

ผลของสารละลายพลาสมาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอ

The Effect of Plasma Solution on Quality Change in longan (*Dimocarpus longan* cv. Daw) after Harvest

วรรณวรงค์ พัฒนะโพธิ์^{1,2,*} และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข^{1,2,3}
Wanwarang Pattanapo^{1,2,*} and Tanachai Pankasemsuk^{1,2,3}

บทคัดย่อ

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่ผลลำไยสดมีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของสารละลายพลาสมาต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยพันธุ์ดอ โดยการแช่สารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างกัน คือ 5, 15 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 ± 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าสี คือ ค่า L^* , C^* และ Hue angle เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ของเปลือกผลอยู่ระหว่าง 43.71-57.56 ค่า C^* อยู่ระหว่าง 18.59-34.36 ค่า Hue angle อยู่ระหว่าง 65.33-80.97 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 2.76-24.47% ค่าความแน่นเนื้อ อยู่ระหว่าง 1.20-1.90 kg/cm^2 และ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ อยู่ระหว่าง 18.90-24.40% ตามลำดับ

คำสำคัญ: สารละลายพลาสมา, คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว, ลำไย

Abstract

Longan is the major economic fruit crops in Thailand, but the fresh fruit of longan has the short storage and shelf life. The study investigated the effects of plasma solution on postharvest quality of 'Daw' longan. The fruit were dipped into plasma solution of the various time are 5, 15 and 30 min and stored at $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ($95 \pm 2\%$ RH) for 6 days. The result showed that there were no significant differences in color changes of L^* , C^* and Hue angle, percent weight loss, firmness, TSS and percent decay between treatments. The L^* value, C^* value, Hue angle in peel, percent weight loss, firmness and TSS were in the range of 43.71-57.56, 18.59-34.36, 65.33-80.97, 2.76-24.47%, 1.20-1.90 kg/cm^2 and 18.90-24.40%, respectively.

Keywords: Plasma solution, postharvest quality, longan

คำนำ

ลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ นำรายได้เข้าประเทศปีละหลายพันล้านบาท และมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี ในปี 2561 การส่งออกลำไยสดมีมูลค่า 17,219.30 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2562) อย่างไรก็ตามเนื่องจากลำไยมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2-3 วัน สีสันจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเน่าเสียง่าย จึงมีการรมลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อให้สีผิวเปลือกสวยและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น ซึ่งการใช้สารดังกล่าวอาจทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างเกินระดับมาตรฐาน และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีพลาสมา (plasma technology) มาประยุกต์ใช้เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมในการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี จุดเด่นของเทคโนโลยีคือเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีสะอาด (clean Technology) อีกทั้งพบว่าพลาสมาชนิดก๊าซกระตุ้นในน้ำ (Plasma Activation Water) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (ธีรภัทร และคณะ, 2560) โดยจะทำให้เกิด $\text{OH}^\bullet$ radical ซึ่งสามารถก่อความเสียหายต่อโครงสร้างผนังเซลล์ของเชื้อราได้ (Wang *et al.*, 2012)

¹ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

¹ Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม กทม. 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand

³ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

³ Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

* Corresponding author: Wanwarang.pat@gmail.com

ดังนั้น การใช้พลาสมาจึงเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราก่อโรคในผลไม้เพื่อไม่ให้ผลไม้เน่าเสียง่าย งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของสารละลายพลาสมาต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยพันธุ์ดอเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการเก็บรักษาลำไยให้มีคุณภาพดีและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

นำลำไยพันธุ์ดอจากสวนเกษตรกร อ.บ้านโฮ้ง จ.ลำพูน ในระยะผลแก่ทางการค้า ขนส่งทางรถยนต์มายังห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการคัดเลือกผลลำไยที่ไม่มีโรคและแมลงเข้าทำลาย นำมาแช่ในสารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างกัน 3 ระยะเวลา คือ 5, 15 และ 30 นาที และไม่แช่สารละลายพลาสมา (ชุดควบคุม) ผึ่งผลลำไยที่แช่สารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ ให้แห้ง จากนั้นบรรจุในตะกร้าและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 ± 2 เปอร์เซ็นต์) บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลลำไยในระหว่างการเก็บรักษาทุกวัน เป็นเวลา 6 วัน ได้แก่ สีเปลือกนอกและเนื้อ ค่า L^* , C^* และ Hue angle ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta รุ่น CR-400) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด วัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (fruits hardness tester) (NOW รุ่น FHR-5) โดยใช้หัวเจาะรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids, TSS) ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO รุ่น PAL-1) และเปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย

การเตรียมสารละลายพลาสมา เลือกใช้สาร NaHCO_3 ความเข้มข้น 1% เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ผ่านชุดผลิตพลาสมาในระบบสารละลายร่วมกับปั๊มผลิตฟองไมโครและนาโน (Figure 1) เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำสารละลายพลาสมาที่ได้ไปใช้ในการทดสอบตามกรรมวิธีต่างๆ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) กำหนดให้แต่ละกรรมวิธีมีจำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 10 ผล วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบกับวิธีการ Duncan's multiple range test (DMRT)

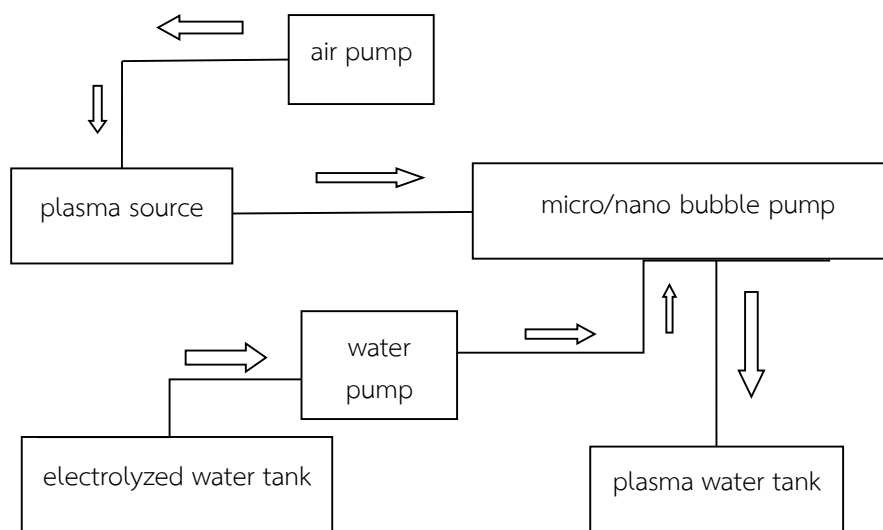


Figure 1 System of plasma solution with micro/nano bubble pump.

ผล

สีเปลือกนอก กรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ มีค่า Lightness (L^*) ของเปลือกนอกที่ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน โดยในกรรมวิธีควบคุมมีแนวโน้มของค่า L^* เพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่กรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ มีค่า L^* ลดลงในวันที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่เก็บเกี่ยว (วันที่ 0) โดยในวันที่เก็บเกี่ยวกรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมา 5 นาที มีค่า L^* ที่ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมา 15 และ 30 นาทีอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่า L^* แสดงถึงความสว่างของวัตถุ หากมีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง สีของวัตถุจะไปในทิศทางที่มีดจากการทดลองพบว่า ค่า L^* ในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมามีค่าลดลง แสดงถึง สีของเปลือกนอกของผลลำไยมีสีคล้ำขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น (Figure 2a)

ค่า Chroma (C^*) ของเปลือกนอกลำไยในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาที่ 15 และ 30 นาที มีแนวโน้มลดลงเมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน แต่ในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมา

ที่ 5 นาที่ มีค่า C^* ในวันที่เก็บเกี่ยว และวันที่ 6 ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามกรรมวิธีควบคุมมีค่า C^* สูงกว่าในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 วัน ซึ่งค่า C^* แสดงถึงความอิ่มตัวของวัตถุ หากมีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) และหากมีค่าเข้าใกล้ 60 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม จากการทดลองพบว่า ค่า C^* ในทุกกรรมวิธีที่ผ่านการแช่พลาสมา มีค่าลดลง แสดงถึงสีของเปลือกนอกของลำไยมีสีจางลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น (Figure 3a)

