

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : -
2. โครงการวิจัย : โครงการวิจัยการจัดการคุณภาพผลผลิตสดหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก
กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาสารเคลือบผิวเพื่อใช้ในการยืดอายุผลผลิตสด
3. การทดลองที่ 2.3 : การพัฒนาสารเคลือบผิวที่บริโภคได้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตสด
การทดลองที่ 2.3 : The Development on Edible Coating to Prolong Shelf Life of Fresh Produce
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางศิริกานต์ ศรีธีธรรณ์
ผู้ร่วมงาน : นางสาวปรารถนา กวานห้อง
นางสาวคมจันทร์ สรงจันทร์
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

การพัฒนาสารเคลือบผิวบริโภคได้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตสด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารเคลือบผิวไคโตซานและ carboxymethyl cellulose (CMC) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทำการทดลองที่อาคารปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2556-กันยายน 2558 โดยใช้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จากสวน GAP จังหวัดสระแก้ว และจังหวัดขอนแก่น ที่มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน หลังพ่นสารเร่งดอก แล้วนำมะม่วงมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ แล้วคัดเลือกมะม่วงที่มีความแก่สม่ำเสมอ จากนั้นตัดขั้วให้มีความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำไปจุ่มน้ำร้อน (hot water treatment) ที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนนำไปทดสอบสารเคลือบผิว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 2. ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง และ 3. ผลของสารเคลือบผิว CMC ที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ในการศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 วางแผนการทดลองแบบ split plot design มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิวมี 5 กรรมวิธี คือ เคลือบผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS1) ไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton ความ

เข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS2) ไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS3) และ ไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS4) เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว และ sub plot คือระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 และ 20 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน พบว่า การเคลือบผิวด้วยไคโตซานทุกกรรมวิธีให้ผลไม่แตกต่างกับการไม่ได้เคลือบผิว ไคโตซานไม่สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก หรือลดการเกิดโรคได้ ส่วนการศึกษาผลของการเคลือบผิวไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง วางแผนการทดลองแบบ split plot design มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิวมี 5 กรรมวิธี คือ เคลือบผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองด้วย ไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS1) ไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS2) ไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS3) และไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS4) เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว มี sub plot คือระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 20 และ 25 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน พบว่า การเคลือบผิวด้วยไคโตซานทุกกรรมวิธี ไม่สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก หรือลดการเกิดโรคได้ ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับการไม่ได้เคลือบผิว และการศึกษาผลของสารเคลือบผิว CMC ที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 วางแผนการทดลองแบบ split plot design มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิว มี 5 กรรมวิธี คือ เคลือบผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ด้วย CMC ความเข้มข้น 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว มี sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 20 25 และ 30 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน พบว่า มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC ทุกความเข้มข้นช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงได้ และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การเกิดโรคและช่วยชะลอการสุกของมะม่วงได้

Abstract

This study was to determine the effect of the effect of edible coating to prolong shelf life of mango fruits. The first experiment, mango fruits cv. Nam Dok Mai No.4 were divided into 4 groups and coated with CS1 (0.5% chitosan, molecular weight 50,000 dalton), CS2 (1.0% chitosan, molecular weight 50,000 dalton), CS3 (0.5% chitosan, molecular weight 100,000 dalton), CS4 (1.0% chitosan, molecular weight 100,000 dalton) while the last group of fruit remained untreated (control). The fruits were kept at 12°C with 90-95% relative humidity (RH) storage before being observed for postharvest deteriorations. The effect of this coating were follow by measurement changes in weight loss, color, TSS, TA vitamin C and sensory evaluation. It was found that the fruit were coated with chitosan coating could not reduce weight loss,

color change and delay ripening in mango fruits. All treatment maintain quality of mango fruits at 12°C for 15 days storage with acceptable appearance and flavor of consumers. Further experiment was to determine the effect of chitosan coating to prolong shelf life of mango fruits cv. Nam Dok Mai Si Thong. Fruits were divided into 4 groups and coated with CS1 (0.5% chitosan, molecular weight 50,000 dalton), CS2 (1.0% chitosan, molecular weight 50,000 dalton), CS3 (0.5% chitosan, molecular weight 100,000 dalton), CS4 (1.0% chitosan, molecular weight 100,000 dalton) while the last group of fruit remained untreated (control). The fruits were kept at 12°C with 90-95% RH storage before being observed for postharvest deteriorations. It was found that the fruit were coated with chitosan coating could not reduce weight loss, color change and delay ripening in mango fruits. Afterward, effect of various coating compounds viz. 0.5, 1.0, 1.5 and 2% carboxymethyl cellulose (CMC) on postharvest quality of mango fruit cv. Nam Dok Mai No.4 were determined. Treated mangoes were stored at 12°C with 90-95% RH. The fruits were coated with 1.5 and 2.0% CMC could reduce weight loss, color change, decay and delay ripening.

6. คำนำ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากมีรสชาติหวานหอม มีสีส้มสวยงามสะดุดตาและมีคุณค่าทางอาหารมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่นิยมส่งออกได้แก่ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ตลาดที่สำคัญในการส่งออกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เช่น ประเทศญี่ปุ่น เกาหลี เวียดนาม จีน สิงคโปร์ มาเลเซียและฮ่องกง โดยในปี 2558 ประเทศไทยมีการส่งออกมะม่วงสดไปจำหน่ายต่างประเทศปริมาณ 33,902 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 1,211 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) แต่อย่างไรก็ตามมะม่วงก็ยังมีข้อจำกัดในการส่งออก คือ มะม่วงมีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้น เนื่องจากมีกระบวนการสุกเกิดขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เคมีและกายภาพ เช่น มีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเขียวลดลง และมีสีแดงและสีเหลืองขึ้นมาแทนที่ ความแน่นเนื้อลดลง รสชาติเปลี่ยนจากรสเปรี้ยวเป็นรสหวาน เป็นต้น (दनय, 2534) การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อผลไม้อยู่ในสภาพที่มีการสูญเสียสูง เช่น เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เมื่อถึงระยะสุดท้ายของการสุกผลไม้ก็จะอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถบริโภคได้ (दनय, 2540) ในปัจจุบันการส่งออกมะม่วงจึงจำเป็นต้องส่งทางเครื่องบินเพื่อให้ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดในการเดินทาง และเพื่อไม่ให้มะม่วงสุกระหว่างการขนส่ง การยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงให้มีคุณภาพดีจนถึงตลาดปลายทางจึงเป็นเรื่องสำคัญ การใช้สารเคลือบผิวเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ เนื่องจากสารเคลือบผิวเป็นที่ผลิตขึ้นมาเพื่อทดแทนสารเคลือบผิวตามตามธรรมชาติหายไป ช่วยลดการสูญเสีย น้ำ ลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ ส่งผลให้กระบวนการหายใจช้าลง ผลไม้มีลักษณะปรากฏที่ดีไม่เหี่ยวและมีความมันวาว (นิธิยา, 2547) ซึ่งถือว่าเป็นการปรับสภาพบรรยากาศรอบผลคล้ายกับการเก็บผักและผลไม้ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงหรือในสภาพควบคุมบรรยากาศ (Baldwin *et al.*, 1995)

สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ (edible coating) เป็นสารเคลือบผิวที่เหมาะสมสำหรับเคลือบผักและผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและปรับปรุงลักษณะปรากฏของผลิตผลให้ดียิ่งขึ้น (Baldwin *et al.*, 1999) สารเคลือบผิวที่บริโภคได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชและสัตว์ เช่น ธัญพืช น้ำมันพืช โปรตีน และสารสกัดจากสาหร่ายทะเล สารเคลือบผิวไคโตซาน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงชนิดหนึ่งที่มีประจุบวกและผลิตได้จากไคตินซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเปลือกกุ้งและกระดองปู การนำไคตินมาทำให้สลายตัวด้วยต่างจะได้ไคโตซาน ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดจากการสลายพอลิเมอร์และแยกเอาหมู่แอสีทิลออกไปจากโมเลกุลของไคติน ไคโตซานบริสุทธิ์จะไม่ละลายน้ำ เมื่อรวมกับสารละลายกรดจะเกิดเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ ไคโตซานเป็นสารที่ไม่เป็นพิษเมื่อทดสอบกับหนู (Sprague-Dawleyrat) ที่ระดับ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักหนู มีการทดสอบการใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาเคลือบผลไม้พบว่า ไคโตซานช่วยลดอัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำหนัก และยับยั้งการเน่าเสียของผลไม้ระหว่างการเก็บรักษา (Jiang and Li, 2001) ชะลอการลดลงของแอนโทไซยานิน ชะลอการเพิ่มปฏิกิริยา polyphenol oxidase (PPO) และชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลไม้ได้อีกด้วย (Jiang *et al.*, 2005) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้หลายชนิด เช่น สตรอเบอร์รี่ (El Ghaouth *et al.*, 1991) แอปเปิ้ล (Du *et al.*, 1997) และมะเขือเทศ (El Ghaouth *et al.*, 1992b) สามารถยับยั้งการเสื่อมเสียที่เกิดจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* ในสตรอเบอร์รี่ได้อีกด้วย (El Ghaouth *et al.*, 1992a; Zhang and Quantick, 1998) และนอกจากนี้ไคโตซานที่มีขนาดโมเลกุลต่ำ (15,000 dalton) ยังสามารถช่วยควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อ *Penicillium digitatum* และ *P. italicum* ในส้ม (Murcott tangor) ได้ (Chien *et al.*, 2007)

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หรือ ซีเอ็มซี (carboxymethyl cellulose: CMC) หรือ โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxymethyl cellulose) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือ พอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (hydrophilic) ที่เป็นคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสนั่นเอง ไฮโดรคอลลอยด์ชนิดนี้ เป็นไฮโดร-คอลลอยด์ที่ดัดแปรจากสารที่ได้จากธรรมชาติ (modified natural hydrocolloids) เกิดจากการแปรหรือปรับปรุงคุณสมบัติของเซลลูโลสซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชให้เกิดการแทนที่โครงสร้างเดิมด้วยหมู่เมธิลและหมู่ คาร์บอกซีเมทิล (ปิยพร และคณะ, 2559) มีลักษณะโปร่งแสง เหนียว และยึดตัวได้ ละลายในน้ำ ไม่ละลายในไขมันและน้ำมัน (Krumel and Lindsey, 1976) ทำให้มีความสามารถในการต้านการซึมผ่านของน้ำได้ดี ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นสารเคลือบผิวผักและผลไม้ เพื่อลดอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซ อันเนื่องมาจากการหายใจและเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้

ดังนั้น ในการทดลองในครั้งนี้ จึงได้ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง โดยใช้สารเคลือบผิวไคโตซาน และ CMC ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวบริโภคได้ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและทดสอบการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง)

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารเคลือบผิวไคโตซาน

2. carboxymethyl cellulose (CMC)
3. น้ำกลั่น
4. 2,6-dichloroindophenol
5. 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
6. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl)
7. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
8. มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4
9. หม้อต้มน้ำร้อนในการทำ hot water treatment
10. magnetic stirrer
11. ห้องเย็น
12. เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพ
 - เครื่องวัดสีแบบพกพา Minolta รุ่น CR-10
 - เครื่อง digital refractometer รุ่น PR-101
 - เครื่อง auto titration acidity

วิธีการ

การเตรียมมะม่วง เก็บเกี่ยวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและน้ำดอกไม้ 4 จากสวนที่ผ่านการรับรอง GAP จากจังหวัดสระแก้ว โดยเก็บเกี่ยวมะม่วงที่มีอายุประมาณ 110 วัน หลังพ่นสารเร่งดอกเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วนำมะม่วงมาทำการทดลองที่ตึกปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยนำมะม่วงมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ คัดเลือกมะม่วงที่มีความแก่สม่ำเสมอโดยการลอยในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำมาตัดขั้วให้มีความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปผ่านกรรมวิธี hot water treatment ที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วนำมาแช่ในน้ำเย็นทันทีเพื่อลดอุณหภูมิ จากนั้นผึ่งให้แห้งก่อนนำไปทดสอบสารเคลือบผิว

การทดสอบสารเคลือบผิวแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

1.1 ทดลองเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ด้วยสารเคลือบผิวไคโตซาน วางแผนการทดลองแบบ split plot มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิวมี 5 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 มะม่วงไม่เคลือบผิว (Control)

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton
ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS1)

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton
ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS2)

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton

ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS3)

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton

ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS4)

และ subplot คือระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 และ 20 วัน

1.2 ภายหลังการเคลือบผิว ผึ่งมะม่วงให้แห้งแล้วหุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมกันกระแทก ก่อนบรรจุลงในกล่อง ลูกรูก นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์ คุณภาพทุก 5 วัน และนำไปวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเมื่อผลสุก

การทดลองที่ 2 ผลของการเคลือบผิวไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

2.1 ทดลองเคลือบมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ด้วยสารเคลือบผิวไคโตซานวางแผนการทดลองแบบ split plot มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิวมี 5 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 มะม่วงไม่เคลือบผิว (Control)

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton

ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS1)

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 dalton

ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS2)

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton

ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (CS3)

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 100,000 dalton

ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (CS4)

และ subplot คือระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 20 และ 25 วัน

