

## ผลของสารเคลือบผิวคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสจากใบข้าวโพด ต่อคุณภาพของพริกสดระหว่างการเก็บรักษา Effects of Coating using Carboxymethyl Cellulose from Corn Leaves on Qualities of Fresh Pepper during Storage

นิตยา ภูงาม\*<sup>1</sup> อรุมา นิลดา<sup>1</sup> วชิราภรณ์ เส่าแก้ว<sup>1</sup> ณัฐวณิชลล เศรษฐปราโมทย์<sup>1</sup> อาทิตยา ดวงสุพรรณ<sup>1</sup> และวีรเวทย์ อุทโจ<sup>3</sup>  
Phungam, N.\*<sup>1</sup>, Nilda, O.<sup>1</sup>, Settapramote, N.<sup>1</sup> Duangsuphan, A.<sup>1</sup> and Utto, W.<sup>3</sup>

### Abstract

Effects of the carboxymethyl cellulose (CMC) from corn leaves (1 2 3 and 4% (w/v)) on the postharvest qualities of pepper were monitored. Results showed that 2% CMC (w/v) could prolong higher qualities of fresh pepper than other concentrations. Besides, no disease detection was found in CMC and chitosan coated peppers and the visual appearance became as same as that of appearance on day 0 but slight wilting on the peel peppers. On day 15 of storage, peppers coated with CMC or chitosan (0.5 % (w/v)) had lower weight losses (of 17.0% and 16.00%, respectively) and higher firmness than control peppers (41.0%). Moreover, CMC coated pepper expressed higher value of total soluble solids content (TSS), and titratable acidity (TA%) than other treatments. The quality is similar to that of fresh red chili peppers coated with chitosan coating.

**Keywords:** Carboxymethyl Cellulose, Corn Leaves, Fresh Pepper, Qualities

### บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบผิว คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสจากใบข้าวโพด ต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของพริกชี้หูสวนสดสีแดง พบว่า สารเคลือบผิวคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส (CMC) 1 2 3 และ 4% (w/v) ซึ่งสารเคลือบผิว CMC จากใบข้าวโพด ความเข้มข้น 2% (w/v) สามารถรักษาคุณภาพของพริกสดได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ นอกจากนี้พริกสดที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารละลาย CMC และไคโตซาน (สารเคลือบผิวเชิงพาณิชย์) ความเข้มข้น 0.5% (w/v) ไม่พบการเกิดโรคและลักษณะปรากฏภายนอกที่แตกต่างจากพริกสดในวันที่ 0 แต่มีรอยเหี่ยวเล็กน้อยบนผิวของพริกชี้หูสวนสดสีแดง ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยของพริกชี้หูสวนสดสีแดง ที่เคลือบด้วย CMC 2% (w/v) (17.0%) หรือ ไคโตซาน (16.0%) ต่ำ กว่าพริกสดชุดควบคุม (41.0%) และมีความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่า พริกชี้หูสวนสดสีแดง ที่เคลือบด้วย CMC มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) มีคุณภาพใกล้เคียงกับพริกชี้หูสวนสดสีแดงที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน

**คำสำคัญ:** คาร์บอกซิลเมทิล เซลลูโลส ใบข้าวโพด พริกสด คุณภาพ

### คำนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาสารเคลือบผิวผักและผลไม้มีการปรับปรุงให้มีคุณสมบัติและคุณภาพที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยได้มีการนำเอาวัสดุชีวภาพหรือวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ผักตบชวา และ ฟางข้าว เป็นต้น มาผลิตใช้เป็นสารเคลือบผิวที่สามารถบริโภคได้ เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose: CMC) (กฤษณเวช และวิทวัส, 2554) การใช้งานสารเคลือบผิวเพื่อชะลอการคายน้ำ อัตราการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางสรีรวิทยา เช่น การเปลี่ยนแปลงสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะการเหี่ยวของผักและผลไม้ (จุฑามาศ, 2559) แต่ในปัจจุบันคาร์บอกซี เมทิลเซลลูโลสส่วนใหญ่ยังมีราคาแพง เพราะนำเข้าจากต่างประเทศ (ณัฐธวัชวี และคณะ, 2555) ซึ่งสาร CMC จากใบข้าวโพดที่ผ่านการพัฒนาเป็นสารเคลือบผิวผัก