ค่า Hue angle (h°) เปลือกนอกลำไยของกรรมวิธีควบคุม และในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ มีแนวโน้มลดลงระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 วัน โดยที่กรรมวิธีควบคุมมีค่า h° มากกว่าในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยวันที่ 4 จนถึงวันที่ 6 มีค่าสูงกว่าในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ซึ่งค่า h° แสดงถึงสีที่แท้จริงของวัตถุ จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่า h° ของเปลือกในวันที่ 1-6 มีค่าระหว่าง 65.33 ± 3.29 ถึง 80.97 ± 1.29 องศา โดยหากค่า h° มีค่าระหว่าง 45-90 องศา แสดงว่าวัตถุมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง ซึ่งค่า h° ของเนื้อลำไยในทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มลดลงระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 วัน เช่นเดียวกับค่า h° ของเปลือกนอก โดยที่กรรมวิธีควบคุมมีค่า h° สูงกว่ากรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 5 และ 6 ของระยะเวลาเก็บรักษา (Figure 4a)

สีเนื้อ สำหรับในเนื้อลำไย ค่า L^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีควบคุม มีค่า L^* สูงกว่าในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุการ เก็บรักษา ในวันที่ 5 และ 6 โดยค่า L^* หากมีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่า วัตถุมีสีขาว จากการทดลอง เห็นได้ว่า ค่า L^* ในกรรมวิธีควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงถึงสีเนื้อของผลลำไยมีสีขาวกว่าในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น (Figure 2b)

แต่เมื่อพิจารณาเนื้อลำไย ค่า C^* ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน โดยกรรมวิธีควบคุมมีค่า C^* สูงสุดที่อายุเก็บรักษาที่ 5 และ 6 วัน เทียบกับกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาที่ระยะเวลาต่างๆ ในขณะที่กรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมา ที่ระยะต่างๆ มีค่า C^* ที่ใกล้เคียงกัน ในระหว่างการเก็บรักษาตลอดระยะเวลา 6 วัน จากการทดลองพบว่า ค่า C^* ทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงถึงสีของเนื้อลำไยมีสีเข้มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น (Figure 3b)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่า h° ของเนื้อลำไยในวันที่ 1-6 มีค่าระหว่าง 65.95 ± 1.76 ถึง 117.37 ± 8.80 องศา โดยในวันที่ 6 มีค่า h° ระหว่าง 65.95 ± 1.76 ถึง 72.69 ± 1.80 องศา โดยหากค่า h° มีค่าระหว่าง 45-90 องศา แสดงว่าวัตถุมีสีส้มแดงถึงสีเหลือง (Figure 4b)

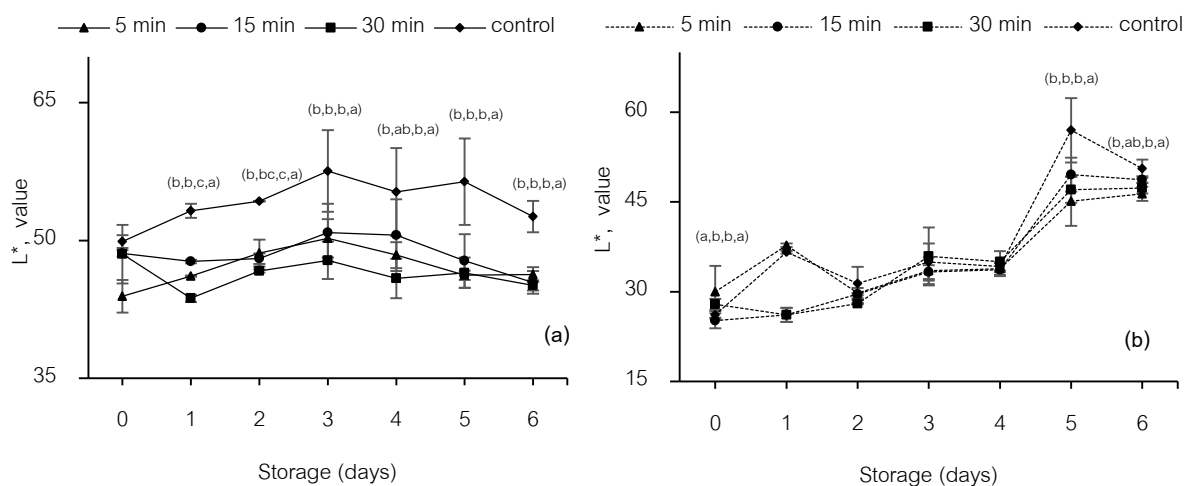


Figure 2 Changes of L^* in peel (a) and in flesh (b) of longan fruit during storage at room temperature ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $95 \pm 2\%\text{RH}$) for 6 days.

