ผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอร์รี่

Effect of Konjac Powder and Moringa Seed Oil Extract Coating on the Postharvest Quality of Cherry Tomato

ทิตา สุนทรวิภาต[1*]
Thita Soonthornvipat[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอร์รี่ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 15 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพันธ์ 72-78 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสารเคลือบผิวบุก (10 เปอร์เซ็นต์) ผสมกับน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัด 25 มิลลิลิตรต่อลิตร ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตได้ดีกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบด้วยผงบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดที่ 10 15 20 มิลลิลิตรต่อลิตร และมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิว ($p < 0.05$) ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น พบว่าผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษามะเขือเทศเชอร์รี่เมื่อครบ 15 วัน เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อที่พบว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบด้วยบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดที่ 10 15 20 และ 25 มิลลิลิตรต่อลิตร มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว ($p < 0.05$) การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีพบว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวร่วมกับน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดทุกกรรมวิธีมีอัตราการลดลงของวิตามินซีน้อยกว่ามะเขือเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว ($p < 0.05$) สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสีผิวของผล (L* a* b*) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความเป็นกรด-ด่างของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมทุกกรรมวิธี และชุดควบคุมคือไม่เคลือบผิวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจากผลการทดลองใช้สารเคลือบผิวจากธรรมชาติที่สามารถรับประทานได้ร่วมกับน้ำมันสกัดเมล็ดมะรุมเคลือบผิวมะเขือเทศเชอร์รี่อาจจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับเกษตรรายย่อยในการใช้วัสดุในท้องถิ่นเพื่อลดต้นทุนการผลิตสินค้าเกษตรและยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับการการยืดอายุและเก็บรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอร์รี่ได้ในอนาคต

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีและพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
[*] Corresponding author e-mail: thita_soo@cmru.ac.th

Received: 14 May 2022, Revised: 7 June 2022, Accepted: 15 June 2022

คำสำคัญ: ผงบุก น้ำมันเมล็ดมะรุมสกัด มะเขือเทศเชอร์รี่ อายุการเก็บรักษา

Abstract

This research studies the effect of konjac powder and moringa seed oil extract on the postharvest quality of cherry tomato when stored at 15 days at ambient temperature 28±2℃, relative humidity 72-78%. The results showed that konjac coating with 25 ml of moringa seed oil extract helped to reduced fresh weight loss on coating tomatoes with konjac and moringa seed oil extract with 10 15 and 20 ml per l including better than without coating ($p < 0.05$) respectively. It was found tomatoes without coating enhanced fresh weight loss along the storage time (15 days) as same as the firmness. The results showed that tomatoes coating with konjac and moringa seed oil 10, 15, 20, and 25 ml per l had firmness more than tomatoes without coating ($p < 0.05$). The measurement of ascorbic acid, found that tomatoes coating with moringa seed oil extract in every concentration had low ascorbic acid changing compared with tomatoes without coating ($p < 0.05$). For the physical appearance such as colour (L*, a*, and b*) and chemical compositions which is total soluble solid, titratable acidity and pH, the results showed that tomatoes coating with moringa seed oil extract in every concentration and tomatoes without coating were not significant ($p > 0.05$). Therefore, the results of using natural edible coating with moringa seed oil extract coating tomatoes might be the alternative choice for retail farmers that they can use local material to reduce the cost of agricultural production. Additionally, this can be environmental friendly for extending the shelf life of cherry tomatoes in the future.

Keywords: Konjac powder, Moringa seed oil extract, Cherry tomato, Shelf life

บทนำ

ประเทศไทยโดยเฉพาะทางภาคเหนือมีการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่กันมากเนื่องจากสภาพอากาศที่มีความเย็นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต มะเขือเทศเชอร์รี่จัดเป็นมะเขือเทศที่นิยมนำมาบริโภคผลสด (table tomato) เนื่องจากมีรสชาติที่หวานกรอบ เมล็ดน้อย มีคุณค่าทางโภชนการสูง และสามารถนำไปบริโภคแบบผลไม้สดได้ ซึ่งได้รับความนิยมของผู้บริโภคที่ให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพ ประกอบกับกระแสเรื่องการบริโภคผลิตผลอินทรีย์ที่มีความต้องการเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่จึงหันมาสนใจและเพิ่มปริมาณความต้องการที่จะรับประทานผลิตผลที่สดใหม่และปราศจากสารเคมีเจือปน ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพ หากแต่กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้ผลิตผลทางการเกษตรหลายชนิดเกิดความสูญเสียทั้งทางคุณภาพและทางปริมาณ ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้น ราคาของผลผลิตตกต่ำ

และไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (El-Ramady *et al*., 2015) สำหรับมะเขือเทศเชอร์รี่จัดเป็นผลไม้ที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจตามอายุอ่อนแก่ (climacteric fruit) กระบวนการสุกและการเสื่อมสลายจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการกระตุ้นจากแก๊สเอทิลีน (ethylene) ส่งผลให้มะเขือเทศเชอร์รี่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพได้อย่างรวดเร็ว (Alba *et al*., 2000) โดยปกติการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในผักและผลไม้มีอัตราเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งมากถึง 25-50 เปอร์เซ็นต์ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ไม่เหมาะสมและขาดองค์ความรู้ในการเก็บรักษาที่เหมาะสม (Gupta *et al*., 2012) ประกอบกับปัจจุบันผู้บริโภคนิยมการใช้วัสดุและบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยมีการเพิ่มสารสกัดจากธรรมชาติในบรรจุภัณฑ์เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาของผลิตผลทางการเกษตรมากขึ้น (Srilakshmi, 2003) กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยการเคลือบผิวของผลิตผลจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นิยม เนื่องจากสามารถชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางกายภาพ และชะลอกระบวนการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิวจะช่วยทดแทนสารเคลือบผิวตามธรรมชาติที่สูญเสียไปจากการล้างทำความสะอาด โดยสารเคลือบผิวจะไปช่วยปิดรอยเปิดตามธรรมชาติ ตลอดจนบาดแผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้สารเคลือบผิวจะช่วยชะลออัตราการหายใจและการสังเคราะห์เอทิลีน เนื่องจากสารเคลือบผิวไปจำกัดการแลกเปลี่ยนแก๊สส่งผลให้ภายในผลผลิตมีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง ส่งผลให้กระบวนการทำงานของแก๊สเอทิลีนหยุดชะงัก (ดนัย และนิธิยา, 2548) ปัจจุบันการนำสารสกัดจากพืชมาใช้เพื่อเป็นทางเลือกในการเคลือบผิวผลิตผลทางการเกษตรเพื่อทดแทนสารสังเคราะห์ซึ่งมาจากสารเคมีที่อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและช่วยลดต้นทุนการนำเข้าของสารเคลือบผิวจากต่างประเทศจะช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตโดยเฉพาะผลิตผลพืชสวนที่มีการเน่าเสียได้ง่าย (perishable crop) ต้นบุกไข่จัดเป็นไม้หัวที่มีการปลูกในหลายจังหวัดทั่วประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตป่าสงวนและมีการพบมากในเขตป่าของทางภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่ เนื้อของบุกมีสีขาวอมเหลือง เนื้อสามารถนำมารับประทานได้ โดยมีลักษณะเป็นเมือกลื่น เนื่องจากมีสารที่เรียกว่ากลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีลักษณะข้นหนืด มีใยอาหารสูง มีน้ำหนักโมเลกุลมากและมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูง ดังนั้นเมื่อละลายน้ำแล้วจึงมีลักษณะเป็นเจลและมีความคงตัวสูง (Cheng *et al*., 2002) การใช้สารเคลือบผิวที่สามารถรับประทานได้นี้เป็นการช่วยปกป้องชั้นของการผลิตสารที่ก่อให้เกิดความเครียดในพืช และลดการแลกเปลี่ยนแก๊สและอัตราการหายใจเพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของพืชโดยเฉพาะในกลุ่มของพืชสวนได้ดี (Rodsamran and Sothornvit, 2018) นอกจากนี้สารเคลือบที่รับประทานได้ยังไม่มีความเป็นพิษ ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่จะช่วยป้องกันความเสียหายของผลผลิตที่มาจากการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีโดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Xavier *et al*., 2021) มะรุมจัดเป็นต้นไม้ที่มีคุณประโยชน์ทั่วทั้งต้นต่อมนุษย์และสัตว์ ใบมีโปรตีนและสารต้านอนุมูลอิสระสูง ในขณะที่เมล็ดมีปริมาณน้ำมันมากถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยกรดโอเลอิก (oleic acid) สูงเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ นิยมนำมาใช้ทางการแพทย์และทางเภสัชวิทยา เนื่องจากน้ำมันสกัดจากเมล็ดมะรุมช่วยป้องกันการอักเสบ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง และป้องกันการเกิดโรคหัวใจในมนุษย์ได้ (Farooq *et al*.,

2012) ในหลาย ๆ งานวิจัยพบว่าน้ำมันสกัดจากเมล็ดมะรุมยังมีสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยยับยั้งการทำงานของเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรีย อาทิเช่น *Staphylococus aureus Bacillus subtilis Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* (Saadabi and Zaid, 2011) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาการใช้สารเคลือบผิวที่ผลิตจากสารสกัดจากพืชที่รับประทานได้ (edible coating) ซึ่งต้องสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ทั้งยังสามารถป้องกันการสูญเสีย การก่อโรคที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอร์รี่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากหลายประเทศทั่วโลกได้มีการร่วมรณรงค์การลดการใช้สารเคมีในการผลิตผลิตผลทางการเกษตรตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจนกระทั่งถึงการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นหลัก เนื่องจากสารเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่าง ๆ อาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระยะยาว ประกอบกับกระแสของการบริโภคผลิตผลทางการเกษตรที่เน้นความปลอดภัย ปราศจากสารเคมี ดังนั้นผลิตผลอินทรีย์จึงเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นหากการใช้สารเคลือบผิวที่มาจากธรรมชาติร่วมกับน้ำมันสกัดจากเมล็ดมะรุมจะสามารถช่วยยับยั้งการทำงานและการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคระหว่างและหลังกระบวนการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวกับผลิตผลทางการเกษตรได้ (Xavier *et al*., 2021) สารเคลือบผิวนี้จึงอาจจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรที่เน่าเสียได้ง่าย นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าทางการเกษตรอินทรีย์เพื่อการจัดการที่เหมาะสม และเป็นการสนับสนุนผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเพื่อยกระดับความเป็นอยู่ของคนในชุมชน เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตสินค้าทางการเกษตรที่คำนึงถึงผู้บริโภคเป็นหลัก โดยยึดหลักการผลิตสินค้าเกษตรที่เป็นมิตรต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

คัดขนาดผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่มีขนาดผลเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากสวนเกษตรกรที่ปลูกทางการค้า อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสุกหรือผิวของผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ระยะผิวสีแดง (red) 70-75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระยะความแก่ทางการค้า ผงบุกที่ใช้ได้จากต้นบุกไข่ที่ปลูกในจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยการคัดหัวบุกที่มีความแก่เต็มที่ จากนั้นล้างทำความสะอาดนำไปสไลด์เพื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง อบจนแห้ง (ความชื้น 13.12 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดเป็นผง ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 60 เมช (mesh) เพื่อใช้ในการทำสารเคลือบ น้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดเย็นที่ได้จากเมล็ดทางการค้าเพื่อใช้ผสมกับสารเคลือบผงบุก วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) โดยใช้ผลมะเขือเทศเชอร์รี่ จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 กิโลกรัม ทำการเคลือบสารเคลือบผิวบุก (Konjac) 10 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันมะรุมสกัด (MSO) ต่อปริมาตร 1 ลิตร ตามความเข้มข้นต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ (1) สารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัด 10 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ (2) สารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัด 15 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ (3) สารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัด 20 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ (4) สารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัด 25 มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ (5) ไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม)

วิธีการเคลือบผิวมะเขือเทศเชอร์รี่ โดยนำผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ผ่านการคัดเลือกโดยปราศจากการทำลายของโรคและแมลงมาล้างทำความสะอาด ใช้ผ้าแห้งซับ จากนั้นนำมาเคลือบผิวโดยการจุ่มผลมะเขือเทศเชอร์รี่ลงในสารเคลือบแต่ละกรรมวิธีประมาณ 5 วินาที แล้วใช้มือที่สวมถุงมือลูบเกลี่ยให้สารเคลือบผิวทั่วทั้งผล ผึ่งในแห้ง บรรจุผลมะเขือเทศเชอร์รี่ในกล่องพลาสติกใสประมาณ 250 กรัม จากนั้นเรียงลงในกล่องกระดาษ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพันธ์ 72-78 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบผลการทดลองกับชุดควบคุมคือไม่ได้เคลือบผิว บันทึกลักษณะที่ปรากฏ การสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวโดยการสุ่มผลมะเขือเทศเชอร์รี่ซ้ำละ 250 กรัม วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี เป็นระยะเวลา 15 วัน ดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)

ชั่งน้ำหนักผลมะเขือเทศเชอร์รี่เมื่อวันเริ่มต้นการทดลอง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนักผลมะเขือเทศเชอร์รี่ซ้ำทุก 2 วัน โดยแต่ละกรรมวิธีใช้ผลมะเขือเทศเชอร์รี่ชุดเดิมจนหมดอายุการเก็บรักษา โดยเครื่องชั่งละเอียดแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักผลก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักผลหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักผลก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

2. การวัดสีผิว (peel colour)

โดยใช้เครื่อง Chroma Meter รุ่น CR-400 หัววัด CR310 ของบริษัท Minolta โดยวัดสีผิวภายนอกบริเวณขั้วของผล และกึ่งกลางของผล จำนวนทั้งหมด 2 จุด ค่าที่ได้แสดงเป็น L* a* b* Chroma และ hue angle โดยค่า L* บ่งบอกถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือสีดำ และ 100 คือสีขาว ค่า a* แสดงผลการเปลี่ยนสีจากสีเขียว (-a*) ไปจนถึงสีแดง (+a*) และค่า b* แสดงผลการเปลี่ยนสีน้ำเงิน (-b*) ไปจนถึงสีเหลือง (+b*)

3. ความแน่นเนื้อ (fruit firmness)

โดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro System, UK รุ่น TA.XT Plus 6 mm Cylinder stainless ค่า test speed 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ค่าระยะทางในการกด 10 มิลลิเมตร รายงานค่าแรงกดสูงสุดในหน่วยนิวตัน (Sirijariyawat and Charoenrein, 2014)

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid: TSS)

นำผลมะเขือเทศเชอร์รี่มาคั้นน้ำแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางแล้ววัดด้วยเครื่อง refractometer รุ่น RX-5000 Lapha โดยอ่านค่าจากน้ำมะเขือเทศเชอร์รี่คั้นซ้ำ 3 ครั้ง หน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix) แล้วหาค่าเฉลี่ย

5. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity: TA) ประยุกต์จาก AOAC (1984)

นำน้ำคั้นมะเขือเทศเชอร์รี่ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร หยด 0.1 เปอร์เซ็นต์ ไทมอลบูล (thymol blue) จำนวน 2 หยด แล้วจึงไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (N) จนถึงจุดยุติคือสารละลาย

เปลี่ยนเป็นสีฟ้าคงตัวนานประมาณ 30 วินาที แล้วจึงคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรต} = \frac{\text{ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร) x ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.10 นอร์มัล} \times 0.07 \times 100}{\text{ปริมาตรมะเขือเทศเชอร์รี่ 10 มิลลิลิตร}}$$

6. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดค่าความเป็นกรดด่างโดยเครื่องวัด pH Meter ยี่ห้อ Seven Compact™ S220 จำนวน 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย

7. ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid)

วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นมะเขือเทศเชอร์รี่ด้วยวิธีการไทเทรชันด้วยอินโดฟีนอล (indophenol) โดยการปิเปตน้ำคั้นมะเขือเทศเชอร์รี่มา 10 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดออกซาลิก (oxalic acid) ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร แล้วกรองด้วยกระดาษ Whatman no.1 ปิเปตสารละลายที่กรองได้มา 10 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปไทเทรตกับสารละลาย 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล (2,6-dichlorophenol indophenol) ความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จนถึงจุดยุติ ซึ่งสารละลายที่ได้มีสีชมพู คงตัวนานประมาณ 30 วินาที แล้วคำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยใช้ปริมาตร 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน โดยคำนวณตามสูตรดังนี้ (Ranganna, 1997)

ปริมาตร indophenol dye a มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดวิตามินซีเท่ากับ 1 มิลลิกรัม (จากมาตรฐาน)

$$\text{ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)} = \frac{\text{ปริมาตร 2, 6- ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ในการไทเทรตกับสารตัวอย่าง} \times 0.001 \times 100 \times 1{,}000}{\text{ปริมาตร 2, 6- ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ในการไทเทรตกับวิตามินซีมาตรฐาน} \times \text{น้ำหนักของสารตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร}}$$

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและทางเคมี ตลอดจนอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัดที่ 25 มิลลิลิตร สามารถช่วยชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ปริมาณการสูญเสียน้ำหนักสดของผลมะเขือเทศเชอร์รี่ได้ดีกว่าสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัดที่ความเข้มข้น 10 15 20 มิลลิลิตร และชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1) แต่ทุกกรรมวิธีของการเคลือบผิวด้วยบุกและ

น้ำมันมะรุมสกัดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว ทั้งนี้เนื่องจากสารเคลือบผิวสามารถลดการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างภายในผลผลิตกับบรรยากาศภายนอกได้ ส่งผลให้ช่วยลดอัตราการหายใจของผลผลิตลงได้ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะเขือเทศเชอร์รี่ซึ่งได้แก่ ความสว่าง (L*) ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีแดง (a*) และค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเหลือง (b*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ใช้ในงานทดลองมีระยะการเก็บเกี่ยวที่สีแดงที่ 70-75 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของสีจึงอาจจะเกิดขึ้นได้ไม่มากจึงไม่แสดงค่าความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของมะเขือเทศเชอร์รี่ซึ่งได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความเป็นกรด-ด่าง ของมะเขือเทศเชอร์รี่ในทุกกรรมวิธี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน (ตารางที่ 2) โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นมะเขือเทศเชอร์รี่จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความเป็นกรด-ด่างในผลมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษามะเขือเทศเชอร์รี่ไว้เป็นเวลา 15 วัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลให้รสชาติของมะเขือเทศเชอร์รี่มีรสชาติที่กลมกล่อมขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ในขณะที่ค่าความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบด้วยบุกและน้ำมันมะรุมที่ 10 15 20 และ 25 มิลลิลิตร มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิว โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามะเขือเทศเชอร์รี่ที่เพิ่มขึ้นผลของมะเขือเทศเชอร์รี่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาได้ 5 วัน โดยผลของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวจะมีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวร่วมกับน้ำมันมะรุมสกัดในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2) โดยแนวโน้มของค่าความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวจะมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการทดลอง 15 วัน ลักษณะปรากฏของผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิวจะมีลักษณะเหี่ยวย่นตรงบริเวณขั้วผลมากกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ได้รับการเคลือบผิวร่วมกับน้ำมันมะรุมสกัดในทุกกรรมวิธี เช่นเดียวกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่พบว่าเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยผงบุกและน้ำมันมะรุมสกัดที่ 20 และ 25 มิลลิลิตรต่อลิตร จะมีค่าปริมาณวิตามินซีในผลมากที่สุดเมื่อเทียบกับมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยผงบุกและน้ำมันมะรุมสกัดที่ 10 15 มิลลิลิตรต่อลิตร และมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว และมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้น มะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวจะมีปริมาณวิตามินซีลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกกรรมวิธีของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ทำการเคลือบผิวด้วยบุกและน้ำมันมะรุมสกัด

ตารางที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัดต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 วัน

