

ผลของสารเคลือบผิวจากเปลือกเสาวรสและสารสกัดจากเกล็ดปลาต่ออายุการเก็บรักษาตรอบเอรี

Effect of Coating from Passion Fruit Peel and Fish scale on Shelf Life of Strawberries

ศิวดล แจ่มจรัส* ศิริพลอย ยอดอาจ ศิริพร โพธิ์ขนาน และนุชจรี สิงห์พันธ์

Siwadon Chaemchamrat*, Siriploy Yod-arj, Siriporn Phokanap and Nootjaree Singpan

สาขาวิชาเอกพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์ 67000

Department of Plant Science, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University

Phetchabun, Thailand 67000

*Corresponding author: siwadon.cha@pcru.ac.th

Abstract

Received: September 04, 2020

Revised: April 11, 2022

Accepted: August 17, 2022

Effect of coating from passion fruit peel extract on shelf life of strawberries grown in Khao Kho district, Phetchabun province. The experiment was performed as a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 8 treatment. Coating solution made from passion fruit peel extract, pectin solution, fish scale extract, chitosan solution and acetic acid. After 8 days of storage, strawberries coating was 2% pectin + 1% chitosan has lowest weight loss. As for the coating with 1 percent fish scale extract has highest titrated acid content. The total soluble solids (Brix) were not significantly different, but effected on ratio of total soluble solid (TSS) and titratable acidity (TA%) (TSS/TA) a coating strawberries with 1% chitosan and 2% pectin + 1% chitosan has highest TSS/TA. The uncoated strawberries had the highest anthocyanin content after 2 days of storage. The color L* (brightness) value of the coating was not different. While the color a* (red) value a coating strawberries with 2% pectin + 1% chitosan had a color a* value than coating with 1% chitosan and 2% passion fruit peel extract, while the uncoated had the least on the color b* (yellow).

Keywords: strawberry, passion fruit, coating

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของสารเคลือบผิวจากเปลือกเสาวรสต่อการยืดอายุการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ มีทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบไปด้วย การเคลือบผิวด้วยสารสกัดจากเปลือกเสาวรส สารละลายเพคติน สารสกัดจากเกล็ดปลา สารละลายไคโตซาน และกรดอะซิติก (Acetic acid) หลังการเก็บรักษา 8 วัน พบว่าการเคลือบผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนการเคลือบผิวด้วยสารสกัดเกล็ดปลา 1 เปอร์เซ็นต์ ผลสตรอเบอร์รี่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุด ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลกับสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) สารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ และสารเคลือบผิวจากเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์ + สารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS/TA สูงที่สุด ส่วนสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดหลังเก็บรักษา 2 วัน ค่าสี L (ความสว่าง) ของการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสี a การเคลือบผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสี a (สีแดง) มากกว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการไม่เคลือบผิวมีผลทำให้มีค่าสี b (สีเหลือง) น้อยที่สุด

คำสำคัญ: สตรอเบอร์รี่ เสาวรส สารเคลือบผิว

คำนำ

สตรอเบอร์รี่เป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่มีการปลูกอย่างแพร่หลาย โดยมีพื้นที่ปลูกสตรอเบอร์รี่ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือและในพื้นที่บางจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และในพื้นที่สูงของภาคกลาง สตรอเบอร์รี่จึงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ซึ่งสามารถช่วยยกระดับความเป็นอยู่ของเกษตรกรผู้ปลูกให้ดีขึ้นทั้งเกษตรกรพื้นที่ราบและบนที่สูง (Phipatthanawong, 2000) ซึ่งในปี พ.ศ. 2559 มีเกษตรกรผู้ปลูกสตรอเบอร์รี่ 147 ราย พื้นที่ปลูก 486 ไร่ มีผลผลิตรวม 103,860 กิโลกรัม ราคาขายเฉลี่ย 201 บาทต่อกิโลกรัม โดยในจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2559 มีเกษตรกรผู้ปลูกสตรอเบอร์รี่ 77 ราย พื้นที่ปลูก 234 ไร่ มีผลผลิตรวม 58,740 กิโลกรัม ราคาขายเฉลี่ย 167 บาทต่อกิโลกรัม (Department of Agriculture Extension, 2017) แต่สตรอเบอร์รี่มีข้อเสีย คือ เป็นพืชที่มีอัตราการหายใจสูง เน่าเสียและช้ำได้ง่าย ทำให้เก็บรักษาได้ไม่นาน (Inthasan, 2015)

