

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและดอกต่อการหลุดร่วงของดอกและผลผลิตทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

The relation between carbohydrate content in leaves and flowers on flower drops and productivity of 'Monthong' durian

วีรศิลป์ สอนจรรูญ^{1,2*}, จุติภรณ์ ทัสสกุลพนิช³, เจนจิรา ชุมภูคำ³, คณพล จุฑามณี^{2,4}, เกษวรา เมทเมธรัตน์⁵, ปัทมา ทองกอก⁵, วราพร เล่าห์กิติกุล³ และ อีรพัฒน์ เทพแก้ว^{4,6}

Weerasin Sonjaroon^{1,2*}, Jutiporn Thussagunpanit³, Jenjira Chumpookam³, Kanapol Jutamane⁴, Gadewara Matmarurat⁵, Pattama Tongkok⁵, Waraporn Laohkitikul³ and Teerapat Tepkaew^{4,6}

¹ วิทยาลัยบูรณาการศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

¹ School of Integrated Science Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

² สถาบันวิทยาการขั้นสูงแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

² Kasetsart University Institute for Advanced Studies, KUIAS, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

³ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

³ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

⁴ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

⁴ Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

⁵ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

⁵ Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

⁶ ภาควิชาการจัดการการเกษตร คณะสหวิทยาการจัดการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สุพรรณบุรี 72150

⁶ Department of Agricultural Management, Faculty of Interdisciplinary Management and Technology, Kasetsart University, Suphanburi 72150, Thailand

บทคัดย่อ: ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและดอกเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อความสมบูรณ์ของดอกซึ่งนำไปสู่การติดผลและปริมาณผลผลิต ปัจจุบันทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่มีมูลค่าและมีต้นทุนการจัดการสูง การศึกษานี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและดอก ต่อการหลุดร่วงของดอกและการติดผลของทุเรียน เพื่อเป็นข้อมูลส่งเสริมในการดูแลต้น ตั้งแต่ระยะการออกดอก ลดการหลุดร่วงของดอก และเพิ่มปริมาณผลผลิต โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรต (กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และแป้ง) ในใบและดอกทุเรียนถูกศึกษา 3 ระยะการพัฒนาคือ ระยะมะเขือพวง ระยะหัวกำไล และระยะหางแย้ สุ่มเลือกต้นทุเรียนหมอนทองจำนวน 10 ต้น อายุ 9-10 ปี ที่ต้นสม่าเสมอกัน เก็บตัวอย่างดอกและใบ มาวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และติดตามการหลุดร่วงของดอก เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าสามารถแบ่งต้นทุเรียนได้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มต้นดอกร่วงน้อย (60%-70%) ปานกลาง (70%-87%) และมาก (87%-93%) จากนั้นเมื่อนำต้นทุเรียนในแต่ละกลุ่มมาศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่า กลุ่มต้นดอกร่วงน้อยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทุกชนิดในดอกสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ โดยเฉพาะระยะหางแย้ และมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกและใบต่อการติดผล พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อกัน ในส่วนของคุณภาพผลผลิต พบว่า ทุเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักและขนาดผลใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มต้นดอกร่วงน้อยมีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักเนื้อผลสูงที่สุด จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า การมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกและใบสูง สัมพันธ์กับการพัฒนาการของดอกที่ดีขึ้น หลุดร่วงน้อยลง และมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักเนื้อของผลผลิตสูงขึ้น

* Corresponding author: weerasin.s@ku.th

Received: date; October 6, 2023 Revised: date; May 29, 2024

Accepted: date; July 5, 2024 Published: date;

คำสำคัญ: การติดผล; การพัฒนาของดอกทุเรียน; อาหารสะสม; ทุเรียน

ABSTRACT: The carbohydrate content in leaves and flowers is one of the crucial factors involved in flower development, which leads to fruit set and yield productivity. Durian is currently the most economically valuable fruit crop; however, it has a significant management cost throughout fruit production. This study finds out the relation between carbohydrate content in leaves and flowers on flower drops and productivity of Monthong durian for the basic information on durian production for reducing flower drops and increasing the fruit yield. The study was conducted on 10 consistency sizes and the canopy of 9–10-year-old durian trees. The leaf and flower samples were collected to determine carbohydrate content (glucose, sucrose, fructose, and starch) at 3 stages of flower development, including floral bud formation (FBF), floral bud with calyx (FBC), and fruit initiation (FI) stages. The percentage of flower drops (FD) and fruit set was recorded. From the data of the FD, durian trees can be separated into three groups: low (60%–70%), medium (70%–87%), and high (82%–93%). Then, the durian trees in each group were analyzed for their relationship with carbohydrate content, and it was found that the low FD group had the highest content of all types of carbohydrates, especially during the FI stage. The group with low FD had the highest percentage of fruit set. However, no significant correlation was found between the carbohydrate content in flowers and leaves and fruit set. For fruit quality, every group of durians had a similar fruit weight, width, and length circumference. However, the low-FD group tended to have the highest flesh weight of the others. From the data, it can be indicated that carbohydrate contents affected flower drops and flower development. The high carbohydrate content of glucose, sucrose, and fructose in flowers and leaves was associated with better flower development, less shedding, and a tendency to increase yield flesh weight.

Keywords: *Durio zibethinus* L.; fruit set; durian flower development; photosynthate

บทนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญ ที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัว คือ ทรงผลและเปลือกมีหนามแหลมคม เนื้อมีสีเหลือง มีกลิ่นและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวโดยเฉพาะเมื่อผลเริ่มสุก เป็นผลไม้ที่มีสรรพคุณทางยาหลายอย่าง มีประโยชน์สามารถนำมาแปรรูปและประกอบอาหารได้หลายชนิด ได้รับการกล่าวขานว่าเป็น “King of Tropical Fruit” หรือ “ราชาแห่งผลไม้เมืองร้อน” ในประเทศไทยทุเรียนนิยมปลูกเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อการส่งออก โดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นแหล่งผลิตทุเรียนที่มีพื้นที่ปลูกและปริมาณผลผลิตมากที่สุดของภาคตะวันออก พันธุ์ที่นิยมปลูกและทำรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นจำนวนมากคือ พันธุ์หมอนทอง พันธุ์ชะนี และพันธุ์กระดุม (กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก กองนโยบายการสร้าง ความเข้มแข็งทางการค้า สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2563) จันทบุรีเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ใกล้เขตชายฝั่งทะเล มีฝนตกชุกติดต่อกันประมาณ 6 เดือนต่อปี ทำให้มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมตลอดทั้งปีประมาณ 2,500-3000 มิลลิเมตร (ปรเมศร์ และ เทวินทร์, 2559) มีดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินปูน มีความเป็นด่าง การระบายน้ำดี มีอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นได้อย่างสมดุล เกิดการสะสมพลังงานในรูปของคาร์โบไฮเดรตมาก ทำให้กิ่งก้านสาขาของต้นทุเรียนเจริญเติบโตและสร้างความพร้อมสำหรับการออกดอกได้เร็วและสมบูรณ์ (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2564) ดังนั้นการศึกษาการสะสมอาหารของทุเรียนที่ปลูกในจังหวัดจันทบุรีจึงมีความสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรได้อย่างแม่นยำมากขึ้น โดยปกติทุเรียนจะให้ผลผลิตได้เมื่อต้นมีอายุ 4 - 5 ปี โดยทุเรียนจะเริ่มสร้างตาดอกและมีการพัฒนาของดอก การพัฒนาของดอกทุเรียนแบ่งเป็น 8 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ปลา ระยะตาปู ระยะเหยียดตีนหนู ระยะกระดุม ระยะมะเขือพวง ระยะหัวกำไล ระยะดอกขาวซึ่งเป็นระยะที่ดอกเริ่มบานเต็มที่และพร้อมรับละอองเกสร และระยะดอกบาน (วิเชียร, 2546) ทุเรียนจำเป็นต้องใช้สารอาหารเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตเพื่อการออกดอกและออกผล โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นโมเลกุลชีวภาพที่พบได้ในสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สาหร่าย และแบคทีเรียบางชนิด คาร์โบไฮเดรตจะถูกสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน คาร์โบไฮเดรตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและส่งผลให้เกิด น้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นน้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง พร้อมกับกับการสร้างน้ำตาลฟรุกโตส และมีการสร้างไดแซ็กคาไรด์ เช่น ซูโครส เพื่อเป็นน้ำตาลในรูปเคลื่อนย้ายภายในต้นพืช นอกจากนี้กลูโคสที่สร้างขึ้นในพืชยังสามารถนำไปสร้างเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้งเพื่อเก็บไว้เป็นพลังงานสำรอง (Xiao et al., 2000; Shakya and Lal, 2018)