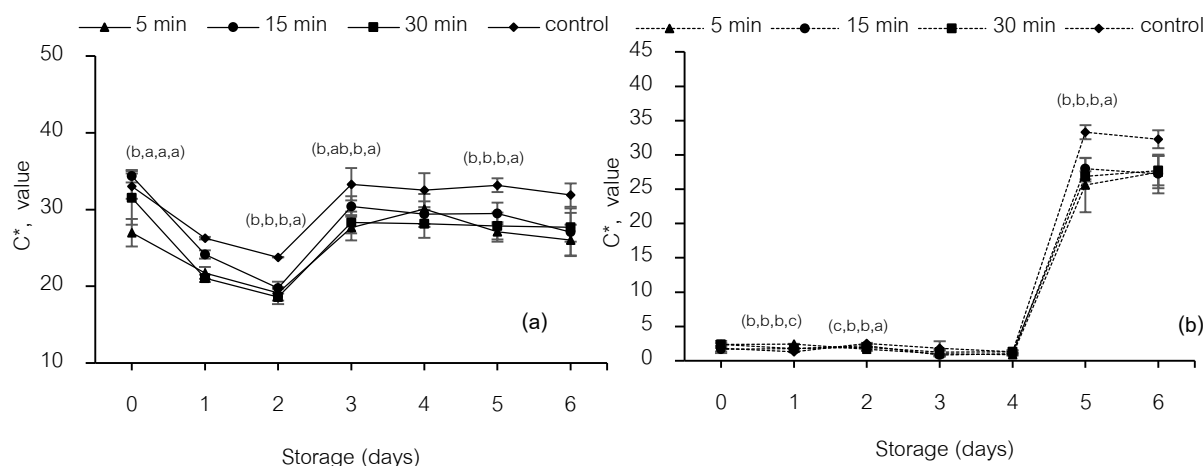


Figure 3 Changes of C* in peel (a) and in flesh (b) of longan fruit during storage at room temperature ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$, $95\pm 2\%\text{RH}$) for 6 days.

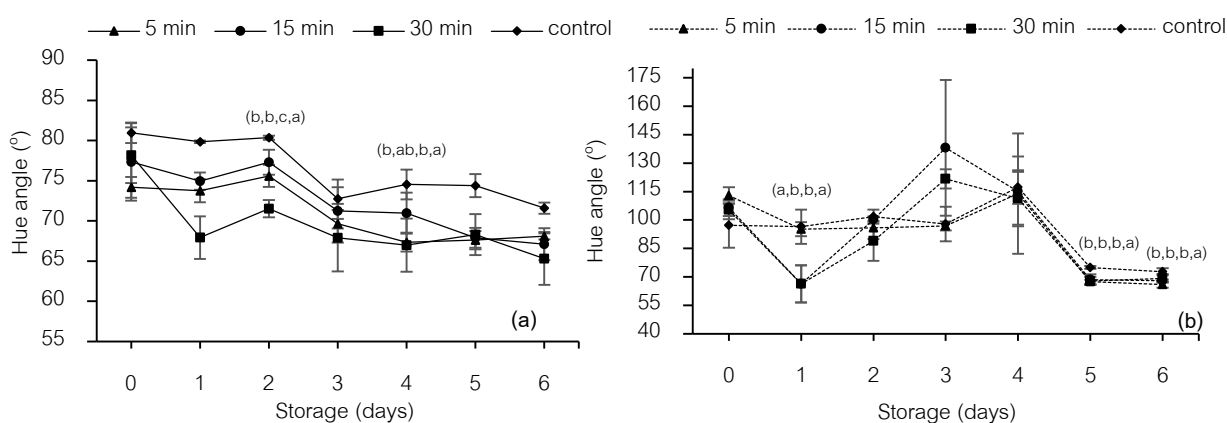


Figure 4 Changes of hue angle in peel (a) and in flesh (b) of longan fruit during storage at room temperature ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$, $95\pm 2\%\text{RH}$) for 6 days.