2.2 ภายหลังการเคลือบผิว ผึ่งมะม่วงให้แห้งแล้วหุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมกันกระแทก ก่อนบรรจุลงในกล่อง ลูกรูก นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์ คุณภาพทุก 5 วัน และนำไปวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเมื่อผลสุก

การทดลองที่ 3 ผลของสารเคลือบผิว carboxymethyl cellulose (CMC) ที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

3.1 เตรียมสารเคลือบผิว CMC ความเข้มข้น 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์

3.2 ทดลองเคลือบมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ด้วย CMC วางแผนการทดลองแบบ split plot มี main plot คือ กรรมวิธีในการเคลือบผิวมี 5 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 มะม่วงที่ไม่เคลือบผิว (control)

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวด้วย CMC ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวด้วย CMC ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวด้วย CMC ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวด้วย CMC ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์

และ subplot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 10 15 20 25 และ 30 วัน

3.3 ภายหลังจากการเคลือบผิว ผึ่งมะม่วงให้แห้งแล้วหุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมกันกระแทก ก่อนบรรจุลงในกล่องลูกฟูก นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 5 วัน และนำไปวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเมื่อผลสุก

การวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่

- การสูญเสียน้ำหนัก

- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ทำการวัดบริเวณส่วนกลางของผลทั้ง 2 ด้าน ด้านละ 2 จุด ด้วยเครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-10 แล้วบันทึกค่าในระบบ CIE LAB

ค่า L^* คือ ค่าความสว่างของสี ซึ่งค่า L^* มีค่า 0 ถึง 100 ถ้าค่า L มาก แสดงว่าสีสว่างมาก โดยที่ระดับ L^* เท่ากับ 0 จะเป็นสีดำ

ค่า a^* คือ ค่าแสดงระดับสีแดง-เขียว เมื่อค่า a^* เป็นบวกจะแสดงลักษณะสีแดง และเมื่อค่าเป็นลบ จะแสดงลักษณะสีเขียว โดยที่เมื่อค่าห่าง 0 มากแสดงถึงค่าสีแดงหรือสีเขียวมากขึ้น

ค่า b^* คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง-น้ำเงิน เมื่อค่า b^* มีค่าเป็นบวกจะแสดงลักษณะสีเหลือง และเมื่อเป็นลบจะแสดงลักษณะสีน้ำเงิน โดยที่เมื่อค่าห่าง 0 มากแสดงถึงค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงินมากขึ้น

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids: TSS) โดยนำน้ำคั้นมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ด้วย digital refractometer รุ่น PR-101

- ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity: TA) โดยไตเตรทน้ำคั้นกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 N แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก (citric acid)

- ปริมาณวิตามินซี วัดเป็นปริมาณกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) โดยวิธีไตเตรทกับ 2,6-dichloroindophenol แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและคำนวณเป็น มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

- ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

ระยะเวลา (เริ่มต้น – สิ้นสุด)

ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2558

สถานที่ดำเนินการ

อาคารปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 สีเปลือกมีสีเขียวอ่อนเมื่อเริ่มต้นทำการทดลอง โดยทำการเคลือบผิวมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 12 ชั่วโมง ภายหลังการเคลือบผิวสีผิวของมะม่วงไม่เปลี่ยนแปลงและไม่มีความมันวาว เมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบว่า ในระหว่าง 5-10 วัน มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่าความสว่างของสี (L^*) สูงกว่ากรรมวิธีอื่น เมื่อเก็บนาน 10 วัน มีค่า L^* 74.15 ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย ไคโตซานทุกกรรมวิธีมีค่า L^* เฉลี่ย 72.60 แต่เมื่อเก็บนานขึ้น ค่า L^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) ค่า a^* เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นสีเขียวเห็นได้ว่า ค่า a^* ในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่า a^* เพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2) ซึ่งหมายถึง มะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่า b^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธีและเช่นเดียวกันคือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่า b^* จะเพิ่มมากขึ้นโดยเพิ่มขึ้นจาก 35.42 เป็น 45.15 เมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน (ตารางที่ 3) ซึ่งหมายถึง เมื่อเก็บนานขึ้นสีเปลือกมะม่วงจะมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้งที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิว มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเก็บรักษานาน 5 10 15 และ 20 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 2.32 5.17 9.42 และ 11.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

คุณภาพทางเคมี เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของมะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อผลสุก ภายหลังจากนำออกมาจากห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิห้องให้มะม่วงสุก พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาในห้องเย็น 0 5 10 15 และ 20 วัน โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 17.41 17.61 17.50 17.09 และ 16.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 5) ปริมาณวิตามินซีของมะม่วงเมื่อผลสุกพบว่า ในช่วง 5 วันแรก ทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น พบว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยไคโตซาน CS4 มีแนวโน้มว่ามีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ากรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 6) ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานเท่ากัน (ตารางที่ 7)

ระยะเวลาในการสุกของมะม่วง มะม่วงที่เคลือบและไม่เคลือบผิว เมื่อย้ายจากห้องเย็นมาวางที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งผลสุก พบว่า มะม่วงสามารถพัฒนาการสุกได้ปกติ ไม่มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ ทุกกรรมวิธีมีระยะเวลา

การสุกไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 5 10 และ 15 วัน ใช้เวลาในการสุก 7 4 และ 1 วัน ตามลำดับ และเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน มะม่วงทุกกรรมวิธีสุกตั้งแต่อยู่ในห้องเย็น (ตารางที่ 8) การเคลือบผิวมะม่วงด้วยไคโตซานน้ำหนักโมเลกุล 50,000 และ 100,000 dalton ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว คือ ไม่สามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้ โดย Du *et al.* (1998) รายงานว่า ไคโตซานน้ำหนักโมเลกุลสูง 1,000,000 dalton และน้ำหนักโมเลกุลปานกลาง 600,000 dalton สามารถยืดอายุการเก็บรักษาแอปเปิ้ล พันธุ์ Jonagold ได้นาน 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่ไคโตซานน้ำหนักโมเลกุลต่ำ 94,000 dalton ไม่มีผลต่อการเก็บรักษาแอปเปิ้ล

การยอมรับของผู้บริโภค มะม่วงทุกกรรมวิธีเก็บในห้องเย็นนานไม่เกิน 15 วัน และมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 6.20 คือ ชอบเล็กน้อย ถึงแม้ว่าเมื่อผลสุกจะพบการเกิดโรคเล็กน้อยที่บริเวณผิวผลแต่ไม่กระทบถึงเนื้อ แต่เมื่อเก็บนานขึ้น พบว่า มีค่าคะแนนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากพบการเกิดโรคตั้งแต่ในห้องเย็น รวมทั้งอาการของโรคที่พบกระทบต่อเนื้อของมะม่วงด้วย (ตารางที่ 9)

