วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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

ลักษณะที่เหมาะสมในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยในขั้นต้นของการคัดเลือกพันธุ์อ้อยชุดกำแพงแสน 2016

Effectiveness of selection criteria in early stages of sugarcane varieties selection of Kamphaeng Saen 2016

จิรายุทธ์ เสาร์สุวรรณ์[1]* และ เรวัต เลิศฤทัยโยธิน[1,2]

Jirayut Saosuwan[1]* and Rewat Lersrutaiyotin[1,2]

[1] *ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140*
[1] *Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand*
[2] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140*
[2] *Cane and Sugar Research and Development Center, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand*

บทคัดย่อ: การคัดเลือกพันธุ์อ้อยในขั้นต้นส่วนใหญ่มักคัดเลือกจากลักษณะที่เห็นด้วยสายตาเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ การคัดเลือกในขั้นต้นมีจำนวนพันธุ์อ้อยที่ต้องคัดเลือกเป็นจำนวนมาก ซึ่งการคัดเลือกจากลักษณะที่เห็นด้วยสายตาเพียงอย่างเดียวอาจมีโอกาสในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีลักษณะคุณภาพดีทิ้งไปได้ งานวิจัยนี้จึงศึกษาหาลักษณะต่างๆ ของใบ ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อย ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะคุณภาพต่างๆ เพื่อใช้เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีการสะสมความหวานไวและสูง ใน 3 กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกและอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3) มีพันธุ์อ้อยที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 124 พันธุ์ จาก 8 คู่ผสม ตรวจวัดข้อมูลที่อายุ 8 เดือน โดยตรวจวัด (1) ลักษณะใบ ได้แก่ ความเขียวใบ จำนวนใบสดและใบแห้งต่อลำ ความกว้าง และความยาวใบ พื้นที่ใบต่อลำ (2) องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อไร่ และผลผลิต และ (3) ลักษณะคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำอ้อย ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ค่าซีซีเอส และเปอร์เซ็นต์สุกแก่ จากการศึกษาพบว่า มีลักษณะต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ความเขียวใบมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (0.39, 0.27, 0.46) ความสูงอ้อยกับปริมาณน้ำอ้อย (0.38, 0.67, 0.35) และพบความสัมพันธ์ทางลบระหว่างความเขียวใบกับค่าซีซีเอส (-0.20, -0.53, -0.44) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ความเขียวใบ และความสูงอ้อยเป็นลักษณะที่สามารถสังเกตได้ด้วยสายตาซึ่งช่วยในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีการสะสมความหวานไวและสูงได้

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์อ้อย; องค์ประกอบผลผลิต; ผลผลิตอ้อย; ค่าซีซีเอส

ABSTRACT: In the early stage of sugarcane selection, plants are usually selected based on visual characteristics. However, due to the large number of sugarcane varieties, only the visual characteristics selection may have opportunity to discard high quality of sugarcane. The objective of this research is to study the characteristics of leaves, yield components and cane yield that are related to quality characteristics to be used indirect characteristic for the early and high quality in the early stages of selection of 3 samples (plant cane and ratoon cane of the second stage selection and plant cane of the third stage selection). There were 124 sugarcane varieties of 8 crosses at 8 months used in this experiment by the measurement of (1) leaf characteristics (SCMR, number of fresh and dry leaves per stem, leaf width and length, leaf area per stem), (2) yield components (plant height, stem diameter and stalk number per rai), cane yield and (3) quality characteristics (amount of cane juice, amount of reducing sugar, CCS

* Corresponding author: jirayut.sao@ku.th

Received: date; May 25, 2021 Accepted: date; February 2, 2023 Published: date

and maturity percentage). The study found that there was a significant correlation coefficient for 3 samples, SCMR was positively correlated with amount of reducing sugar (0.39, 0.27 and 0.46), plant high with amount of cane juice (0.38, 0.67 and 0.35), and negative correlation coefficient between SCMR with CCS. (- 0.20, - 0.53 and - 0.44). This experiment showed that SCMR and plant high were the characteristics that could help in the selection of sugarcane varieties with early and high-quality accumulation.
Keywords: sugarcane breeding; yield components; cane yield; CCS

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในการผลิตน้ำตาล โดยปีการผลิต 2562/63 และ 2563/64 ประเทศไทยมีผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 7.09 และ 7.21 ตัน/ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2563, 2564) การมีพันธุ์อ้อยที่เจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง และมีการสะสมความหวานไวและสูงจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยมีผลผลิตอ้อยและความหวานที่สูงส่งโรงงานน้ำตาลในช่วงต้นฤดูกาลหีบอ้อยซึ่งมักประสบกับผลผลิตและความหวานที่ยังต่ำ ในขณะที่ การคัดเลือกพันธุ์อ้อยในขั้นต้นมีจำนวนพันธุ์อ้อยที่ต้องคัดเลือกเป็นจำนวนมาก ซึ่งการคัดเลือกพันธุ์อ้อยในขั้นต้นส่วนใหญ่มักคัดเลือกจากลักษณะที่มองเห็นจากภายนอก ทำให้มีโอกาสคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีลักษณะคุณภาพดีทิ้งไปได้

