และ 23.1 - 32.4 องศาเซลเซียส ในฤดูอ้อยตอ 1) สำหรับปริมาณน้ำฝนสะสม (Rf) ในตลอดฤดูอ้อยปลูกต่ำกว่าในฤดูอ้อยตอ 1 ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์ (H) ในฤดูอ้อยปลูกต่ำกว่าในฤดูอ้อยตอ 1 ประมาณ 3.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาในช่วงน้ำท่วมขัง พบว่า ในฤดูอ้อยปลูกมีน้ำท่วมขังนานกว่าในฤดูอ้อยตอ 1 ประมาณ 11 วัน มีปริมาณน้ำฝนสะสมน้อยกว่าประมาณ 76 เปอร์เซ็นต์ และพบระดับน้ำท่วมขังสูงสุดต่ำกว่าประมาณ 15.4 เซนติเมตร ในเวลาที่มีน้ำท่วมขังในแปลงอ้อยทั้ง 2 ฤดูกาลผลิตอ้อยตรงกับช่วงเวลาที่ต้นอ้อยมีพัฒนาการของลำอ้อย

Table 3. Meteorological conditions including, total rainfall (Rf), maximum of temperature (Max T), minimum of temperature (Min T), relative humidity (H), days of flooding (DF) and the highest depth of flood (HD) at sugarcane's fields during two crop cycles; plant cane (PC) and first ratoon (FR) cycles (1-732 days after planting (dap))

Meteorological conditions	Throughout two crop cycles (1-732 dap)				During waterlogging		
	Max T (°C)	Min T (°C)	H (%)	Rf (mm)	DF (dap)	Rf (mm)	HD (cm)
PC (2018-19)	23.8	33.2	75.32	1,002.9	26 (273-299)	815.1	45.2
FR (2019-20)	23.1	32.4	78.91	1,246.2	37 (651-678)	1,067.5	60.6
Mean ± SE ¹	23.3 ± 0.7	32.4 ± 0.7	77.8 ± 1.7	1,274.6 ± 271.7	31.5 ± 5.5		29.2 ± 8.7

¹SE, standard error of mean

ทั้งในด้านการเพิ่มความสูง (ยี่ดปล้อง) การขยายขนาดลำ และการสะสมน้ำตาลในลำอ้อย ผลกระทบจากน้ำท่วมขังดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาล ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง การหายใจ เป็นต้น (Gomathi *et al.*, 2015; Joseph *et al.*, 2011; Taiz and Zeiger, 2002)

ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และค่าความหวานของอ้อยภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง

จากข้อมูลผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และค่า CCS ในฤดูอ้อยปลูกสูงกว่าฤดูอ้อยต่อ 1 ภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง 18, 23 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4) ในพันธุ์ KPS 07-17-83, KK07-599, KK3 และ KPS 07-21-4 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งในฤดูอ้อยปลูก และฤดูอ้อยต่อ 1 ประมาณ 64 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงส่งผลให้มีความสามารถในการไว้ตอของลักษณะดังกล่าวสูงด้วย (สูงกว่าค่าเฉลี่ยพันธุ์อื่น ๆ 5 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ พันธุ์ดังกล่าวยังให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตอ้อย ทั้งในฤดูอ้อยปลูก และฤดูอ้อยต่อ 1 ประมาณ 47 และ 57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความสามารถในการไว้ตอสูงกว่าค่าเฉลี่ยพันธุ์อื่น ๆ ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ (Table 4 และ Figure 1)

โดยทั่วไปแล้วเมื่อต้นอ้อยอยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังส่งผลต่อผลผลิตอ้อยโดยตรง (Palachai *et al.*, 2019) หลังจากน้ำลด ดินอยู่ในสภาพที่ขาดออกซิเจน ส่งผลต่อการหายใจแบบใช้ออกซิเจน และการสังเคราะห์แสง (Drew, 1997; Gomathi *et al.*, 2015; Taiz and Zeiger, 2002) นอกจากนี้ยังส่งผลให้อ้อยแสดงอาการเหลืองในช่วงน้ำท่วมขังที่ต้นอ้อยไม่สามารถใช้ออกซิเจนได้ (Malik and Tomer, 2003) ในสภาพน้ำท่วมขังเป็นเวลานานส่งผลให้ผลผลิตอ้อยลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพไม่ท่วมขัง โดยผลผลิตอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญแม้ผ่านการท่วมขังมาแล้ว 1 สัปดาห์ (Islam *et al.*, 2011a) พันธุ์อ้อยที่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ

เมื่ออยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังเช่นเดียวกัน (Islam *et al.*, 2011b) นอกจากนี้ ระยะการเจริญเติบโตของอ้อยยังสัมพันธ์กับการตอบสนองของผลผลิตและส่วนประกอบผลผลิตภายใต้สภาวะน้ำขัง (Gomathi and Chandran, 2009) นอกจากนี้ พันธุ์อ้อยที่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังสามารถรักษาผลผลิตน้ำตาลและค่า CCS ให้มีค่าสูงระหว่างน้ำท่วมขังนาน 120 วัน (Islam *et al.*, 2011a; Islam *et al.*, 2011b) นอกจากนี้ ในสภาพน้ำท่วมขังยังส่งผลให้ต้นอ้อยสะสมซูโครสลดลงอย่างมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Gomathi and Chandran, 2013) และส่งผลให้มีสัดส่วนของเยื่อใย (%fiber) และในส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ น้ำตาลสูงขึ้น (Malik and Tomer, 2003)

องค์ประกอบผลผลิตอ้อยภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง

ในทุกลักษณะขององค์ประกอบผลผลิตอ้อยพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์อ้อยที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 (Table 5) ในพันธุ์ KPS 07-17-83 และ KK07-599 มีศักยภาพที่ให้ลักษณะต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นองค์ประกอบผลผลิตอ้อยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์อื่น ๆ ทั้งในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 ได้แก่ ความยาวลำสูงกว่า 21 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำสูงกว่า 8 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 ตามลำดับ น้ำหนักลำเดี่ยว สูงกว่า 52 และ 59 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 ตามลำดับ และจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 นอกจากนี้ พันธุ์ดังกล่าวยังให้ความสามารถในการไว้ตอของทั้ง 4 ลักษณะสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามความสามารถในการไว้ตอของลักษณะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำและจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ของพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์มีค่าสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจสามารถชดเชยปริมาณผลผลิตอ้อยที่สูญเสียไปโดยลักษณะอื่น ๆ จากสภาพน้ำท่วมขังได้ นอกจากนี้ในทุกลักษณะขององค์ประกอบผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตอ้อย (Figure 2)

Table 4. The performance and ratooning ability (%RA) of 14 sugarcane varieties for cane yield (CY), sugar yield (SY) and commercial cane sugar (%CCS) in the plant cane (PC), 1st ratoon (FR) and average of 2 crops (AC) under water logging condition in lowland flooding areas

