ผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลและอายุหลังเก็บเกี่ยวของอะโวคาโดพันธุ์ 'ปีเตอร์สัน'

Effects of Harvesting Stage on Fruit Quality and Postharvest Life of Avocado cv. 'Peterson'

เมทินี พลอยเปลี่ยนแสง[1*] ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์[1] และปณวัตร สิขัณฑกสมิต[2]

Metinee Ploypleansaeng[1], Siragan Srithanyarat[1] and Panawat Sikhandakasmita[2]

Received: November 1, 2023
Revised: February 9, 2024
Accepted: February 27, 2024

Abstract: The harvesting time for avocados is a crucial factor that significantly impacts both fruit quality and shelf life. This study aimed to investigate the influence of the harvesting stage on fruit quality and shelf life of avocado 'Peterson' grown in Pak Chong District, Nakhon Ratchasima Province, Thailand, which were harvested between July and August 2022. Completely randomized design (CRD) was performed; treatment comprised of harvesting time at 130, 135, 140, 145, 150, 155, and 160 days after flowering (DAF), each harvesting time with 5 replications (2 fruits/replication), stored at room temperature (25±2 °C with 75% of relative humidity) for 12 days. The results showed that the percentage of dry matter and fat content tended to increase as the fruit ages with significant difference ($P<0.05$), while the ripening period and shelf life were reduced. The appropriate harvesting time for 'Peterson' avocados was found to be between 140 – 145 DAF, as these fruits ripened in 2 – 4 days with high fat content and dry matter. Additionally, they exhibited an extended shelf life of up to 8 days when stored at room temperature

Keywords: fruit quality, harvesting index, fruit age, *Persea americana*

บทคัดย่อ: การเก็บเกี่ยวอะโวคาโดในช่วงเวลาที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุหลังเก็บเกี่ยวและคุณภาพผล วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาอิทธิพลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลและอายุการเก็บรักษาของอะโวคาโดพันธุ์ 'ปีเตอร์สัน' ที่ปลูกในพื้นที่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และเก็บเกี่ยวในระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม 2565 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยทรีทเมนต์คือ ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ได้แก่130, 135, 140, 145, 150, 155 และ 160 วันหลังดอกบาน กำหนดให้แต่ละระยะอายุเก็บเกี่ยว มี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ผล เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพันธ์ 75 เปอร์เซ็นต์) นาน 12 วัน ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและปริมาณไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุผลมากขึ้นและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ระยะเวลาการสุกและอายุการเก็บรักษาจะลดลง โดยช่วงอายุผลอะโวคาโดพันธุ์ 'ปีเตอร์สัน' ที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยว คือ 140 – 145 วันหลังดอกบาน ผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วใช้ระยะเวลาในการสุก 2 – 4 วัน คุณภาพผลดี โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและปริมาณไขมันสูงและสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไว้ได้นาน 8 วัน

คำสำคัญ: คุณภาพผล, ดัชนีการเก็บเกี่ยว, อายุการเก็บรักษา, อายุผล, *Persea americana*

---

[1] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1] Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900

[2] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[2] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140,