การเกิดโรค มะม่วงเมื่อเก็บในห้องเย็นนาน 15 วัน แล้วย้ายมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้องนาน 1 วัน มะม่วงทุกกรรมวิธีพบการเกิดโรคเมื่อผลสุก โดยพบอาการเป็นจุดสีดำเล็กๆ ที่บริเวณเปลือกแต่พบในปริมาณไม่มากและไม่ส่งผลกระทบต่อเนื้อมะม่วง (ภาพที่ 1) และเมื่อเก็บในห้องเย็นนาน 20 วัน มะม่วงทุกกรรมวิธีสุกตั้งแต่เก็บในห้องเย็นและพบการเกิดโรค (ภาพที่ 2) โดยมีอาการจุดเล็กๆ สีดำที่เปลือก มีเส้นสีดำบริเวณเนื้อมะม่วง และอาการขั้วเน่า (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 1 ค่าความสว่างของสี (L-value) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา				ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	
ไม่เคลือบผิว	74.09	74.15	73.05	72.68	73.49
ไคโตซาน CS1	71.91	72.38	72.30	72.52	72.28
ไคโตซาน CS2	71.63	72.25	72.74	72.02	72.16
ไคโตซาน CS3	73.04	72.40	72.71	71.93	72.52
ไคโตซาน CS4	72.76	73.36	73.23	71.75	72.78
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	72.68	72.91	72.81	72.18	

CV (กรรมวิธี) = 1.9% CV (เวลาเก็บรักษา) = 1.9%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่า a^* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย
----------	-------------------	-----------

	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	กรรมวิธี
ไม่เคลือบผิว	-2.43	-0.23	5.68	8.47	2.87
โคโตซาน CS1	-2.03	0.75	5.95	7.96	3.16
โคโตซาน CS2	-2.12	-0.33	6.89	8.59	3.26
โคโตซาน CS3	-1.05	0.40	6.20	8.19	3.44
โคโตซาน CS4	-2.15	-0.19	5.62	7.45	2.68
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	-1.95	0.08	6.07	8.13	

ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากข้อมูลมีค่าติดลบ

ตารางที่ 3 ค่า b^* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา				ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	
ไม่เคลือบผิว	34.75	35.89	43.78	44.90	39.83
ไคโตซาน CS1	35.74	36.39	44.59	45.77	40.62
ไคโตซาน CS2	36.05	36.86	44.01	45.58	40.63
ไคโตซาน CS3	35.16	37.49	44.55	45.02	40.55
ไคโตซาน CS4	35.41	35.56	43.13	44.46	39.64
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	35.42	36.44	44.01	45.15	

CV (กรรมวิธี) = 4.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 4.7%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา				ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	
ไม่เคลือบผิว	2.36	5.60	9.85	12.97	7.70
ไคโตซาน CS1	2.31	4.96	9.00	10.13	6.60
ไคโตซาน CS2	2.19	4.99	9.14	11.14	6.87
ไคโตซาน CS3	2.40	5.15	9.61	12.08	7.31
ไคโตซาน CS4	2.32	5.13	9.49	12.35	7.32
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	2.32	5.17	9.42	11.74	

CV (กรรมวิธี) = 13.5% CV (เวลาเก็บรักษา) = 11.1%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสและนำมาวางที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสจนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	
ไม่เคลือบผิว	17.90	17.17	17.85	16.25	16.78	17.19
ไคโตซาน CS1	17.23	17.63	17.63	17.48	16.00	17.20
ไคโตซาน CS2	17.17	18.25	17.40	17.10	15.17	17.02
ไคโตซาน CS3	17.47	17.72	17.77	16.82	16.98	17.35

โคโตซาน CS4	17.30	17.27	16.83	17.78	16.83	17.20
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	17.41	17.61	17.50	17.09	16.35	
CV (กรรมวิธี) = 5.9% CV (เวลาเก็บรักษา) = 6.6%						

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยโคโตซาน กรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสและนำมาวางที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	
ไม่เคลือบผิว	22.11	17.07	12.42 b	20.07 ab	26.64 ab	19.66
โคโตซาน CS1	21.39	18.20	14.44 b	20.77 ab	24.20 b	19.80
โคโตซาน CS2	21.90	15.84	12.63 b	18.86 b	26.03 ab	19.05
โคโตซาน CS3	22.31	15.32	19.53 a	18.76 b	24.40 b	20.07
โคโตซาน CS4	22.62	15.32	19.43 a	23.18 a	29.38 a	21.99
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	22.07	16.35	15.69	20.33	26.13	
CV (กรรมวิธี) = 14.0% CV (เวลาเก็บรักษา) = 1.9%						

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยโคโตซาน กรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสและนำมาวางที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	
ไม่เคลือบผิว	0.25 a	0.33	0.37	0.44	0.43	0.36
โคโตซาน CS1	0.19 ab	0.30	0.37	0.46	0.45	0.35
โคโตซาน CS2	0.24 a	0.28	0.37	0.41	0.45	0.35
โคโตซาน CS3	0.14 b	0.28	0.38	0.41	0.44	0.33
โคโตซาน CS4	0.19 ab	0.32	0.42	0.42	0.48	0.37
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	0.20	0.30	0.38	0.43	0.45	
CV (กรรมวิธี) = 19.2% CV (เวลาเก็บรักษา) = 18.2%						

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 8 จำนวนวันที่เก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยโคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก ภายหลังจากนำมะม่วงออกมาจากห้องเย็นที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา
----------	-------------------

	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน
ไม้เคสือบผิว	12	7	4	1	สุกในห้องเย็น
โคโตซาน CS1	12	7	4	1	สุกในห้องเย็น
โคโตซาน CS2	12	7	4	1	สุกในห้องเย็น
โคโตซาน CS3	12	7	4	1	สุกในห้องเย็น
โคโตซาน CS4	12	7	4	1	สุกในห้องเย็น

ตารางที่ 9 ค่าคะแนนความชอบโดยรวม (ค่าคะแนน 1-9) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	
ไม่เคลือบผิว	7.17	6.83	6.83	6.50	4.50	6.37
ไคโตซาน CS1	7.17	6.67	6.83	6.17	4.67	6.30
ไคโตซาน CS2	7.00	6.67	6.67	6.00	4.50	6.17
ไคโตซาน CS3	7.17	7.00	6.67	6.00	4.67	6.30
ไคโตซาน CS4	7.17	6.83	6.83	6.33	4.33	6.30
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	7.13	6.80	6.77	6.20	4.53	

CV (กรรมวิธี) = 10.2% CV (เวลาเก็บรักษา) = 11.6%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด



ภาพที่ 1 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน (a) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (b)