การคัดเลือกพันธุ์อ้อยมีหลายขั้นตอน โดยเฉพาะในการคัดเลือกขั้นต้นมีจำนวนพันธุ์อ้อยเป็นจำนวนมากที่ต้องคัดเลือก ซึ่งการคัดเลือกขั้นที่ 1 เป็นการเพาะกล้าอ้อยจากเมล็ดอ้อยที่ได้จากการผสม ในขั้นตอนนี้มีประชากรอ้อยจำนวนมากประมาณ 10,000-15,000 พันธุ์ แต่ทว่า ตั้งแต่การคัดเลือกขั้นที่ 2 เป็นการปลูกขยายพันธุ์อ้อยที่ผ่านการคัดเลือกจากขั้นที่ 1 โดยใช้ท่อนพันธุ์ปลูกขยายเป็นแถวและคัดเลือกในขั้นต่อไป จนถึงการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีประชากรอ้อยที่ผ่านการคัดเลือกประมาณ 200-300 พันธุ์ (เรวัต, 2549) ทั้งนี้การคัดเลือกพันธุ์อ้อยโดยการประเมินจากการเจริญด้วยสายตา (Visual growth rating: VGR) หรือการคัดเลือกโดยใช้การประเมินจากฟีโนไทป์ (Phenotype) เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยในขั้นต้นซึ่งเป็นวิธีการที่รวดเร็ว ไม่สิ้นเปลือง (Hogarth, 1971; Tai and Miller, 1989; Singles and Donaldson, 2000) ประกอบกับนักปรับปรุงพันธุ์อ้อยมีความรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ จะเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกพันธุ์อ้อยอย่างมาก โดยมีรายงานถึงลักษณะทางการเกษตรซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาลและลักษณะคุณภาพต่างๆ (Khan et al., 2012; Tena et al., 2016) ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถใช้ตรวจสอบและคัดเลือกพันธุ์อ้อยในอนาคตได้ (Ali et al., 2019) ทั้งนี้ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นลักษณะที่สามารถสังเกตได้ง่าย หากทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตรกับลักษณะคุณภาพต่างๆ จะช่วยให้การคัดเลือกมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งการตรวจสอบลักษณะคุณภาพอ้อยต้องใช้อุปกรณ์ แรงงาน ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเป็นจำนวนมาก หากสามารถประเมินลักษณะคุณภาพจากการสังเกตลักษณะทางสัณฐานวิทยาจะช่วยให้การคัดเลือกขั้นต้นของอ้อยซึ่งมีจำนวนพันธุ์ในการคัดเลือกมากมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ดังนั้น จึงได้ศึกษาลักษณะต่างๆ ของใบและลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะคุณภาพต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกและอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 ชุดกำแพงแสน 2016 เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของใบและองค์ประกอบผลผลิตที่สังเกตได้ง่ายกับลักษณะคุณภาพที่ใช้เวลาในการตรวจสอบที่มากกว่า สำหรับใช้เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยขั้นต้นที่มีการสะสมความหวานไวและสูง ซึ่งจะช่วยลดจำนวนพันธุ์อ้อยและค่าใช้จ่ายของโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อย และรวมถึงลดระยะเวลาในการคัดเลือกอีกด้วย

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทำการศึกษาใน 3 กลุ่มตัวอย่าง โดยแต่ละกลุ่มตัวอย่างใช้พันธุ์อ้อยจาก 8 คู่ผสม ได้แก่ (1) คู่ผสมเปิด กำแพงแสน 00-156 จำนวน 34 พันธุ์ (2) คู่ผสมเปิด กำแพงแสน 01-41-5 จำนวน 16 พันธุ์ (3) คู่ผสมเปิด กำแพงแสน 07-83 จำนวน 3 พันธุ์ (4) คู่ผสมหมู่ กำแพงแสน 01-12 จำนวน 11 พันธุ์ (5) คู่ผสมหมู่ กำแพงแสน 01-4-29 จำนวน 23 พันธุ์ (6) คู่ผสมหมู่ กำแพงแสน 00-105 จำนวน 23 พันธุ์ (7) คู่ผสมกำแพงแสน

01-12 x กำแพงแสน 01-41-5 จำนวน 6 พันธุ์ และ (8) คู่ผสมกำแพงแสน 94-13 x กำแพงแสน 00-156 จำนวน 8 พันธุ์ รวม 124 พันธุ์ โดยคัดเลือกพันธุ์อ้อยจากกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และนำพันธุ์อ้อยที่ผ่านการคัดเลือก มาปลูกทดสอบในการคัดเลือกขั้นที่ 3 ต่อไป

ไถชักร่องและปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์ ท่อนละ 2 ตา โดยการคัดเลือกขั้นที่ 2 วางท่อนพันธุ์แบบท่อนเดี่ยวในร่อง ระยะระหว่างท่อน 0.5 ม. ระยะระหว่างร่อง 1.5 ม. แต่ละพันธุ์ปลูกเป็นแถวยาว 8 ม. จำนวน 1 แถว ส่วนการคัดเลือกขั้นที่ 3 ปลูกด้วยท่อนพันธุ์และระยะปลูกเช่นเดียวกับการคัดเลือกขั้นที่ 2 โดยใช้แผนการทดลอง randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละแปลงย่อยมี 2 แถว แถวยาว 8 ม.

การเก็บตัวอย่าง

การคัดเลือกในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกและอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 แต่ละพันธุ์มีเพียง 1 แถว แบ่งแถวเป็น 3 ส่วน แต่ละส่วนมีพื้นที่ในการเก็บข้อมูล 3 ตร.ม. โดยเก็บข้อมูลจากแต่ละส่วนและนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 ใช้แผนการทดลอง RCBD แต่ละแปลงย่อยมี 2 แถว โดยแต่ละพันธุ์มีพื้นที่ในการเก็บข้อมูล 18 ตร.ม. ในแต่ละส่วนของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกและอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และแต่ละแปลงย่อยของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 สุ่มกออ้อยจำนวน 3 กอ แต่ละกอเลือกลำหลักกอละ 1 ลำ สาเหตุที่มีจำนวนลำต่อตัวอย่างน้อย เนื่องจากจำนวนกอในกลุ่มตัวอย่างอ้อยขั้นที่ 2 มีจำนวนน้อย และต้องการท่อนพันธุ์สำหรับการปลูกในการคัดเลือกขั้นที่ 3 ที่มีการวางแผนการทดลอง ประกอบกับมีจำนวนพันธุ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวนมาก ทำการเก็บข้อมูลเมื่ออ้อยอายุ 8 เดือน โดยในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 เก็บในเดือนกันยายน 2561 กลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 เก็บในเดือนพฤศจิกายน 2562