Variety	CY (ton/rai)				SY (ton CCS/rai)				CCS (%)			
	PC	FR	AC	RA (%)	PC	FR	AC	RA (%)	PC	FR	AC	RA (%)
KPS 07-17-83	27.5 A	25.2 A	26.3 A	91.6	3.7 AB	3.3 A	3.5 A	88.8	13.5 F	13.0 EF	13.2 F	97.0
KPS 07-21-4	23.7 AB	20.7 B	22.2 B	87.3	3.2 BC	2.6 B	2.9 B	81.6	13.7 F	12.8 EF	13.2 F	93.5
CSB07-184	13.0 DE	8.7 FG	10.8 EF	66.4	1.9 F	1.1 EF	1.5 EF	61.0	14.4 E	13.2 E	13.8 EF	91.8
CSB07-199	12.4 DE	7.8 G	10.1 F	62.8	1.8 F	1.1 F	1.5 F	59.5	14.8 DE	14.0 D	14.4 DE	94.7
TBy30-0464	13.7 DE	12.3 DE	13.0 DE	89.7	2.2 DEF	1.6 DE	1.9 DE	73.2	16.1 B	13.1 EF	14.6 CD	81.6
TBy30-0484	11.8 E	10.9 EFG	11.3 EF	93.0	1.9 EF	1.6 DE	1.7 EF	83.8	16.1 B	14.5 CD	15.3 B	90.1
KK07-250	14.8 CDE	11.4 EF	13.1 DE	77.2	2.5 DEF	1.9 CD	2.2 CD	76.7	16.6 AB	16.5 A	16.6 A	99.4
KK07-599	26.9 A	23.0 AB	25.0 AB	85.6	4.1 A	3.2 A	3.7 A	79.4	15.1 CD	14.0 D	14.6 CD	92.8
KKU99-01	18.9 BC	16.0 C	17.5 C	84.9	2.7 CD	2.0 CD	2.4 C	73.2	14.4 E	12.5 F	13.4 F	86.2
KKU99-02	15.7 CDE	15.0 CD	15.4 CD	95.8	2.4 DEF	2.2 BC	2.3 CD	92.7	15.1 CD	14.6 CD	14.8 BCD	96.8
KKU99-03	17.1 CD	14.1 CDE	15.6 CD	82.2	2.6 CD	2.1 C	2.4 C	78.4	15.4 CD	14.7 C	15.1 BCD	95.3
KKU99-06	17.0 CD	14.2 CDE	15.6 CD	83.7	2.6 CD	2.1 C	2.4 C	80.8	15.5 C	14.9 C	15.2 BC	96.5
KK3	24.2 A	22.0 AB	23.1 B	90.8	4.1 A	3.4 A	3.8 A	83.4	17.1 A	15.7 B	16.4 A	91.9
LK92-11	16.0 CDE	15.3 CD	15.7 CD	95.7	2.6 CDE	2.2 BC	2.4 C	85.4	16.4 B	14.6 CD	15.5 B	89.2
Mean	18.0	15.5	16.8	85.8	2.7	2.2	2.5	79.6	15.3	14.2	14.7	92.6
F-test (0.05)	***	***	***	ns	***	***	***	ns	***	***	***	ns
LSD (0.05)	4.94	3.25	2.91		0.72	0.49	0.43		0.61	0.67	0.70	

ns = non-significantly difference at $P < 0.05$. *** = significantly difference at $P < 0.001$. Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$)