*Corresponding author: metinee.p@gmail.com

คำนำ

อะโวคาโด เป็นพืชเศรษฐกิจทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจสำหรับคนรักสุขภาพ สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างดี ปัจจุบันมีกระแสความต้องการของตลาดกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพและความงามเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากอะโวคาโดเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น ซึ่งหลาย ๆ จังหวัดให้ให้การสนับสนุนส่งเสริมเกษตรกรปลูก โดยปัจจุบันการผลิตอะโวคาโดในประเทศไทยยังเป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศ พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย คิดเป็นร้อยละ 97 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ แหล่งปลูกสำคัญอยู่บนพื้นที่สูงจังหวัดเชียงใหม่ เชียงรายและตาก สายพันธุ์ที่ปลูกได้แก่ 'ปีเตอร์สัน' (Peterson) 'บัคคาเนียร์' (Buccaneer) 'บูท 7' (Booth-7) 'พิงค์เคอร์ตัน' (Pinkerton) และ'แฮส' (Hass) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1 เชียงใหม่, 2564) อย่างไรก็ตามคุณภาพของอะโวคาโดขึ้นอยู่กับการจัดการที่เหมาะสมจากผู้ผลิตจนถึงมือผู้บริโภค ซึ่งมีปัจจัยหลายประการที่จำกัดคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของอะโวคาโด เช่น อายุเก็บเกี่ยว ระยะเวลาการเก็บรักษา วิธีการการเก็บรักษารวมถึงการจัดการโรคเป็นต้นซึ่งต้องการการจัดการในแต่ละขั้นตอนที่เหมาะสม ในการผลิตอะโวกาโดเพื่อการค้า ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมีความสำคัญมากต่อการเก็บรักษารวมไปถึงคุณภาพของผลผลิต (Parodi and Daga, 2007)

โดยปกติแล้วเป็นการยากที่จะทราบถึงความสุกแก่ของอะโวคาโดด้วยลักษณะภายนอก เนื่องจากลักษณะภายนอกต่างๆ ของอะโวคาโดไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อผลสุก และผลอะโวคาโดจะไม่สุกบนต้น แต่เนื้อจะอ่อนนุ่ม หลังจากเก็บจากต้นแล้ว ซึ่งเกษตรกรสามารถยืดการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ช่วงราคาที่เหมาะสมได้ (Schmilovitch *et al*., 2001) อย่างไรก็ตามต้องมีการเก็บผลอะโวคาโดที่มีการสุกแก่ (mature) เนื่องจากผลอะโวคาโดดิบจะยังไม่สามารถนำไปรับประทานได้ เนื่องจากมีสารแทนนินสูงและมีรสขม จึงต้องบ่มให้สุกก่อนโดยวางไว้ในอุณหภูมิห้อง ผลจะสุกภายใน 3-4 วันจนถึง 1 สัปดาห์ขึ้นอยู่กับความแก่ของผล อุณหภูมิ และพันธุ์ (ฉลองชัย, 2544) ส่วนผลอ่อนหรือที่มีความแก่ไม่สมบูรณ์เมื่อนำไปเก็บรักษาผลจะเหี่ยว รสชาติไม่ดี และเนื้อเหนียว ลักษณะสัมผัสเหมือนยาง (Gamble *et al*., 2010) โดยทั่วไปการสังเกตการแก่ของผลอะโวคาโดอาจใช้ลักษณะภายนอกของผล เช่น บางพันธุ์ผิวผลเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเขียวปนเหลือง บางพันธุ์เปลี่ยนจากเขียวเป็นเขียวปนม่วง หรืออาจสังเกตจากฤดูเก็บเกี่ยวและลักษณะภายในของผลโดยเก็บผลมาผ่าดูเยื่อหุ้มเมล็ดหากเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแล้วแสดงว่าผลแก่สามารถเก็บเกี่ยว บ่มให้สุกได้ ผิวผลไม่เหี่ยวย่นหรือแห้ง เนื้อไม่เหนียวหรือแข็งและไม่มีรสขม (มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2554) การผลิตอะโวคาโดในทางอุตสาหกรรมจะมีการเก็บเกี่ยวผลอะโวคาโดโดยตรวจสอบปริมาณไขมันในผล เนื่องจากระยะการสุกแก่ของผลมีความสัมพันธ์กับประมาณไขมันในผล (Parodi and Daga, 2007) นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งก็สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความสุกแก่ของอะโวคาโดได้เช่นกัน โดยเป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการแสดงอาการเหี่ยวย่นในผลิตผลอะโวคาโด (Gwanpua *et al*., 2018) โดยการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งอะโวคาโดจะเกี่ยวข้องกับการสุกแก่และกระบวนการสุกของอะโวคาโด (Kassim and Workneh, 2020). ในประเทศที่มีการผลิตอะโวคาโดเป็นหลัก เช่น ออสเตรเลีย จะมีการกำหนดน้ำหนักแห้งและปริมาณไขมันขั้นต่ำในการรับซื้ออะโวคาโด โดยอะโวคาโดพันธุ์แฮส จะถูกเก็บเกี่ยวเมื่อมีปริมาณไขมันมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง 23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากเปรูที่มีการกำหนดที่ปริมาณไขมันมากกว่า 8-9 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง 20 เปอร์เซ็นต์ (Avocados Australia Limited, 2008) ซึ่งการผลิตอะโวคาโดในประเทศไทยยังขาดข้อมูลการศึกษาถึงดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ทำให้มีการคัดแยกผลผลิตที่มีการสุกแก่ที่ไม่ถูกต้อง เป็นการลดคุณภาพของผลผลิตและศักยภาพในการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว จึงควรทำการศึกษาเพื่อให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างถูกต้อง นำไปสู่การ