ข้อมูลที่ตรวจวัด

ลักษณะใบ

ทำการตรวจสอบลักษณะต่างๆ ของใบได้แก่ **ความเขียวใบ** (Spad Chlorophyll Meter Reading: SCMR) โดยเลือกวัดจากใบที่ 3 นับจากใบบนสุดที่เห็นคอใบ ตรวจวัดบริเวณกลางใบด้วยเครื่อง SPAD-502 Chlorophyll meter ยี่ห้อ (Minolta SPAD-502, Japan) ประเทศญี่ปุ่น (Markwell et al., 1995) จำนวน 3 ใบ **ความกว้างใบ** เลือกวัดจากใบที่ 4 นับจากใบบนสุดที่เห็นคอใบ ตรวจวัดบริเวณส่วนที่กว้างที่สุดของแผ่นใบ ด้วยไม้บรรทัดจำนวน 3 ใบ **ความยาวใบ** เลือกวัดจากใบที่ 4 นับจากใบบนสุดที่เห็นคอใบ ตรวจวัดตั้งแต่บริเวณรอยต่อระหว่างกาบใบกับแผ่นใบจนถึงปลายใบ ด้วยไม้บรรทัดจำนวน 3 ใบ **จำนวนใบสด** ตรวจนับจากใบที่คลี่แล้วที่มีแผ่นใบสีเขียวทั้งใบหรือมีเพียงบางส่วนจากลำอ้อย 3 ลำที่ได้สุ่มเลือกไว้ **จำนวนใบแห้ง** ตรวจนับจากใบที่มีแผ่นใบสีเหลือง แห้งที่ติดกับลำอ้อยจากลำอ้อยจำนวน 3 ลำที่ได้สุ่มเลือกไว้ **พื้นที่ใบต่อใบ** วัดจากใบที่ 4 นับจากใบบนสุดที่เห็นคอใบ และ**พื้นที่ใบต่อลำ** วัดจากใบที่มีสีเขียวทั้งใบหรือมีเพียงบางส่วนด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบรุ่น LI-3100 (LI-COR, USA) ประเทศสหรัฐอเมริกา

ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อย

ความสูง โดยวัดจากลำอ้อยที่ได้สุ่มไว้ในแต่ละกอ กอละ 1 ลำ จำนวน 3 กอ โดยวัดจากส่วนโคนชิดดินจนถึงคอใบสุดท้าย **ขนาดลำ** วัดบริเวณปล้องกลางลำ (กองคุ้มครองพันธุ์พืช, 2548) ด้วย Vernier caliper ยี่ห้อ (Doki, China) ประเทศจีน **จำนวนลำต่อไร่** ในแปลงคัดเลือกขั้นที่ 2 นับจำนวนลำที่มีการย่างปล้องของแต่ละส่วนในแถว พื้นที่ในการเก็บข้อมูล 3 ตร.ม. และในแปลงคัดเลือกขั้นที่ 3 นับจาก 2 แถว พื้นที่ในการเก็บข้อมูล 18 ตร.ม. และคำนวณเป็นจำนวนลำต่อไร่ **ผลผลิตอ้อย** ในแปลงคัดเลือกขั้นที่ 2 ตัดชั่งน้ำหนักอ้อยทุกลำที่มีการย่างปล้อง แต่ละส่วนมีพื้นที่ในการเก็บข้อมูล 3 ตร.ม. และในแปลงคัดเลือกขั้นที่ 3 มีพื้นที่เก็บข้อมูล 18 ตร.ม. และนำมาคำนวณผลผลิตอ้อย

ลักษณะทางคุณภาพ

ลักษณะทางคุณภาพที่ตรวจสอบได้แก่ **ปริมาณน้ำอ้อยต่อลำ** วัดจากตัวอย่างอ้อย 3 ลำ ด้วยลูกหีบขนาดเล็ก จำนวน 1 รอบ ตรวจวัดปริมาณน้ำอ้อยด้วยกระบอกตวง **ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์** สุ่มตัวอย่างน้ำอ้อยของแต่ละตัวอย่างจากลูกหีบขนาดเล็ก ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีการของ Somogyi-Nelson โดยเจือจางตัวอย่างน้ำอ้อยที่ระดับความเจือจาง 500 เท่า จากนั้นดูด

น้ำอ้อยที่ระดับเจือจาง 500 เท่า 1 มล. ใส่ในหลอดทดลอง เติมสาร Somogyi Reagent ปริมาตร 1 มล. เขย่าให้เข้ากันและนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 15 นาที ลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นและเติมสาร Nelson Reagent ปริมาตร 1 มล. และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5 มล. เขย่าให้เข้ากันและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 nm. ด้วยเครื่อง Spectrometer (Thermo electro corporation) (Nelson, 1944) และคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ **ค่าซีซีเอส** ทำการวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้วิธีการของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2547) โดยใช้ตัวอย่างอ้อยพันธุ์ละ 3 ลำ สกัดน้ำอ้อยด้วยลูกหีบขนาดเล็กเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค่าบริกซ์และค่าโพล โดยสุ่มตัวอย่างน้ำอ้อยตัวอย่างละ 100 มล. เติมสารช่วยกรอง (Celite) ประมาณ 9 ก. กรองด้วยเครื่องกรองน้ำอ้อยความดันสูง นำน้ำอ้อยที่กรองได้แช่ใน Cooling Bath ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที นำตัวอย่างน้ำอ้อยไปวัดค่าบริกซ์และค่าโพลด้วยเครื่องวิเคราะห์ยี่ห้อ Saccharomate รุ่น NIR WII หลังจากนั้นคำนวณ **เปอร์เซ็นต์เส้นใย** โดยประยุกต์ใช้วิธีของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2547) โดยนำส่วนของท่อนอ้อยมาฝนด้วยเครื่องเตรียมเส้นใยอ้อย คลุกเคล้าชิ้นส่วนอ้อยให้เข้ากัน ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 100 ก. บรรจุลงในถุงผ้าลินินที่ทราบน้ำหนักคงที่ นำถุงตัวอย่างไปล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง บีบถุงผ้าตัวอย่างและนำไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความร้อน ชั่งน้ำหนัก บันทึกผลและนำไปอบ 30 นาที ปฏิบัติเช่นนี้จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่และคำนวณเปอร์เซ็นต์เส้นใยด้วยสมการ เปอร์เซ็นต์เส้นใย = [(นน. อ้อยหลังอบพร้อมถุงผ้า – นน. ถุงผ้าหลังเทตัวอย่างออก) / (นน. อ้อยก่อนอบพร้อมถุงผ้า – นน. ถุงผ้า)] x 100 และนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าซีซีเอสด้วยสมการ ค่าซีซีเอส = 0.009433 (3 / 2) x ค่าโพล (100 – เปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์) – 0.00966 (1 / 2) x ค่าบริกซ์ (100 – เปอร์เซ็นต์เส้นใย) และ **เปอร์เซ็นต์สุกแก่** คำนวณเปอร์เซ็นต์ระหว่างค่าบริกซ์ส่วนยอด (ปล้องที่ 5-6 ถัดจากจุดหักธรรมชาติ) และค่าบริกซ์ส่วนโคน (เหนือผิวดิน 3-4 ปล้อง) โดยใช้สมการ เปอร์เซ็นต์สุกแก่ = (ค่าบริกซ์ส่วนยอด / ค่าบริกซ์ส่วนโคน) x 100

