

# โครงการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือใช้จากมังคุด

## The development of postharvest management and utilization of mangosteen residues.

มาลัยพร เชื้อบัณฑิต<sup>1</sup> อีรุฒิ ชูตินันทกุล<sup>1</sup> สำเรึง ช่างประเสริฐ<sup>1</sup> อภิรติ กอร์ปไปพุลย์<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือใช้จากมังคุด มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดเพื่อการส่งออก โดยชะลอกระบวนการสุกและการพัฒนาสีเปลือก และการเพิ่มมูลค่าการใช้ประโยชน์จากจากเปลือกมังคุด เพื่อป้องกันกำจัดเชื้อราที่ผิวผลไม้ ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2554-กันยายน พ.ศ. 2555 โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ 1) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดผลสดโดยการประยุกต์ใช้ CMC (carboxymethyl cellulose) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 2) การประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อป้องกันเชื้อราในฟิล์มเคลือบผลไม้ และ 3) ศึกษาสถานะของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมต่อการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดเพื่อการส่งออก ผลการเคลือบผิวมังคุดด้วยสาร CMC ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษามังคุดได้นาน 28 วัน โดยคงความสดของซั้ว กลีบเลี้ยง และสีผิวเปลือกอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และการป้องกันกำจัดเชื้อราโดยใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุด (Xanthone) พบว่าที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ ของสาร xanthone มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดเชื้อราในผลลองกองได้ดีที่สุด เท่ากับ 6.06 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้สาร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเกิดเชื้อราเท่ากับ 19.05 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ความเข้มข้นของสาร Xanthone ที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้ค่าความหวานของผลลองกองแตกต่างกัน และการศึกษาสถานะของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมต่อการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด พบว่าสาร 1-MCP สถานะแก๊ส ความเข้มข้น 2,000 พีพีเอ็ม สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวมังคุดได้นาน 28 วัน อีกทั้งยังเป็นสถานะที่สามารถนำไปใช้งานได้ง่ายเมื่อเทียบกับสารสถานะอื่นๆ จากการทดลองทั้งหมด สามารถเลือกวิธีการที่จะนำไปใช้ในการรักษาความสดของซั้ว กลีบเลี้ยง และชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้ โดยจะเลือกใช้ วิธีการเคลือบผิว หรือการรมด้วยสาร ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ประกอบการ และการยอมรับของผู้บริโภค ส่วนการป้องกันกำจัดเชื้อราในลองกองโดยใช้สารสกัด Xanthone จากเปลือกมังคุดยังใช้ได้ในห้องปฏิบัติการเนื่องจากสารสกัดที่ได้มีความเข้มข้นสูง สารที่ได้มีคุณสมบัติเหนียวข้นเป็นสีดำเมื่อจะใช้ต้องนำมาละลายด้วยตัวทำละลายจะใช้เวลาาน นอกจากนั้นในการสกัดแต่ละครั้งความบริสุทธิ์ของสารจะไม่แน่นอน การจะนำไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรจึงยังไม่เหมาะสมในการปฏิบัติของเกษตรกร จึงควรมีการพัฒนาการสกัดสาร Xanthone ให้ใช้ได้ง่ายและมีความบริสุทธิ์ของสารที่แน่นอนก่อนนำไปใช้ได้ต่อไป