ภาพที่ 2 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน



ภาพที่ 3 โรคที่พบในระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองที่ 2 ผลของการเคลือบผิวโคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง
การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองสีเปลือกมีสีเหลืองตั้งแต่ยังเป็นผลดิบ เมื่อผลพัฒนาจนสุกมีการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยค่าความสว่างของสีในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่าความสว่างของสีมีค่าลดลงจะเห็นได้จากค่า L^* ของมะม่วงเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสนาน 5 วัน มีค่า L^* 77.16 และเมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน มีค่าลดลงเหลือ 75.90 (ตารางที่ 10) ค่า a^* ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเป็นสีเขียวพบว่าการเปลี่ยนแปลงไม่มาก เนื่องจากมะม่วงมีผลเป็นสีเหลืองตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนกระทั่งผลสุก โดยมีค่า a^* เฉลี่ย 5.07 เมื่อเก็บนาน 5 วัน และเพิ่มขึ้นเป็น 5.32 เมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน (ตารางที่ 11) ส่วนค่า b^* เป็นค่าที่บอกความเป็นสีเหลืองของมะม่วง พบว่า มะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่า b^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเก็บรักษานาน 5 วันมีค่า b^* เฉลี่ย 35.42 และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น โดยเมื่อเก็บนาน 20 วัน มีค่า b^* เฉลี่ย 38.11 ซึ่งหมายความว่า สีเปลือกมะม่วงมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 12)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก มะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติในช่วง 10 วัน แรกของการเก็บรักษา ภายหลังจากนั้นมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มะม่วงที่เคลือบด้วยโคโตซาน CS1 และ CS2 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด เฉลี่ย 10.10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 9.05 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

คุณภาพทางเคมี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน และวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ 15.18 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14) ปริมาณวิตามินซี ในช่วง 10 วันแรกที่เก็บรักษามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น มะม่วงที่เคลือบด้วยโคโตซานมีปริมาณวิตามินซีมากกว่ามะม่วงที่ไม่เคลือบผิว โดยเมื่อเก็บรักษานาน 20 วัน มีปริมาณวิตามินซี 20.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีค่า 18.06 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 15) ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเมื่อเก็บนาน 20 วัน มีปริมาณเฉลี่ย 0.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16)

ระยะเวลาในการสุก มะม่วงในทุกกรรมวิธีเมื่อย้ายออกจากห้องเย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ใช้ระยะเวลาในการสุกไม่แตกต่างกัน โดยเมื่อเก็บรักษาในห้องเย็นนาน 0 5 10 15 20 และ 25 วัน ใช้ระยะเวลาในการสุก 8 4 4 5 2 และ 3 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 17) การเคลือบผิวมะม่วงด้วยโคโตซาน น้ำหนักโมเลกุล 50,000 และ 100,000 dalton ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว คือ ไม่สามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้ เช่นเดียวกับ Du *et al.* (1998) ที่รายงานว่า โคโตซานน้ำหนักโมเลกุลสูง 1,000,000 dalton และน้ำหนักโมเลกุลปานกลาง 600,000 dalton สามารถยืดอายุการเก็บรักษาแอปเปิ้ล พันธุ์ Jonagold ได้นาน 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่โคโตซานน้ำหนักโมเลกุลต่ำ 94,000 dalton ไม่มีผลต่อการเก็บรักษาแอปเปิ้ล

การยอมรับของผู้บริโภค มะม่วงที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวมีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคไม่แตกต่างทางสถิติ และผู้บริโภคจะยอมรับมะม่วงที่เก็บรักษานานไม่เกิน 20 วัน โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 6.20 คือ ชอบเล็กน้อย

เมื่อเก็บรักษานานขึ้นมะม่วงจะเกิดโรคโดยมีอาการเป็นจุดสีดำที่ผิวและเกิดขั้วเน่าขั้ว ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ตารางที่ 18)

การเกิดโรค โดยส่วนใหญ่แล้วมะม่วงที่ทำการทดลองจะพบการเกิดโรคเมื่อผลสุก ซึ่งทุกกรรมวิธีไม่พบการเกิดโรคเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นานไม่เกิน 20 วัน (ภาพที่ 4a) แต่จะพบอาการขั้วเน่าในมะม่วงที่เคลือบด้วยไคโตซาน CS4 เมื่อผลสุกเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 4b) แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน จะพบการเกิดโรคเมื่อผลสุก (ภาพที่ 5) โดยพบเป็นจุดสีดำที่เปลือกและพบอาการขั้วเน่าขั้วเน่า (ภาพที่ 6)

ตารางที่ 10 ค่าความสว่างของสี (L-value) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	77.42	76.89	77.78	76.52	72.55	76.23
ไคโตซาน CS1	77.48	76.79	77.43	75.99	73.81	76.30
ไคโตซาน CS2	77.18	77.06	77.32	75.39	73.63	76.11
ไคโตซาน CS3	77.07	77.13	76.93	75.74	74.07	76.19
ไคโตซาน CS4	76.65	76.68	76.47	75.89	74.53	76.04
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	77.16	76.91	77.18	75.90	73.72	

CV (กรรมวิธี) = 2.7% CV (เวลาเก็บรักษา) = 2.2%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 11 ค่า a^* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	5.22	5.25	4.68	5.09	5.52	5.15
ไคโตซาน CS1	4.87	5.21	4.85	5.07	6.08	5.21
ไคโตซาน CS2	5.03	5.05	5.17	5.68	5.86	5.35
ไคโตซาน CS3	4.98	4.96	4.75	5.54	6.21	5.29
ไคโตซาน CS4	5.29	5.24	4.96	5.25	5.75	5.30
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	5.07	5.14	4.88	5.32	5.88	

CV (กรรมวิธี) = 16.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 12.4%

ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากข้อมูลมีค่าติดลบ

ตารางที่ 12 ค่า b^* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	35.05	35.38	33.80	36.55 a	39.95	36.14
โคโตซาน CS1	34.60	36.64	35.31	38.29 ab	40.22	37.01
โคโตซาน CS2	34.85	35.03	33.62	39.36 b	41.72	36.91
โคโตซาน CS3	36.48	35.15	35.80	37.94 ab	41.14	37.30
โคโตซาน CS4	36.12	35.50	37.03	38.41 ab	41.15	37.64
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	35.42	35.54	35.11	38.11	40.84	

CV (กรรมวิธี) = 5.4% CV (เวลาเก็บรักษา) = 4.8%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยโคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	2.44	4.47	7.14 b	9.01 a	10.35 a	6.68
โคโตซาน CS1	2.61	5.03	6.83 b	10.06 b	10.70 a	7.05
โคโตซาน CS2	2.68	4.42	6.19 a	10.13 b	11.77 b	7.04
โคโตซาน CS3	2.73	4.80	7.64 c	9.12 a	11.83 b	7.22
โคโตซาน CS4	2.68	4.74	8.24 c	9.02 a	11.51 b	7.24
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	2.63	4.69	7.21	9.47	11.23	