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะคุณภาพ องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตอ้อยและลักษณะต่างๆ ของใบ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะคุณภาพ 4 ลักษณะกับลักษณะต่างๆ ของใบ องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อยของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 กลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 จำนวน 124 พันธุ์ ด้วยโปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 3.6.1 (ชูศักดิ์, 2555; Venables et al., 2020)

ผลการศึกษา

ปริมาณน้ำฝน

จากที่มีการศึกษาใน 3 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งปลูกในแปลงที่ใกล้เคียงกันจึงไม่มีปัญหาเรื่องสภาพดินและการจัดการ แต่ทั้งนี้ มีการเจริญเติบโตในช่วงเวลาที่แตกต่างกันซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันค่อนข้างมากจึงอาจมีผลต่อบางลักษณะที่ศึกษา ดังนั้น จึงได้แสดงปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆ ตั้งแต่เริ่มปลูกหรือไว้ตอ จนกระทั่งถึงอายุ 8 เดือนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ซึ่งอยู่ในเขตของมหาวิทยาลัยห่างจากแปลงทดสอบประมาณ 2 กม. **(Figure 1)** โดยปลูกกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ในเดือนมกราคม และเก็บข้อมูลในเดือนกันยายน 2561 จากนั้นได้ตัดอ้อยในพันธุ์ที่คัดเลือกไว้จำนวน 124 พันธุ์ไปปลูกเป็นแปลงคัดเลือกพันธุ์อ้อยขั้นที่ 3 โดยเริ่มปลูกในเดือนมีนาคม และเก็บข้อมูลที่อายุ 8 เดือนในเดือนพฤศจิกายน 2562 ส่วนแปลงการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอขั้นที่ 2 ได้เริ่มดำเนินการเมื่อเดือนมีนาคม 2562 และเก็บข้อมูลขณะอายุ 8 เดือนในเดือนพฤศจิกายน 2562

จะเห็นได้ว่า กลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ซึ่งปลูกในเดือนมกราคม 2561 ในช่วง 2 เดือนหลังปลูกมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างต่ำ จนกระทั่งเดือนพฤษภาคมซึ่งเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 220.5 มม. ช่วงกลางฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างต่ำ และเพิ่มสูงขึ้นช่วงปลายฤดูฝน โดยเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงเก็บข้อมูลมีปริมาณน้ำฝนที่สูงเท่ากับ 235.4 มม. ส่วนกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 ซึ่งปลูกในปี 2562 มีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนตลอดการทดลองค่อนข้างต่ำ โดยกลุ่ม

ตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 เริ่มปลูกเดือนมีนาคม เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคมมีปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 179.3 มม. และลดลงช่วงกลางฤดู จนกระทั่งเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงเก็บข้อมูลมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างต่ำเท่ากับ 4.3 มม. เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ที่เริ่มเจียนตอเพื่อให้เจริญเติบโตเป็นอ้อยตอใหม่พร้อมกันทั้งแปลงในเดือนมีนาคม 2562 ซึ่งได้รับฝนมากในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน จนกระทั่งเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงเก็บข้อมูลพบว่ามีปริมาณฝนค่อนข้างต่ำ

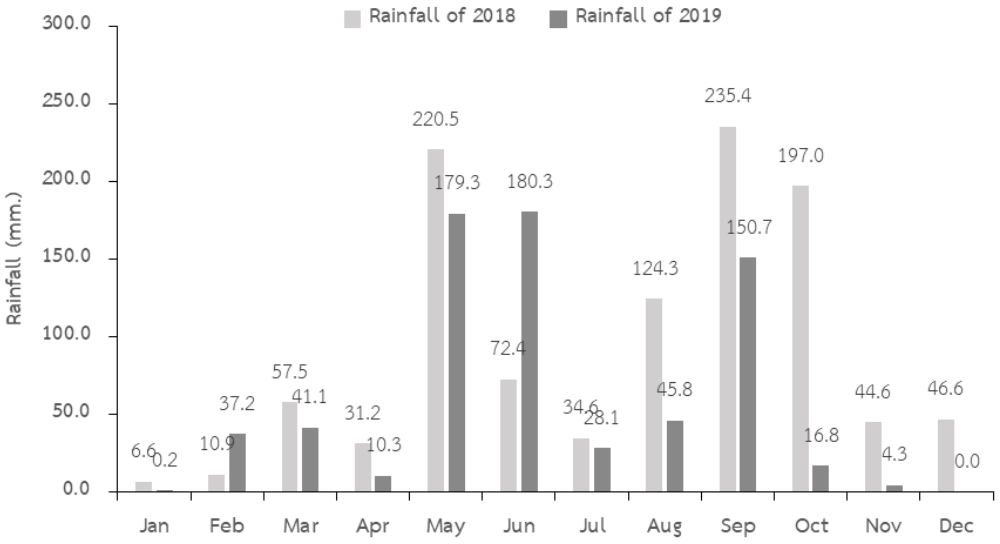

Figure 1 Average rainfall of 2018-2019 in Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, Thailand.