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

## คำนำ

### ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพทางการตลาดมาก เนื่องจากมีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคทั่วไปทั้งเอเชีย ยุโรป และอเมริกา โดยมีตลาดหลักได้แก่ประเทศจีน ฮองกง และญี่ปุ่น ตลอดจนจนถึงประเทศในกลุ่มเอเชียอื่นๆ ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกมังคุดรายใหญ่ของโลก ในปี 2551 มีพื้นที่ปลูกยืนต้น 489,767 ไร่ มีพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 396,325 ไร่ มีอัตราพื้นที่ให้ผลผลิตแล้วเพิ่มต่อปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2551 ร้อยละ 10.41 มีพื้นที่ให้ผลผลิตแล้วมากที่สุด ในภาคกลางแถบตะวันออกอยู่ที่จังหวัดจันทบุรี และในภาคใต้อยู่ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนในด้านการตลาดนั้น พบว่าปี 2550 มีส่วนแบ่งการตลาดโลกร้อยละ 83.00 ของ 0.028 ล้านตัน ในปี 2551 มีผลผลิตรวม 173,511 ตัน ใช้ภายในประเทศ 127,211 ตัน (73.32%) และส่งออกต่างประเทศ 43,805 ตัน (25.25%) โดยปี 2551 ส่งออกในรูปแบบผลสดแช่เย็น 43,518 ตันและผลแช่แข็ง 284 ตัน มีแนวโน้มการส่งออกผลสดเพิ่มขึ้น มีอัตราเพิ่มต่อปี ตั้งแต่ปี 2546-2551 ของผลสดร้อยละ 21.15 และผลแช่แข็งร้อยละ 2.23 ระบบตลาดจะเป็นแบบฝากขาย แบบขายผ่านและร่วมลงทุนกับต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ซึ่งมังคุดยังมีอนาคตสดใสในการส่งออกและต่างประเทศยังมีความต้องการอีกมากทั้งในรูปแบบผลสดและผลิตภัณฑ์ แต่ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตมังคุดคุณภาพให้เพียงพอต่อความต้องการของประเทศคู่ค้า อีกทั้งยังขาดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ การเพิ่มปริมาณการส่งออกมังคุดคุณภาพให้มีปริมาณมากขึ้นจำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านงานวิจัยในด้านการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดผลสดเพื่อการส่งออก มังคุดผลสดมีอายุการเก็บรักษาสั้นเมื่อวางที่อุณหภูมิห้อง เกษตรกรผู้ผลิตมังคุดจะเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะเหมาะต่อการเก็บเกี่ยวคือระยะที่ 1-6 (เริ่มมีจุดประสีชมพูในบางส่วนของผลจนถึงมีสีดำทั้งผล) ระยะการเก็บเกี่ยวเพื่อส่งออกมีเพียงระยะที่ 2 และ 3 ส่วนระยะที่ 4, 5 และ 6 เก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำหนิภายนอกผลด้วย ผลมังคุดหลังเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาหลายอย่างตามกระบวนการสุก มีการเปลี่ยนสีของเปลือกอย่างรวดเร็วของมังคุดสำหรับการเก็บเกี่ยวแต่ละวัยมักมีระยะเวลาแตกต่างกันอยู่ 1 วัน ที่อุณหภูมิ 28-33°C (กวิศร์ และ สุรพงษ์, 2523) ระยะเวลาตัดแยกเกรดขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตของฤดูกาลหากผลผลิตมากระยะเวลาในการคัดเกรดจะใช้เวลานาน จากระยะเวลาที่เก็บผลผลิตจนถึงเวลาที่ได้รับการคัดเกรดนั้น สีของเปลือกมังคุดพัฒนาเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้มังคุดในระยะเก็บเกี่ยวระยะที่ 2 และ 3 เพื่อส่งออกซึ่งมีราคาสูงกว่าจำหน่ายในประเทศมีจำนวนน้อยลง และเปลี่ยนไปเป็นระยะที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายภายในประเทศมากขึ้น นอกจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสีผิวที่พัฒนาอย่างรวดเร็วแล้วความสดของซ้และกลิ่นเฝื่อนของผลก็เป็นอีกปัญหาสำคัญที่จำเป็นต้องมีงานวิจัยเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดมังคุดส่งออกและเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร การใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือใช้จากต้นและผลมังคุด หากมีการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรได้อีกทาง

## วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดเพื่อการส่งออก โดยชะลอกระบวนการสุกและการพัฒนาสีเปลือก และการเพิ่มมูลค่าการใช้ประโยชน์จากมังคุด เพื่อป้องกันกำจัดเชื้อราที่ผิวผลไม้ อย่างน้อย 1 เทคโนโลยี

## ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หรือ ซีเอ็มซี (Carboxymethyl Cellulose, CMC) เป็น “โพลิเมอร์ชีวภาพ” ที่มีบทบาทสำคัญมากในอุตสาหกรรมหลายชนิด มีการนำเข้าเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ได้จากการทำปฏิกิริยาของเอลฟาเซลลูโลสปริมาณสูงกับอีเธอร์รีไฟอิงเอเจนต์ในสภาวะต่าง มีคุณสมบัติ เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายหนืดใส ไม่มีกลิ่น และไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย สามารถใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมซักฟอก สิ่งทอ กระดาษ สี กาว เซรามิก อาหารและยา และด้านการเกษตร โดยวัตถุประสงค์ในการเตรียม ซีเอ็มซี ในต่างประเทศส่วนใหญ่ผลิตจากไม้ยืนต้น เช่น สน และยูคาลิปตัส เนื่องจากให้เยื่อเซลลูโลสที่มีคุณภาพสูง ประเทศไทยมีพืชและผลไม้หลายชนิดที่สามารถนำมาสกัดแยกเยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูงได้ เช่น ขานอ้อย ข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นสิ่งเหลือใช้จำนวนมากจากการเกษตร ที่สามารถเพิ่มมูลค่าได้