โดยปกติแล้วผลไม้เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วตั้งทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการเหี่ยวเฉาและเน่าเสียตามธรรมชาติ แม้ว่าผลไม้เหล่านั้นจะมีกระบวนการป้องกันการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคด้วยการผลิตสารที่มีลักษณะเป็นฟิล์มบาง ๆ คล้ายไขมันเคลือบผิวอยู่ แต่สารเคลือบผิวเหล่านี้จะค่อย ๆ สลายไปตามธรรมชาติ ทำให้ผลไม้เกิดการสูญเสียน้ำและเกิดการเหี่ยวเฉา เทคโนโลยีการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งกระบวนการเคลือบผิวผลไม้เพื่อชะลอการคายน้ำ หรือการเคลือบผิวผลไม้ด้วยสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเพื่อยืดอายุผลผลิตหลัง

เก็บเกี่ยว สารเคลือบผิวผลไม้สดเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้สารเคลือบผิวอย่างแพร่หลาย (Rodprasert, 2014) สารเคลือบผิวในปัจจุบันมีหลายชนิด เช่น สารเคลือบผิวจากคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ อัลจิเนต คาราจีแนน อนุพันธ์ของเซลลูโลส เพคติน (Chaiteep, 1996) การใช้น้ำส้มสายชูหมัก (Acetic acid) ในการพ่นบนผิวของผลสตรอเบอรี่เพื่อยับยั้งการเกิดเชื้อรา ซึ่งสามารถลดความเสียหายได้ประมาณร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ใช้น้ำส้มสายชูหมักเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C. เป็นเวลา 15 วัน (Jarunrattanasakul, 2009) หรือการใช้สารไคโตซานชนิดที่ละลายในกรดความเข้มข้นร้อยละ 1 สามารถชะลอการหายใจและการสุกของสตรอเบอรี่ได้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1°C. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87-90 (Chuchee, 2000) นอกจากนั้นการผลิตสารเคลือบผิวจากวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติเป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจากเป็นการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ เช่น Changirakul *et al.* (2016) ศึกษาผลของสารสกัดจากเปลือกส้มโอและวุ้นหางจระเข้ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของโหระพา ที่ทำให้สามารถเก็บรักษาโหระพาได้นานขึ้น

เสาวรสเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเฉพาะอำเภอเขาค้อ ซึ่งปี พ.ศ. 2559 มีเกษตรกร ผู้ปลูกเสาวรส 353 ราย พื้นที่ปลูก 3,770 ไร่ มีผลผลิตรวม 3,415,950 กิโลกรัม ราคาขายเฉลี่ย 12 บาทต่อกิโลกรัม (Department of Agriculture Extension, 2017) ในทุก ๆ ส่วนของเสาวรสสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำและเมล็ดนำมาแปรรูปเป็นน้ำเสาวรส และใช้เปลือกของเสาวรสที่แยกน้ำและเมล็ดแล้วนำไปใช้เลี้ยงโค (Phavaphutanon, n.d.) โดยพบว่าในเปลือกเสาวรสพันธุ์สีเหลืองมีปริมาณเพคตินร้อยละ 19.1 จัดเป็นเพคตินเมธีออกซิลต่ำ ซึ่งการวิเคราะห์คุณภาพในด้านความคงทน