ผลิตอะโวคาโดคุณภาพส่งต่อไปถึงมือผู้บริโภคและส่งออกในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในระหว่างปี พ.ศ. 2565 โดยคัดเลือกต้นอะโวคาโดพันธุ์'ปีเตอร์สัน' (Peterson) อายุประมาณ 5 ปี ที่มีขนาดทรงพุ่มและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน จากสวนเกษตรกรในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 5 ต้น ทำการผูกช่อดอกที่มีดอกบานประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ในช่อดอก เพื่อให้ทราบอายุที่แน่นอนของอะโวคาโดหลังดอกบาน บันทึกจำนวนวันหลังดอกบาน สำหรับการเก็บเกี่ยวในระยะที่มีความบริบูรณ์แตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยทรีทเมนต์ คือ ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ได้แก่ 130, 135, 140, 145, 150, 155 และ 160 วันหลังดอกบาน กำหนดให้แต่ละระยะอายุเก็บเกี่ยว มี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ผล เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพันธ์ 75±1 เปอร์เซ็นต์) นาน 12 วัน โดยหลังจากเก็บเกี่ยวอะโวคาโดแล้ว จะนำมาตัดขั้วให้มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาด และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ เช็ดให้แห้ง หลังจากนั้นนำผลอะโวคาโดวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง และนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 2 วัน เพื่อประเมินคุณภาพสำหรับใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยทำการบันทึกผล ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก โดยการวัดค่า L* a* b* ด้วยเครื่อง color meter (KONICA MINOLTA., CR-10, Japan) โดยวัดที่ผิวอะโวคาโด 2 จุดที่อยู่ตรงข้ามกัน

2) วัดความแน่นเนื้อ (firmness) ของเปลือกผลและเนื้ออะโวคาโด โดยใช้เครื่อง texture analyzer (LLOYD instruments., รุ่น LX plus, United Kingdom) ใช้หัวรับแรงกดทรงกลมขนาด 1 กิโลกรัมความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะทางการวัด 10 มิลลิเมตร โดยทำการวัดบริเวณกึ่งกลางผลทั้ง 2 ด้าน มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเซนติเมตรและนำมาหาค่าเฉลี่ย

3) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids: TSS) โดยผ่าครึ่งผลตามยาว ปอกเปลือกและนำเยื่อหุ้มเมล็ดออก ขูดด้วยอุปกรณ์สำหรับขูดชีสและนำมาปั่นกับน้ำกลั่น โดยปั่นเนื้ออะโวคาโด 1 ส่วนกับน้ำกลั่น 4 ส่วนแล้วนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) นำส่วนใสมาหาปริมาณ TSS ด้วย digital refractometer โดยคำนวณปริมาณ TSS จาก

ปริมาณ TSS ของเนื้ออะโวคาโด (เปอร์เซ็นต์) = ค่าที่อ่านได้ x 5 (ค่าการเจือจาง)

4) น้ำหนักแห้งของผลโดยการชั่งน้ำหนักเนื้ออะโวคาโดทั้งผล ที่ขูดด้วยอุปกรณ์สำหรับขูดชีส ชั่งน้ำหนักเนื้อก่อนอบ จากนั้นนำเข้าเตาอบลมร้อน (hot air oven) อบด้วยความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำเนื้อผลมาชั่งเป็นน้ำหนักแห้งหลังอบ และนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

5) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ AOAC (1998) ด้วยชุด Soxhlet extractor โดยส่งตัวอย่างเนื้อ อะโวคาโดทั้งผลที่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนไปวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) กรุงเทพมหานคร ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีรายงานในรูปกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม

6) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทดสอบความแปรปรวนระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS version 14

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าที่แต่ละระยะความบริบูรณ์ของอะโวคาโดพันธุ์ 'ปีเตอร์สัน' มีอายุเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน โดยผลอะโวคาโดที่มีอายุ 150, 155 และ 160 วันหลังดอกบานสามารถเก็บรักษาได้ 6 วัน ในขณะที่ผลอะโวคาโดที่มีอายุ 130-145 วันหลังดอกบานสามารถเก็บรักษาได้ 8 วัน และเมื่อเก็บรักษาผลอะโวคาโดไว้ 10-12 วันผลอะโวคาโดจะไม่อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะต่อการบริโภค

สีเปลือกของผลอะโวคาโด

สีเปลือกที่วัดในรูปของค่า L* ในทุกระยะความบริบูรณ์ มีค่าไม่แตกต่างกันในวันที่เก็บเกี่ยว ในขณะที่ผลอะโวคาโดที่มีอายุ 145 วันหลังดอกบานมีค่า a* และ b* ของผิวผลในวันที่เก็บเกี่ยวแตกต่างจากผลอะโวคาโดที่มีอายุอื่นๆ ตามปกติแล้วกระบวนการสุกและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลอะโวคาโดจะเริ่มขึ้นหลังจากที่มีการเก็บเกี่ยวลงมาจากต้น อาจมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อยังอยู่บนต้น เช่น ความมันวาวของผิวที่ลดลงหรือผิวมีรอยกระปรากฏมากขึ้นซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ปลูก (Bergh *et al.* 1989) นอกจากนี้ในอะโวคาโดพันธุ์'ปีเตอร์สัน' ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อผลสุกแก่ทำให้การสังเกตความสุกแก่เป็นไปได้ยากเพิ่มมากขึ้น โดยหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วสีเปลือกของผลอะโวคาโดมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกันหลังจากทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยพบว่าในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษาจะมีค่าค่อนข้างคงที่ หลังจากนั้นทุกระยะบริบูรณ์จะมีแนวโน้มที่ค่า L* a* b* จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษาทำให้สีเปลือกของผลอะโวคาโดเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น เนื่องจากมีการสลายตัวของ chlorophyll เพิ่มมากขึ้นและมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ที่เพิ่มขึ้น (Tucker, 1993) (Figure 1)