1-mcp (1-Methyl Cyclopropene) เป็นสารที่ยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยแย่งจับกับ receptor เอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถเข้าจับกับ receptor ได้ จึงไม่สามารถไปกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีระวิทยาและการสังเคราะห์เอทิลีนที่เกี่ยวข้องได้

Xantone เป็นสารกลุ่มที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด ประกอบด้วยสารต่างๆ หลายชนิด ยางจากมังคุดประกอบด้วย xanthones > 75% และปัจจุบันมีการนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดไปฉีดพ่นเพื่อป้องกันโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา โดยเมื่อฉีดพ่นเพื่อเคลือบผิวบางๆ ป้องกันความชื้น นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียและเชื้อราได้อีกด้วย

## การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณการส่งออกมังคุดผลสด คือการพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อขนส่งไปประเทศที่ห่างไกล จากการศึกษาวิจัยของพัชรและคณะ (2551) พบว่าการชะลอกระบวนการสุกของผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวจากผลมังคุดระยะสายเลือดที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 นาโนลิตรต่อลิตรนาน 6 ชั่วโมงที่ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเก็บรักษาที่ 15 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าผลมังคุดที่รมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการพัฒนาสีของเปลือก

Nigel H. และคณะ (1997) ได้ศึกษาผลของการเคลือบต่อการเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลไม้ พบว่าการเคลือบผิวผลไม้สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและช่วยชะลอการสุกของผลไม้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบ โดยสารเคลือบที่นำมาศึกษามีทั้งสารจากธรรมชาติ เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และไคโตซาน ซึ่งสามารถต้านการซึมผ่านของน้ำได้น้อย ในขณะที่สารเคลือบที่ได้จากโปรตีนสกัดจากถั้วพืช สามารถต้านทานการซึมผ่านของน้ำได้มากกว่า ส่วนสารเคลือบที่มีส่วนผสมของพอลิเอทิลีนสามารถลดการสูญเสียน้ำได้มากที่สุด และจากการศึกษาผลของความเข้มข้นของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกมะละกอ (CMCp) ในสารเคลือบผิว

อิมัลชันต่อคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงน้ำดอกไม้ของพรชัยและคณะ (2551) พบว่าการเคลือบผิวด้วย CMCp 0.2% แลวกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ ชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและมีอายุการเก็บรักษานาน 18 วัน และจากการศึกษาการลดอุณหภูมิอย่างเฉียบพลันในผักและผลไม้สดของ Karen (1991) พบว่าจำเป็นต้องลดความร้อนแฝงในผักและผลไม้อย่างรวดเร็วก่อนการเก็บรักษาและขนส่ง เพื่อช่วยชะลออัตราการคายน้ำ และช่วยยืดอายุผลผลิต ส่งผลให้ระยะเวลาการวางจำหน่ายในตลาดนานขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้สดเพื่อการส่งออก จึงนำมาเพื่อการพัฒนาการยืดอายุการเก็บมั่งคุดผลสด และเพิ่มปริมาณการส่งออกอีกทางหนึ่ง

การใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นอีกทางในการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร จากการศึกษาของเชิดศักดิ์และคณะ (2544) พบว่ารสฝาดในเปลือกมังคุดมีสารแทนนิน (tannin) มีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายเร็ว, สารแซนโทนส์ (Xanthones) ที่มีชื่อเรียกเฉพาะชื่อเดียวกับมังคุดว่าสารแมงโกสติน (mangostin) มีฤทธิ์ช่วยลดอาการอักเสบ และต้านเชื้อแบคทีเรีย ที่ทำให้เกิดหนอง และมีสารแอนโทไซยานิน มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีกด้วย

### วิธีการดำเนินงาน

#### วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ปฏิบัติการทดลองที่แปลงมังคุดของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1 กิจกรรม คือ กิจกรรมการวิจัยและพัฒนาการจัดการคุณภาพมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก และ 3 การทดลอง ได้แก่