ของเจลและความหนืดสามารถเทียบคุณภาพได้กับเพคตินทางการค้า (Wanniyom, 2009)

เกล็ดปลา เป็นส่วนที่ห่อหุ้มตัวปลา โดยเปลี่ยนแปลงมาจากผิวหนัง ซึ่งเกิดจากผิวหนังชั้นใน โดยองค์ประกอบหลักของเกล็ดปลานั้นประกอบไปด้วยโปรตีน เถ้า รวมทั้งไคตินและไคโตซาน ซึ่งไคโตซานเป็นสารที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน รวมถึงการใช้ประโยชน์ในด้านการรักษาผลผลิตทางการเกษตร โดยใช้เป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (Weeraphan, 2011)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารที่สกัดได้จากเปลือกเสาวรสและเกล็ดปลา เพื่อใช้สำหรับเป็นสารเคลือบผิวที่สามารถบริโภคได้ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ และเป็นการใช้วัสดุเศษเหลือจากการแปรรูปน้ำเสาวรสและการบริโภคให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการคัดเลือกผลสตรอเบอรี่ 960 ผล ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในระยะความแก่ที่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และทำการสุ่มผลสตรอเบอรี่ตามแผนการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD มีทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง ดังนี้

1. ไม่จุ่มสารเคลือบผิว (ชุดควบคุม)
2. สารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์
3. สารสกัดจากเกล็ดปลา 1 เปอร์เซ็นต์
4. สารละลาย Acetic acid 1 เปอร์เซ็นต์
5. สารละลายเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์
6. สารเคลือบผิวจากเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์
7. สารละลายเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + สารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์
8. สารเคลือบผิวจากเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์ + สารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสารเคลือบผิว

1. เตรียมสารละลายโดยนำสารสกัดที่ได้จากเปลือกเสาวรสมาเตรียมเป็นสารเคลือบผิวในรูปแบบของสารละลาย โดยผสมลงในน้ำเดือดอุณหภูมิ 100°ซ. เซลเซียส โดยสารสกัดต่อน้ำ 2:100 (w/v)

2. เตรียมสารละลาย Acetic acid 1 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ โดยผสมลงในน้ำเดือดอุณหภูมิ 100°ซ. โดยสารตั้งต้นต่อน้ำ 2:100 (w/v)

วิธีดำเนินการทดลอง

ทำการทดลองกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ผล โดยทำการจุ่มสารเคลือบผิวตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ จากนั้นนำสตรอเบอรี่บรรจุใส่กล่องพลาสติกใสชนิดโพลีเอทิลีน เทเรฟทาเรต (Polyethylene terephthalate; PET) กล่องละ 5 ผล ตามจำนวนซ้ำที่กำหนดโดยแบ่งสตรอเบอรี่ออกเป็น 8 กลุ่ม เพื่อใช้ในการสุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลทุก ๆ 2 วัน รวมมีสตรอเบอรี่ทั้งสิ้น 192 กล่อง จากนั้นนำสตรอเบอรี่ทั้งหมดแช่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 18°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ และทำการสุ่มสตรอเบอรี่ทุกกรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ในทุก ๆ 2 วันเพื่อทำการบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลทุก ๆ 2 วัน และนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) =

$$\frac{\text{น้ำหนักวันเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักวันที่เก็บข้อมูล}}{\text{น้ำหนักวันเริ่มต้น}} \times 100$$

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid; TSS)

นำน้ำคั้นจากผลสตรอเบอรี่มาวัดด้วยเครื่อง Hand refractometer (ATAGO N1, Japan)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity;TA)

โดยนำน้ำคั้นจากสตรอเบอรี่ปริมาตร 1 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 20 มล. แล้วนำมาเติมสารละลาย Phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2-3 หยด เพื่อใช้เป็น Indicator จากนั้นนำไปไทเทรตด้วยสารละลายต่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.1N จนกระทั่งถึงจุดยุติ (End point) น้ำคั้นจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวร บันทึกปริมาณต่างที่ใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดแอสคอบิก

เปอร์เซ็นต์กรดแอสคอบิก =

$$\frac{N \text{ base} \times \text{มิลลิลิตร base} \times \text{meq.wt. ของกรดซิตริก}}{\text{มิลลิลิตรน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

การวัดค่าสี L*(ความสว่าง) a*(สีแดง) b*(สีเหลือง)

โดยใช้เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunterlab รุ่น MiniScan EZ (LAV)

ปริมาณแอนโทไซยานิน

การหาปริมาณแอนโทไซยานินตามวิธีของ Yindee (1996) มีขั้นตอนดังนี้ นำผิวสตรอเบอรี่หั่นละเอียด 1 กรัม เติมน้ำ Ethanol HCl ปริมาตร 25 มล. แช่สารละลาย 3 ชั่วโมง หรือจนผิวสตรอเบอรี่ไม่มีสี จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง และวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร นำค่า OD ที่ได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด

Total absorbance =

$$\frac{\text{Absorbance at 535 nm} \times \text{Final volume}}{\text{Weight of sample}} \times 100$$

$$\text{Total anthocyanin content} = \frac{\text{Total absorbance}}{98.2}$$

ผลการวิจัย

การสูญเสียน้ำหนัก

หลังการเก็บรักษาผลสตอเบอรี่เป็นเวลา 8 วัน พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยหลังการเก็บรักษา 8 วัน ผลสตอเบอรี่ที่เคลือบผิวด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 14.27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเคลือบผิวโดยกรรมวิธีอื่น ๆ มีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ในช่วง 56.71-85.58 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลสตอเบอรี่ที่เคลือบผิวในทุกกรรมวิธี มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่

ในช่วง 8.00-11.00 Brix (Table 2) หลังการเก็บรักษา 8 วัน สตอเบอรี่ที่เคลือบผิวด้วยสารสกัดเกล็ดปลา 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) มากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากสารละลายเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 2.40 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) สารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ และสารเคลือบผิวจากเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์ + สารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS/TA สูงที่สุดเท่ากับ 9.77-9.94 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการเคลือบผิวทั้งสองวิธีการดังกล่าวส่งผลให้ผลสตอเบอรี่มีความหวานมากที่สุดหลังการเก็บรักษา 8 วัน (Table 4)

ปริมาณแอนโทไซยานิน

ผลสตอเบอรี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดหลังเก็บรักษา 2 วัน โดยมีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 17.62 มก./100 กรัม (Table 5)

Table 1 Effect of coating on percentage of strawberry fruit weight loss after 8 days storage

Treatment	Weight loss (percentage)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Non coating	1.00 ^b	29.92 ^{bc}	42.31 ^{ab}	56.71 ^{ab}
1% Chitosan	2.82 ^b	18.27 ^c	47.70 ^{ab}	72.50 ^a
1% Fish scale extract	2.14 ^b	61.26 ^a	55.58 ^{ab}	75.84 ^a
1% Acetic acid	8.38 ^a	51.52 ^{ab}	64.16 ^a	58.78 ^{ab}
2% Pectin solution	1.17 ^b	60.59 ^a	76.80 ^a	85.58 ^a
2% Passion fruit peel extract	2.29 ^b	43.95 ^{abc}	34.90 ^{ab}	84.32 ^a
2% Pectin + 1% Chitosan	1.70 ^b	44.36 ^{abc}	8.83 ^b	14.27 ^b
2% passion fruit peel extract + 1% Chitosan	1.19 ^b	23.83 ^c	13.58 ^b	75.42 ^a
C.V.%	40.96	24.89	42.01	17.83
F-test	**	**	**	**

**There was a highly significant difference.

There was no significant difference between identical letters in the same column ($p < 0.01$).