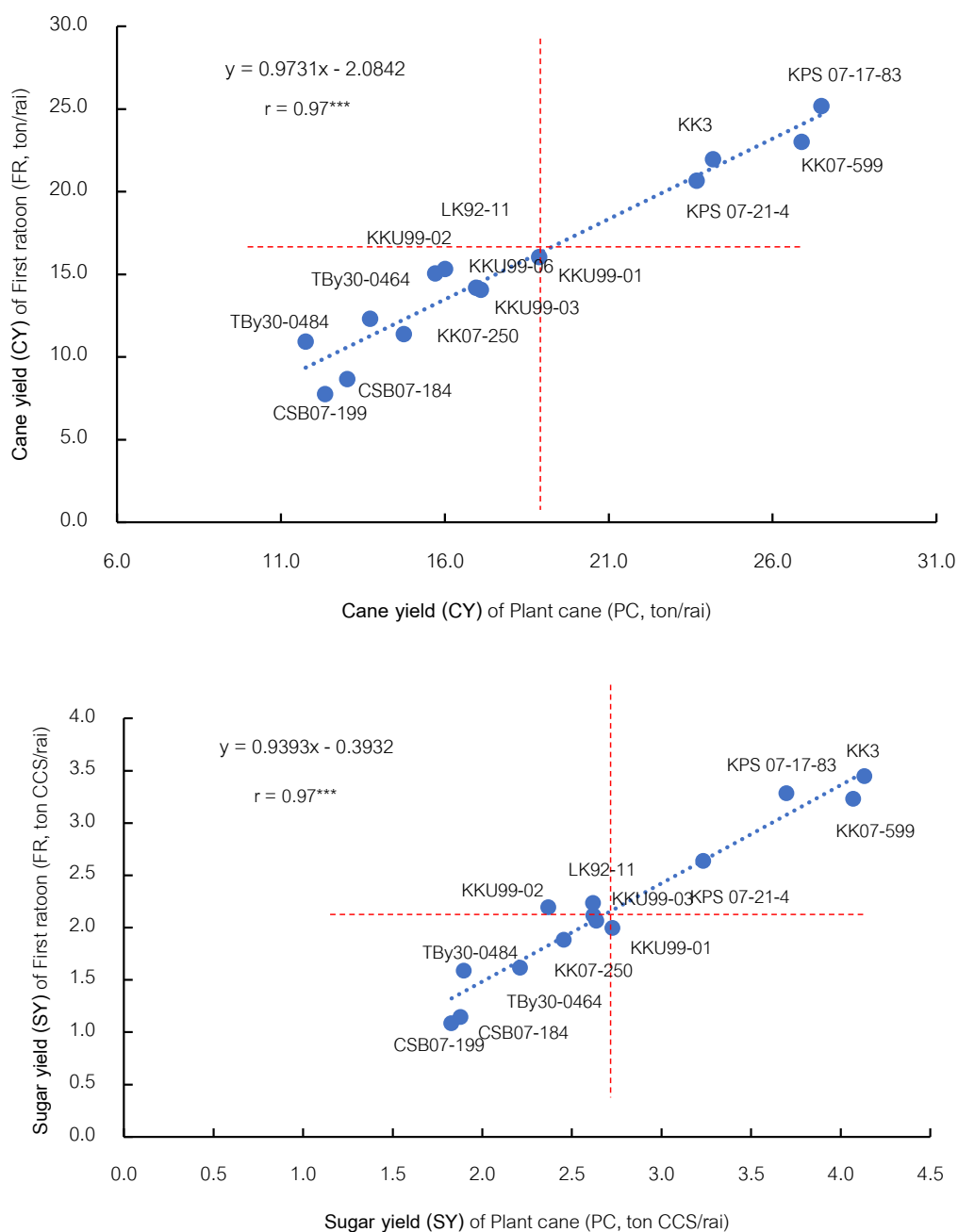


Figure 1. Correlations between cane yield (CY) in the plant cane (PC) and 1st ratoon (FR) and sugar yield (SY) in the plant cane (PC) and 1st ratoon (FR) of 14 sugarcane varieties under the waterlogging condition in lowland flooding areas, two red dash lines are the average values

*** = significant at $P < 0.001$

Table 5. The performance and ratooning ability (%RA) of 14 sugarcane varieties for yield components including: stalk length (SL), stalk diameter (SD), single stalk weight (SW), and number of millable canes (MC), in the plant cane (PC), 1st ratoon (FR) and average of 2 crops (AC) under water logging condition in lowland flooding areas

Variety	SL (cm)				SD (mm)			
	PC	FR	AC	RA (%)	PC	FR	AC	RA (%)
KPS 07-17-83	330.4 A	297.8 A	314.1 A	90.1	32.4 A	31.2 AB	31.8 A	96.4 A-E
KPS 07-21-4	293.0 BC	257.1 B	275.0 BCD	87.7	32.5 A	30.3 A-D	31.4 AB	93.2 DEF
CSB07-184	269.8 DE	253.1 B	261.4 D	93.8	25.9 E	25.5 G	25.7 I	98.6 ABC
CSB07-199	202.6 G	194.2 D	198.4 F	95.9	28.7 CD	28.5 C-F	28.6 FGH	99.4 AB
TBy30-0464	223.8 F	196.3 D	210.0 F	87.7	32.1 A	30.5 ABC	31.3 ABC	94.8 A-E
TBy30-0484	207.6 FG	192.7 D	200.1 F	92.8	27.7 DE	26.9 FG	27.3 H	96.9 A-D
KK07-250	259.7 E	222.5 C	241.1 E	85.7	27.6 DE	27.3 EFG	27.5 GH	98.6 ABC
KK07-599	308.3 B	299.7 A	304.0 A	97.2	32.1 A	32.0 A	32.1 A	99.6 A
KKU99-01	291.9 BC	253.7 B	272.8 CD	86.9	31.9 A	28.0 EF	30.0 CDE	87.9 F
KKU99-02	289.6 BCD	249.9 B	269.8 CD	86.3	29.6 BC	27.8 EF	28.7 EFG	94.1 B-E
KKU99-03	296.8 B	263.3 B	280.0 BC	88.7	30.9 AB	28.3 DEF	29.6 DEF	91.6 DEF
KKU99-06	304.7 B	273.0 B	288.9 B	89.6	30.7 AB	28.0 EF	29.4 DEF	91.2 EF
KK3	273.4 CDE	262.7 B	268.0 CD	96.1	31.4 AB	29.3 B-E	30.3 BCD	93.5 CDE
LK92-11	261.1 E	225.3 C	243.2 E	86.3	28.1 CD	27.9 EF	28.0 GH	99.0 AB
Mean	272.3	245.8	259.0	90.3	30.1	28.7	29.4	95.2
F-test (0.05)	***	***	***	ns	***	***	***	***
LSD (0.05)	20.3	23.9	15.9		1.8	2.0	1.3497	5.3521

