Agricultural Sci. J. 52 : 2 (Suppl.) : 93-96 (2021) ว. วิทย. กษ. 52 : 2 (พิเศษ) : 93-96 (2564)

ผลของแคลเซียมคลอไรด์และบรรจุภัณฑ์สภาพบรรยากาศแบบดัดแปลงต่อคุณภาพของลำไยสดพร้อมบริโภค

Effects of Calcium Chloride and Modified Atmosphere Packaging on Qualities of Fresh-cut Longan

สิทธิชัย เตชะดิลก[1] กัลย์ กัลยาณมิตร[1,2] ธิดารัตน์ แก้วคำ[1,3] แพรวพรรณ จอมงาม[1,3] และ ดวงใจ น้อยวัน[1,3*]

Sittichai Techadilok[1], Kal Kalayanamitra[1,2], Tidarat Kaewkham[1,3], Praewphan Jomngam[1,3] and Duangjai Noiwan[1,3*]

Abstract

Effect of calcium chloride on sensory quality and overall acceptability of fresh-cut longan was investigated. The fruit were peeled, and seeds were removed prior to dipping the pulp into calcium chloride ($CaCl_2$) solution at 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% w/v for 2 min. Pulp firmness and sensory quality were determined and compared with control treatment (without $CaCl_2$ dipping). Fresh-cut longan dipped in $CaCl_2$ at 2.0% w/v had the highest pulp firmness compared to those values from dipping at 1.5, 1.0, 0.5% w/v and control, respectively. As for overall acceptability evaluation, longan pulp dipped in $CaCl_2$ at 1.5% w/v gave the highest acceptability score, while dipping at a higher concentration provided negative effects on odor and sweetness. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on qualities of fresh-cut longan was investigated. Fresh-cut longan (dipped in $CaCl_2$ solution at 1.5% w/v) was placed on a plastic tray and subsequently over-wrapped by polyethylene (PE) or microperforated polyethylene (MPE) films compared with control. The samples were thereafter stored at 5 ºC, RH 95% . Changes of oxygen and carbon dioxide concentrations, weight loss, soluble solid content, and color were daily evaluated. The results showed that packing fresh-cut longan pulp with PE and MPE could reduce O_2 and induce CO_2 concentration in the package headspace. For instance, the packaging treatments could also delay the changes of weight loss, soluble solid content, and color. To sum up, the uses of $CaCl_2$ and MAP could effectively maintain fresh-cut longan quality.

Keywords: fresh-cut longan, calcium chloride, modified atmosphere packaging

บทคัดย่อ

ผลของแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของลำไยสดพร้อมบริโภค โดยแกะเปลือกลำไย คว้านเมล็ดออกและแช่ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% w/v นาน 2 นาที วัดความแน่นเนื้อและประเมินทางด้านประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย พบว่า ลำไยสดที่แช่ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 2.0% w/v มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด รองลงมา คือ ลำไยที่แช่ในสารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1.5, 1.0, 0.5% w/v และชุดควบคุม ตามลำดับ สำหรับผลการประเมินด้านประสาทสัมผัส พบว่า การยอมรับคุณภาพโดยรวมของลำไยที่ใช้ $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1.5% w/v ได้รับคะแนนสูงที่สุด ในขณะที่การใช้สารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 2.0% w/v ส่งผลให้ลำไยสดพร้อมบริโภคสูญเสียกลิ่นและมีคะแนนการประเมินความหวานลดลง ผลของบรรจุภัณฑ์สภาพบรรยากาศแบบดัดแปลงต่อคุณภาพของลำไยสดพร้อมบริโภค โดยนำเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1.5% w/v บรรจุในถาดพลาสติกและหุ้มด้วย polyethylene (PE) และ microperforated polyethylene (MPE) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 95% บันทึกข้อมูล ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงออกซิเจน (O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายในบรรจุภัณฑ์ การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทุก ๆ วัน พบว่า การหุ้มเนื้อลำไยด้วยพลาสติก PE และ MPE ทำให้บรรยากาศในบรรจุภัณฑ์มีความเข้มข้นของ

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[1]Department of Postharvest Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กทม. 10400