จากงานวิจัยการผลิตทุเรียนคุณภาพแม่นยำโดยการตรวจติดตามสุขภาพต้นร่วมกับการจัดการดอกและผล พบว่า เมื่อดอกทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีพัฒนาการมากขึ้นมีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เพิ่มขึ้น โดยในระยะไข่ปลาถึงระยะหัวกำไลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกประมาณ 0-5% ในระยะดอกขาวปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกประมาณ 10-25% และในระยะดอกบานปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกประมาณ 30-40% การเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกในแต่ละระยะพัฒนาการนี้ส่งผลให้ดอกสามารถพัฒนาได้อย่างสมบูรณ์ (คณพล และคณะ, 2563) ดังนั้นปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เปลี่ยนแปลงในดอก ในแต่ละระยะการพัฒนา อาจส่งผลต่อพัฒนาการของดอก และส่งผลถึงการหลุดร่วงของดอกได้ การหลุดร่วงของดอกที่เกิดขึ้นนำไปสู่การติดของผลทุเรียนที่เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ความไม่สมบูรณ์ของต้น การสร้างอาหารภายในต้น อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ดอกไม่เกิดการพัฒนาได้และทำให้ดอกหลุดร่วงเป็นจำนวนมาก การติดผลไม่ดีหรืออาจทำให้ไม่ติดผล และทำให้เหลือสารประกอบคาร์โบไฮเดรตสำหรับกระบวนการต่าง ๆ ในการสร้างการเจริญเติบโตด้านกิ่งก้านลดลง (สุมิตร, 2561)

งานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกทุเรียนแต่ละระยะและศึกษาพัฒนาการของดอกทุเรียนร่วมกับข้อมูลการหลุดร่วงของดอกและการติดผล เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกและใบทุเรียน 3 ระยะ คือ ระยะมะเขือพวง ระยะหัวกำไล และระยะหางแย้ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์การหลุดร่วงของดอกและการติดผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง เพื่อเป็นข้อมูลส่งเสริมและแนะนำในการดูแลต้นและจัดการดอกเพื่อให้แก่เกษตรกร เพิ่มการติดผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองได้มากขึ้น

วิธีการศึกษา

การเลือกต้นทุเรียนและพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ทำการสุ่มเลือกต้นทุเรียนสายพันธุ์หมอนทอง อายุ 9-10 ปี ที่มีขนาดทรงพุ่ม และความสูงใกล้เคียงกัน จำนวน 10 ต้น ที่ปลูกในแปลงของเกษตรกร อำเภอชะเมา จังหวัดจันทบุรี (12°41'28.5"N 102°08'22.2"E) ต้นทุเรียนที่ศึกษาได้รับการตัดแต่ง และบำรุงต้นตามวิธีการปกติที่เกษตรกรใช้ โดยทำการให้น้ำด้วยมินิสปริงเกอร์ที่มีอัตราการจ่ายน้ำสูงสุด 280 l/h เปิดมินิสปริงเกอร์ทุก 2-3 วัน วันละ 30 นาที ในช่วงเวลา 8.00-8.30 น. ทำการใส่ปุ๋ยสูตร 8-8-24 อัตราการใช้ 2 kg/ต้น เมื่อทุเรียนเริ่มออกดอกตามธรรมชาติ จึงเริ่มศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วงทุเรียนเริ่มออกดอก ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม

การวางแผนการทดลองและการคำนวณเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของดอก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวนต้นทุเรียนทั้งหมด 10 ต้น ในแต่ละต้นเลือกกิ่งทุเรียนจำนวน 5 กิ่งต่อต้น โดยเป็นกิ่งข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5-10 cm ที่ได้รับแสงเต็มที่ที่เป็นตัวแทนของทุเรียนทั้งต้น เมื่อทุเรียนเข้าสู่ระยะออกดอกทำการติดเครื่องหมายกิ่งในแต่ละต้น จากนั้นเก็บข้อมูลจำนวนดอกในแต่ละกิ่งเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของดอก โดยทำการติดเครื่องหมายและนับจำนวนดอกทั้งหมดที่อยู่ในระยะหัวกำไลในแต่ละกิ่งที่ศึกษา บันทึกผลครั้งที่ 1 เป็นจำนวนดอกเริ่มต้นทั้งหมด จากนั้นทำการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 โดยนับจำนวนดอกที่เหลืออยู่ เมื่อดอกชุดที่ทำเครื่องหมายพัฒนาจนถึงระยะดอกบาน 7 วัน จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของดอกจากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของดอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนดอกทั้งหมด} - \text{จำนวนดอกที่เหลืออยู่}}{\text{จำนวนดอกทั้งหมด}} \times 100$$

จากนั้นใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อแบ่งกลุ่มของต้นทุเรียนตามเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของดอก ใช้ข้อมูลนี้ในการวางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยจัดกลุ่มชุดทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย กลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลาง และกลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก จากนั้นนำไปเชื่อมโยงกับผลการวิเคราะห์ปริมาณแป้งและน้ำตาล ตามแต่ละกลุ่มชุดทดลอง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกทุเรียน

สุ่มเก็บตัวอย่างดอกทุเรียนในแต่ละกิ่งที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยเก็บตัวอย่างในช่วง 3 ระยะพัฒนาการ ได้แก่ ระยะมะเขือพวง (Floral bud formation, FBF) ระยะห้วกำไล (Floral bud with calyx, FBC) และระยะทางแย้ (Fruit initiation, FI) (Figure 1) จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดอกทุเรียนในแต่ละระยะ โดยเก็บดอกจากกิ่งที่ทำเครื่องหมายไว้ในแต่ละต้น ทั้งหมด 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ดอก ในแต่ละระยะของการศึกษา และสุ่มเก็บตัวอย่างใบจากใบที่อยู่บนกิ่งเดียวกันกับดอกที่เก็บโดยเลือกใบที่ใกล้กับดอกมากที่สุด จำนวน 1 ใบ ต่อซ้ำ ทั้งหมด 5 ซ้ำต่อต้น นำตัวอย่างดอกและใบทุเรียนมาวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Total non-structural carbohydrate, TNC) โดยใช้ชุดวิเคราะห์ปริมาณแป้งและน้ำตาลด้วยเอนไซม์ของบริษัท Megazyme ประเทศไอร์แลนด์ หลังจากวิเคราะห์จะทราบปริมาณแป้ง และปริมาณน้ำตาล Sucrose, D-fructose และ D-glucose ตามลำดับ (Megazyme, 2020a) เก็บตัวอย่างดอกและใบจากแปลงทดลองไว้ในถุงพลาสติกกันน้ำ และเก็บไว้ในกล่องน้ำแข็ง อุณหภูมิ 4 °C ในระหว่างเคลื่อนย้ายจากนั้นนำมาเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 7 วันเพื่อทำให้แห้ง จากนั้นนำตัวอย่างแห้งมาบดให้เป็นผงเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล ชั่งตัวอย่างแห้งที่บดละเอียดแล้ว 0.1 g ใส่ใน centrifuge tube จากนั้นเติม ethanol 80% 5 ml เขย่าหลอดด้วย vortex mixer นำไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water-bath) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 5 นาที จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง (High-speed centrifuge) ที่อุณหภูมิ 4 °C ความเร็วรอบ 7100 rpm นาน 5 นาที ดูดสารละลายด้านบนสีเขียวหรือเหลืองเก็บไว้ เหลือตะกอนไว้ จากนั้นเติม ethanol 80% 5 ml ลงในตะกอน เพื่อสกัดซ้ำ ทำ 3 ครั้งจนสารละลายมีสีใส แยกตะกอนเก็บไว้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแป้งต่อไป นำสารละลายที่เก็บได้ไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลด้วยชุดวิเคราะห์ตามขั้นตอนของ Megazyme และทำการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 nm จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหาปริมาณ sucrose, D-fructose และ D-glucose ตามลำดับ (Megazyme, 2020a)

ในส่วนของการวิเคราะห์ปริมาณแป้ง จะนำตะกอนที่เหลือจากการสกัดด้วย ethanol 80% ในการวิเคราะห์น้ำตาล มาทำให้แห้ง จากนั้นเติมสาร Dimethyl sulfoxide (DMSO) ลงไป 2 ml เขย่าหลอดด้วย vortex mixer บ่มสารไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณแป้งด้วยชุดวิเคราะห์ตามขั้นตอนของ Megazyme และวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm (Megazyme, 2020b)

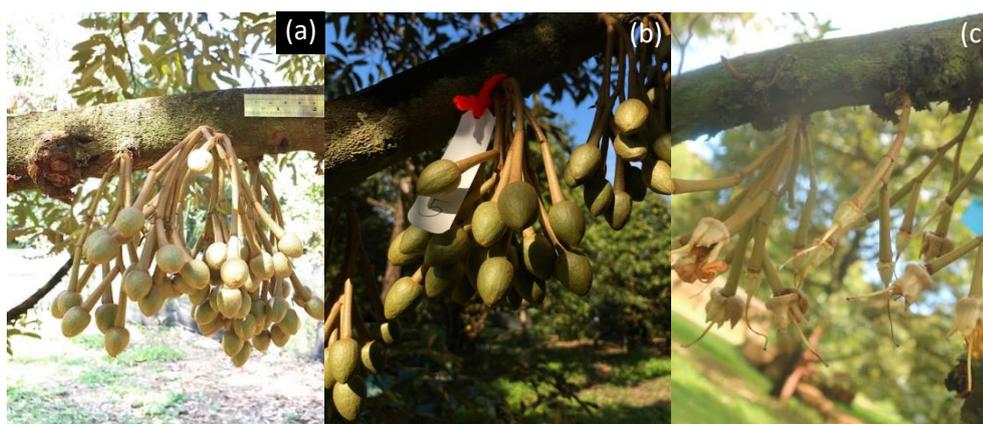


Figure 1 The flower development stage used in this study: Floral bud formation, FBF (a), Floral bud with calyx, FBC (b) and Fruit initiation, FI (c)

การติดผลและปริมาณผลผลิต

เก็บข้อมูลการติดผลในกิ่งเดียวกันกับกิ่งที่ศึกษาเปอร์เซ็นต์ดอกร่วง โดยใช้ข้อมูลดอกที่ทำเครื่องหมายไว้ในการบันทึกผลครั้งที่ 2 ที่ระยะดอกบาน 7 วัน เป็นจำนวนดอกเริ่มต้นทั้งหมด จากนั้นบันทึกผลอีกครั้ง ในระยะที่ดอกพัฒนาไปเป็นผลที่ 40 วัน หลังระยะดอกบาน และนำข้อมูลมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การติดผล ดัดแปลงจากวิธีของ Honsho et al. (2004) ดังสมการ

$$\text{การติดผล (\%)} = \frac{\text{จำนวนผลที่ติด ระยะ 40 วันหลังดอกบาน}}{\text{จำนวนดอกทั้งหมดที่ระยะ 7 วันหลังดอกบาน}} \times 100$$

โดยในแต่ละกิ่งไว้ผลตามจำนวนผลที่ติดตามธรรมชาติไม่มีการตัดแต่งผล เมื่อผลเจริญจนถึงระยะเก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลปริมาณและคุณภาพผลผลิต โดยสุ่มผลจากชุดทดลองละ 10 ผล เก็บข้อมูลน้ำหนักผลเฉลี่ย บันทึกค่าเส้นรอบวงตามยาว เส้นรอบวงตามขวาง และจำนวนจำนวนพู จากนั้นสุ่มผลในแต่ละชุดทดลอง ชุดทดลองละ 3 ผล ผ่าแยกส่วน และเก็บข้อมูลน้ำหนักในแต่ละส่วน แบ่งเป็นส่วนเนื้อผล เปลือก และเมล็ด และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกและใบในแต่ละการพัฒนาของดอก การติดผล และปริมาณผลผลิตในแต่ละชุดทดลอง ได้แก่ กลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย กลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลาง และกลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS 20.0 statistical software, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's HSD test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของดอกและการจัดกลุ่มต้นทุเรียน

จากการคำนวณเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของดอกจากต้นทุเรียน 10 ต้น พบว่า ทุเรียนทั้ง 10 ต้นที่เลือกศึกษามีอัตราการหลุดร่วงของดอกอยู่ระหว่าง 61.64 – 93.03% (Table 1) เมื่อนำข้อมูลมาจัดกลุ่มโดยใช้ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สามารถแบ่งทุเรียนได้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย (61.64-70.89%) ประกอบไปด้วยต้นที่ 2 8 และ 9 กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลาง (70.89-87.78%) ประกอบไปด้วยต้นที่ 3, 6, 7 และ 10 และกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก (87.78-93.03%) ประกอบไปด้วยต้นที่ 1, 4 และ 5 ดังนั้นจึงใช้ทุเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้ เป็นชุดทดลองในการทำการทดลองและเชื่อมโยงกับข้อมูลปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

Table 1 The percentage of flower falling from 10 randomized durian trees

No. of trees	Average of flower falling (%)
1	91.54 ± 5.87 ^{c1/}
2	70.54 ± 16.04 ^{ab}
3	85.73 ± 7.63 ^{bc}
4	93.03 ± 4.60 ^c
5	89.46 ± 4.99 ^c
6	86.5 ± 4.06 ^{bc}
7	82.49 ± 8.95 ^{bc}
8	62.27 ± 10.30 ^a
9	61.64 ± 8.97 ^a
10	87.79 ± 9.08 ^{bc}

^{1/}Means followed by the same lowercase letter in the same order (a, b, ...) are not significantly different among the treatments based on Tukey's HSD test at $p \leq 0.05$.