Table 2 Effect of coating on total soluble solid content (Brix) of strawberries after 8 days storage

Treatment	Soluble solids content (Brix)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Non coating	10.10	9.77	11.50	11.00
1% Chitosan	10.00	10.33	12.10	10.00
1% Fish scale extract	9.03	9.43	12.00	9.50
1% Acetic acid	10.20	9.10	12.05	9.00
2% Pectin solution	10.90	10.00	9.00	8.00
2% Passion fruit peel extract	10.03	11.07	10.60	8.60
2% Pectin + 1% Chitosan	10.73	11.33	11.10	9.33
2% Passion fruit peel extract + 1% Chitosan	8.13	10.00	11.33	9.20
C.V.%	16.24	12.48	10.25	7.51
F-test	ns	ns	ns	ns

ns means no significant difference ($p>0.05$).

Table 3 Effect of coating on titratable acidity (TA%) of strawberries after 8 days storage

Treatment	Titrated acid content (TA%)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Non coating	1.28	1.24	1.28	1.47 ^{bc}
1% Chitosan	1.17	1.02	1.44	1.02 ^c
1% Fish scale extract	1.17	1.22	1.41	2.40 ^a
1% Acetic acid	1.28	1.19	1.83	1.22 ^c
2% Pectin solution	1.18	1.99	1.54	2.24 ^{ab}
2% Passion fruit peel extract	1.19	1.28	1.35	1.28 ^c
2% Pectin + 1% Chitosan	1.11	1.45	1.56	1.09 ^c
2% Passion fruit peel extract + 1% Chitosan	1.09	1.39	1.43	0.93 ^c
C.V.%	9.29	29.40	19.75	14.15
F-test	ns	ns	ns	**

ns means no significant difference ($p>0.05$). **There was a highly significant difference.

There was no significant difference between identical letters in the same column ($p<0.01$).

Table 4 Effect of coating on ratio of total soluble solid (TSS) and titratable acidity (%TA) of strawberries after 8 days storage

Treatment	Titrated acid content (TA%)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Non coating	7.89	7.92	9.16	7.62 ^{bc}
1% Chitosan	8.66	10.09	8.42	9.77 ^a
1% Fish scale extract	7.87	7.49	9.23	3.96 ^d
1% Acetic acid	7.99	7.89	6.60	7.40 ^{bc}
2% Pectin solution	9.25	5.56	5.86	3.57 ^d
2% Passion fruit peel extract	8.55	8.76	7.92	6.72 ^c
2% Pectin + 1% Chitosan	9.69	7.86	7.23	8.66 ^{ab}
2% Passion fruit peel extract + 1% Chitosan	7.34	9.51	7.95	9.94 ^a
C.V.%	17.82	32.78	17.81	6.24
F-test	ns	ns	ns	**

ns means no significant difference ($p>0.05$). **There was a highly significant difference.

There was no significant difference between identical letters in the same column ($p<0.01$).

Table 5 Effect of coating on anthocyanin content (mg/100 g) of strawberries after 8 days storage

Treatment	Anthocyanin content (mg/100 g)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Non coating	17.62a	12.56	14.14	15.61
1% Chitosan	9.40b	10.79	15.95	15.58
1% Fish scale extract	11.52b	11.29	14.77	15.22
1% Acetic acid	12.04b	10.45	16.05	15.44
2% Pectin solution	11.41b	10.78	15.91	11.35
2% Passion fruit peel extract	10.40b	11.84	15.69	15.28

Table 5 (Continued)

Treatment	Anthocyanin content (mg/100 g)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
2% Pectin + 1% Chitosan	8.12b	9.16	15.36	11.97
2% Passion fruit peel extract + 1% Chitosan	10.63b	10.98	14.96	11.27
C.V.%	20.37	13.58	5.27	20.95
F-test	**	ns	ns	ns

ns means no significant difference ($p>0.05$) **There was a highly significant difference.

There was no significant difference between identical letters in the same column ($p<0.01$).