ns = non-significantly difference at $P < 0.05$. *** = significantly difference at $P < 0.001$. Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$)

Table 5. Continued

Varieties	SW (kg)				MC			
	PC	FR	AC	RA (%)	PC	FR	AC	RA (%)
KPS 07-17-83	2.90 A	2.74 A	2.8 A	94.5 ABC	9,496 ABC	9,207 AB	9,351 A	97.0
KPS 07-21-4	2.48 B	2.25 C	2.4 B	90.5 B-E	9,550 ABC	9,207 AB	9,378 A	96.4
CSB07-184	1.56 FGH	1.07 HI	1.3 F	68.8 G	8,379 EFG	8,090 CDE	8,234 C	96.6
CSB07-199	1.47 GH	0.97 I	1.2 F	66.2 G	8,433 DEF	8,000 CDE	8,216 C	94.9
TBy30-0464	1.84 EF	1.70 DE	1.8 DE	92.4 B-E	7,459 G	7,243 E	7,351 D	97.1
TBy30-0484	1.34 H	1.28 GH	1.3 F	95.5 AB	8,775 B-E	8,541 A-D	8,658 BC	97.3
KK07-250	1.75 FG	1.41 FG	1.6 E	80.3 F	8,433 DEF	8,108 CDE	8,270 C	96.2
KK07-599	2.87 A	2.58 AB	2.7 A	89.7 B-E	9,369 A-D	8,937 ABC	9,153 AB	95.4
KKU99-01	2.17 CD	1.91 D	2.0 C	88.2 CDE	8,721 B-E	8,397 BCD	8,559 BC	96.3
KKU99-02	1.81 EF	1.80 DE	1.8 DE	99.7 A	8,703 CDE	8,360 BCD	8,532 BC	96.1
KKU99-03	2.06 DE	1.80 DE	1.9 CD	87.3 E	8,324 EFG	7,838 DE	8,081 C	94.2
KKU99-06	2.24 BCD	1.96 D	2.1 C	87.7 DE	7,586 FG	7,243 E	7,414 D	95.5
KK3	2.45 BC	2.30 BC	2.4 B	93.9 A-D	9,874 A	9,550 A	9,712 A	96.7
LK92-11	1.66 FG	1.65 EF	1.7 E	99.4 A	9,676 AB	9,316 AB	9,496 A	96.3
Mean	2.04	1.81	1.9	88.9	8,770	8,431	8,600	96.1
F-test (0.05)	***	***	***	***	***	***	***	ns
LSD. (0.05)	0.30	0.26	0.20	6.27	968	1,024	645.81	

ns = non-significantly difference at $P<0.05$. *** = significantly difference at $P<0.001$. Means within a column with different letters are significantly different ($P<0.05$)

การประเมินผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ค่าความหวาน และความสามารถในการไว้ดของอ้อย
จำนวน 14 พันธุ์ ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพน้ำท่วมขังธรรมชาติในจังหวัดพิษณุโลก