CV (กรรมวิธี) = 6.6% CV (เวลาเก็บรักษา) = 8.0%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยโคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสและนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสจนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	16.50 b	15.66	15.44	14.72	14.50 b	14.46	15.21
โคโตซาน CS1	17.74 a	15.42	15.92	14.48	15.10 ab	14.90	15.59
โคโตซาน CS2	17.36 ab	15.08	16.22	14.24	15.80 a	14.96	15.61
โคโตซาน CS3	17.22 ab	15.92	15.82	15.00	15.42 ab	14.86	15.71
โคโตซาน CS4	17.66 ab	16.28	15.70	14.98	15.08 ab	14.56	15.71
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	17.30	15.67	15.82	14.68	15.18	14.75	

CV (กรรมวิธี) = 5.3% CV (เวลาเก็บรักษา) = 5.6%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสและนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	16.18	16.69	13.14	8.63 b	18.06 b	13.94 ab	14.44
ไคโตซาน CS1	14.76	16.69	13.97	10.90 a	20.47 a	13.33 b	15.02
ไคโตซาน CS2	15.23	15.87	14.33	11.02 a	20.71 a	15.63 a	15.46
ไคโตซาน CS3	16.90	15.87	15.04	11.02 a	20.35 a	14.18 ab	15.56
ไคโตซาน CS4	16.42	17.07	14.21	10.66 a	20.47 a	15.27 a	15.68
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	15.90	16.44	14.14	10.45	20.01	14.47	

CV (กรรมวิธี) = 10.4% CV (เวลาเก็บรักษา) = 12.4%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 16 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	0.17	0.41	0.22	0.15	0.86 a	0.28	0.35
ไคโตซาน CS1	0.17	0.45	0.26	0.20	0.79 a	0.31	0.36
ไคโตซาน CS2	0.21	0.57	0.23	0.19	0.82 a	0.29	0.39
ไคโตซาน CS3	0.18	0.39	0.31	0.21	0.70 ab	0.30	0.35
ไคโตซาน CS4	0.18	0.46	0.27	0.18	0.59 b	0.30	0.33
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	0.18	0.46	0.26	0.19	0.75	0.29	

CV (กรรมวิธี) = 42.2% CV (เวลาเก็บรักษา) = 40.6%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 จำนวนวันที่เก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก ภายหลังจากนำมะม่วงออกมาจากห้องเย็นที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา					
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
ไม่เคลือบผิว	8	4	4	5	2	3
ไคโตซาน CS1	8	4	4	5	2	3

โคโตซาน CS2	8	4	4	5	2	3
โคโตซาน CS3	8	4	4	5	2	3
โคโตซาน CS4	8	4	4	5	2	3

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

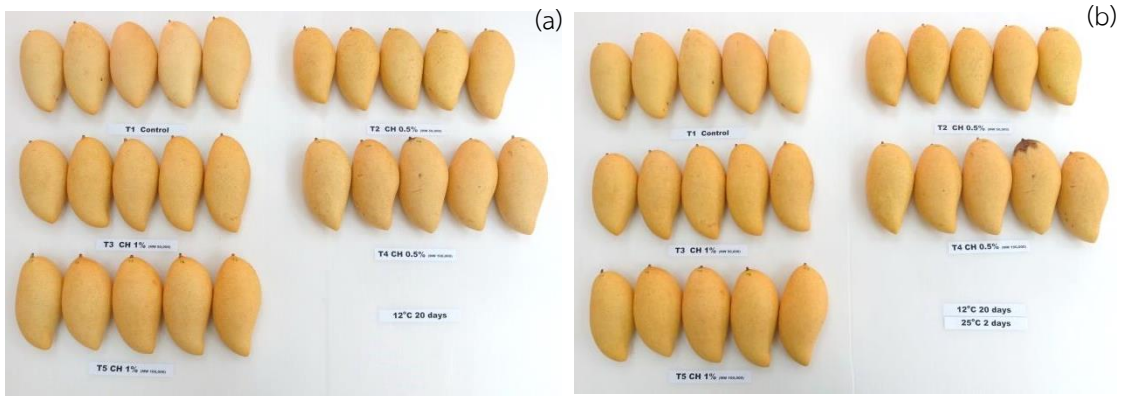
ตารางที่ 18 ค่าคะแนนความชอบโดยรวม (ค่าคะแนน 1-9) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยโคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสและนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	
ไม่เคลือบผิว	7.40	8.20	7.80	7.00	6.00	4.40	6.80
โคโตซาน CS1	7.60	8.20	7.80	6.60	6.20	4.80	6.87
โคโตซาน CS2	7.60	8.20	7.60	6.80	6.20	4.60	6.83
โคโตซาน CS3	7.20	8.60	7.60	7.00	6.40	4.80	6.93
โคโตซาน CS4	7.80	8.60	7.20	6.80	6.20	4.80	6.90
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	7.52	8.36	7.60	6.84	6.20	4.68	

CV (กรรมวิธี) = 7.9% CV (เวลาเก็บรักษา) = 13.2%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด



ภาพที่ 4 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน (a) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน (b)



ภาพที่ 5 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่เคลือบด้วยไคโตซานกรรมวิธีต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (a) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (b)



ภาพที่ 6 โรคที่พบในระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองที่ 3 ผลของสารเคลือบผิว CMC ที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เมื่อเริ่มทำการทดลองเปลือกมีสีเขียว ในระยะแรกของการเก็บรักษามะม่วงมีค่าความสว่างของสี ค่า a^* และ b^* ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน มีค่า L^* และ b^* แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า L^* ของมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L^* สูงกว่ากรรมวิธีอื่นโดยมีค่าเฉลี่ย 66.60 ในขณะที่มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 65.44 (ตารางที่ 19) ค่า a^* ของมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น คือ -1.05 และ 2.06 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ สีเปลือกมีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่ากรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 20) และเมื่อพิจารณาถึงค่า b^* ที่แสดงถึงค่าความเป็นสีเหลืองพบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b^* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งหมายถึง มะม่วงมีสีเปลือกเป็นสีเหลืองมากกว่ามะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 6.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนัก 7.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันโดยมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 7.70 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด 8.80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22) เช่นเดียวกับการทดลองเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์ Chausa ด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ ที่พบว่า CMC ความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้มะม่วงมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักต่ำ เพิ่มปริมาณกรดแอสคอร์บิก และช่วยรักษาคุณภาพและรสชาติของมะม่วงได้ดี (Anjum *et al.*, 2006)

คุณภาพทางเคมี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงเมื่อผลสุกทุกกรรมวิธี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันโดยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย 17.93 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 23) ปริมาณวิตามินซีพบว่า มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่ามีปริมาณวิตามินซีมากกว่ากรรมวิธีอื่นโดยเมื่อเก็บรักษานาน 25 วัน ปริมาณวิตามินซีของมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 28.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 24) ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรตได้มีแนวโน้มว่า มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณกรดที่ไตเตรตได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเมื่อเก็บนาน 25 วัน มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด 0.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 0.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 25)