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

[3]หน่วยวิจัยและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอาหารเพื่ออนาคต มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[3]Future of Agriculture and Food Research Development Unit, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

O_2 ลดลง และมีความเข้มข้นของ CO_2 เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อลำไยได้ ดังนั้น การใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการบรรจุในสภาพบรรยากาศแบบดัดแปลงสามารถรักษาคุณภาพของลำไยสดพร้อมบริโภคได้

คำสำคัญ: ลำไยสดพร้อมบริโภค แคลเซียมคลอไรด์ สภาพบรรยากาศแบบดัดแปลง

คำนำ

ปัญหาสำคัญที่มีผลต่อการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวลำไย คือ การสูญเสียน้ำ การเปลี่ยนเป็นสีเปลือก และการเข้าทำลายของโรค โดยเฉพาะการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล ซึ่งทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อรสชาติของเนื้อผลก็ตาม เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การเพิ่มมูลค่าลำไยสดโดยการแปรรูปขั้นต้นพร้อมบริโภค (minimally processed) จึงเป็นแนวทางซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับลำไยได้ อย่างไรก็ตามอาหารประเภทนี้มีลักษณะเฉพาะด้วยการมีพื้นผิวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ และเนื้อเยื่อที่เสียหายจากการหั่นตัดซึ่งอาจเกิดการเสี่ยมเสียจากการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ได้ง่าย (Olaimat and Holley, 2012) หรือแม้แต่เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและกายภาพที่กระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความสูญเสียหลักมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการจัดการ การจัดเก็บและบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม ระบบการบรรจุด้วยสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere packaging; MAP) จึงได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางเพื่อรักษาคุณภาพของผักและผลไม้รวมถึงของสด แคลเซียมคลอไรด์มักใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อเป็นรักษาเนื้อสัมผัสของผักผลไม้โดยการจุ่ม ผลของแคลเซียมคลอไรด์สามารถชะลอการสุก และกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ รวมถึงการสูญเสียทางคุณค่าทางอาหารและความไวต่อเชื้อโรค (de Freitas *et al.,* 2012; Saure, 2014) การใช้แคลเซียมคลอไรด์จะให้ผลดียิ่งขึ้นหากใช้ร่วมกับวิธีการหลังการเก็บเกี่ยวอื่น ๆ เช่น การใช้ร่วมกับไคโตซานและนาโนไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาสตรอว์เบอร์รีได้ (Nguyen and Nguyen, 2020) แม้ว่าการใช้แคลเซียมหลังการเก็บเกี่ยวจะดีต่อคุณภาพของผลไม้ แต่ความเข้มข้นของแคลเซียมที่มากเกินไปอาจทำให้การเปลี่ยนสีและรสชาติทางประสาทสัมผัสที่ไม่พึงปรารถนา จึงต้องใช้แคลเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่ไม่ให้ส่งผลกระทบต่อรสชาติของผลิตผล ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของลำไยสดพร้อมบริโภคที่คงสภาพด้านเนื้อสัมผัสโดยการจุ่มด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ร่วมกับการบรรจุด้วยฟิล์มที่มีการซึมผ่านของก๊าซสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของลำไยสดพร้อมบริโภค

ทำการทดลองโดยแกะเปลือกลำไยและคว้านเมล็ดออก (Figure 1) และแช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% (w/v) เป็นเวลา 2 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายแคลเซียม-คลอไรด์ โดยจัดการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ตรวจวัดคุณภาพของลำไยสดพร้อมบริโภค ได้แก่ คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม ทำการทดลองกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ

2. ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์แบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของลำไยพร้อมบริโภคเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 °C