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกและใบทุเรียน

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ถึงปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส และแป้ง ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในดอกทุเรียน ในช่วงระยะมะเขือพวง กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสมากที่สุด โดยมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 143.1 mg/g DW ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยและปานกลาง มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสน้อยกว่ากลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก อยู่ที่ 70.6 mg/g DW และ 40.8 mg/g DW ตามลำดับ ถัดมาในช่วงดอกระยะหัวกำไล พบว่า ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในดอกมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 44.4-77.9 mg/g DW และในระยะหางแย้ พบว่า ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในทุกกลุ่มเพิ่มสูงขึ้น โดยกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงชันอย่างชัดเจน มีค่าเท่ากับ 778.5 mg/g DW ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุด ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและดอกร่วงมาก มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 460.7 mg/g DW และ 454.0 mg/g DW ตามลำดับ (Figure 2a) เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลกลูโคสในใบ พบว่า ในช่วงระยะมะเขือพวง กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสในใบสูงถึง 485.2 mg/g DW ซึ่งสูงกว่ากลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและดอกร่วงมากที่มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 368.2 mg/g DW และ 351.1 mg/g DW ตามลำดับ ถัดมาในระยะหัวกำไล พบว่า ทุกกลุ่มมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสในใบลดลงเมื่อเทียบกับระยะมะเขือพวง โดยกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสในใบเท่ากับ 38.2 mg/g DW , 44.3 mg/g DW และ 41.7 mg/g DW ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และในระยะหางแย้ พบว่า ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในใบเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกับในดอก โดยกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงสุดที่ 855.7 mg/g DW ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลาง และดอกร่วงมาก มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 656.1 mg/g DW และ 742.17 mg/g DW ตามลำดับ (Figure 2b)

การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลกลูโคสในดอกทุเรียนตามระยะพัฒนาการสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกลูโคสในกลีบดอกบัวโดยพบว่า ดอกบัวในระยะดอกตูมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-3.5 cm มีปริมาณกลูโคสในกลีบดอกมากกว่าดอกบัวในระยะดอกตูมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-2.5 cm ประมาณ 15 เท่า (Netlak and Imsabai, 2016) อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาดอกบัวในระยะดอกบานพบว่า ปริมาณกลูโคสในกลีบดอกไม่มีความสัมพันธ์กันกับการบานของดอก (Netlak and Imsabai, 2016) แต่จากการศึกษาใน

ดอกทุเรียนพบว่า ปริมาณกลูโคสในดอกสูงชันอย่างมากหลังจากช่วงระยะหัวกำไลไปจนถึงระยะหางแย้ ประกอบกับกลุ่มต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณกลูโคสในดอกสูงที่สุด (Figure 2a) จึงมีความเป็นไปได้ว่าปริมาณกลูโคสในดอกทุเรียนมีความสัมพันธ์กับการบานของดอก และการติดผลอ่อน

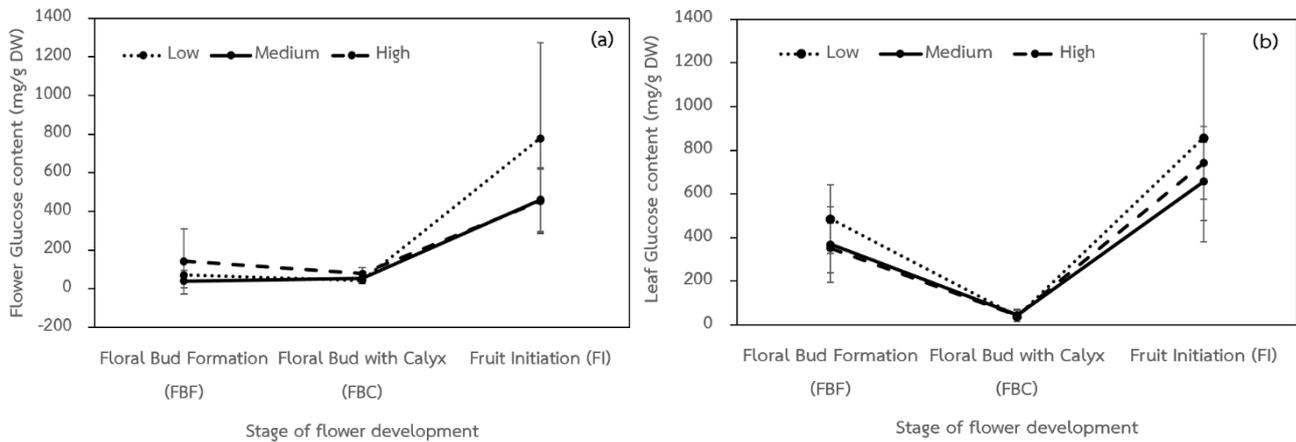


Figure 2 Content of glucose in durian flowers (a) and durian leaves (b) in various stages of durian flower development. Data were analyzed according to Tukey’s HSD test at $p \leq 0.05$. Data are means \pm SD shown by vertical error bars.

ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกทุเรียนทั้ง 3 กลุ่มในช่วงระยะมะเขือพวง มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกสูงที่สุดเท่ากับ 728.6 mg/g DW ซึ่งมากกว่ากลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย และดอกร่วงปานกลางที่มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเท่ากับ 352.6 mg/g DW และ 305.0 mg/g DW ในช่วงระยะหัวกำไลปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกของต้นทุเรียนทั้ง 3 กลุ่มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระยะมะเขือพวง โดยกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย ดอกร่วงปานกลาง และดอกร่วงมากมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกใกล้เคียงกัน เท่ากับ 134.3 mg/g DW, 107.8 mg/g DW และ 132.2 mg/g DW ตามลำดับ (Figure 3a) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในดอกทุเรียนระยะหัวกำไลเป็นระยะที่สำคัญซึ่งโดยปกติแล้วการพัฒนาของดอกในระยะหัวกำไลจะตรงกับช่วงอากาศเปลี่ยนเข้าสู่ฤดูหนาวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ (เจียไต๋, 2020) โดยมีรายงานว่า ดอกทุเรียนที่ได้รับอุณหภูมิวิกฤต เช่น อุณหภูมิต่ำ มีผลทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของต้นทุเรียนในด้านการสะสมคาร์โบไฮเดรตลดลง แต่อย่างไรก็ตามหากดอกทุเรียนสามารถผ่านอุณหภูมิวิกฤตได้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในดอกรวมถึงปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสจะเพิ่มขึ้น และสามารถพัฒนาดอกได้อย่างสมบูรณ์ (คณพล และคณะ, 2563) หลังจากนั้นในช่วงระยะหางแย้ พบว่า ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกของต้นทุเรียนทุกกลุ่มมีแนวโน้มของปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกเพิ่มขึ้นสูงที่สุด โดยกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในดอกเท่ากับ 1600.8 mg/g DW ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและดอกร่วงมากที่มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเท่ากับ 1252.0 mg/g DW และ 1103.1 g/g DW ตามลำดับ (Figure 3a) การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในระยะหางแย้นั้น มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณน้ำตาลกลูโคสในดอกที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในใบทุเรียนที่ระยะมะเขือพวง พบว่า ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในใบของกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีค่าสูงกว่ากลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก โดยมีค่าเท่ากับ 913.8 mg/g DW, 736.3 mg/g DW และ 693.5 mg/g DW ตามลำดับ ถัดมาในระยะหัวกำไล ต้นทุเรียนทุกกลุ่มมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในใบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระยะมะเขือพวง โดยในกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย ดอกร่วงปานกลาง และดอกร่วงมาก มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในใบเท่ากับ 142.7 mg/g DW, 91.1 mg/g DW และ 84.2 mg/g DW ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ถัดมาในระยะหางแย้ พบว่า ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในใบของต้นทุเรียนทุกกลุ่มมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากระยะหัวกำไลอย่างชัดเจน โดยในกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในใบสูงที่สุดเท่ากับ