ระยะการเก็บรักษา (วัน)	กรรมวิธีที่	L*	a*	b*	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
0	(1)	43.24^{a}	25.13^{a}	21.64^{a}	-
	(2)	43.23^{a}	25.10^{a}	21.74^{a}	-
	(3)	43.25^{a}	24.97^{a}	21.76^{a}	-
	(4)	42.98^{a}	25.45^{a}	21.80^{a}	-
	(5)	43.21^{a}	25.36^{a}	21.68^{a}	-
3	(1)	41.98^{a}	25.12^{a}	20.78^{a}	1.90^{b}
	(2)	42.39^{a}	25.26^{a}	20.80^{a}	1.75^{b}
	(3)	42.23^{a}	24.98^{a}	21.01^{a}	1.87^{b}
	(4)	42.54^{a}	24.89^{a}	21.05^{a}	1.88^{b}
	(5)	42.36^{a}	25.12^{a}	20.97^{a}	2.24^{a}
5	(1)	41.33^{a}	25.14^{a}	19.50^{a}	2.54^{b}
	(2)	41.41^{a}	25.22^{a}	19.87^{a}	2.22^{b}
	(3)	41.56^{a}	25.32^{a}	19.74^{a}	2.35^{b}
	(4)	41.65^{a}	25.45^{a}	20.12^{a}	2.12^{bc}
	(5)	42.01^{a}	26.12^{a}	19.75^{a}	3.22^{a}
7	(1)	42.03^{a}	25.41^{a}	19.75^{a}	3.75^{b}
	(2)	41.68^{a}	25.55^{a}	19.74^{a}	3.52^{b}
	(3)	41.66^{a}	25.48^{a}	19.81^{a}	3.45^{b}
	(4)	41.75^{a}	25.62^{a}	19.82^{a}	3.25^{b}
	(5)	41.65^{a}	25.27^{a}	19.78^{a}	5.18^{a}
9	(1)	40.87^{a}	24.12^{a}	18.45^{a}	6.35^{b}
	(2)	40.65^{a}	24.32^{a}	18.73^{a}	6.22^{b}
	(3)	40.58^{a}	24.26^{a}	18.64^{a}	5.90^{c}
	(4)	40.48^{a}	25.13^{a}	18.58^{a}	5.95^{c}
	(5)	40.74^{a}	25.12^{a}	18.74^{a}	8.89^{a}
11	(1)	39.25^{a}	24.56^{a}	17.77^{a}	9.76^{b}
	(2)	38.98^{a}	24.36^{a}	17.87^{a}	9.51^{b}
	(3)	38.88^{a}	24.47^{a}	18.23^{a}	9.42^{b}
	(4)	38.87^{a}	24.58^{a}	18.12^{a}	9.08^{c}
	(5)	38.60^{a}	24.50^{a}	18.16^{a}	11.54^{a}
13	(1)	37.89^{a}	24.23^{a}	17.98^{a}	11.78^{b}
	(2)	37.85^{a}	24.12^{a}	17.85^{a}	11.95^{b}
	(3)	38.25^{a}	24.15^{a}	17.75^{a}	10.89^{bc}
	(4)	38.41^{a}	24.23^{a}	17.69^{a}	10.58^{c}
	(5)	37.89^{a}	23.98^{a}	17.82^{a}	14.58^{a}

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (วัน)	กรรมวิธีที่	L*	a*	b*	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
15	(1)	38.15[a]	23.03[a]	17.56[a]	15.11[b]
	(2)	37.68[a]	23.12[a]	17.42[a]	14.56[c]
	(3)	38.56[a]	23.15[a]	17.23[a]	14.45[c]
	(4)	37.45[a]	23.14[a]	17.52[a]	13.16[d]
	(5)	37.58[a]	23.22[a]	16.88[a]	18.56[a]

หมายเหตุ: - ในสดมภ์เดียวกัน เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันมะรุมสกัดต่อการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศเชอรี่ทีอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 วัน

ระยะการเก็บรักษา (วัน)	กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
0	(1)	0.33[a]	1.72[a]	6.67[a]	4.35[a]	11.25[a]
	(2)	0.35[a]	1.65[a]	6.52[a]	4.37[a]	11.30[a]
	(3)	0.31[a]	1.76[a]	6.44[a]	4.41[a]	11.32[a]
	(4)	0.37[a]	1.80[a]	6.78[a]	4.38[a]	11.33[a]
	(5)	0.34[a]	1.76[a]	6.50[a]	4.40[a]	11.25[a]
3	(1)	0.24[a]	1.98[a]	6.78[a]	4.22[a]	10.39[a]
	(2)	0.26[a]	2.01[a]	6.68[a]	4.35[a]	10.40[a]
	(3)	0.24[a]	1.95[a]	6.94[a]	4.30[a]	10.41[a]
	(4)	0.28[a]	1.93[a]	6.96[a]	4.33[a]	10.42[a]
	(5)	0.21[a]	1.89[a]	6.86[a]	4.23[a]	10.41[a]
5	(1)	0.22[a]	1.72[a]	7.61[a]	3.95[a]	9.66[ab]
	(2)	0.23[a]	1.66[a]	7.58[a]	3.86[a]	9.60[ab]
	(3)	0.25[a]	1.66[a]	7.42[a]	3.76[a]	10.12[a]
	(4)	0.26[a]	1.65[a]	7.48[a]	3.79[a]	10.15[a]
	(5)	0.18[b]	1.56[a]	7.33[a]	3.68[a]	8.78[c]
7	(1)	0.14[a]	1.10[a]	7.35[a]	3.71[a]	8.55[b]
	(2)	0.16[a]	1.15[a]	7.79[a]	3.72[a]	9.05[ab]
	(3)	0.15[a]	1.15[a]	7.58[a]	3.75[a]	9.58[a]
	(4)	0.18[a]	1.12[a]	7.44[a]	3.68[a]	9.67[a]
	(5)	0.11[b]	0.98[a]	7.56[a]	3.83[a]	7.86[c]

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (วัน)	กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)
9	(1)	0.21[a]	0.78[a]	7.96[a]	3.70[a]	8.83[b]
	(2)	0.19[a]	0.72[a]	7.89[a]	3.75[a]	9.18[ab]
	(3)	0.16[a]	0.68[a]	7.98[a]	3.83[a]	9.23[a]
	(4)	0.17[a]	0.72[a]	8.01[a]	3.92[a]	9.50[a]
	(5)	0.12[b]	0.69[a]	7.85[a]	3.69[a]	6.77[c]
11	(1)	0.17[a]	0.38[a]	7.65[a]	3.24[a]	7.58[a]
	(2)	0.16[a]	0.34[a]	7.45[a]	3.51[a]	6.53[b]
	(3)	0.18[a]	0.31[a]	7.36[a]	3.62[a]	7.42[a]
	(4)	0.19[a]	0.36[a]	7.54[a]	3.55[a]	7.77[a]
	(5)	0.10[b]	0.33[a]	7.42[a]	3.58[a]	5.53[c]
13	(1)	0.12[a]	0.26[a]	7.29[a]	2.61[a]	5.62[b]
	(2)	0.11[a]	0.23[a]	7.34[a]	2.64[a]	5.51[b]
	(3)	0.13[a]	0.29[a]	7.45[a]	2.65[a]	6.78[a]
	(4)	0.12[a]	0.21[a]	7.35[a]	2.70[a]	6.85[a]
	(5)	0.09[b]	0.23[a]	7.52[a]	2.72[a]	4.39[c]
15	(1)	0.10[a]	0.18[a]	7.45[a]	2.44[a]	4.57[b]
	(2)	0.09[a]	0.22[a]	7.36[a]	2.43[a]	4.55[b]
	(3)	0.08[a]	0.24[a]	7.51[a]	2.41[a]	5.82[a]
	(4)	0.11[a]	0.22[a]	7.48[a]	2.39[a]	5.71[a]
	(5)	0.06[b]	0.19[a]	7.47[a]	2.38[a]	3.85[c]