ลักษณะต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่างอ้อย 3 กลุ่ม

ลักษณะทางคุณภาพ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของลักษณะคุณภาพในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง **(Table 1)** พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอ้อยของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และ 3 ที่ปลูกทดสอบต่างปีกันมีค่าเฉลี่ยที่สูงโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ทั้งสองกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีปริมาณน้ำอ้อยต่ำสุดและสูงสุดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ และกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีปริมาณน้ำอ้อยต่ำสุดและสูงสุดน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ กลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด นอกจากนี้ ค่าซีซีเอสและเปอร์เซ็นต์การสุกแก่พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 ซึ่งทดสอบในปีเดียวกันมีค่าสูงโดยไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ทั้งสองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทั้งกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอและอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และ 3 มีค่าซีซีเอสและเปอร์เซ็นต์การสุกแก่ต่ำสุดและสูงสุดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกครั้งที่ 2 ด้วย ทั้งนี้ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าซีซีเอสในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีค่าสูงที่สุด และกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์การสุกแก่ที่สูงกว่าอีกสองกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะต่างๆ ของใบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของลักษณะต่างๆ ของใบ **(Table 2)** พบว่า ความกว้างใบ ความยาวใบและพื้นที่ใบต่อลำ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความกว้างและความยาวใบของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาเป็นกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกและอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งทุกกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้งความกว้างและความยาวใบของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีค่าต่ำสุดและสูงสุดที่มากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ กลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีความกว้างและความยาวใบต่ำสุดและสูงสุดน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ และ

พบว่ามีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ พื้นที่ใบต่อลำอ้อยซึ่งได้เก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกและอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ทั้งนี้ ความเขียวใบและจำนวนใบสดต่อลำไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดของความเขียวใบ และจำนวนใบสดต่อลำมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ

ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อย

ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อย **(Table 3)** พบว่า ขนาดลำทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ โดยกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุดและสูงสุดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ กลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุดและสูงสุดน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด และกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขันที่ 2 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด นอกจากนี้ ความสูงอ้อยของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และ 3 มีค่าสูงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าต่ำสุดที่มากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีค่าสูงสุดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ กลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุดและสูงสุดน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ นอกจากนี้ ผลผลิตอ้อยของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุดและสูงสุดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอีกสองกลุ่มตัวอย่าง และยังมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงด้วย ทั้งนี้ จำนวนลำต่อไร่ของทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุด สูงสุดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ในขณะที่ กลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุด สูงสุดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่นๆ

Table 1 Mean, Minimum (Min) Maximum (Max), Standard deviation (SD) and Coefficient of variation (CV) for quality characteristics of 3 samples at 8 months (N=124)

Characteristics	Mean	Min	Max	SD
Amount of cane juice (ml)				
The second stage plant cane	347.62 a	340.65	351.30	6.04
The second stage ratoon cane	156.15 b	147.84	164.55	8.36
The third stage plant cane	325.35 a	301.03	343.47	21.89
F-test	***			
CV (%)	5.95			
Amount of reducing sugar (µg/ml)				
The second stage plant cane	40.95	39.97	41.85	0.94
The second stage ratoon cane	31.58	30.31	33.26	1.52
The third stage plant cane	38.74	33.13	49.63	9.43
F-test	ns			
CV (%)	14.59			
CCS.				
The second stage plant cane	6.16 b	6.02	6.28	0.13
The second stage ratoon cane	7.46 a	7.28	7.77	0.27
The third stage plant cane	8.40 a	7.48	9.22	0.87
F-test	*			
CV (%)	6.67			
Maturity percentage (%)				
The second stage plant cane	52.56 b	52.03	53.32	0.67
The second stage ratoon cane	67.55 a	66.32	69.22	1.50
The third stage plant cane	68.05 a	67.56	68.94	0.77
F-test	***			
CV (%)	1.42			

The different letters within columns showed the significant difference by LSD at 0.05 level; ns, not significant at $P<0.05$; *, *** significant for $P<0.05$, 0.001

Table 2 Mean, Minimum (Min) Maximum (Max), Standard deviation (SD) and Coefficient of variation (CV) for leaf characteristics of 3 samples at 8 months (N=124)

Characteristics	Mean	Min	Max	SD
SCMR (%)				
The second stage plant cane	37.32	37.17	37.51	0.17
The second stage ratoon cane	36.43	35.61	36.18	0.33
The third stage plant cane	35.99	35.35	37.31	0.99
F-test	ns			
CV (%)	1.58			
Leaf width (cm)				
The second stage plant cane	5.71 b	5.67	5.76	0.05
The second stage ratoon cane	5.52 c	5.46	5.55	0.05
The third stage plant cane	6.06 a	6.04	6.09	0.03
F-test	***			
CV (%)	0.80			
Leaf length (cm)				
The second stage plant cane	139.64 b	138.85	140.87	1.08
The second stage ratoon cane	130.36 c	129.08	131.62	1.27
The third stage plant cane	142.25 a	141.67	143.05	0.72
F-test	***			
CV (%)	0.83			
No. fresh leaves/stem (leave)				
The second stage plant cane	11.33	11.00	12.00	0.58
The second stage ratoon cane	10.67	10.00	11.00	0.58
The third stage plant cane	11.00	11.00	11.00	0.00
F-test	ns			
CV (%)	3.71			
Leaf area/stem (cm^2)				
The second stage plant cane	5,162.90 a	5,070.63	5,245.51	87.84
The second stage ratoon cane	4,178.62 b	4,147.47	4,231.84	46.31
F-test	**			
CV (%)	1.51			