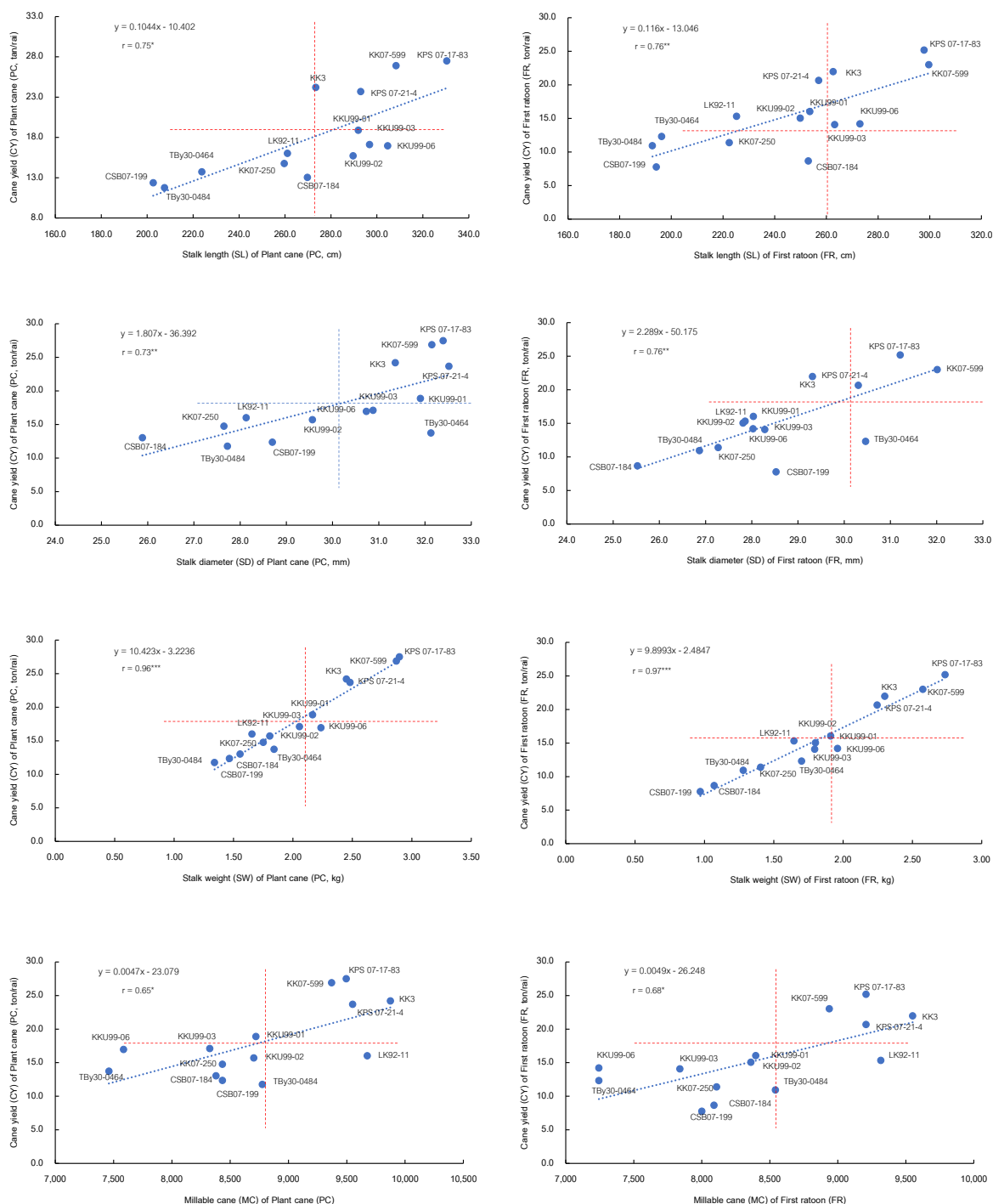


Figure 2. Correlations between stalk length (SL), stalk diameter (SD), single stalk weight (SW) and number of millable canes (MC) in the plant cane (PC) and 1st ratoon (FR) of 14 sugarcane varieties under waterlogging condition in lowland flooding areas, two red dash lines are the average values
*, **, *** = significant at $P < 0.05$, 0.01 and 0.001, respectively