ค่าสี L*(ความสว่าง) a*(สีแดง) b*(สีเหลือง)

ค่าสี L (ความสว่าง) ของการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในช่วง 22.59-29.96 (Table 6) ในขณะที่ค่าสี a การเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสี a (สีแดง)

มากกว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.19, 21.76 และ 19.90 ตามลำดับ (Table 7) ส่วนการไม่เคลือบผิวมีผลทำให้มีค่าสี b (สีเหลือง) น้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 9.43 (Table 8)

Table 6 Effect of coating on L* values (brightness) of strawberries after 8 days storage

Treatment	L* color values (brightness)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Non coating	35.05	28.66	29.42	22.59
1% Chitosan	30.67	27.74	27.17	24.17
1% Fish scale extract	32.37	29.38	30.23	26.11
1% Acetic acid	31.79	31.67	26.01	24.99
2% Pectin solution	32.47	33.00	26.74	29.96
2% Passion fruit peel extract	29.03	27.75	31.08	25.14
2% Pectin + 1% Chitosan	34.02	29.44	25.66	28.21
2% Passion fruit peel extract +1% Chitosan	35.29	27.65	31.39	29.63
C.V.%	12.48	9.78	9.73	13.46
F-test	ns	ns	ns	ns

ns means no significant difference ($p>0.05$).

Table 7 Effect of coating on a* values (red) of strawberries after 8 days storage

Treatment	a* color values (red)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Non coating	35.52	30.38	27.84 ^{abc}	22.68 ^{abc}
1% Chitosan	33.01	29.58	25.88 ^{ac}	21.76 ^{bc}
1% Fish scale extract	29.06	35.83	28.61 ^{ab}	26.94 ^{ab}
1% Acetic acid	32.85	30.62	19.97 ^c	27.71 ^{ab}
2% Pectin solution	33.45	32.90	27.56 ^{abc}	25.31 ^{abc}
2% Passion fruit peel extract	30.11	31.99	31.89 ^a	19.90 ^c
2% Pectin + 1% Chitosan	28.77	31.39	22.79 ^{bc}	29.19 ^a
2% Passion fruit peel extract + 1% Chitosan	36.03	32.37	26.07 ^{ac}	27.89 ^{ab}
C.V.%	11.95	7.54	11.96	14.01
F-test	ns	ns	**	*

ns means no significant difference ($p>0.05$). *There was a significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column ($p<0.05$). **There was a highly significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column ($p<0.01$).

Table 8 Effect of coating on b* values (yellow) of strawberries after 8 days storage

Treatment	b* color values (yellow)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Noncoating	27.47	16.52	14.33 ^{abc}	9.43 ^c
1% Chitosan	18.97	15.99	14.06 ^{abc}	10.19 ^{bc}
1% Fish scale extract	18.63	20.80	15.22 ^{abc}	16.64 ^a
1% Acetic acid	20.70	21.23	8.08 ^c	14.70 ^{abc}
2% Pectin solution	19.96	21.53	13.48 ^{abc}	16.44 ^a
2% Passion fruit peel extract	18.08	16.87	19.36 ^a	12.03 ^{abc}

Table 8 (Continued)

Treatment	b* color values (yellow)/shelf life			
	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
2% Pectin + 1% Chitosan	20.82	20.41	11.74 ^{bc}	15.01 ^{ab}
2% Passion fruit peel extract + 1% Chitosan	24.61	17.97	17.29 ^{ab}	16.68 ^a
C.V.%	28.67	17.50	20.10	20.84
F-test	ns	ns	**	*

ns means no significant difference ($p>0.05$). *There was a significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column ($p<0.05$). **There was a highly significant difference. There was no significant difference between identical letters in the same column ($p<0.01$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