ระยะเวลาในการสุกของมะม่วง มะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อย้ายออกมาจากห้องเย็นสามารถสุกได้อย่างปกติโดยไม่มีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีการพัฒนาการสุกที่ช้ากว่ามะม่วงกรรมวิธีอื่น โดยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และย้ายมาวางต่อให้สุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาในการสุก 6 วัน มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 4 วัน ในขณะที่มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวใช้เวลา 3 วัน (ตารางที่ 26)

การยอมรับของผู้บริโภค การยอมรับของผู้บริโภคพบว่าเมื่อเก็บรักษาในระยะแรกมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการยอมรับของผู้บริโภค แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน พบว่า มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5

และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับของผู้บริโภคโดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 5.56 คือ เฉยๆ (ตารางที่ 27) ในขณะที่กรรมวิธีอื่นไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากมีอาการเกิดโรคโดยเป็นจุดสีดำที่ผิวมะม่วง แต่เมื่อเก็บนานกว่านี้พบว่า คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเฉลี่ย 4.00 คือ ไม่ชอบ เนื่องจากพบการเกิดโรคในมะม่วงเมื่อผลสุก

การเกิดโรค มะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นานไม่เกิน 20 วัน ไม่พบการเกิดโรคเมื่อผลสุก (ภาพที่ 7) แต่เมื่อเก็บรักษานาน 25 วัน พบว่า มะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้องพบการเกิดโรค โดยมีจุดสีดำที่ผิวผลและอาการขั้วเน่า (ภาพที่ 8) ส่วนมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบการเกิดโรค แต่เมื่อเก็บนานขึ้น 30 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบการเกิดโรค ภายหลังออกจากห้องเย็นแต่จะพบการเกิดโรคเมื่อวางที่อุณหภูมิห้องให้ผลสุก (ภาพที่ 9) โดยอาการที่พบคือ มีจุดสีดำที่เปลือกและเกิดอาการขั้วเน่า (ภาพที่ 10)

ตารางที่ 19 ค่าความสว่างของสี (L-value) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	66.32	66.60	66.82 a	66.81	66.66 a	66.43 a	66.61
CMC 0.5%	65.76	66.31	66.39 a	66.46	66.42 a	66.26 a	66.27
CMC 1.0%	66.08	66.48	66.60 a	66.41	66.16 ab	65.77 ab	66.25
CMC 1.5%	65.82	65.71	65.51 b	65.41	64.86 b	64.62 b	65.32
CMC 2.0%	65.71	65.64	65.37 b	65.23	64.61 b	64.42 b	65.16
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	65.94	66.15	66.14	66.07	65.74	65.50	

CV (กรรมวิธี) = 1.7% CV (เวลาเก็บรักษา) = 1.9%

อักษรที่ต่างกันไปในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 20 ค่า a^* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ยกรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	-2.35	-1.73	0.12	2.80	5.31	6.20	1.73
CMC 0.5%	-3.52	-2.35	0.55	3.20	5.26	6.91	1.67
CMC 1.0%	-3.25	-1.38	0.00	0.78	3.49	4.64	0.71
CMC 1.5%	-3.90	-2.86	-1.05	0.94	2.32	3.60	-0.16
CMC 2.0%	-3.53	-2.89	-2.06	0.00	1.56	3.50	-0.57
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	-3.31	-2.24	-0.49	1.54	3.58	4.97	

ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากข้อมูลมีค่าติดลบ

ตารางที่ 21 ค่า b^* ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	40.80	42.68	43.77 b	43.86 ab	45.88 b	46.30 ab	43.88
CMC 0.5%	41.23	42.34	43.91 b	44.54 b	46.13 b	46.49 b	44.11
CMC 1.0%	41.98	42.22	42.89 ab	45.55 b	46.05 b	46.90 b	44.26
CMC 1.5%	41.53	41.53	43.32 a	43.13 ab	44.95 ab	46.01 ab	43.41
CMC 2.0%	41.04	41.21	41.17 a	42.38 a	43.72 a	44.56 a	42.34
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	41.31	41.99	43.01	43.89	45.34	46.05	

CV (กรรมวิธี) = 2.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 3.3%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 22 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	1.88 ab	3.31	5.16 b	6.61 b	8.80 c	9.04 b	5.80
CMC 0.5%	2.03 b	3.65	4.76 b	6.10 ab	7.50 ab	8.73 b	5.46
CMC 1.0%	2.07 b	3.87	4.88 ab	6.34 ab	7.88 b	8.50 b	5.59
CMC 1.5%	1.72 ab	3.39	4.68 ab	5.93 a	7.06 a	8.32 ab	5.18
CMC 2.0%	1.54 a	3.47	4.58 a	5.99 ab	6.92 a	8.17 a	5.11
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	1.85	3.54	4.81	6.20	7.63	8.55	

CV (กรรมวิธี) = 6.8% CV (เวลาเก็บรักษา) = 8.3%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 23 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	18.20 ab	18.56 a	16.94 b	18.26	18.66	18.42	16.98	18.00
CMC 0.5%	18.98 a	19.26 a	18.96 a	18.26	18.70	18.20	17.18	18.51
CMC 1.0%	17.96 ab	18.04 a	18.20 a	17.94	18.62	18.20	17.12	18.01
CMC 1.5%	18.18 ab	18.24 a	18.62 a	18.02	17.58	17.66	16.42	17.82
CMC 2.0%	17.68 b	16.74 b	18.20 a	17.00	18.08	17.16	16.78	17.38

ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	18.20	18.17	18.18	17.90	18.33	17.93	16.90	
------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

CV (กรรมวิธี) = 5.0% CV (เวลาเก็บรักษา) = 5.9%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 24 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	15.23	14.25 b	17.02 b	18.97 c	20.49 c	19.75 b	22.65 bc	18.34
CMC 0.5%	16.58	16.44 b	23.36 a	18.27 c	21.36 c	18.79 b	24.85 b	19.95
CMC 1.0%	14.13	17.05 b	20.23 ab	19.37 c	19.62 c	21.82 b	18.39 c	18.66
CMC 1.5%	15.56	16.85 b	19.63 ab	30.40 b	30.30 a	28.87 a	29.72 a	24.48
CMC 2.0%	13.28	28.97 a	22.15 a	36.66 a	25.34 b	28.86 a	28.54 a	26.26
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	14.95	18.71	20.48	24.73	23.42	23.62	24.83	