นำเนื้อลำไยที่คว้านเมล็ดออกแล้วแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.5% (w/v) เป็นเวลา 2 นาที เมื่อครบกำหนดนำมาสะเด็ดน้ำและบรรจุด้วยฟิล์มพอลิเอทิลีน (polyethylene; PE) ความหนา 0.65 µm และฟิล์มพอลิเอทิลีนที่มีค่าการซึมผ่านของก๊าซสูง (microperforated polyethylene; MPE) ความหนา 0.45 µm เปรียบเทียบกับชุดควบคุมเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5±2°C วัดการเปลี่ยนแปลงของก๊าซภายในภาชนะบรรจุ (O_2, CO_2) และคุณภาพของลำไยทุกวัน ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนเปลงสีทุก ๆ วัน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความแน่นเนื้อของเนื้อลำไยเมื่อผ่านการแช่ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ นาน 2 นาที แสดงใน Figure 1 ซึ่งการแช่ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 2.0% มีค่าความแน่นเนื้อของลำไยสดสูงที่สุด เท่ากับ 6.43 N รองลงมาคือ 1.5%, 1.0% และ 0.5% มีค่าเท่ากับ 5.43, 4.99 และ 4.18 N ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุม (ไม่แช่สารละลาย) มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 2.22 N ค่าที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจาก แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่ช่วยส่งเสริมการดูดซึมธาตุ

อาหารอื่น ๆ เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำเข้าสู่เซลล์ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ช่วยเชื่อมยึดโมเลกุลของเพคติน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของชั้น middle lamella ที่ทำหน้าที่เชื่อมยึดผนังเซลล์ที่อยู่ติดกันให้ผนังเซลล์แข็งแรง มีความยืดหยุ่นมากขึ้น และ $CaCl_2$ เป็นสารช่วยให้ผักและผลไม้มีเนื้อสัมผัสแข็ง (firming agent) นิยมใช้กับผลไม้ก่อนนำไปบรรจุกระป๋อง เช่น ลิ้นจี่ ลำไย แอปเปิล มะเขือเทศ และมันฝรั่ง ความเข้มข้นไม่เกิน 1.0% การใช้ปริมาณ $CaCl_2$ มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินที่มีอยู่ในผักและผลไม้ชนิดนั้น ๆ เนื้อลำไยที่ผ่านการแช่ในสารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1.5% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด เนื่องมาจากมีคะแนนทางด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และสีสูงที่สุด โดยที่คะแนนด้านเนื้อสัมผัสของลำไยจะสูงขึ้นตามความเข้มข้นของ $CaCl_2$ อย่างไรก็ตาม $CaCl_2$ ความเข้มข้น 2.0% มีคะแนนทางด้านเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด เนื่องจากแข็งเกินไป และส่งผลต่อการยอมรับโดยรวมทำให้คะแนนด้านรสชาติ และกลิ่นลดลง (Figure 2) จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของ Luna-Guzmán and Barrett (2000) พบว่า ในแคนตาลูปที่แช่ในสารละลาย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1.0% และ 2.5% มีคะแนนความขมสูงกว่าชุดที่ไม่ผ่านการแช่ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ และหากเพิ่มความเข้มข้นของ $CaCl_2$ จาก 1.0 เป็น 2.5% จะทำให้แคนตาลูปมีรสขมขึ้น สำหรับสตรอว์เบอร์รีที่แช่ด้วย $CaCl_2$ ความเข้มข้น 3.0% ร่วมกับ นาโนไคซานไม่ พบว่าเกิดรสขม เนื่องจากความขมของ $CaCl_2$ จะถูกยับยั้งด้วยกรดซิตริกซึ่งมีอยู่ในสตรอว์เบอร์รี (Nguyen and Nguyen, 2020)