หลังการเก็บรักษา 8 วัน การเคลือบผิวสตรอเบอร์รี่ด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Piriyaphattarakit *et al.* (2017) ที่ทำการศึกษาระสิทธิภาพของสารเคลือบผิวจากบุกเพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มเขียวหวาน ซึ่งพบว่าการใช้สารเคลือบผิวที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก คือ ผงบุก 0.5 เปอร์เซ็นต์ และผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิว GLK@ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและการเหี่ยวของส้มเขียวหวานได้ดีกว่าชุดควบคุมที่ใช้น้ำเปล่า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C. ความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งสอดคล้องกับการศึกษาของ Velickova *et al.* (2013) ที่พบว่าการใช้ Chitosan ร่วมกับ Beeswax เคลือบผิวสตรอเบอร์รี่ช่วยให้สตรอเบอร์รี่สูญเสียน้ำหนักลดลง โดย Boonyakiat and Sehanam (2003) รายงานว่าสารไคโตซานที่ใช้ในการเคลือบผิวสตรอเบอร์รี่สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราและรักษาความสดของผลสตรอเบอร์รี่ได้ ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ช่วยให้ผลสตรอเบอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักที่ลดลงจากการไม่เคลือบผิว แต่โดย

ภาพรวมแล้วการสูญเสียน้ำหนักในการทดลองครั้งนี้ยังค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาสารเคลือบผิวจากไคโตซานที่ละลายในกรดเข้มข้นและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1°C. ที่มีการสูญเสียน้ำหนักในช่วง 12 วันแรกของการเก็บรักษาไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ (Chuchee, 2000) รวมทั้งอาจเกิดจากการที่สารเคลือบผิวที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะข้นหนืด เมื่อนำมาเคลือบผิวผลไม้ทำให้แห้งช้า ซึ่งในบางผลอาจแห้งไม่สนิทก่อนการเก็บรักษา จึงเป็นปัจจัยทำให้เกิดความเสียหายกับผลสตรอเบอร์รี่ได้ (Changirakul *et al.*, 2016) ส่วนการเคลือบผิวด้วยสารสกัดเกล็ดปลา 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุด ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rachtanapun and Noiwan (2008) ที่ทำการศึกษการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงสมดุลต่อการเก็บรักษาสตรอเบอร์รี่ ซึ่งพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกัน รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างแปรผันในวันหลังการเก็บรักษา ถึงแม้จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในบางวันของการเก็บรักษาก็ตาม ผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดหลัง

การเก็บรักษา 2 วัน ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Dhital *et al.* (2018) ที่พบว่าการใช้สาร Limonene และ Liposome เคลือบผิวสตรอเบอรี่มีผลทำให้มีปริมาณสารแอนโทไซยานินมากกว่าการไม่เคลือบผิวหลังการเก็บรักษา 14 วัน ค่าสี L (ความสว่าง) ของการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าสี a (สีแดง) การเคลือบผิวสตรอเบอรี่ด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสี a มากกว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการไม่เคลือบผิวมีผลทำให้มีค่าสี b (สีเหลือง) น้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Boonyakiat and Sehanam (2003) ที่พบว่า การเคลือบผิวด้วยไคโตซานไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของสตรอเบอรี่

สรุปผลการวิจัย

การเคลือบผิวสตรอเบอรี่ด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลสตรอเบอรี่สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนการเคลือบผิวด้วยสารสกัดเกล็ดปลา 1 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ตัวอย่างมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุด สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดหลังเก็บรักษา 2 วัน ส่วนค่าสี L (ความสว่าง) ของการเคลือบผิวในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ค่าสี a การเคลือบผิวสตรอเบอรี่ด้วยเพคติน 2 เปอร์เซ็นต์ + ไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสี a (สีแดง) มากกว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากเปลือกเสาวรส 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการไม่เคลือบผิวมีผลทำให้มีค่าสี b (สีเหลือง) น้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 (PCRU_2562_KN014) มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Boonyakiat, D. and P. Sehanam. 2003. Effect of chitosan coating on quality of strawberry fruit. *Journal of Agriculture* 19(2): 100-106. [in Thai]
- Chaiteep, S. 1996. **Effect of Temperature and Edible Coatings on Quality and Shelf Life of Minimally Processed Pineapple.** Master Thesis. Chiang Mai University. 135 p. [in Thai]
- Changirakul, K., A. Nanthasoonthon, C. Thepsithar and A. Thongpukdee. 2016. Effects of coating agent from pomelo peel and aloe gel on storage life of sweet basil. *Science and Technology Silpakorn University* 3(6): 323-331. [in Thai]
- Chucheep, K. 2000. **Effect of Chitosan Coating on Quality of Harvested Strawberry.** Master Thesis. King Mongkut's University of Technology Thonburi. 103 p. [in Thai]