<sup>1</sup> สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ถนน สุรินทร์-ปราสาท อ.เมือง จ. สุรินทร์

<sup>1</sup> Department of Agro-Industrial, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin-Prasant Road, Mueang district, Surin

<sup>2</sup> ศึกษาศาสตร์ สิ่งทอและการออกแบบ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ถนน สุรินทร์-ปราสาท อ.เมือง จ. สุรินทร์

<sup>2</sup> Department of Plant Science, Textiles and design, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin-Prasant Road, Mueang district, Surin

<sup>3</sup> สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ถนนสถลมารค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี

<sup>3</sup> Department of Food Technology, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Stimrak Road, Warinchamrab district, Ubon Ratchathani.

และผลไม้ มีคุณสมบัติช่วยยืดอายุการเก็บรักษาภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ได้ (จุฑามาศ, 2559) ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาสารเคลือบผิวผักและผลไม้โดยใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่สกัดได้จากใบข้าวโพด (ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สำลี) และทดสอบผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวพริกชี้หูสวนสดสีแดง เนื่องจากเป็นผลผลิตที่มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสได้ง่าย การนำใบข้าวโพดมาใช้ประโยชน์จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าทางการตลาดให้กับใบข้าวโพดได้ช่วยให้เกษตรกรกลุ่มปลูกข้าวโพดมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

### อุปกรณ์และวิธีการ

**1. การสกัดและการเตรียมสารเคลือบผิว (1.1) การเตรียมเยื่อใบข้าวโพด** นำใบข้าวโพด ล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นขนาด 1 นิ้ว อบในตู้อบให้แห้ง อุณหภูมิ 65°C นาน 2 ชั่วโมง นำมาปั่นในเครื่องบดอาหารนาน 5 นาที และนำเนื้อเยื่อที่ได้เข้าอบอีกครั้งให้แห้งสนิท อุณหภูมิ 65°C นาน 24 ชั่วโมง **(1.2) การฟอกเนื้อเยื่อใบข้าวโพด (Purify)** ชั่งเนื้อเยื่อใบข้าวโพด 10 g เติมน้ำละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 10% (w/v) ปริมาตร 250 mL คนด้วยแท่งแก้วให้เข้ากัน จากนั้นปิดด้วยพลาสติกห่อหุ้มอาหารตั้งทิ้งไว้ นาน 2 ชั่วโมง ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง นำเนื้อเยื่อใบข้าวโพดที่ฟอกแล้วล้างน้ำให้สะอาด กรองด้วยกระชอน จากนั้นเทลงในภาชนะ แล้วนำไปอบจนแห้งที่ อุณหภูมิ 65°C **(1.3) การต้มเยื่อใบข้าวโพดด้วยด่าง (Alkaline treatment)** นำเนื้อเยื่อที่ฟอกแล้วมาผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10% (w/v) ในอัตราส่วน 1:10 แล้วนำมาต้มที่อุณหภูมิ 80°C นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองเยื่อแล้วล้างด้วยน้ำ นำไปอบแห้งในตู้อบ อุณหภูมิ 60°C นาน 12 ชั่วโมง **(1.4) การสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากผงเซลลูโลส** ชั่งผงเซลลูโลส 5 g ใส่ลงในบีกเกอร์ ที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 40% ปริมาตร 84 ml นำมาผสมกับสารละลายไอโซโพรพานอล ปริมาตรรวม 84 mL ทำต้ม อุณหภูมิ 30°C นาน 30 นาที (กวนด้วยแมกนีติกโรเตอร์ระหว่างการต้ม) จากนั้นเติมกรดโมโนคลอโรอะซิติก 6 g กวนต่อไปอีกเป็นเวลา 90 นาที เมื่อครบเวลานำเข้าเตาอบเพื่อทำปฏิกิริยาต่อที่ อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง กรองสารละลาย และล้างตะกอนด้วย เมทานอล ต่อ เอทานอล ความเข้มข้น 70% ปริมาตร 50 ต่อ 50 ml ในระหว่างที่ล้างทำการปรับค่าพีเอชของสารละลายด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น ให้เป็นกลาง (pH 7.0) นำคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่สังเคราะห์ได้ไปอบแห้งที่ อุณหภูมิ 60°C นำมาเก็บไว้ในถุงอลูมิเนียม ฟรอยด์ เพื่อนำไปเตรียมเป็นสารละลายสารเคลือบผิวในลำดับต่อไป (นิภาพร และคณะ, 2551) **(1.5) เตรียมสารเคลือบผิวความเข้มข้น 1 2 และ 3%** โดยชั่งซีเอ็มซีจากใบข้าวโพดน้ำหนัก 1 2 และ 3 g ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 ml ผสมกับน้ำกลั่นปริมาณ 69 68 และ 67 ml ตามลำดับ จากนั้นผสมสารเติมแต่ง (กลีเซอรอล) ปริมาตร 30 ml จะได้ปริมาตรรวม 100 ml ให้ความร้อนสารละลายพร้อมกวนที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 40 นาที รอให้สารละลายเย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปใช้งานต่อไป

**2. การเคลือบผิวและการทดสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว** พริกชี้หูสวนสดสีแดง (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 x 5 cm) ที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 3 นาที มาเคลือบผิวโดยการนำพริกมาจุ่มลงในสารละลายสารเคลือบผิวจนทั่ว (สารเคลือบผิว CMC จากใบข้าวโพดความเข้มข้น 1 2 และ 3% และโคโตซาน ความเข้มข้น 5%) และเป่าแห้งด้วยพัดลม และทำการเคลือบซ้ำอีกครั้งและเป่าให้แห้งด้วยพัดลม โดยวางพริกชี้หูสวนสดสีแดงที่ผ่านการเคลือบบนตะแกรง เรียงชั้นเดียวไม่ให้มีการซ้อนทับกัน นำไปเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 15 วัน (ดัดแปลงจาก นิตยา, 2560) ศึกษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยว ดังนี้ **(2.1) ศึกษาลักษณะปรากฏของพริกสด** ด้วยการสังเกตลักษณะภายนอก เช่น สี ลักษณะการเหี่ยวแห้ง ด้วยการให้ค่าคะแนนเปรียบเทียบกับชุดควบคุม **(2.2) เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก** ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักเริ่มต้น และรายงานเป็นร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก **(2.3) ความแน่นเนื้อ** โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (LLOYD model, LR series, USA) ใช้หัวทดสอบแบบ shearing test ใช้สภาวะในการทดสอบ Pre-Test Speed 1.00 mm/sec, Test Speed 2.00 mm/sec, Post- Test Speed 5.00 mm/sec, Distance 10.0 mm โดยรายงานผลเป็นค่าแรงสูงสุด หน่วยเป็นนิวตัน (N) **(2.4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้** โดยใช้เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractometer) และรายงานผลเป็นร้อยละ **(2.4) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้** ด้วยการประยุกต์วิธีการของ ไครดา และคณะ (2555) รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) การศึกษานี้ได้เปรียบเทียบผลของการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่พัฒนาขึ้นกับพริกสดชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวและพริกสดที่เคลือบผิวด้วยสารละลายโคโตซาน ความเข้มข้น 5% (บริษัทกสเทค-เอส) เนื่องจากเป็นระดับความเข้มข้นที่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตได้ ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่จำหน่ายเชิงพาณิชย์ (Benefit Chitosan)

**3. การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์** วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการวิเคราะห์ผลของปัจจัยต่อคุณภาพการเก็บรักษา 2 ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อคุณภาพของพริกสด คือ ชนิดของสารเคลือบผิว และระยะเวลาในการเก็บรักษา ด้วยการวิเคราะห์ Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยใช้ Duncan multiple's range test ด้วยโปรแกรม SPSS ดำเนินการศึกษากำหนดจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้พริกสด 8 ผล และทำการตรวจสอบทุกๆ 3 วัน