หมายเหตุ: - ในสดมภ์เดียวกัน เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

จากการทดลองพบว่าผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันสกัดจากเมล็ดมะรุมทุกความเข้มข้นส่งผลต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอร์รี่ได้ดีกว่าชุดควบคุม (ไม่เคลือบผิว) และส่งผลต่อคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอร์รี่ได้ โดยสารเคลือบผิวมีผลช่วยลดการแลกเปลี่ยนแก๊สภายในผลิตผลกับบรรยากาศภายนอกได้ดี โดยสารเคลือบผิวจะช่วยสร้างสภาพที่สมดุลสำหรับการเก็บรักษาของผลผลิตด้วยการลดปริมาณออกซิเจนภายในผลลง ในขณะเดียวกันก็เพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในผลให้สูงขึ้น ซึ่งการสร้างสภาพบรรยากาศแบบนี้จะส่งผลให้

ผลผลิตที่ได้รับการเคลือบผิวสามารถชะลออัตราการหายใจให้เกิดขึ้นได้ช้าลง (ดนัย และนิธิยา, 2548) นอกจากนี้สารออกฤทธิ์ที่มีการผสมในการเคลือบผิวซึ่งจะช่วยในการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์จะส่งผลให้สารเคลือบมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

โดยสารเคลือบผิวของการทดลองนี้มีการผสมน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดเข้ากับสารเคลือบผิวบุก โดยสารเคลือบผิวนี้อาจจะช่วยยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้ตามคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาของน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดที่พบว่าช่วยป้องกันและยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ (Leone *et al*., 2016) ส่งผลให้ผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ทำการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธีสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว เนื่องจากสารที่ใช้เป็นสารเคลือบผิวที่สามารถบริโภคได้จะไปช่วยป้องกันการแลกเปลี่ยนแก๊ส และลดการหายใจในผลิตผลลง จึงช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาและยืดอายุคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืชสวนได้ (Zam, 2019) จากการเก็บรักษามะเขือเทศเชอร์รี่ไว้ที่อุณหภูมิห้องพบว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ของการเก็บรักษา เนื่องจากมีลักษณะเหี่ยวมากกว่า และมีการเข้าทำลายของโรคในมะเขือเทศเชอร์รี่มากกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ได้รับการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธี ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารเคลือบผิวจะไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของผลผลิต รวมถึงกระบวนการสร้างโพลีฟินอลออกซิเดชั่น และควบคุมการสร้างและการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งกระบวนการเสื่อม (Shamloo *et al*., 2013; Maftoonazad and Ramaswamy, 2019) สอดคล้องกับการทดลองของ Oniha *et al*. (2021) ทดลองใช้สารสกัดจากใบมะรุมในการต้านการเกิดโรคของเชื้อราหลายชนิด อาทิเช่น *Aspergillus Penicillium Rhizopus* และ *Trichoderma* ของมะละกอในห้องปฏิบัติการ พบว่าสารสกัดจากใบมะรุมช่วยป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากเชื้อราในพืชได้ สอดคล้องกับการเปรียบเทียบการใช้สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของมะรุมซึ่งได้แก่ เมล็ด ราก และใบของมะรุมกับการทดสอบการต้านเชื้อโรคของพืชที่เกิดจากเชื้อราชนิดต่าง ๆ ในผลมะเขือเทศเชอร์รี่ ถั่วแขก และมันฝรั่งในห้องปฏิบัติการ พบว่าสารสกัดจากทุกส่วนของต้นมะรุมที่ความเข้มข้นจากใบ 50 เปอร์เซ็นต์ จากราก 20 เปอร์เซ็นต์ และจากเมล็ด 3 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการยับยั้งการเกิดโรค การสร้างสปอร์และการงอกของเชื้อราได้หลายชนิด ได้แก่ *Fusarium oxysporum F. solani* และ *Alternaria solani* (El-Mohamedy and Mohamed, 2018) เช่นเดียวกับ Ayirezang *et al*. (2020) ศึกษาผลของสารสกัดของมะรุมจากใบและเมล็ดพบว่าสารสกัดจากใบและเมล็ดที่ปริมาณขั้นต่ำ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ช่วยลดและยับยั้งอาการของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสียของอาหารได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากมะรุมยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารต่าง ๆ ได้ด้วย

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีพบว่าสารเคลือบผิวบุกผสมน้ำมันมะรุมสกัดทุกความเข้มข้นและชุดควบคุมที่ไม่ได้เคลือบผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ทั้งนี้พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาที่นานขึ้น อาจเนื่องมาจากผลิตผลที่เก็บมาแล้วยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา และปริมาณกรดถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ โดยกรดจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล หรือใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาต่าง ๆ จึงส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (Siripanich, 2006)