Department of Agriculture Extension. 2017.

Agricultural production information system. [Online]. Available
<http://production.doae.go.th>
(March 20, 2022). [in Thai]

Dhital, R., N. Becerra, D.G. Watson, P. Kohli
and R. Choudhary. 2018. Efficacy of
limonene nano coating on post-harvest
shelf life of strawberries. **LWT-Food
Science and Technology** 97: 124-134.

Inthasan, K. 2015. **Kan Pluk Strawberry.**
Kanchanaburi: Kanchanaburi Agricultural
Occupation Promotion and
Development Center (Highland
Agricultural Extension). 25 p. [in Thai]

Jarunrattanasakul, P. 2009. **Growth Inhibition
of *Botrytis cinerea* of Surfaces of
Fresh Strawberry by Fermented
Vinegar.** Master Thesis. King Mongkut's
Institute of Technology Ladkrabang.
33 p. [in Thai]

Phavaphutanon, L. n.d. **Kan Pluk
Kratokrok Farang.** Bangkok: Department
of Horticulture, Faculty of Agriculture,
Kasetsart University. 30 p. [in Thai]

Phiphatthanawong, N. 2000. **Strawberry: Peut
Sayt Ta Git Mai.** Bangkok: Kasetsart
University. 158 p. [in Thai]

Piriaphattarakit, A., C. Sartpetch, M. Lanchai,
A. Suwannagu, K. Busarakum,
N. Chanchula and T. Taychasinpitak.

2017. Efficiency of konjac coating agent
for postharvest prolonging shelf life of
tangerine orange (*Citrus reticulata* Blanco.).

**Thai Journal of Science and
Technology** 6(4suppl.): 301-308. [in Thai]

Rachtanapun, P. and D. Noiwan. 2008. Effect of
Equilibrium Modified Atmosphere
Packaging on Storage Life of Strawberry
(*Fragaria ananassa*). pp. 529-537.

**Proceedings of 46th Kasetsart
University Annual Conference:
Agro-Industry.** Bangkok: Kasetsart
University. [in Thai]

Rodprasert, S. 2014. What are the benefits of
fruit coating? **Department of Science
Service, Ministry of Science and
Technology** 62(196): 41-43. [in Thai]

Velickova, E., E. Winkelhausen, S. Kuzmaova,
V.D. Alves and M. Moldao-Martins. 2013.
Impact of chitosan-beeswax edible
coating on the quality of fresh
strawberries (*Fragaria ananassa* cv.
camarosa) under commercial storage
conditions. **LWT-Food Science and
Technology** 52: 80-92.

Wanniyom, W. 2009. **Development of Passion
Fruit Jam Using Passion Fruit Rind.**
Master Thesis. Chiang Mai University.
209 p. [in Thai]

Weeraphan, W. 2011. **Chitosan Extraction from Fish Scale of Tilapia (*Tilapia Nilotica*) for Edible Film Production.** Master Thesis. Chiang Mai University. 91 p. [in Thai]

Yindee, A. 1996. **Pugment Changes in Mango and Lychee Fruits during Pre- and Post-harvest Periods.** Master Thesis. Chiang Mai University. 157 p. [in Thai]