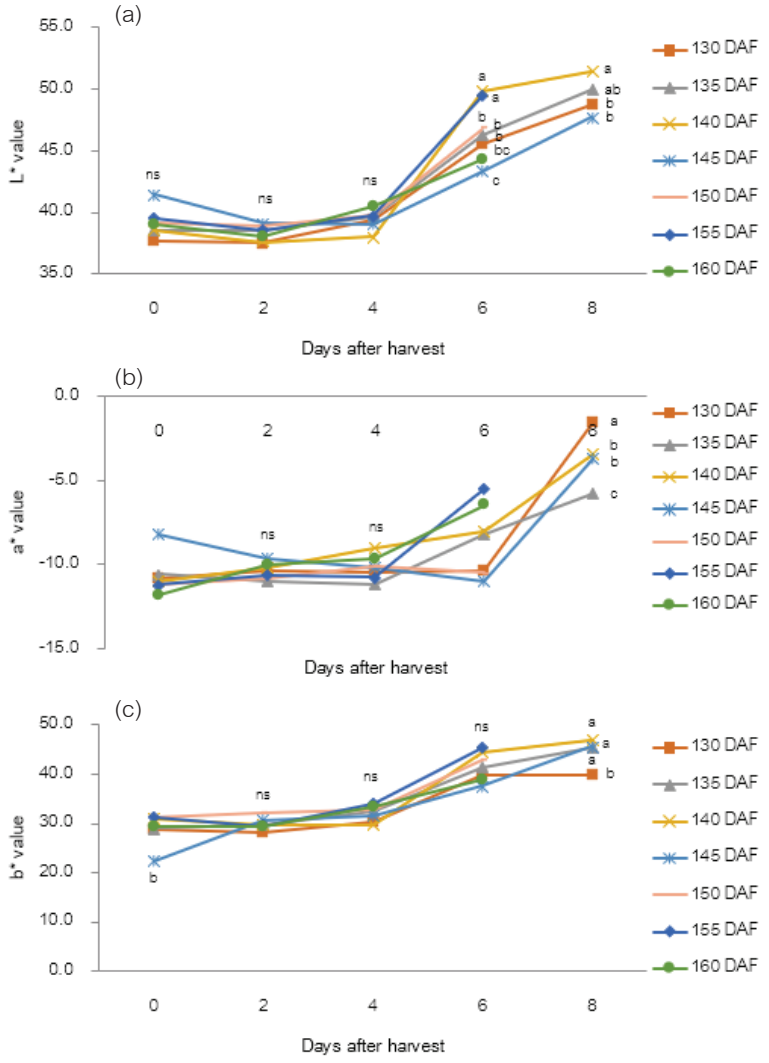

Figure 1 Change in L* (a), a* (b) and b* (c) color parameters of avocado peel cv. Peterson at different harvesting ages (130-160 days after flowering) during storage at room temperature. Data marked by different letters in a column indicate significant difference at P = 0.05 level according to DMRT.

ความแน่นเนื้อ

สีในวันที่เก็บเกี่ยวผลอะโวคาโดเข้ามาเก็บรักษา ผลอะโวคาโดที่ระยะบริบูรณ์ 140 145 และ150 วันหลังดอกบานมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุดเท่ากับ 92.17 87.32 และ 95.93 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสพบว่าค่าความแน่นเนื้อของทุกระยะบริบูรณ์มีค่าลดลงตามวันที่เก็บรักษา (Figure 2) โดยเมื่ออายุการเก็บรักษา 4 วัน ทุกระยะบริบูรณ์จะมีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 3.11-0.84 โลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร ผลอะโวคาโดจะมีความแน่นเนื้อลดลงภายหลังจากเก็บเกี่ยวเมื่อผลมีอายุความบริบูรณ์เพิ่มสูงขึ้น โดยผลอะโวคาโดที่มีอายุมากมีค่าความแน่นเนื้อจะน้อยกว่าในผลที่มีอายุน้อย ทั้งนี้เพราะผลที่มีอายุมากมีปริมาณเพคตินน้อยกว่าผลที่มีอายุน้อย จากการทดลองนี้หลังจากให้ผลอะโวคาโดสุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลอะโวคาโดมีความแน่นเนื้อลดลงมากกว่าในผลขณะเก็บเกี่ยว เนื่องมีการทำงานเอนไซม์ pectinesterase (PE), polygalactronase (PG) และ cellulase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของ cell wall และ middle lamella ในผลไม้ที่เพิ่มมากขึ้นในระหว่างการสุก ซึ่งนำไปสู่การอ่อนนุ่มของเนื้อเยื่อขณะสุก (Tucker, 1993)