The different letters within columns showed the significant difference by LSD at 0.05 level; ns, not significant at $P<0.05$; **, *** significant for $P<0.01$, 0.001

Table 3 Mean, Minimum (Min) Maximum (Max), Standard deviation (SD) and Coefficient of variation (CV) for yield components and cane yield of 3 samples at 8 months (N=124)

Characteristics	Mean	Min	Max	SD
Plant height (cm)				
The second stage plant cane	222.88 a	221.52	223.62	1.18
The second stage ratoon cane	170.09 b	165.76	175.37	4.87
The third stage plant cane	220.83 a	206.11	233.91	13.97
F-test	**			
CV (%)	4.44			
Stem diameter (mm)				
The second stage plant cane	28.46 b	28.37	28.55	0.09
The second stage ratoon cane	14.71 c	14.09	15.26	0.59
The third stage plant cane	29.64 a	29.33	29.87	0.28
F-test	***			
CV (%)	1.35			
No. stem/rai (stem/rai)				
The second stage plant cane	10,251.07	10,125.66	10,321.60	108.89
The second stage ratoon cane	11,601.82	10,268.35	13,268.98	1,527.89
The third stage plant cane	13,354.56	11,830.26	15,467.87	1,888.98
F-test	ns			
CV (%)	13.30			
Cane yield (tons/rai)				
The second stage plant cane	13.32 b	12.73	13.64	0.51
The second stage ratoon cane	11.45 b	10.45	12.45	1.00
The third stage plant cane	16.15 a	14.44	17.18	1.49
F-test	**			
CV (%)	6.94			

The different letters within columns showed the significant difference by LSD at 0.05 level; ns, not significant at P<0.05; **, *** significant for P<0.01, 0.001

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใบกับลักษณะคุณภาพ

เนื่องจากลักษณะคุณภาพทั้ง 4 ลักษณะที่ศึกษาต้องใช้เวลาและแรงงานในการตรวจสอบ การที่สามารถคัดเลือกลักษณะคุณภาพได้โดยพิจารณาจากลักษณะใบซึ่งสามารถสังเกตได้ง่ายอาจทำให้การคัดเลือกพันธุ์อ้อยขั้นต้นที่มีจำนวนพันธุ์อ้อยมากสามารถดำเนินการได้รวดเร็วมากขึ้น

จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ของใบกับลักษณะคุณภาพทั้ง 4 ลักษณะ ได้แก่ ความเขียวใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนใบสด และพื้นที่ใบต่อลำ **(Table 4)** พบว่า ความเขียวใบมีความสัมพันธ์ทางลบกับค่าซีซีเอส แต่มี

ความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างจำนวนใบสดต่อลำกับปริมาณน้ำอ้อย และความกว้างใบมีความสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์สุกแก่

นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง โดยความเขียวใบมีความสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์สุกแก่ในกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ในขณะที่ จำนวนใบสดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และมีความสัมพันธ์ทางลบกับค่าซีซีเอสและเปอร์เซ็นต์สุกแก่ในกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ส่วนความกว้างใบมีความสัมพันธ์ทางลบกับค่าซีซีเอสในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะคุณภาพกับองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อย

ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตโดยปกติจะใช้สำหรับการคัดเลือกผลผลิตอ้อย เนื่องจากเป็นลักษณะที่สามารถแยกแยะความแตกต่างด้วยสายตาได้ชัดเจนกว่าผลผลิตอ้อย ดังนั้น จึงได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อยกับลักษณะคุณภาพต่างๆ ถึงความเป็นไปได้ในการใช้คัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีลักษณะคุณภาพดีโดยการสังเกตจากลักษณะภายนอก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตอ้อยกับลักษณะคุณภาพ **(Table 5)** พบว่า ความสูงอ้อยมีความสัมพันธ์กับลักษณะคุณภาพต่างๆ ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำอ้อยในทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ ความสูงอ้อยยังมีความสัมพันธ์กับลักษณะคุณภาพต่างๆ แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง โดยพบความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และความสัมพันธ์ทางลบกับค่าซีซีเอสในกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 ในขณะที่ ขนาดลำและผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำอ้อยในทั้ง 3 ประชากร

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากผลการทดลองในส่วนของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเป็นที่สังเกตว่าค่าซีซีเอสและเปอร์เซ็นต์การสุกแก่ของกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าต่ำกว่าอีก 2 กลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการกระจายตัวของน้ำฝนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำตาลของอ้อย โดยเฉพาะในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2 ที่ได้รับน้ำฝนสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการทดสอบ โดยอ้อยที่กำลังเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และได้รับน้ำฝนที่เพียงพอและสม่ำเสมอ ทำให้อ้อยมีขนาดลำใหญ่และมีปริมาณน้ำอ้อยต่อลำค่อนข้างมาก ส่งผลให้อ้อยมีความหวานและมีเปอร์เซ็นต์สุกแก่ค่อนข้างต่ำ และมีผลผลิตอ้อยที่สูง (เกษม, 2521; Das, 1934; Thompson, 1988) นอกจากนี้ ในกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 มีค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตที่ต่ำได้แก่ ความสูง ขนาดลำและผลผลิตอ้อย ซึ่งอาจเป็นผลจากปริมาณน้ำฝนที่ตกน้อยและไม่สม่ำเสมอในช่วงการทดสอบกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 จึงส่งผลให้อ้อยตอมีความสูง ขนาดลำและผลผลิตอ้อยที่ต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 2