ในขณะที่ปริมาณกรดอินทรีย์จากการทดลองของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดลดลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่มาจากการหายใจของผลผลิต โดยการหายใจของผลิตผลจำเป็นต้องมีการเผาผลาญสารอาหารในเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานในการดำรงชีพ (จริงแท้, 2549) เมื่อผลิตผลเข้าสู่ระยะการสุกแก่เต็มที่ (full ripe stage) ปริมาณกรดจะลดลง (El-Anany *et al*., 2009) การใช้สารเคลือบผิวผลิตผลจะช่วยชะลอการะบวนการสังเคราะห์กรดซิตริก (citric acid) ระหว่างการสุกแก่ และการที่ผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวยังมีปริมาณกรดสะสมมาก อธิบายได้ว่าสารเคลือบไปช่วยชะลอกระบวนการสุก โดยทำหน้าที่ขัดขวางการนำเข้าของแก๊สออกซิเจนในผลิตผลส่งผลให้ปริมาณกรดไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (Tanada-Palmu and Grosso, 2005) สอดคล้องกับการทดลองของ Kumar *et al*. (2021) ที่ต้องการพัฒนาการยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอร์รี่โดยการใช้สารเคลือบผิวที่รับประทานได้ไคโตซานผสมด้วยสารสกัดจากผิวทับทิม พบว่าสารเคลือบผิวทุกกรรมวิธีสามารถช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศเชอร์รี่ได้นานถึง 18 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23 และ 4 องศาเซลเซียสตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าสารเคลือบผิวจะช่วยชะลอปริมาณการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ในขณะเดียวกันรักษาปริมาณการเปลี่ยนแปลงของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด-ด่าง ปริมาณฟีโนลิก ปริมาณฟลาโวนอยด์ และสารต้านอนุมูลอิสระให้คงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามะเขือเทศเชอร์รี่เมื่อเทียบกับมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว ปฏิกิริยานี้อธิบายได้ว่าอัตราการหายใจและปฏิกิริยาฟีนอลิกออกซิไดซ์ของผลิตผลจะเพิ่มขึ้นเมื่อผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาที่มากขึ้น (Eshetu *et al*., 2019) ดังนั้นการเคลือบผิวจะสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดและปฏิกิริยาทางเคมีในมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวได้ ในขณะที่มะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดช่วยลดการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สอดคล้องกับการทดลองของ El-Anany *et al*. (2009) ที่กล่าวว่ากรดอินทรีย์ (กรดซิตริก หรือกรดมาลิก) จัดเป็นสารตั้งต้นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจของผลไม้บ่มสุก (climacteric fruits) ปริมาณกรดต่าง ๆ ที่ลดลงจึงมักจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อผลไม้มีการสุกแก่เต็มที่ ดังนั้นหากต้องการลดอัตราการใช้กรดอินทรีย์ภายในผลผลิตจึงจำเป็นต้องมีการจำกัดกระบวนการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สภายในผลผลิตกับบรรยากาศภายนอก โดยการใช้สารเคลือบชนิดต่าง ๆ ในการป้องกัน การลดลงของปริมาณวิตามินซีในผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวมากกว่าผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ได้รับการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธี ทั้งนี้เนื่องจากมีการผ่านเข้าออกของปริมาณออกซิเจนภายในผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวมากกว่าผลมะเขือเทศเชอร์รี่ที่ได้เคลือบผิว ปกติวิตามินซีเป็นสารเคมีที่สามารถสลายตัวได้ง่าย เมื่อได้รับความร้อนและแสงแดด (Mditshwa *et al*., 2017) ดังนั้นการที่ผลมะเขือเทศเชอร์รี่ได้รับการเคลือบผิวทำให้การเข้าออกของอากาศโดยเฉพาะแก๊สออกซิเจนต่ำลงจึงช่วยให้อัตราการหายใจเกิดขึ้นได้ช้าส่งผลต่อกระบวนการยับยั้ง การชะลอการสุกแก่ของผลผลิตได้ (Gol and Rao, 2014)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาผลของสารเคลือบผิวบุกและน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพันธ์ 72-78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 15 วัน พบว่าสารเคลือบผิวบุกร่วมกับน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดที่ 10 15 20 และ 25 มิลลิลิตร

ต่อลิตร สามารถชะลอเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมะเขือเทศเชอร์รี่ได้ดีกว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้รับการเคลือบผิว 15.11 14.56 14.45 13.16 และ18.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้มะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวบุกร่วมกับน้ำมันเมล็ดมะรุมสกัดทุกกรรมวิธียังสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซีของผลได้ดี กว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิว ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงค่าสี (L* a* b*) การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของมะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวไม่มีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานเป็นเวลา 15 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อและสนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). *ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช (postharvest biology and plant senescence)*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรวิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนปนนท์. (2548). *การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

Alba, R., Cordonnier-Pratt, M.M. and Pratt, L.H. (2000). Fruit-localized phytochromes regulate lycopene accumulation independently of ethylene production in tomato. *Plant Physiology*, 123(1), 363-370, doi: https://doi.org/10.1104/pp.123.1.363.

AOAC. (1984). *Methods of Analysis.* (14th ed.). Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.

Ayirezang, F.A., Azumah, B.K. and Achio, S. (2020). Effects of *Moringa oleifera* leaves and seeds extracts against food spoilage fungi. *Advances in Microbiology*, 10(1), 27-38, doi: https://doi.org/10.4236/aim.2020.101003.