ซึ่งบ่งชี้ว่าทุกลักษณะดังกล่าวที่อยู่ภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังส่งผลต่อปริมาณผลผลิตอ้อยที่ได้รับสอดคล้องกับการศึกษาของ Ahmed *et al.* (2010) รายงานว่าผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับองค์ประกอบผลผลิตอ้อย ได้แก่ จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ ความสูงลำที่เก็บเกี่ยวได้ จำนวนปล้องต่อลำ และน้ำหนักลำเดี่ยว นอกจากนี้ Tyagi and Lai (2007) ได้รายงานสอดคล้องกันว่าน้ำหนักลำที่เก็บเกี่ยวได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณผลผลิตอ้อย เนื่องจาก ผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์เชิงบวกและมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างมากกับน้ำหนักลำเดี่ยว ความยาวลำ และจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ (Chaudhary and Joshi, 2005) นอกจากนี้ จากผลการศึกษาพบว่า พันธุ์อ้อยส่วนใหญ่มีจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้สูง แม้ที่อยู่ภายใต้สภาวะที่มีน้ำท่วมขังทั้งในฤดูอ้อยปลูกและอ้อยโต 1 ซึ่งอาจเป็นเพราะพันธุ์เหล่านั้นมีสัดส่วนการงอกสูงทั้งสองฤดู ประกอบกับช่วงเวลาการท่วมขังของน้ำในแปลงอ้อยอยู่ในช่วงที่ต้นอ้อยมีอายุประมาณ 9 เดือน ซึ่งต้นอ้อยได้มีการพัฒนาลำในด้านความสูงและขนาดลำอย่างมากแล้ว

สรุป

ในสภาวะน้ำท่วมขังธรรมชาติของฤดูอ้อยปลูกและอ้อยโต 1 อ้อยพันธุ์ KPS 07-17-83, KK07-599 และ KPS 07-21-4 ให้ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาลและความสามารถในการไว้ตอของทั้งสองลักษณะสูงเทียบเท่าและสูงกว่าอ้อยพันธุ์ KK3 และ LK92-11 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบกับมาตรฐาน นอกจากนี้ พันธุ์ KPS 07-17-83 และ KK07-599 มีศักยภาพที่ให้องค์ประกอบผลผลิตทุกลักษณะสูงที่สุดในทั้งสองฤดูปลูก ดังนั้น อ้อยพันธุ์ KPS 07-17-83, KK07-599 และ KPS 07-21-4 น่าจะเหมาะสำหรับเป็นพันธุ์ส่งเสริมหรือเป็นพันธุ์ทางเลือกให้เกษตรกรในท้องถิ่นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมขังธรรมชาติในแปลงปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลกได้เลือกปลูกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนสนับสนุนการวิจัยแบบมุ่งเป้า: อ้อยประจำปีงบประมาณ 2560 รหัสโครงการ RDG60T 0181 และประจำปีงบประมาณ 2562 รหัสโครงการ RDG62T0097 สำหรับงบประมาณในการทำวิจัยขอขอบคุณบริษัท ธาตุส จำกัด สนับสนุนในส่วนเขตพื้นที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Ahmed, A.O., A. Obeid and B. Dafallah. 2010. The influence of characters association on behavior of sugarcane genotypes (*Saccharum* spp.) for cane yield and juice quality. *World Journal of Agricultural Sciences* 6(2): 207-211.
- Arpornrat, P. and U. Jakrarat. 2012. Crop rotation planting in sugarcane field for soil improvement and increasing cane yield in the Northeast. *Khon Kaen Agriculture Journal* 40(Suppl. 3): 163-170. (in Thai)
- Chaudhary, R.R. and B.K. Joshi. 2005. Correlation and path coefficient analyses in sugarcane. *Nepal Agriculture Research Journal* 6: 24-27.
- Drew, M.C. 1997. Oxygen deficiency and root metabolism: Injury and acclimation under hypoxia and anoxia. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 48: 223-250.
- Gomathi, R. and K. Chandran. 2009. Effect of water logging on growth and yield of sugarcane clones. *Sugarcane Breeding Institute (SBI-ICAR) Quarterly News Letter* 29(4): 1-2.