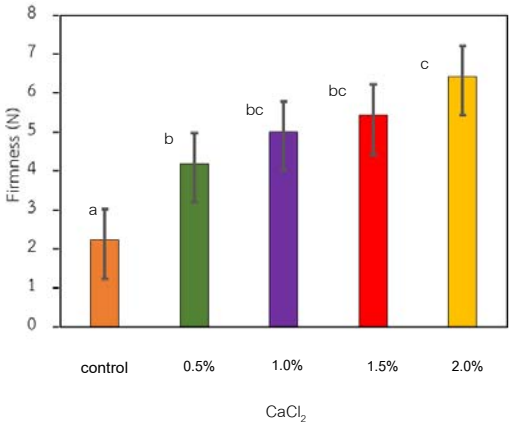

Figure1 Effect of $CaCl_2$ dipped on firmness of fresh-cut longan

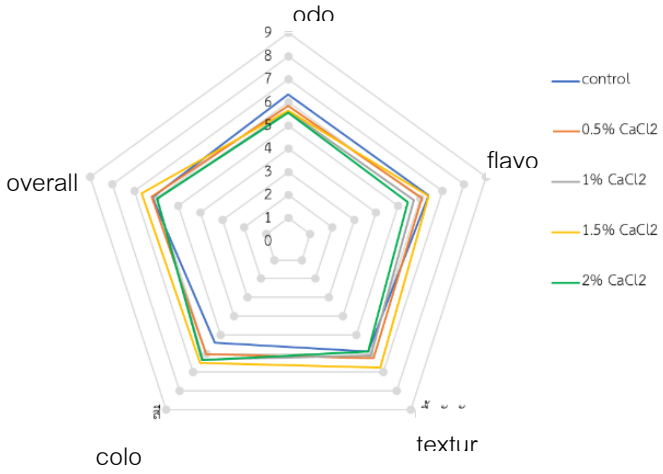

Figure 2 Effect of $CaCl_2$ dipped on sensory quality of fresh-cut longan

Table 1 แสดงการเปลี่ยนแปลง O_2 CO_2 และปริมาณ SSC ของลำไยสดพร้อมบริโภค ซึ่งพบว่า ในวันเริ่มต้นปริมาณ O_2และ CO_2 มีค่าเทียบเท่ากับบรรยากาศปกติ ในชุดควบคุม (ไม่ได้บรรจุด้วยฟิล์มพลาสติก) และมีค่าคงที่ตลอดการเก็บรักษา ส่วนการเปลี่ยนแปลงภายในบรรจุภัณฑ์ฟิล์มชนิด PE และ MPE นั้น พบว่า O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ฟิล์ม PE ค่าลดลงต่ำกว่าการบรรจุด้วยฟิล์ม MPE ตลอดการเก็บรักษา ในทางตรงกันข้ามก็มีการสะสม CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ฟิล์ม PE สูงกว่าฟิล์ม MPE ด้วย เนื่องจากฟิล์มชนิด PE มีการแลกเปลี่ยนก๊าซต่ำกว่าชุด MPE จึงมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ O_2 กับบรรยากาศภายนอกได้ต่ำกว่าฟิล์ม MPE โดย Khan *et al*, (2020) รายงานว่าลำไยที่บรรจุในฟิล์มชนิด PE ที่มีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนก๊าซสูง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2°C สามารถเข้าสู่บรรยากาศแบบสมดุลได้ภายใน 7 วัน ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของ CO_2 ประมาณ 7% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษาลำไย และ O_2 ประมาณ 3% ไม่ให้ลำไยเกิดกลิ่นรสผิดปกติ และหาก O_2 ต่ำกว่า 3% จะทำให้เกิดเอทานอลภายในเนื้อผลลำไย สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ SSC นั้น พบว่าชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา 5 วัน อาจเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งมีค่ามากกว่าลำไยที่บรรจุในฟิล์มชนิด MPE และ PE ที่มีแนวโน้มของค่า SSC คงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา 5 วัน (Table 1)

การเปลี่ยนแปลง L* คือค่าความส่องสว่างของเนื้อลำไย เมื่อบรรจุโดยฟิล์มชนิด PE และ MPE เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งไม่ได้หุ้มฟิล์ม 5±2 ºC พบว่า ค่า L* ของทุกชุดการทดลอง มีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดการเก็บรักษา และไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับค่า a* ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติและมีค่าค่อนข้างคงที่ สำหรับ ค่า b* คือ ค่าสีเหลือง ทุกชุดการทดลองมีค่าลดลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งวันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่า ค่า b* ของชุดควบคุมมีค่าต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 4.95 สำหรับเนื้อลำไยที่บรรจุในฟิล์มทั้งชนิด PE และ MPE นั้น มีค่าเท่ากับ 3.77 และ 2.05 ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Effect of modified atmosphere packaging on O_2, CO_2 and SSC changes of fresh-cut longan during storage at 5±2°C