CV (กรรมวิธี) = 21.5% CV (เวลาเก็บรักษา) = 16.8%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 25 ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (เปอร์เซ็นต์) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสจนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	0.50	0.24 b	0.35 ab	0.24 b	0.27 b	0.39 b	0.37	0.34
CMC 0.5%	0.36	0.29 ab	0.24 b	0.38 b	0.27 b	0.32 b	0.36	0.32
CMC 1.0%	0.51	0.44 ab	0.37 ab	0.39 b	0.31 ab	0.35 b	0.39	0.39
CMC 1.5%	0.37	0.50 a	0.50 a	0.64 a	0.62 a	0.69 a	0.59	0.56
CMC 2.0%	0.47	0.48 a	0.47 a	0.32 b	0.52 a	0.50 ab	0.58	0.48
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	0.44	0.39	0.39	0.40	0.40	0.45	0.46	

CV (กรรมวิธี) = 33.3% CV (เวลาเก็บรักษา) = 40.1%

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 26 จำนวนวันที่เก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก ภายหลังจากนำมะม่วงออกมาจากห้องเย็นที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
ไม่เคลือบผิว	7	7	4	3	3	3	4
CMC 0.5%	7	7	7	4	4	3	4
CMC 1.0%	7	7	7	6	4	3	4
CMC 1.5%	11	8	7	6	6	6	4
CMC 2.0%	11	8	7	6	6	6	4

ตารางที่ 27 ค่าคะแนนความชอบโดยรวม (ค่าคะแนน 1-9) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และนำมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนมะม่วงสุก

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย กรรมวิธี
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่เคลือบผิว	7.40	7.20 ab	7.00 a	6.40 ab	6.60 a	4.80 ab	4.00 a	6.20
CMC 0.5%	7.80	8.00 a	7.40 a	7.00 a	7.00 a	4.60 b	4.20 a	6.57
CMC 1.0%	7.60	7.20 ab	7.00 a	6.60 a	6.60 a	4.80 ab	4.40 a	6.31
CMC 1.5%	7.60	7.40 a	6.20 b	5.80 b	5.60 b	5.40 a	3.80 a	5.97
CMC 2.0%	7.60	6.40 b	6.40 ab	6.00 ab	5.60 b	5.60 a	3.60 a	5.89
ค่าเฉลี่ยเวลาเก็บรักษา	7.60	7.24	6.80	6.36	6.28	5.04	4.00	
CV (กรรมวิธี) = 12.4% CV (เวลาเก็บรักษา) = 11.3%								

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่าคะแนน 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบเล็กน้อย 4= ไม่ชอบ 5= ยอมรับ 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด



ภาพที่ 7 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน



ภาพที่ 9 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เคลือบด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน (a) และมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 4 วัน (b)



ภาพที่ 10 โรคที่พบในระหว่างการเก็บรักษา

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสารเคลือบผิวที่บริโภครได้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด โดยใช้สารเคลือบผิวไคซานและ CMC ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษา มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่า การใช้ไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 50,000 และ 100,000 dalton ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถช่วยลดการสูญเสีย น้ำหนัก การชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การสุก และการเกิดโรคของมะม่วงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาการใช้ไคโตซานในการเคลือบผิวผลไม้ เนื่องจากเป็นสารเคลือบผิวที่บริโภครได้ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยควรรักษาไคโตซานที่มีขนาดโมเลกุลสูง ประมาณ 1,000,000 dalton และขนาดโมเลกุลปานกลางประมาณ 600,000 dalton

สำหรับการใช้ CMC ในการเคลือบผิวมะม่วงพบว่า การใช้ CMC 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การเกิดโรค และช่วยชะลอการสุกของมะม่วงได้ โดยสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ได้นาน 25 วัน และสามารถพัฒนาการสุกได้ปกติเมื่อวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ส่วนมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวสามารถเก็บได้นาน 20 วัน นอกจากนี้ควรมีการศึกษาการใช้ CMC ในการยืดอายุผลไม้สดและผลไม้ตัดแต่ง เนื่องจากเป็นสารเคลือบผิวที่บริโภครได้ และสามารถสกัดได้จากวัสดุทางการเกษตรหลายชนิด วัสดุที่ใช้ในการผลิตมีต้นทุนต่ำและหาได้ง่ายในประเทศไทย

10. คำขอบคุณ

ขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วง อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว และอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัย

12. เอกสารอ้างอิง

दनัย บุญเกียรติ. 2534. *สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 130 น.

_____. 2540. *สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 222 น.

นิธยา รัตนพนนท์. 2547. สารเคลือบผิวที่บริโภครได้. ใน เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 179-198.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการส่งออก (export) มะม่วงสด : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน [ออนไลน์]. สืบค้นจาก :

http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php (1 กุมภาพันธ์ 2559).

ปิยพร ร่มแสง มัตติกา ไชยลังกา รังสรรค์ กุณชนะ วิชชากร กันทรัญญ์ อนุวัฒน์ โรจน์สินทรัพย์ และนพพล เล็กสวัสดิ์. 2559. CMC biopolymer. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก:

<http://www.agro.cmu.ac.th/absc/data/56/No07.pdf>. (1 มีนาคม 2559).

- Anjum, N., T. Masud and A. Latif. 2006. Effect of various coating Materials on Keeping quality of Mangoes (*Mangifera indica*) stored at low temperature. *Am. J. Food Technol.* 1: 52-58.
- Baldwin, E.A., M.O. Nisperos, P.E. Shaw and J.K. Burns. 1995. Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees Brix, and ascorbic acid levels. *J. Agric. Food Chem.* 43: 1321-1331.
- Baldwin, E.A., E.A., J.K. Burns, W. Kazokas, J.K. Brecht, R.D. Hagenmaier, R.J. Bender and E. Pesis. 1999. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 17: 215-226.
- Chien, P.J., F. Sheu and H.R. Lin. 2007. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increase postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry.* 100: 1160-1164.
- Du, J., H. Gemma and S. Iwahori. 1997. Effects of chitosan coating on the storage of peach (*Prunus persical*), Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*), and kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 66: 15-22.
- _____. 1998. Effect of chitosan coating on the storability and on the ultrastructural changes of 'Jonagold' apple fruit in storage. *Food Preservation Science.* 24: 23-29.
- El Ghaouth, J. Arul, R. Ponnampalam and M. Boulet. 1991. Chitosan coating effect on storability and qualities of fresh strawberries. *J. Food Sci.* 56: 1618-1620.
- _____, A., J. Arul, J. Grenier and A. Asselin. 1992a. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology.* 82: 398-402.
- _____, R. Ponnampalam and F. Castaigne and J. Arul. 1992b. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *HortSci.* 27: 1016-1018.
- Jiang, Y. and Y. Li. 2001. Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry.* 73: 139-143.
- _____, J. Li and W. Jiang. 2005. Effect of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. *LWT.* 38: 757-761.
- Krumel, K.L. and T.A. Lindsey. 1976. Nonionic cellulose ethers. *Food Technol.* 30: 36-43
- Zhang, D. and P.C. Quantick. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries during storage. *J. Hort Sci. Biol.* 73: 763-767.