1299.4 mg/g DW ในขณะที่ในกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในใบเท่ากับ 1121.7 mg/g DW และ 1186.6 mg/g DW ตามลำดับ (Figure 3b) อย่างไรก็ตามข้อมูลในแต่ละกลุ่มทดลองทั้ง 3 ระยะ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

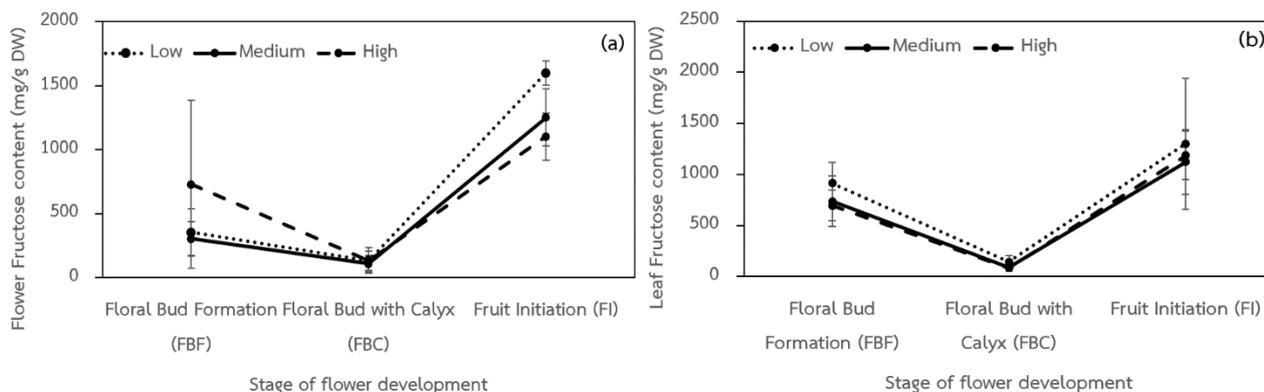


Figure 3 Content of fructose in durian flowers (a) and durian leaves (b) in various stages of durian flower development. Data were analyzed according to Tukey’s HSD test at $p \leq 0.05$. Data are means \pm SD shown by vertical error bars.

ในส่วนของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลซูโครสในดอกทุเรียนที่ระยะมะเขือพวง พบว่า กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสต่ำกว่ากลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก โดยมีค่าเท่ากับ 27.4 mg/g DW, 113.1 mg/g DW และ 164.5 mg/g DW ตามลำดับ ถัดมาในระยะหูกำไล พบว่า กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในดอกใกล้เคียงจากระยะมะเขือพวงโดยมีค่าเป็น 23.01 mg/g DW ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในดอกลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 14.6 mg/g DW และ 5.3 mg/g DW ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าปริมาณน้ำตาลซูโครสไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระยะนี้ และถัดมาเมื่อศึกษาในระยะหางแย้ พบว่ากลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในดอกเพิ่มขึ้นชัดเจนกว่ากลุ่มอื่น โดยเพิ่มขึ้นเป็น 1049.8 mg/g DW และมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในดอกเท่ากับ 794.2 mg/g DW และ 819.5 mg/g DW ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทั้ง 3 กลุ่มมีแนวโน้มของปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน (Figure 4a) การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลซูโครสในระยะหลังดอกบาน สอดคล้องกับการศึกษาในแอปเปิ้ลสายพันธุ์ Cox’s orange pippin ที่ปริมาณน้ำตาลซูโครสในดอกสูงขึ้นสูงที่สุดในระยะ 7 วันหลังดอกบาน เมื่อเปรียบเทียบกับการพัฒนาดอกระยะอื่นๆ (Vemmos, 1995) ในดอกลิลลี่ มีการสะสมปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้นในอับละอองเรณูหลังดอกบานเป็นระยะเวลา 2 วัน (Lee and Roh, 2011) ถัดมาเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบของทุเรียน พบว่า ที่ระยะมะเขือพวงกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 6.5 mg/g DW ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและดอกร่วงมาก มีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบเท่ากับ 572.1 mg/g DW และ 416.8 mg/g DW ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบของทั้ง 2 กลุ่มนี้ มีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบของ กลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยอย่างชัดเจน ถัดมาในระยะหูกำไล กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบสูงขึ้นจากระยะมะเขือพวงเล็กน้อย โดยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบเท่ากับ 42.7 mg/g DW ในขณะเดียวกันกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและดอกร่วงมากกลับมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบที่ลดลงจากระยะมะเขือพวง โดยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบเท่ากับ 33.9 mg/g DW และ 38.2 mg/g DW ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำตาลซูโครสของทั้ง 3 กลุ่มที่ระยะหูกำไลนี้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ถัดมาในระยะหางแย้ พบว่า ทุกกลุ่มมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบเพิ่มสูงขึ้นจากระยะหูกำไล โดยในกลุ่มต้น

เปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบสูงกว่าต้นกลุ่มอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 948.4 mg/g DW ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและดอกร่วงมากมีปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบเท่ากับ 758.4 mg/g DW และ 786.8 mg/g DW (Figure 4b) น้ำตาลซูโครสเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ในการลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช การที่ปริมาณน้ำตาลซูโครสในใบมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสในดอก อาจเนื่องมาจากใบของพืชมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารไปสะสมยังส่วนต่าง ๆ ของพืชเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต ซูโครสจึงถูกลำเลียงส่งไปดอกเพื่อนำไปใช้ในการเจริญไปเป็นผล ทำให้ปริมาณซูโครสในดอกมีมากกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ (Shakya and Lal, 2018) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดในแต่ละระยะทำให้ทราบว่า ดอกทุเรียนสะสมน้ำตาลในรูปฟรุกโตสมากกว่า น้ำตาลซูโครสและกลูโคสตามลำดับ ส่วนในใบทุเรียนนั้นจะพบปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงที่สุดในขณะที่ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส มีค่าใกล้เคียงกัน