treatments		Storage time (day)					
		0	1	2	3	4	5
O_2	Control	20.8	20.8b	19.1	19.0a	18.6	19.1b
(%)	MPE	20.8	19.2a	18.6	18.5b	18.6	19.3b
	PE	20.8	18.1a	17.1	17.3b	16.9	17.6a
	P-value	-	*	ns	*	ns	*
	SD	-	1.41	1.04	0.92	0.97	0.93
CO_2	Control	0.03	0.05a	0.57a	0.11a	0.07a	0.06a
(%)	MPE	0.03	0.05a	2.07b	0.21a	0.16a	0.15a
	PE	0.03	3.29b	2.21b	2.54b	2.36b	1.89b
	P-value	-	*	*	*	*	*
	SD	-	1.61	0.82	1.13	1.15	0.93
SSC	Control	21.9	22.8b	25.4b	27.3a	28.0b	25.2b
(%)	MPE	20.8	20.2a	18.8a	20.5a	20.5a	19.4a
	PE	21.7	20.1a	19.8a	19.4b	19.9a	19.0a
	P-value	-	*	*	*	*	*
	SD	-	1.52	3.56	4.28	4.51	3.46

Table 2 Effect of modified atmosphere packaging on color changes (L* ,a* and b*) of fresh-cut longan during storage at 5±2°C

treatments		Storage time (day)					
		0	1	2	3	4	5
L*	Control	40.14	40.16	41.36	40.56	40.56	39.47
	MPE	40.14	39.89	38.93	41.36	42.06	41.13
	PE	40.14	40.40	40.56	38.93	39.17	42.15
	P-value	-	ns	ns	ns	ns	ns
	SD	-	0.24	1.24	1.24	1.45	1.12
a*	Control	-3.08	-3.08	-3.05	-2.53	-0.53	-0.52
	MPE	-3.08	-3.02	-2.77	-3.05	-0.68	-2.96
	PE	-3.08	-3.13	-2.53	-2.77	-0.62	-3.40
	P-value	-	ns	ns	ns	ns	ns
	SD	-	0.05	0.26	0.26	0.07	0.44
b*	Control	5.06	6.03b	6.47	4.95	4.95b	2.39
	MPE		4.70a	4.62	6.47	3.77a	3.43
	PE		4.43a	4.95	5.09	2.05a	4.88
	P-value	-	*	ns	ns	*	ns
	SD	-	0.86	0.99	0.84	1.46	1.23

สรุปผลการทดลอง

การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.5% สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสของลำไยสดพร้อมบริโภคให้ดีขึ้นได้ แต่หากเพิ่มความเข้มข้นมากกว่า 1.5% จะทำให้ลำไยสดพร้อมบริโภคเสียรสชาติ สำหรับการบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้ฟิล์มพลาสติกชนิด polyethylene (PE) และ microperforated polyethylene (MPE) ไม่ทำให้คุณภาพของลำไยสดพร้อมบริโภคแตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 °C

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำหรับอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

de Freitas, S.T., A.K Handa, Q. Wu, S. Part and E.J. Mitcham. 2012. Role of pectin methylesterases in cellular calcium distribution and blossom-end rot development in tomato fruit. The Plant Journal 71: 824–835.

Khan, M.R., W. Chinsirikul, A. Sane and V. Chonhenchob. 2020. Combined effects of natural substances and modified atmosphere packaging on reducing enzymatic browning and postharvest decay of longan fruit. International Journal of Food Science and Technology 55: 500–508.

Olaimat, N.A. and R.H. Holley. 2012. Factors influencing the microbial safety of fresh produce. Food Microbiology 32: 1-19.

Nguyen, H.V.H. and D.H.H. Nguyen. 2020. Effects of nano-chitosan and chitosan coating on the quality, polyphenol oxidase activity and malondialdehyde content of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Journal of Horticulture and Postharvest Research 3(1): 11-24.

Luna-Guzmán, I. and D.M. Bareet. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. Postharvest Biology and Technology 19: 61-72.

Saure, C.M. 2014. Why calcium deficiency is not the cause of blossom-end rot in tomato and pepper fruit – a reappraisal. Scientia Horticulturae 174: 151-154.