Cheng, L.H., Abd Karim, A., Norziah, M.H. and Seow, C.C. (2002). Modification of the microstructural and physical properties of konjac glucomannan-based films by alkali and sodium carboxymethylcellulose. *Food Research International*, 35(9), 829-836, doi: https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00086-8.

El-Anany, A.M., Hassan, G.F.A. and Ali, F.R. (2009). Effects of edible coatings on the shelf-life and quality Anna apple (*Malus domestica* Borkh) during cold storage. *Journal of Food Technology*, 7(1), 5-11.

El-Mohamedy, R.S.R. and Mohamed, S.K. (2018). Effect of *Moringa oleifera* seed oil, root and leave on growth of major pathogenic fungi of tomato, green bean and potato in vitro. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(2), 505-520.

El-Ramady, H.R., Domokos-Szabolcsy, E., Abdalla, N.A., Taha, H.S. and Fári, M. (2015). Postharvest management of fruits and vegetables storage. *Sustainable Agriculture Reviews*, 65-152, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-09132-7_2.

Eshetu, A., Ibrahim, A.M., Forsido, S.F. and Kuyu, C.G. (2019). Effect of beeswax and chitosan treatments on quality and shelf life of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Heliyon*, 5(1), doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e01116.

Farooq, F., Rai, M., Tiwari, A., Khan, A.A. and Farooq, S. (2012). Medicinal properties of *Moringa oleifera*: An overview of promising healer. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(27), 4368-4374, doi: https://doi.org/10.5897/JMPR12.279.

Gol, N.B. and Rao, T.V.R. (2014). Influence of zein and gelatin coatings on the postharvest quality and shelf life extension of mango (*Mangifera indica* L.). *Fruits*, 69(2), 101-115, doi: https://doi.org/10.1051/fruits/2014002.

Gupta, S., Cox, S., Rajauria, G., Jaiswal, A.K. and Abu-Ghannam, N. (2012). Growth inhibition of common food spoilage and pathogenic microorganisms in the presence of brown seaweed extracts. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5), 1907-1916, doi: https://doi.org/10.1007/s11947-010-0502-6.

Kumar, N., Pratibha, N. and Petkoska, A.T. (2021). Improved shelf life and quality of tomato *Solanum lycopersicum* L.) by using chitosan-pullulan composite edible coating enriched with pomegranate peel extract. *ACS Food Science & Technology*, 1(4), 500-510, doi: https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.0c00076.

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J. and Bertoli S. (2016). *Moringa oleifera* seeds and oil: Characteristics and uses for human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12), doi: https://doi.org/10.3390/ ijms17122141.

Maftoonazad, N. and Ramaswamy, H.S. (2019). Application and evaluation of a pectin-based edible coating process for quality change kinetics and shelf-life extension of lime fruit (*Citrus aurantifolium*). *Coatings*, 9(5), doi: https://doi.org/10.3390/ coatings9050285.

Mditshwa, A., Magwaza, L.S., Tesfay, S.Z. and Opara, U.L. (2017). Postharvest factors affecting vitamin c content of citrus fruits: A review. *Scientia Horticulturae*, 218, 95-104, doi: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.024.

Oniha, M., Eni, A., Akinnola, O., Omonigbehin, E.A., Ahuekwe, E.F. and Olorunshola, J.F. (2021). In vitro antifungal activity of extracts of *Moringa oleifera* on phytopathogenic fungi affecting *Carica papaya*. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(A), 1081-1085, doi: https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6794.

Ranganna, S. (1997). *Manual of analysis of fruit and vegetables products*. New Delhi: Tats Mcgraw-Hill Publishing Company Limited.

Rodsamran, P. and Sothornvit, R. (2018). Carboxymethyl cellulose from renewable rice stubble incorporated with Thai rice grass extract as a bioactive packaging film for green tea. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(9), doi: https://doi.org/10.1111/jfpp.13762.

Saadabi, A.M. and Zaid, I.A. (2011). An in vitro antimicrobial activity of *Moringa oleifera* L. seed extracts against different groups of microorganisms. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), 129-134.

Shamloo, M., Sharifani, M., Gramakhany, A.D. and Seifie, E. (2013). Alternation of flavonoid compounds in Valencia orange fruit (*Citrus sinensis*) peel as a function of storage period and edible covers. *Minerva Biotechnologica*, 25(3), 191-197.

Sirijariyawat, A and Charoenrein, S. (2014). Texture and pectin content of four frozen fruits treated with calcium. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1346-1355, doi: https://doi.org/10.1111/jfpp.12096.

Siripanich, J. (2006). Postharvest biology and plant senescence (2nd ed.). Bangkok: Kasetsart University Press.

Srilakshmi, B. (2003). *Food science*. New Delhi: New Age International.

Tanada-Palmu, P.S. and Grosso, C.R. (2005). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biology and Technology*, 36(2), 199-208, doi: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.12.003.

Xavier, L.O., Sganzerla, W.G., Rosa, G.B., da Rosa, C.G., Agostinetto, L., de Lima Veeck, A.P. and Nunes, M.R. (2021). Chitosan packaging functionalized with *Cinnamodendron dinisii* essential oil loaded zein: A proposal for meat conservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 169, 183-193, doi: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.093.

Zam, W. (2019). Effect of alginate and chitosan edible coating enriched with olive leaves extract on the shelf life of sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Journal of Food Quality*, doi: https://doi.org/10.1155/2019/8192964.