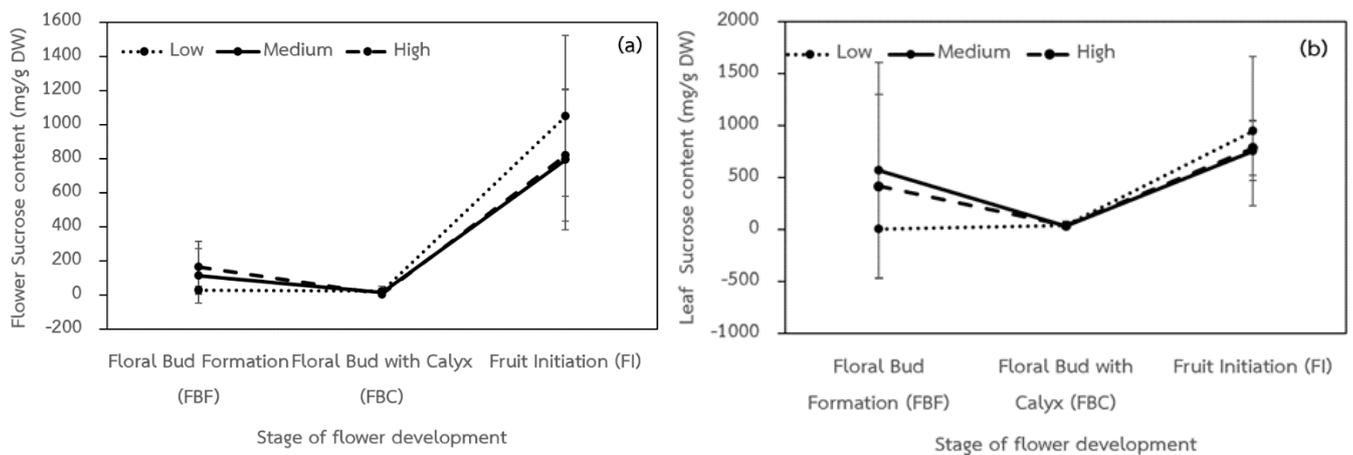


Figure 4 Content of sucrose in durian flowers (a) and durian leaves (b) in various stages of durian flower development. Data were analyzed according to Tukey’s HSD test at $p \leq 0.05$. Data are means \pm SD shown by vertical error bars.

ปริมาณแป้งในดอกทุเรียนในระยะมะเขือพวง พบว่า กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย ดอกร่วงปานกลาง และดอกร่วงมากมีปริมาณแป้งในดอกเท่ากับ 0.0033%, 0.0030% และ 0.0031% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ถัดมาในช่วงระยะหัวกำไล ปริมาณแป้งในดอกของแต่ละกลุ่มเพิ่มขึ้นจากระยะมะเขือพวงเล็กน้อย โดยในกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย มีการเพิ่มขึ้นของแป้งชัดเจนกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีปริมาณแป้งในใบเท่ากับ 0.0041%, 0.0033% และ 0.0035% ตามลำดับ ถัดมาในช่วงระยะหางแย้พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีปริมาณแป้งในดอกเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง โดยกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณแป้งในดอกเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.0100% ในขณะที่กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีปริมาณแป้งในดอกเท่ากับ 0.0082% และ 0.0080% ตามลำดับ (Figure 5a) จากการศึกษาในอะโวคาโดพบว่า ปริมาณแป้งในดอกมีความสัมพันธ์กับการหลุดร่วงของดอก กล่าวคือหากมีปริมาณแป้งในส่วนของก้านยอดเกสรเพศเมีย (style) สูง จะส่งผลให้ดอกของอะโวคาโดหลุดร่วงน้อยลง (Alcaraz et al., 2013) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณแป้งในดอกทุเรียนครั้งนี้พบว่า กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณแป้งในดอกสูงสุดในทั้ง 3 ระยะการพัฒนาดอก (Figure 5a) ในส่วนของปริมาณแป้งในใบทุเรียน ที่ระยะมะเขือพวง ผลการทดลองพบว่า กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย ดอกร่วงปานกลางและดอกร่วงมาก มีปริมาณแป้งในใบเท่ากับ 0.0044%, 0.0042% และ 0.0039% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 กลุ่ม ถัดมาในช่วงระยะหัวกำไล ปริมาณแป้งในใบของต้นทุเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระยะมะเขือพวง โดยปริมาณแป้งในใบของกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย ดอกร่วงปานกลาง และดอกร่วงมาก มีค่าเท่ากับ 0.0043%, 0.0043% และ 0.0042% ตามลำดับ และยังคงมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในช่วงระยะหางแย้ปริมาณแป้งในใบมีทิศทางเพิ่มสูงขึ้นใน

ต้นทุเรียนทุกกลุ่มอย่างชัดเจน โดยปริมาณแป้งในใบของกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีค่าเท่ากับ 0.0085% ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ ในขณะที่ปริมาณแป้งในใบของกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีค่าเท่ากับ 0.0095% และ 0.0092% ตามลำดับ (Figure 4b) การที่ปริมาณแป้งในใบของกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากแป้งที่สะสมในใบถูกเคลื่อนย้ายไปสะสมในดอกเพื่อใช้ในการพัฒนาของดอกและการติดผลต่อไป

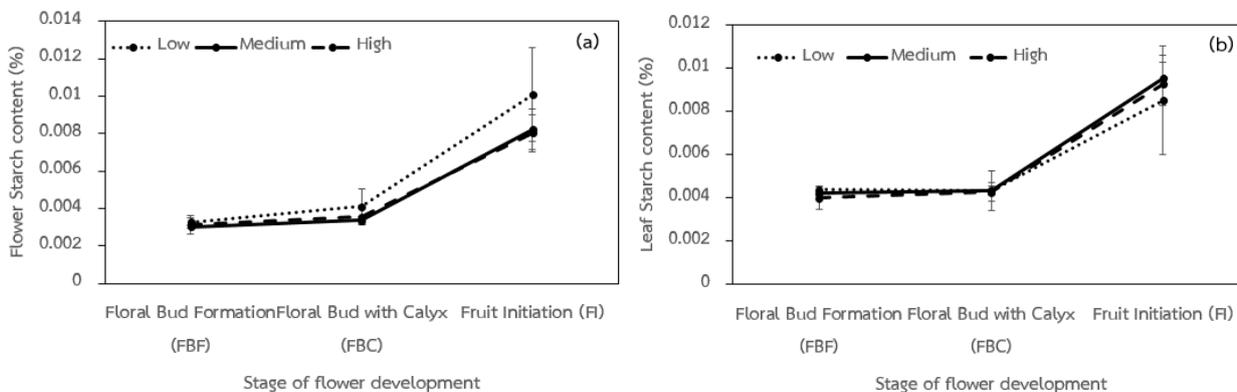


Figure 5 Content of starch in durian flowers (a) and durian leaves (b) in various stages of durian flower development. Data were analyzed according to Tukey’s HSD test at $p \leq 0.05$. Data are means \pm SD shown by vertical error bars.