ลักษณะใบและองค์ประกอบผลผลิต เป็นลักษณะที่สามารถสังเกตได้ง่ายที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะคุณภาพซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานในการเก็บข้อมูล โดยความเขียวใบสามารถใช้ประเมินปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และค่าซีซีเอสได้ โดยพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันไม่ว่าจะมีสภาพการปลูกที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ความเขียวใบที่สูงแสดงถึงอ้อยยังมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่สูงแต่มีค่าซีซีเอสต่ำ โดยการเก็บข้อมูลที่อ้อยอายุ 8 เดือน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเป็นช่วงที่อ้อยจะเริ่มแก่ เป็นเวลาที่อ้อยมีการเจริญเติบโตเต็มที่ โดยอ้อยแต่ละพันธุ์มีระยะเวลาแก่ที่แตกต่างกัน พันธุ์ที่ยังมีใบที่มีความเขียวสูงจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่สูง บ่งบอกถึงพันธุ์อ้อยนั้นยังไม่แก่เต็มที่ ในขณะที่ พันธุ์ที่มีความเขียวใบต่ำจะมีค่าซีซีเอสที่สูงย่อมหมายถึง มีการสะสมน้ำตาลซูโครสที่เป็นโมเลกุลคู่สูง บ่งบอกถึงพันธุ์อ้อยนั้นแก่เต็มที่แล้วและเริ่มมีการสุกนั่นคือ ขบวนการสะสมความหวาน (ซูโครส) (เรวัต, 2549) ทั้งนี้ พันธุ์ที่มีความเขียวใบที่อายุ 8 เดือนต่ำ บ่งบอกถึงเป็นพันธุ์ที่มีการสะสมน้ำตาลเร็ว เหมาะสำหรับการเป็นอ้อยที่เข้าโรงงานน้ำตาลในช่วงต้นหรือกลางฤดูกาลหีบ ดังนั้น การคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีความเขียวใบที่ต่ำที่อายุ 8 เดือนเป็นวิธีการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีการสะสมความหวานเร็ว โดยเกษม (2521) ได้รายงานว่า อ้อยที่มีใบที่ยังมีสีเขียวอยู่ค่อนข้างมาก น้ำตาลในลำอ้อยมีแนวโน้มเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นรูปที่พร้อมจะถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับการเจริญเติบโต อ้อยที่สุกจะมีสีใบที่อ่อนลงหรือมีสีเหลืองมากขึ้น พันธุ์อ้อยที่มีสีใบอ่อนหรือมีสีเหลืองปนมากมีแนวโน้มที่มีการสะสมน้ำตาลซูโครสมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าซีซีเอสกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

นอกจากนี้พบว่า มีลักษณะใบอื่นๆ ที่บ่งบอกลักษณะคุณภาพในทุกสภาพน้ำฝน ได้แก่ ความกว้างใบ โดยพันธุ์ที่มีใบกว้างเป็นพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์สุกแก่ต่ำเนื่องจากมีค่าบริกซ์ในส่วนยอดที่ต่ำเมื่อเทียบกับส่วนโคน โดยสามารถคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีการสะสมความหวานสูงได้โดยคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีใบแคบกว่า และยังพบว่าพันธุ์ที่มีจำนวนใบเขียวต่อลำที่สูงเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณน้ำอ้อยที่สูง โดยสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (มปป.) ได้รายงานว่า การที่อ้อยมีจำนวนใบสดต่อลำมากแสดงถึงศักยภาพในการดูดน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้มาก ซึ่งพันธุ์อ้อยที่มีการเจริญเติบโตดีควรมีใบสีเขียวสดใส นอกจากนี้ เป็นที่สังเกตว่าในกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 พบความสัมพันธ์ของค่าความเขียวใบและจำนวนใบสดต่อลำกับลักษณะคุณภาพทุกลักษณะ ในขณะที่ ไม่พบในกลุ่มตัวอย่างอ้อยปลูกทั้งในการคัดเลือกขั้นที่ 2 และ 3 ดังนั้น ในอ้อยตอซึ่งมักมีจำนวนใบสดต่อลำน้อย การมีจำนวนใบสดต่อลำที่ต่างกันอาจมีผลต่อความแตกต่างของลักษณะคุณภาพ ทั้งนี้ พันธุ์ที่มีพื้นที่ใบต่อลำสูงซึ่งหมายถึงมีพื้นที่ใบเขียวมากส่งผลให้มีปริมาณน้ำอ้อยที่สูงด้วย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิตกับลักษณะคุณภาพพบว่า ความสูง ขนาดลำและผลผลิตอ้อยมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำอ้อยต่อลำ ในขณะเดียวกัน ความสูงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และทางลบกับค่าซีซีเอส ซึ่งสอดคล้องกับ Das (1934) และ Thompson (1988) ที่รายงานว่า อ้อยที่ยังมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นสูง จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่สูง ส่วนเกษม (2521) รายงานว่า อ้อยที่ยังมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นจะมีการสะสมน้ำตาลซูโครสได้ต่ำเนื่องจากน้ำตาลซูโครสที่ถูกเก็บไว้ในลำต้นที่ยังอ่อนจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสได้ง่าย เนื่องจากอ้อยสามารถนำน้ำตาลรีดิวซ์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต จึงทำให้มีการสะสมของน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ได้น้อยส่งผลให้มีค่าซีซีเอสต่ำ นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์ทางลบของเปอร์เซ็นต์สุกแก่กับผลผลิตอ้อยและความสูง แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงจากการมีลำที่สูงจะมีการสะสมความหวานถึงส่วนยอดช้าทำให้มีเปอร์เซ็นต์สุกแก่ต่ำ

สรุป

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ความเขียวใบมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และค่าซีซีเอส และความสูงอ้อยมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำอ้อยในทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ ยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และค่าซีซีเอสในกลุ่มตัวอย่างอ้อยตอของการคัดเลือกขั้นที่ 2 และอ้อยปลูกของการคัดเลือกขั้นที่ 3 ด้วย ดังนั้น ความเขียวของใบและความสูงอ้อยเป็นลักษณะที่สังเกตได้ง่ายและสามารถประเมินได้จากสายตา จึงสามารถช่วยในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยที่มีการสะสมความหวานสูงและไวในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยขั้นต้นได้

Table 4 Correlation coefficients between leaf characteristics with quality characteristics of 3 samples at 8 months. (N=124)