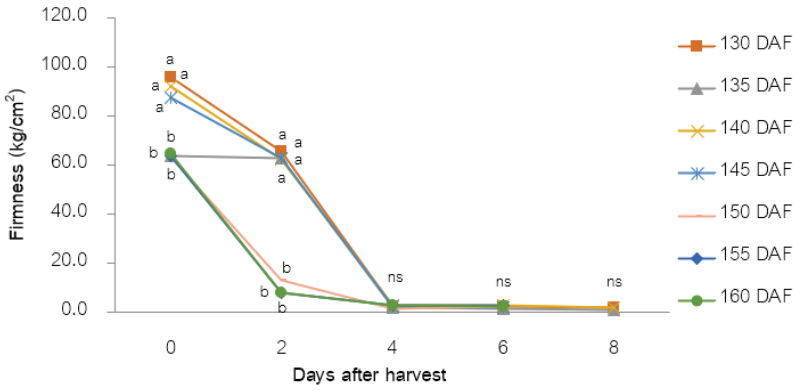

Figure 2 Changes in firmness of 'Peterson' avocado fruits at different harvesting ages (130-160 days after flowering) when stored at room temperature (25±2°C). Data marked by different letters in a column indicate significant difference at P = 0.05 level according to DMRT.

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

สีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มมากขึ้นตามระยะบริบูรณ์ของผล และหลังจากการเก็บรักษาจะค่อยเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงที่สุดที่ 4 และ 6 วันหลังจากการเก็บรักษาซึ่งเป็นระยะที่ผลอะโวคาโดพร้อมบริโภค โดยจะแตกต่างกันในแต่ละระยะบริบูรณ์โดยที่ 145 150 155 และ 160 วันหลังดอกบาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีค่าสูงสุดที่ 6 วันหลังจากการเก็บรักษา ส่วนที่ 135 และ 140 วัน หลังดอกบาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีค่าสูงสุดที่ 4 วัน หลังจากการเก็บรักษาและมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง (Figure 3) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่เพิ่มขึ้นตามระยะบริบูรณ์ของผล เนื่องจากอะโวคาโดเป็นผลไม้ชนิดที่สะสมน้ำตาลในระหว่างผลแก่ (ดนัยและนิธิยา, 2548) ซึ่งปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสุกแก่ของอะโวคาโด โดยพบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) ที่มีคาร์บอน 7 อะตอม คือ D-mannoheptulose มากที่สุด ตามมาด้วย sucrose, glucose และ fructose (Meyer and Terry, 2008)

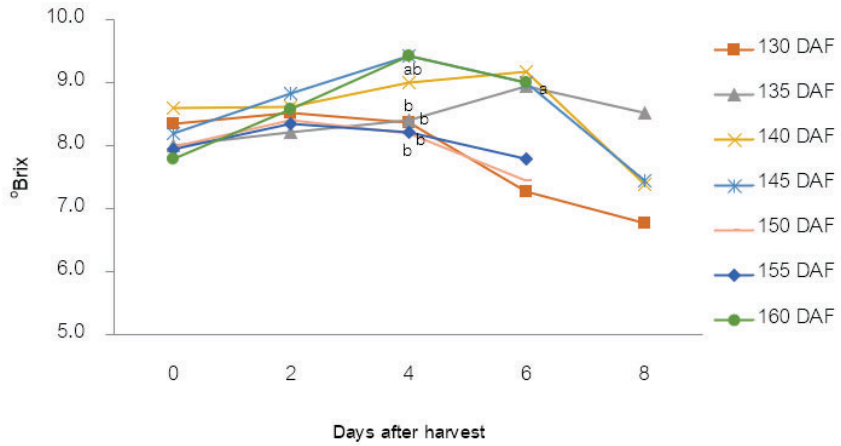

Figure 3 Changes in total soluble solids of 'Peterson' avocado fruits at different harvesting ages (130-160 days after flowering) when stored at room temperature (25±2°C). Data marked by different letters in a column indicate significant difference at P = 0.05 level according to DMRT.