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) ในดอกทุเรียนในระยะมะเขือพวง พบว่า กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย ดอก ร่วงปานกลาง และดอกร่วงมากมีปริมาณ TNC ในดอกเท่ากับ 451 mg/g DW, 458 mg/g DW และ 1036 mg/g DW ตามลำดับ ซึ่ง กลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีค่า TNC สูงกว่ากลุ่มอื่น แต่อย่างไรก็ตามทั้งสามกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ถัดมาในช่วงระยะหัวกำไล ปริมาณ TNC ในดอกของแต่ละกลุ่มลดลงจากระยะมะเขือพวงอย่างชัดเจน โดยในกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย มีการลดลงของ TNC ชัดเจนกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีปริมาณ TNC ในระยะนี้ เท่ากับ 201 mg/g DW, 177 mg/g DW และ 215 mg/g DW ตามลำดับ ถัดมาในช่วงระยะหางแย้พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมี ปริมาณ TNC ในดอกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่า TNC ระหว่างชุดทดลองที่ระยะนี้พบว่าไม่ แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 6a) ในส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) ในใบทุเรียน มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละ ระยะ ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณ TNC ในดอก กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย มีค่า TNC มากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาความแตกต่าง ทางสถิติ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน (Figure 6b)

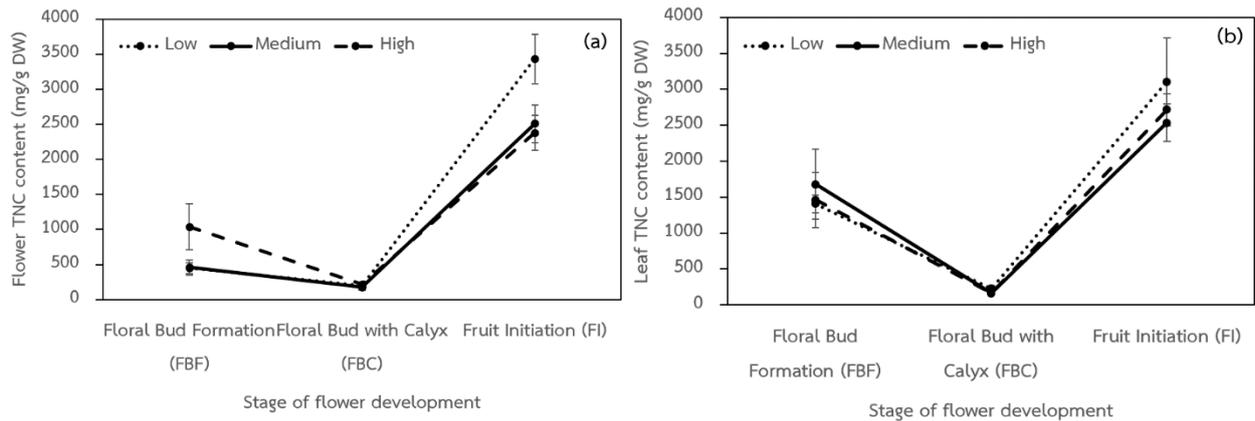


Figure 6 Content of total non-structural carbohydrate (TNC) content in durian flowers (a) and durian leaves (b) in various stages of durian flower development. Data were analyzed according to Tukey’s HSD test at $p \leq 0.05$. Data are means \pm SD shown by vertical error bars.

เปอร์เซ็นต์การติดของผลผลิต

กลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุดคือ 35.49% สูงกว่ากลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงปานกลางและกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมากมีเปอร์เซ็นต์การติดผลเท่ากับ 19.68% 12.69% ตามลำดับ (Figure 7) จากผลการทดลอง อาจเชื่อมโยงได้ว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกของทุเรียน ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส น้ำตาลฟรุกโตส และแป้ง ส่งผลต่อการติดผลทุเรียน โดยในกลุ่มต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกสูง (Figure 2a-2a) จึงอาจส่งผลให้การหลุดร่วงของดอกต่ำ และทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูง ตามลำดับ (Figure 7) ในทางตรงกันข้ามหากปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกต่ำส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลที่น้อยลงไปด้วย ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Borghi and Fernie (2017) ซึ่งรายงานว่ากระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตภายในดอกส่งผลต่อความสมบูรณ์ของละอองเรณู และเชื่อมโยงไปถึงการติดผลได้ นอกจากนี้การมีปริมาณน้ำตาลในดอกเพิ่มมากขึ้น ทำให้ดอกสร้างต่อมน้ำหวาน (Nectary gland) ได้มากขึ้น ทำให้โอกาสในการดึงดูดแมลงหรือสัตว์ที่มาช่วยผสมเกสรได้มากขึ้น และส่งผลทำให้การติดผลที่เพิ่มขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกและใบต่อการติดผล พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อกัน

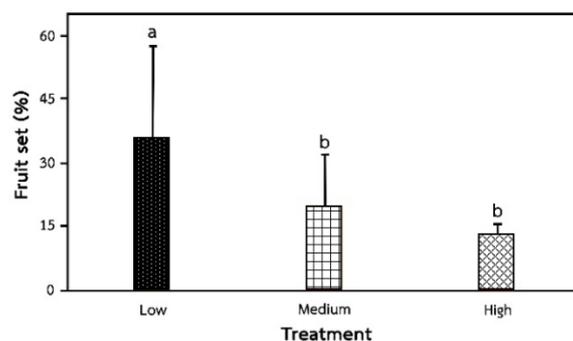


Figure 7 Percentage of durian fruit set among the group of low percentage, medium percentage, and high percentage of flower falling. Means with the same letter are not significantly different according to Tukey’s HSD test at $p \leq 0.05$. Data are means \pm SD shown by vertical error bars.

คุณภาพผลผลิต

เก็บข้อมูลปริมาณและคุณภาพผลผลิต ประกอบด้วย น้ำหนักผล เส้นรอบวงตามแนวกว้าง เส้นรอบวงตามแนวยาว จำนวนพุน้ำหนักเปลือก น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักเมล็ดพบว่า น้ำหนักผลทุเรียน เส้นรอบวงตามแนวกว้าง และเส้นรอบวงตามแนวยาวจากทุเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยทุเรียนทุกกลุ่มมีน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 1.99 ถึง 2.32 kg มีเส้นรอบวงตามแนวกว้างอยู่ระหว่าง 53.45 ถึง 55.78 cm และเส้นรอบวงตามแนวยาวของผลอยู่ 58.6 ถึง 61 cm (Table 3) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจำนวนพูในผลทุเรียนพบว่า ทั้งสามกลุ่ม มีจำนวนพูไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนพูเท่ากับ 4.2, 4.8 และ 4.7 พู ตามลำดับ (Table 2) จากการศึกษาในต้นอะโวคาโด ปริมาณแป้งและน้ำตาลในเนื้อของอะโวคาโดมีบทบาทสำคัญในการปฏิสนธิและผลผลิตซึ่งบ่งชี้ความสามารถของดอกที่จะพัฒนาไปเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพ (Boldingh et al., 2016) สำหรับน้ำหนักเปลือก น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักเมล็ดพบว่า ในทุเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักเปลือกมีค่าระหว่าง 915.6-1350.5 g น้ำหนักเนื้อมีค่าระหว่าง 398-566.33 g และน้ำหนักเมล็ดมีค่าระหว่าง 73.66-105.61 g ทั้งนี้พบว่า ในกลุ่มต้นเปอร์เซียต้นดอกรวงน้อยแนวโน้มให้ค่าผลที่มีน้ำหนักเนื้อสูงที่สุด ในขณะที่มีน้ำหนักเมล็ดต่ำที่สุด (Table 3)