- Gomathi, R. and K. Chandran. 2013. Juice quality as influenced by water-logging stress in sugarcane. pp. 411-412. *In*: Proceedings of National Conference of Plant Physiology 2013 on "Current Trends in Plant Biology Research". Directorate of Groundnut Research, Junagadh, Gujarat.
- Gomathi, R., P.N.G. Rao, K. Chandran and A. Selvi. 2015. Adaptive responses of sugarcane to waterlogging stress: An overview. *Sugar Tech* 17(4): 325-338.
- Islam, M.S., M.A.S. Miah, M.K. Begum, M.R. Alam and M.S. Arefin. 2011a. Growth, yield and juice quality of some selected sugarcane clones under water-logging condition. *World Journal of Agricultural Sciences* 7(4): 504-509.
- Islam, M.S., M.A.S. Miah, M.K. Begum, M.R. Alam and M.S. Arefin. 2011b. Biochemical studies of juice quality and yield performance of some promising sugarcane clones under water-logging stress condition. *Journal of Agroforestry and Environment* 5(1): 87-90.
- Jaiphong, T., J. Tominaga, K. Watanabe, M. Nakabaru, H. Takaragawa, R. Suwa, M. Ueno and Y. Kawamitsu. 2016. Effects of duration and combination of drought and flood conditions on leaf photosynthesis, growth and sugar content in sugarcane. *Plant Production Science* 19(3): 427-437.
- Joseph, R., S. Reed, T. Ayala-Silva and B. Glaz. 2011. The effects of natural and induced short-term floods on four sugarcane accessions. *International Sugar Journal* 113: 207-213.
- Malik, S.S. and B.S. Tomer. 2003. Sugarcane varietal performance under high water-logging conditions. *Indian Sugar* 53(8): 585-588.
- Milligan, S.B., K.A. Gravois and F.A. Martin. 1996. Inheritance of sugarcane ratooning ability and relationship of younger crop traits to older crop traits. *Crop Science* 36(1): 45-50.
- National Statistical Office. 2020. Rainfall statistics at the meteorological station in 2016-2020 in Phisanulok (Online). Available: <http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries27.html>. (December 14, 2020). (in Thai)
- Office of the Cane and Sugar Board. 2020. Report of sugarcane production in Thailand in 2019-20. (Online). Available: <http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-1854.pdf>. (August 14, 2020). (in Thai)
- Palachai, C., P. Songsri and N. Jongrungrklang. 2019. Comparison of yield components of sugarcane varieties grown under natural short- and long-term water-logged conditions in Thailand. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 51(1): 80-92.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3rd ed. Sinauer, Sunderland.
- Tetsushi, H. and M.A. Karim. 2007. Flooding tolerance of sugarcane in relation to growth, physiology and root structure. *South Pacific Studies* 28(1): 9-22.
- Thongviang, V., T. Buphasorn, D. Somrak, P. Phasook, S. Chaluthong, W. Sensai, P. Kokkan, S. Roobsom, O. Yatabe and K. Niimi. 2014. Comparative study of new U-thong sugarcane varieties and locally cultivated varieties in Kumphawapi district, Udon Thani province. *Khon Kaen Agriculture Journal* 42(2): 231-238. (in Thai)

Tyagi, A.P. and P. Lai. 2007. Correlation and path coefficient analysis in sugarcane. South Pacific Journal of Natural Science 1: 1-10.

Unigarro Munos, C.A., J.I. Victoria Kafure and O.E. Checa Coral. 2013. Evaluation of aerenchyma radical area in sugar cane (*saccharum* spp.) as feature of tolerance to hypoxia. Acta Agronomica 62(3): 223-231.

Zhao, D. and Y.-R. Li. 2015. Climate change and sugarcane production: Potential impact and mitigation strategies. International Journal of Agronomy, Article ID 547386, doi: 10.1155/2015/547386.