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเนื้อ

สีจากการศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเนื้อผลอะโวคาโด ตั้งแต่อายุ 130-160 วันหลังดอกบาน พบว่าผลอะโวคาโดที่อายุ 130 วันหลังดอกบาน มีค่าน้ำหนักแห้งเนื้อที่ 18.78 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะ 145 วันหลังดอกบาน ค่าน้ำหนักแห้งเนื้อจะเพิ่มมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้งที่ 145 150 155 160 วันหลังดอกบาน จะมีน้ำหนักแห้งเนื้อที่ 21.24 21.75 22.10 และ 22.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Figure 4) ซึ่งค่อนข้างคงที่ เพียงแต่ความสุกของอะโวคาโดในแต่ละระยะหลังดอกบานใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน โดยผลที่มีอายุหลังดอกบานมากกว่าจะมีระยะการเก็บรักษาที่สั้นกว่า โดยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเนื้อผลอะโวคาโดจะเพิ่มมากขึ้นตามกระบวนการพัฒนาและเจริญเติบโตของผล เนื่องมาจากการสะสมของไขมันและน้ำตาลในระหว่างการสุกแก่และจะไม่มีเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว โดยสอดคล้องกับปริมาณน้ำในผลที่ลดลง (Hofman *et al*., 2002) โดยอะโวคาโดที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงกว่าจะมีคุณภาพผลที่ดีกว่าและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าผลที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำ (Morris and O'Brien, 1980)

ปริมาณไขมัน

จากการศึกษาปริมาณไขมันในอะโวคาโดพันธุ์ 'ปีเตอร์สัน' ในอำเภอปากช่อง จ.นครราชสีมา ในปี 2565 พบว่าที่ความบริบูรณ์ 130-160 วันหลังดอกบาน จะมีปริมาณไขมันอยู่ระหว่าง 23.77 – 26.15 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม โดยปริมาณไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อความบริบูรณ์สูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณไขมันในระหว่างการสุกแก่ของอะโวคาโดเป็นผลมาจากการทำงานของ acetyl-CoA carboxylase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในการสร้างกรดไขมันสายยาวในเนื้อเยื่อของอะโวคาโด (Villa-Rodríguez *et al*., 2011) (Figure 4)

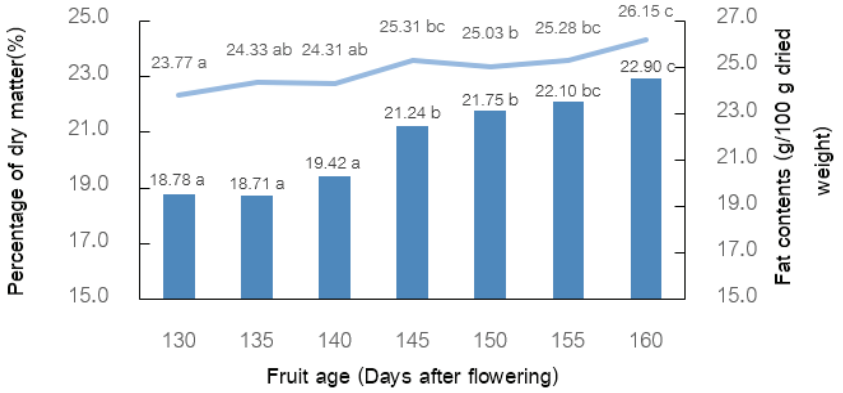

Figure 4 Percentage of dry matter and fat content of 'Peterson' avocado fruits at different fruit ages (130-160 days after flowering). The bar graph shows percentage of dry matter at each fruit age and the line graph shows fat content at each fruit age. Data marked by different letters in a row indicate significant difference at P = 0.05 level according to DMRT.

สรุป

การประเมินดัชนีเก็บเกี่ยวของอะโวคาโดพันธุ์ 'ปีเตอร์สัน' ควรใช้หลายวิธีร่วมกัน คือ การทดสอบทางกายภาพ ทางเคมี การประเมินด้วยสายตา และการนับอายุผลประกอบกัน จะทำให้การเก็บเกี่ยวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าที่ระยะบริบูรณ์ 145 และ150 วันหลังดอกบานมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเนื้อหลังการเก็บเกี่ยวสูงที่สุดและเพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่หลังจากนั้น ซึ่งปริมาณไขมันก็มีแนวโน้มเป็นไปแนวทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง โดยที่ระยะการเก็บรักษาที่ระยะบริบูรณ์ 145 วันหลังดอกบานสามารถเก็บรักษาได้ 8 วันหลังการเก็บเกี่ยว แต่ที่ระยะบริบูรณ์ 150 วันหลังดอกบานสามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน จากข้อมูลนี้พบว่า ที่ระยะ 145 หลังดอกบาน เหมาะสมที่จะเก็บเกี่ยวเนื่องจากมีคุณภาพการรับประทานดีและเหมาะกับการขนส่งและการวางจำหน่าย โดยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเนื้อและปริมาณไขมันสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวผลอะโวคาโดได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สวสก.) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ตึกปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตรและสวน Granny Farm อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ที่ช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกระหว่างการวิจัยให้แก่คณะผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2544. อาโวกาโด. กองพัฒนาที่สูง. กรุงเทพ ฯ. 63 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ ฯ. 248 หน้า.

มูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2554. การเก็บเกี่ยวและมาตรฐานคุณภาพผลไม้ มูลนิธิโครงการหลวง. มูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). กรุงเทพ ฯ. 54 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1 เชียงใหม่. 2564. 'อโวคาโด' พืชเศรษฐกิจบนพื้นที่สูง จ.เชียงใหม่ สร้างรายได้งาม ปลูกได้ตลอดทั้งปี สศท.1 เชิญชวนบริโภค ผลผลิตมีคุณภาพ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : https://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าว%20สศก./37759/TH-TH. (10 ตุลาคม 2565).

AOAC. 1998. Official Method of Analysis. 16th ed./Rev.4. Association of official Analytical Chemists International. Maryland.

Avocados Australia Limited. 2008. Avocados Australia New Maturity Standard. Talking Avocados 19(4): 24.

Bergh, B., J. Kumamoto and P. Chen. 1989. Determining maturity in whole avocados. California Avocado Society 1989 Yearbook 73: 173–176.

Gamble, J., F.R. Harker, S.R. Jaeger, A. White, C. Bava, M. Beresford, B. Stubbings, M. Wohlers, P.J. Hofman, R. Marques and A. Woolf. 2010. The impact of dry matter, ripeness, and internal defects on consumer perceptions of avocado quality and intentions to purchase. Postharvest Biology and Technology 57: 35–43.

Gwanpua, S.G., Z. Qian and A.R. East. 2018. Modelling ethylene regulated changes in 'Hass' avocado quality. Postharvest Biology and Technology 136: 12e22.

Hofman, P. J., Y. Fuchs. and D. Milne. 2002. Harvesting, packing, postharvest technology, transport and processing, pp. 363-402. *In*: A. W. Whiley, B. Schaffer and B. N. Wolstenholme, (eds.) The Avocado; Botany, Production and Uses. CAB Publishing a Division of CAB International, Wallingford, Oxon, UK,

Kassim, A. and T.S. Workneh. 2020. Influence of postharvest treatments and storage conditions on the quality of Hass avocados. Heliyon 6: 2020.e04234.

Meyer, D and L.A. Terry. 2008. Development of a rapid method for the sequentia extraction and subsequent quantification of fatty acids and sugars from avocado mesocarp tissue. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56(16): 7439-7445.

Morris, R. and K. O'Brien. 1980. Testing avocados for maturity. Agriculture gazette of New South Wales. 3 p.

Parodi, G.M.S. and W. Daga. 2007. Correlation of oil content, dry matter and pulp moisture as harvest indicators in Hass Avocado fruits *(Persea americana Mill*) grown under two conditions of orchards in Chincha-Peru. *In:* Proceeding VI World Avocado Congress. 12-16 November 2007

Schmilovitch, Z., A. Hoffman, H. Egozi, R. El-Batzi and C. Degani. 2001. Determination of avocado maturity by near infrared spectrometry, pp. 175–179. *In:* Proceedings: Sensors in Horticulture III. Acta Horti.

Tucker, G.A. 1993. Introduction, pp. 1–43. *In*: G.B. Seymour, J.E. Taylor and G.A. Tucker, eds. Biochemistry of Fruit Ripening. Chapman and Hall, London.

Villa-Rodríguez J., F.J. Molina-Corral, F.J. Ayala-Zavala, G. Olivas and G. González-Aguilar. 2011. Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. Food Research International 44: 1231–1237.