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การสูญเสียน้ำหนักสดในลำไยทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาเป็นเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาที่ 15 และ 30 นาที ในวันที่ 3-6 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีควบคุมในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาที่ 15 และ 30 นาที ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมาเป็นเวลา 5 นาที ที่เก็บรักษาในวันที่ 6 เท่ากับ $24.47\pm 1.88\%$ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่แช่สารละลายพลาสมาที่ 15 และ 30 นาที มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ $16.70\pm 2.08\%$, $17.10\pm 2.06\%$ และ $15.06\pm 2.12\%$ ตามลำดับ (Figure 5a)

ความแน่นเนื้อ ความแน่นเนื้อของลำไยมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในทุกกรรมวิธี แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายพลาสมา 5 นาที มีความแน่นเนื้อสูงสุดในวันที่เก็บเกี่ยว และต่ำสุดในวันที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ผ่านการแช่ในสารละลายพลาสมา 15 และ 30 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 5b)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) และเปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย ปริมาณ TSS ในทุกกรรมวิธีค่อนข้างคงที่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่เก็บเกี่ยว แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมา 5 และ 30 นาที มีปริมาณ TSS สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม และในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมา 15 นาที อย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 1 ในขณะที่วันที่ 2 พบ TSS ในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมา 5 นาที สูงกว่าในกรรมวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายพลาสมา 15 และ 30 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ปริมาณ TSS ในระหว่างเก็บรักษาวันที่ 3-6 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกกรรมวิธี (Figure 6a)

สำหรับเปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย พบว่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกันในทุกกรรมวิธี (Figure 6b)

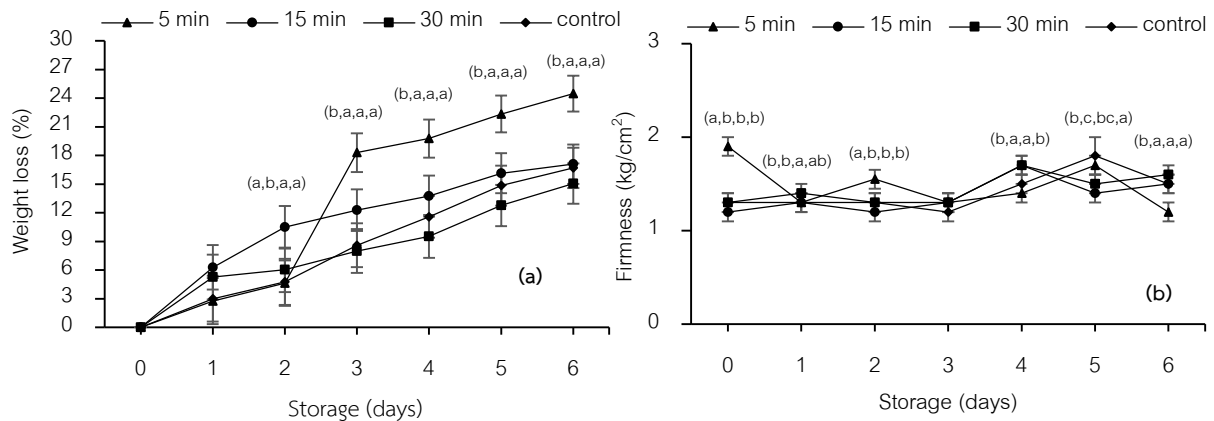


Figure 5 Percent weight loss (a) and firmness (b) of longan fruit during storage at room temperature ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$, $95\pm 2\%$ RH) for 6 days.