### ผลการทดลอง

จากการเคลือบผิวพริกสดด้วยสารเคลือบผิว CMC ความเข้มข้น 1 2 และ 3% (w/v) เปรียบเทียบกับการใช้สารเคลือบผิวไคโตซาน 5% และการไม่เคลือบสาร พบว่า สารเคลือบผิว CMC ความเข้มข้น 2% (w/v) มีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพด้านการสูญเสียน้ำหนัก เนื้อสัมผัส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดทั้งหมดของพริกที่ดีที่สุด เนื่องจากสารเคลือบผิว CMC ความเข้มข้น 1 และ 3% ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดทั้งหมด ของพริกเปลี่ยนแปลงเร็วเพียง 7 วัน จึงทำให้พริกที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้น 2% คงคุณภาพดีที่สุด ทั้งนี้สารเคลือบผิว CMC ความเข้มข้น 2% และไคโตซาน ความเข้มข้น 5% ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏภายนอกที่แตกต่างจากวันที่ 0 โดยผู้วิจัยได้ทำการหาคะแต่ภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน บริเวณผิวของพริกสดมีรอยเหี่ยวย่นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักของพริกสดที่เคลือบผิว CMC 2% ไคโตซาน 5% และชุดควบคุม (Control) พบว่า การเคลือบผิวพริกสดด้วย CMC 2% และไคโตซาน 5% มีการสูญเสียน้ำหนักสดประมาณ 5.0-12.30% ซึ่งน้อยกว่าการสูญเสียน้ำหนักของชุดควบคุม (40.00%) (Figure 1A) ความแน่นเนื้อของพริกสดมีแนวโน้มลดลงตลอดการเก็บรักษา แต่พริกสดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน และ CMC 2% มีการเปลี่ยนแปลงต่ำกว่า (9.00-6.10 N) พริกที่ไม่ได้เคลือบผิว (9.00-4.10 N) ซึ่งจากผลการทดลองของพริกสดที่ผ่านการเคลือบผิวด้วย CMC และไคโตซาน สามารถคงความแน่นเนื้อได้สูงกว่าพริกที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับชุดควบคุม (Figure 1B)

จากการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของพริกสดที่เคลือบผิว CMC-2% และไคโตซาน มีค่าเพิ่มขึ้น เท่ากับ 5.00-6.10% จากวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่า TSS เพิ่มขึ้น เท่ากับ 5.00-8.00% (Figure 2A) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ทั้งหมด (TA) พบว่า พริกสดที่เคลือบผิว CMC 2% และไคโตซาน 5% มีค่า TA เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.005-0.016%) ในขณะที่ค่า TA ของชุดควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (0.005-0.030%) โดยค่า TA และ TSS ของพริกสดที่ผ่านการเคลือบผิว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับชุดควบคุม (Figure 2B)

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการเคลือบผิวพริกสดด้วยสารเคลือบผิวที่พัฒนาจากสารสกัดคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสจากใบข้าวโพด ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ เช่น สี เนื้อสัมผัส และรอยเหี่ยวย่น ได้ (ไม่ได้แสดงผลการทดลอง) รวมทั้งชะลอการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของพริกสดได้ดีกว่าพริกสดที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว เนื่องจากสารเคลือบผิวมีสมบัติในการทดแทนไขที่เกิดจากธรรมชาติที่ได้สูญเสียไปในระหว่างกระบวนการล้างทำความสะอาด โดยสารเคลือบผิวจะมีคุณสมบัติเป็นฟิล์มเคลือบที่บริเวณปากใบของพริก ส่งผลให้คายน้ำออกทางปากใบได้น้อย อีกทั้งสารเคลือบผิว CMC มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ซึ่งใกล้เคียงกับสารเคลือบผิวเชิงพาณิชย์ (ไคโตซาน) ทำให้การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของพริกสดลดลง (ธนาภรณ์ และคณะ, 2551) สอดคล้องกับงานของ ปิยะนุช และคณะ (2563) สารเคลือบผิวน้ำมันมะพร้าวและว่านหางจระเข้ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลง สี เนื้อสัมผัส และการสูญเสียน้ำหนักของฝรั่งกิมจูได้ นอกจากนี้สารเคลือบผิวช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า TSS และ TA ของพริกสดได้ เนื่องจากสารเคลือบผิวที่เคลือบบนผิวหน้าของพริกสดสามารถชะลอการซึมผ่านของออกซิเจนให้เข้าไปภายในผล ซึ่งออกซิเจนเป็นสาเหตุของการหายใจ ซึ่งเมื่อออกซิเจนซึมผ่านเข้าไปในปริมาณจำกัดจึงทำให้พริกมีการหายใจลดลง จึงส่งผลให้พริกสดมีการเสื่อมสภาพช้าลง ด้วย (ศักยะ และคณะ, 2555; กิ่งชม และคณะ, 2548)