Table 2 Fruit quantity and quality among the group of low percentage, medium percentage, and high percentage of flower falling. Data are means ± SD

Treatment	Fruit weight (kg)	Width Circumference (cm)	Length Circumference (cm)	Lobe
Low % flower falling	1.99 ± 0.61	53.45 ± 4.91	58.60 ± 6.04	4.2 ± 0.79 ^{b2/}
Medium % flower falling	2.17 ± 0.53	53.60 ± 4.88	60.30 ± 6.11	4.8 ± 0.42
High % flower falling	2.32 ± 0.06	55.78 ± 1.11	61.00 ± 0.45	4.7 ± 0.08
F-test	ns ^{1/}	ns	ns	ns
CV%	7.87	2.43	2.16	7.42

^{1/} ns mean non-significant difference according to Tukey’s HSD test at p ≤ 0.05.

Table 3 Peel weight, flesh weight, and seed weight among the group of low percentage, medium percentage, and high percentage of flower falling. Data are means ± SD

Treatment	Peel weight (g)	Flesh weight (g)	Seed weight(g)
Low % flower falling	1350.50 ± 382.72	566.33 ± 228.02	73.66 ± 29.30
Medium % flower falling	915.60 ± 397.97	398.00 ± 276.03	75.00 ± 29.80
High % flower falling	1192.56 ± 433.67	497.50 ± 251.06	105.61 ± 36.66
F-test	ns ^{1/}	ns	ns
CV%	35.11	51.38	37.65

^{1/} ns mean non-significant difference according to Tukey’s HSD test at p ≤ 0.05.

สรุป

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งในรูปน้ำตาลและแป้งที่สะสมอยู่ในดอกมีความสอดคล้องกับการหลุดร่วงของดอกในต้นทุเรียน โดยต้นทุเรียนกลุ่มที่มีเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อย และมีการพัฒนาของดอกที่ดีจะมีปริมาณกลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และแป้งในดอก สูงกว่ากลุ่มที่ดอกร่วงมากกว่า ซึ่งเห็นได้ชัดเจนในระยะทางแย้ ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างรวม (TNC) กลุ่มเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยจะมีค่า TNC สูงทั้งในใบและดอกในระยะทางแย้ แต่ในระยะหัวกำไล ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทุกชนิดที่ศึกษามีค่าใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มทุเรียน นอกจากนี้จากข้อมูลการติดผล พบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกและใบ กลุ่มต้นดอกร่วงน้อยมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดในทางตรงกันข้ามกับกลุ่มต้นดอกร่วงมากที่มีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำ อย่างไรก็ตามการหลุดร่วงของดอกไม่ส่งผลต่อคุณภาพผลผลิต แต่ในกลุ่มต้นเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงน้อยมีแนวโน้มให้ผลผลิตที่มีน้ำหนักเนื้อสูงที่สุด และน้ำหนักเมล็ดมีค่าต่ำที่สุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ขอขอบคุณสวนทุเรียนของ ผศ.สุมิตร คุณเจตน์ อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี สำหรับสถานที่ในการทดลองและเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, KAPI) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์การทำวิจัย สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2564. ประกาศโฆษณาการรับขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์. เล่มที่ 58. กระทรวงพาณิชย์, จันทบุรี.
- กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก กองนโยบายการสร้างความเข้มแข็งทางการค้า สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 2563. ทุเรียนราชาแห่งผลไม้ไทย ถูกใจคนต่างแดน. กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพฯ.
- คณพล จุฑามณี, จุติภรณ์ ทัตสกุลพิช และวีรศิลป์ สอนจรรยา. 2563. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การผลิตทุเรียนคุณภาพแม่นยำโดยการตรวจติดตามสุขภาพต้นร่วมกับการจัดการดอกและผล”. การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการผลิตพืช สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.
- เจียไต๋. 2563. ระยะพัฒนาการดอกทุเรียน. แหล่งข้อมูล: <https://www.chiataigroup.com/article-detail/PPB-AtonikDurian-MrNisin>. ค้นเมื่อ 4 เมษายน 2566.
- ปรเมศร์ อมาตยกุล และเทวินทร์ โจมทา. 2559. อดุณิยวิทยานำรู้เพื่อการเกษตรจังหวัดจันทบุรี. กรมอดุณิยวิทยา, กรุงเทพฯ.
- วิเชียร ทองพันซัง. 2546. ทุเรียน: คู่มือการปลูก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการหนังสือเกษตรกรชุมชน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุมิตร คุณเจตน์. 2561. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำและวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับทุเรียนพันธุ์หมอนทอง”. โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน). มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี, จันทบุรี.
- Alcaraz, M.L., J.I. Hormaza, and J. Rodrigo. 2013. Pistil starch reserves at anthesis correlate with final flower fate in avocado (*Persea americana*). PLOS One. 8: 1-10.
- Boldingh, H.L., M.L. Alcaraz, T.G. Thorp, P.E.H. Minchin, N. Gould, and J.I. Hormaza. 2016. Carbohydrate and boron content of styles of ‘Hass’ avocado (*Persea americana* Mill.) flowers at anthesis can affect final fruit set. Scientia Horticulturae. 198: 125-131.
- Borghi, M., and A.R. Fernie. 2017. Floral metabolism of sugars and amino acids: implications for pollinators’ preferences and seed and fruit set. Plant Physiology. 175: 1510-1524.

- Honsho, C., K. Yonemori, S. Somsri, S. Subhadrabandhu, and A. Sugiura. 2004. Marked improvement of fruit set in Thai durian by artificial cross-pollination. *Scientia Horticulturae*. 101: 399-406.
- Lee, J.S., and M.S. Roh. 2011. Carbohydrate changes during flower senescence of the Easter lily (*Lilium longiflorum* Thunb.). *Acta Horticulturae*. 900: 295-300.
- Megazyme. 2020a. Sucrose, D-Fructose and D-Glucose Assay Procedure. Bray Business Park, Bray, Ireland.
- Megazyme. 2020b. Total Starch Assay Procedure. Bray Business Park, Bray, Ireland.
- Netlak, P., and W. Imsabai. 2016. Role of carbohydrates in petal blackening and lack of flower opening in cut lotus (*Nelumbo nucifera*) flowers. *Agriculture and Natural Resources*. 50: 32-37.
- Shakya, R., and M.A. Lal. 2018. Photoassimilate Translocation. p.227-251. In: R. Shakya and M.A. Lal. *Plant Physiology, Development and Metabolism*. Springer, Singapore.
- Vemmos, S. N. 1995. Carbohydrate changes in flowers, leaves, shoots and spurs of 'Cox's Orange Pippin' apple during flowering and fruit setting periods. *Journal of Horticultural Science*. 70: 889-900.
- Xiao, W., J. Sheen, and J.C. Jang. 2000. The role of hexokinase in plant sugar signal transduction and growth and development. *Plant Molecular Biology*. 44: 451-461.