Characteristics	SCMR	Leaf width	Leaf length	No. fresh leaves/stem	Leaf area/stem
Amount of cane juice					
The second stage plant cane	0.02	0.23 *	0.06	0.31 ***	0.26 **
The second stage ratoon cane	0.34 ***	0.27 **	0.08	0.49 ***	0.46 ***
The third stage plant cane	0.01	0.04	0.10	0.39 ***	-
Amount of reducing sugar					
The second stage plant cane	0.39 ***	0.15	-0.02	0.02	0.12
The second stage ratoon cane	0.27 **	-0.01	-0.09	0.38 ***	-0.22
The third stage plant cane	0.46 ***	-0.08	0.01	-0.18	-
CCS.					
The second stage plant cane	-0.20 ***	-0.33 ***	-0.13	0.07	-0.26 **
The second stage ratoon cane	-0.53 ***	-0.11	0.09	-0.57 ***	-0.17
The third stage plant cane	-0.44 ***	0.04	-0.02	0.16	-
Maturity percentage					
The second stage plant cane	-0.01	-0.30 ***	0.02	-0.10	-0.31 ***
The second stage ratoon cane	-0.56 **	-0.29 **	0.09	-0.64 ***	-0.24
The third stage plant cane	0.12	-0.36 ***	0.01	0.12	-

*, **, *** significantly different at P<0.05, 0.01 and 0.001

Table 5 Correlation coefficients between yield components and cane yield with quality characteristics of 3 samples at 8 months. (N=124)

Characteristics	Plant height	Stem diameter	No. stalk/rai	Cane yield
Amount of cane juice				
The second stage plant cane	0.38 ***	0.70 ***	- 0.34 ***	0.22 *
The second stage ratoon cane	0.67 ***	0.65 ***	- 0.12	0.52 ***
The third stage plant cane	0.35 ***	0.68 ***	- 0.04	0.22 *
Amount of reducing sugar				
The second stage plant cane	- 0.03	- 0.01	- 0.30 ***	- 0.32 ***
The second stage ratoon cane	0.30 ***	- 0.12	- 0.03	0.09
The third stage plant cane	0.36 ***	- 0.36 ***	- 0.09	- 0.11
CCS.				
The second stage plant cane	0.01	0.02	0.07	- 0.11
The second stage ratoon cane	- 0.34 ***	- 0.05	0.17	- 0.06
The third stage plant cane	- 0.25 **	0.36 ***	0.05	0.10
Maturity percentage				
The second stage plant cane	- 0.19 *	- 0.11	- 0.04	- 0.41 ***
The second stage ratoon cane	- 0.46 ***	- 0.28 **	0.16	- 0.28 **
The third stage plant cane	0.21 *	- 0.50 ***	0.01	- 0.09

*, **, *** significantly different at P<0.05, 0.01 and 0.001

เอกสารอ้างอิง

เกษม สุขสถาน. 2521. การจัดการไร่อ้อย. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2555. สถิติ: การวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชด้วย “R”. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม. 2563. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเกษตร. ค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2564.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2547. การวิเคราะห์คุณภาพอ้อยในด้านงานวิจัย. ใน: เอกสารฝึกอบรม เพื่อพัฒนาเกษตรกรชาวไร่อ้อยให้เป็นผู้นำชาวไร่อ้อยรุ่นที่ 3. 12-17 กรกฎาคม 2547. ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคกลาง, กาญจนบุรี.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2563. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อย ปีการผลิต 2562/63. แหล่งที่มา: http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-1854.pdf. ค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2565.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2564. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อย ปีการผลิต 2563/64. แหล่งที่มา: http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-9200.pdf. ค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2565.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. มปป. คู่มือแนะนำพันธุ์อ้อย. บริษัท ออนป้า จำกัด, กรุงเทพฯ.

เรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2549. พันธุ์อ้อยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และการปรับปรุงพันธุ์. ใน: การฝึกอบรมเรื่องการทำไร่อ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ “เศรษฐีไร่อ้อย รุ่นที่ 1” 26-27 กันยายน 2549. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี.

Ali A., S.A. Khan, M. Tahir, A. Farid, A. Khan, S.M. Khan, and N. Ali. 2019. Clonal selection strategy in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) based on the association of quality traits and cane yield. The Journal of Animal & Plant Sciences. 29: 889-893.

Das, U.K. 1934. The sugar cane plant: A study of millable cane and sucrose formation. Hawaii Sugar Plant Research. 11: 251-317.

Hogarth, D.M. 1971. Quantitative inheritance studies in sugarcane II. Correlations and predicted responses to selection. Australian Journal of Agricultural Research. 22: 103-109.

Khan I., S. Bibi, S. Yasmin, A. Khatri, N. Seema, and S. Abro. 2012. Correlation studies of agronomic traits for higher sugar yield in sugarcane. Pakistan Journal of Botany. 44: 969-971.

Markwell, J., J.C. Osterman, and J.L. Mitchell. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll mater. Photosynthesis Research. 46: 467-472.

Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. Journal of Biological Chemistry. 153: 375-380.

Singles, A., and R.A. Donaldson. 2000. The effect of row spacing on an irrigated plant crop of sugarcane variety NCo 376. pp. 151-154. In proceedings of South African Sugarcane Research Institute.

Tai, P.Y.P., and J.D. Miller. 1989. Family performance at early stages of selection and frequency of superior clones from crosses among canal point cultivars of sugarcane. Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists. 9: 62-70.

Tena E., F. Mekbib, and A. Ayana. 2016. Correlation and path coefficient analyses in sugarcane genotypes of Ethiopia. American Journal of Plant Sciences. 7: 1490-1497.

Thompson, G.D. 1988. The composition of plant and ratoon crops of variety N14 at Pongola. pp. 185-189. In proceedings of South African Sugarcane Research Institute.

Venables, W.N., D.M. Smith, and the R Core Team. 2020. An introduction to R. Available: https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf. Accessed Jun. 10, 2020.