### สรุปผล

สารเคลือบผิวจากสารสกัดคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสจากใบข้าวโพด ที่ความเข้มข้น 2% มีประสิทธิภาพในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวของพริกสด ได้แก่ ชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ค่า TSS และ TA ได้ ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารเคลือบผิวไคโตซาน (สารเคลือบผิวเชิงพาณิชย์) ในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของพริกสด

### เอกสารอ้างอิง

กฤษณเวช ทรงธนศักดิ์ และวิวัฒน์ จิรัฐพงศ์, 2554, การศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินจากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ, รายงานการประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 10 หน้า.

กิ่งชม พิซพงค์, ประธาน จิราวุฒินววงษ์ และปยศักดิ์ ประกอบแสง, 2548. การชุบเคลือบพริกด้วยไคติน-ไคโตซาน จากเปลือกกุ้ง. รายงานงาน โครงการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมีคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 34 น.

จุฑามาศ กลิ่นโชดา, 2559. สารเคลือบผิวอาหารกับการประยุกต์ใช้ในผักและผลไม้, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 46: 33-36.

ศักยะ สมบัติไพรัตน์, เทวรัตน์ ตรีอานรรค และกระวี ตรีอานรรค, 2555. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว, วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 18: 52-58.

ไตรดา กนกพานนท์, สิริ้ง ปรีชานนท์ และอภิธา บุญศิริ, 2555. การพัฒนาสารเคลือบผิวผลไม้จากสารละลายเซลลูล์ค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพผลไม้เมืองร้อนไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ, 62 หน้า.

ณัฐธวัชดี จินาพันธ์ เจริญชัย สันชัชวโรดม สุทธิรา สุทธิสุภา และสรุพาศ์ คำไทย, 2555. คุณสมบัติของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43: 617 - 620.

นิตยา ภูงาม, 2560. การใช้ประโยชน์จากไซท์สกัดจากใบกะหล่ำปลีตัดทิ้งสำหรับการเคลือบผิวหน้ผักและผลไม้, วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 200 หน้า.

นิภาพร แสงจุกุ สุทธิพร พุฒนวล วนิตา พงษ์ศักดิ์ชาติ กุลยา ลีรุ่งเรืองรัตน์ และอภิสร่า แสงนาค, 2551. วิธีการและภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากฟางข้าว, วารสารวิจัยและพัฒนา มจร, 31: 797 - 809.

ธนาภรณ์ ศรีศิริพันธ์, จ่านก อุทัยบุตร และ กอบเกียรติ แสงนิล. 2551. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ลิกนิน และแทนนิน ของผลพริกหวานในระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3) (พิเศษ): 388-391

ปิยะนุช ทวีศรี, สุปราณี เอี่ยมโสภณ และนิตยา อัมรัตน์, 2563. ผลของสารเคลือบผิวจากมันมะพร้าวและว่านหางจระเข้ต่อคุณภาพของผลฝรั่งพันธุ์กิมจูหลังการเก็บเกี่ยว, วารสารแก่นเกษตร, 48: 1115-1122.