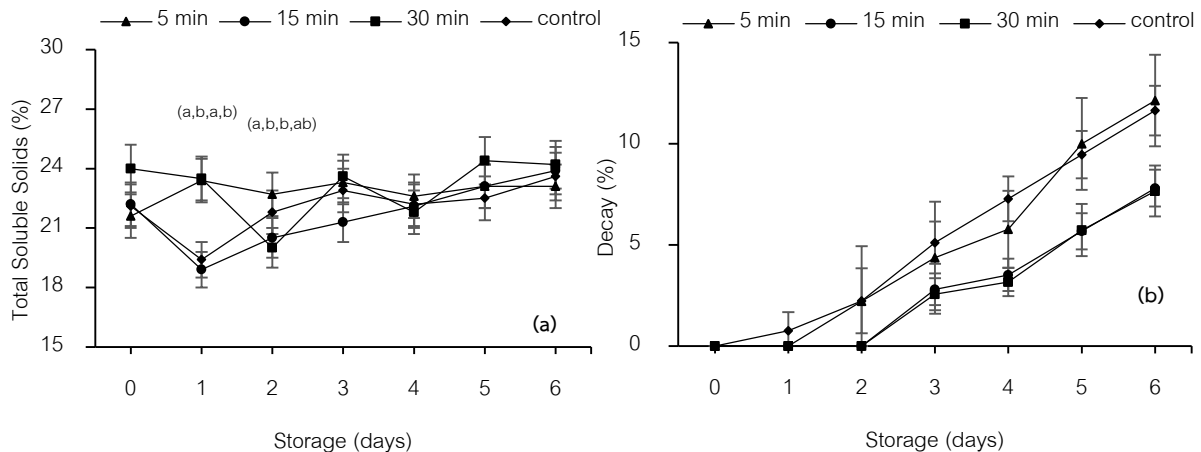


Figure 6 Total soluble solids (a) and percent decay (b) of longan fruit during storage at room temperature ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$, $95\pm 2\%$ RH) for 6 days.

วิจารณ์

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นาน เนื่องจากเกิดการสูญเสียจากเซลล์พืช โดยน้ำจะเคลื่อนที่ไปสู่อากาศภายนอกผ่านทางรูเปิดธรรมชาติ และรอยแผลของผลผลิต ทำให้เนื้อภายในเซลล์ของผลไม้ระเหยออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2549) สำหรับความแน่นอนเนื่องมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สีเปลือกของผลลำไยในทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน และมีการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน โดยผลของสารละลายฟอสฟอรัสต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลผลิตให้ผลใกล้เคียงกับการทดลองของ ศิริรัตน์ และคณะ (2561) ซึ่งพบว่าใบคะน้าที่ผ่านการล้างน้ำสารละลายฟอสฟอรัส นาน 5 และ 10 นาที ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 14 วัน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาการใช้ฟอสฟอรัสโดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง (1000-1200 โวลต์) ที่เวลา 2 นาที ไม่มีผลทำให้สีและรูปร่างของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ผ่านฟอสฟอรัสทั้งทางตรงและทางอ้อมเกิดการเปลี่ยนแปลง (ธัญญานภาพ และคณะ ,2561)

สรุป

สารละลายฟอสฟอรัสซึ่งมี NaHCO_3 ความเข้มข้น 1% เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อนำมาแช่ผลลำไยที่ระยะเวลา 5, 15 และ 30 นาที ไม่มีผลต่อการรักษาคุณภาพของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนทุนวิจัย และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพาณิชย์. 2560. สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้าส่งออกโลก. แหล่งที่มา: <http://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomRecode&ImExType=1&Lang=Th>, 26 กรกฎาคม 2562.
- จรัสแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธัญญาอนุภาพ อานันท์นาค, คมกฤต เล็กสกุล และ ยุทธนา พิมพ์ศิริผล. 2561. การพัฒนาพลาสมาเทคโนโลยีเพื่อความปลอดภัยและเพิ่มมูลค่าสำหรับคื่นห้าน้ำและมะม่วง. ใน รายงานการวิจัยและพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์. 151 หน้า.
- ธีรภัทร อินทร์ทอง, นรพนธ์ วิเชียรสาร, ธีรวรรณ บุญญวรรณ และ กานนดา หวังชัย. 2560. ประสิทธิภาพของการใช้สารละลายพลาสมาและไมโครบำบัดต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium digitatum*. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร 48 (3) (พิเศษ): 113-116.
- ศิริรัตน์ เขียนแมน, จุฑามาส คุ่มชัย, ธีรวรรณ บุญญวรรณ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2561. ผลของพลาสมาต่อการตกค้างของไดโนทีฟูแรนในใบคะน้า. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่การพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น” ครั้งที่ 1. 19-20 กรกฎาคม 2561, มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, กรุงเทพฯ.
- Wang R.X., W.F. Nian, H.Y. Wu, H.Q. Feng, K. Zhang, J. Zhang, W.D. Zhu, K.H. Becker and J. Fang. 2012. Atmospheric-pressure cold plasma treatment of contaminated fresh fruit and vegetable slices: inactivation and physiochemical properties evaluation. The European Physical Journal D 66: 276.