Pandey, S.K., Joushwa, J.E. and Bisen, A., 2010, Influence of Gamma Irradiation, Growth Retardants and Coatings on the Shelf Life of Winter Guava Fruits (*Psidium guajava* L.), Journal Food Science Technology, 47: 124- 127.

Vieira, J. M., Flores-López, M. L., Rodríguez, D. J., Maria C. Sousa, Vicente, A. A., and Martins, J.T., 2016, Effect of Chitosan Aloe vera Coating on Postharvest Quality of Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) Fruit, Postharvest Biology Technology, 116: 88-97.

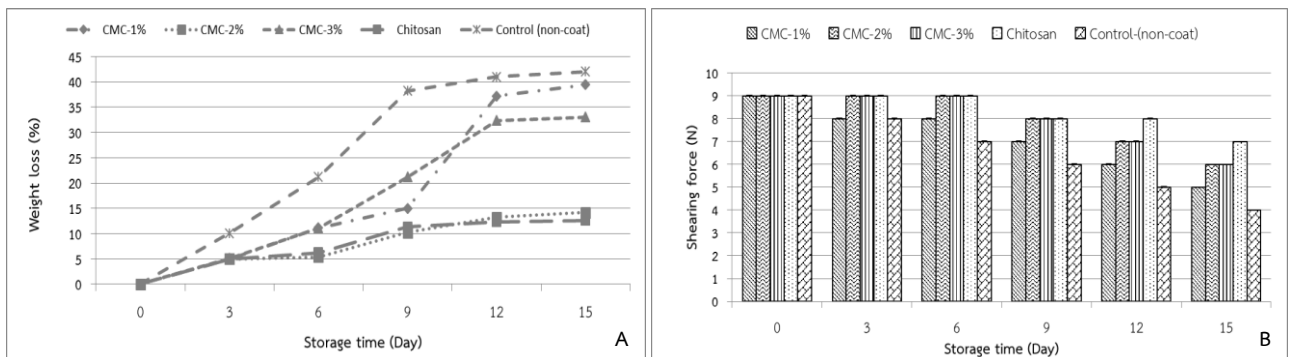


Figure 1 Effects of CMC coating and chitosan coating on weight loss (A) and firmness (B) of fresh pepper during storage at 10°C for 15 days (error bar represent ± standard error and n=8). Ctrl (control) represents non-coated pepper at 10°C for 15 days.

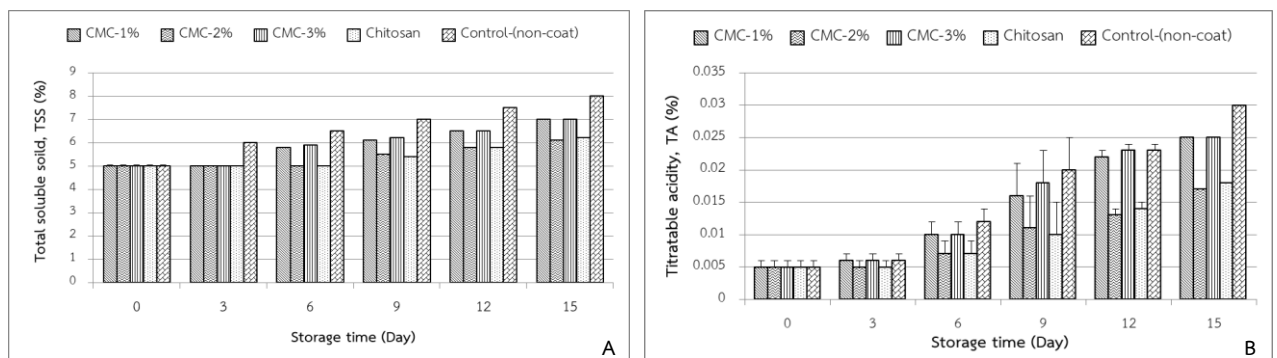


Figure 2 Effects of CMC coating and chitosan coating on the TSS (A) and TA (B) of fresh pepper (average ± standard error; n=8). Ctrl (control) represents non-coated bell pepper at 10°C for 15 days.