**การทดลองที่ 1** ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดผลสดโดยการประยุกต์ใช้ CMC (carboxymethyl cellulose) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ตค. 54-กย. 55)

**การทดลองที่ 2** การประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อป้องกันเชื้อราในฟิล์มเคลือบผลไม้ (ตค. 54-กย. 55)

**การทดลองที่ 3** ศึกษาสถานะของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมต่อการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดเพื่อการส่งออก (ตค. 54-กย. 55)

**การทดลองที่ 1** ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดผลสดโดยการประยุกต์ใช้ CMC (carboxymethyl cellulose) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 กรรมวิธี 3 ซ้ำ คือ

- กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการเคลือบผิว
- กรรมวิธีที่ 2 เคลือบผิวด้วย CMC 0.2 %
- กรรมวิธีที่ 3 เคลือบผิวด้วย CMC 0.4 %
- กรรมวิธีที่ 4 เคลือบผิวด้วย CMC 0.8 %

กรรมวิธีที่ 5 เคลือบผิวด้วย CMC 1.6 %

โดยมีขั้นตอนดำเนินการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกมังคุดคุณภาพดี ผิวสวย น้ำหนักผล 80-90 กรัม คละระยะเวลาการสุกตั้งแต่ระยะที่ 3 และ 4

ขั้นตอนที่ 2 เคลือบผิวด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ ตามกรรมวิธี ผึ่งให้แห้ง

ขั้นตอนที่ 3 บรรจุตะกร้ารองกระดาษปิดด้านบนด้วยแผ่นโฟมซุบสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ตะกร้าละ 8 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $13 \pm 1$  องศาเซลเซียส

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกผลการทดลองหลังเคลือบผิวทันที และบันทึกผลต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา เป็นระยะเวลาประมาณ 30 วัน (7 วันต่อครั้ง) จำนวนกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ตะกร้า ทำการบันทึกผล ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงของสีผิว
- การสูญเสียน้ำหนัก
- ความสดของผิว กลีบเลี้ยง
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble solids content, SSC) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) และอัตราส่วนของ SSC/TA
- นำน้ำคั้นจากเนื้อมังคุด ตรวจสอบปริมาณ SSC ด้วยเครื่อง hand refractometer (Atago, Japan)
- ปริมาณ TA นำน้ำคั้นที่ได้ไทเทรตด้วย NaOH 0.1 N และใช้ phenolphthalein 1% เป็น indicator (A.O.A.C., 1984) นำปริมาตรกรดที่ใช้มาคำนวณหาปริมาณ TA เป็นจำนวนกรัมของกรดซิตริก ต่อเนื้อ 100 กรัม และคำนวณสัดส่วนของ SSC/TA
- การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนคุณภาพตามใบประเมินดังนี้

1. ความสดของเปลือก	ไม่สด	1	2	3	4	5	สดมาก
2. การเปลี่ยนแปลงสีคล้ำ	ไม่สวย	1	2	3	4	5	สวยมาก
3. กลิ่นและรสผิดปกติ	ปกติ	1	2	3	4	5	ผิดปกติมาก
4. ความชอบ	ไม่ชอบ	1	2	3	4	5	ชอบมาก
5. ความยอมรับ	ไม่ยอมรับ	1	2	3	4	5	ยอมรับมาก

**การทดลองที่ 2** การประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อการป้องกันเชื้อราในฟิล์มเคลือบผลไม้

วางแผนการทดลอง แบบ CRD มี 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เคลือบฟิล์ม CMC ไม่มีสาร Xanthone

กรรมวิธีที่ 2 เคลือบฟิล์ม CMC ที่ผสมสาร Xanthone ความเข้มข้น 25 %

กรรมวิธีที่ 3 เคลือบฟิล์ม CMC ที่ผสมสาร Xanthone ความเข้มข้น 50 %

กรรมวิธีที่ 4 เคลือบฟิล์ม CMC ที่ผสมสาร Xanthone ความเข้มข้น 75 %

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมสารสกัดจากเปลือกมังคุด

1. นำเปลือกมังคุดสดมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด

2. ชั่งตัวอย่างที่บดได้มา 25 กรัม เติม Ethanol จำนวน 250 ml ใส่ Flask ขนาด 500 ml นำมาปั่นด้วย magnetic stirrer ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมากรองด้วยกระดาษ Whatman No.1 นำสารที่สกัดได้ไประเหยเอา Ethanol ออกให้หมดด้วยเครื่องระเหยระบบ Vacuum rotary evaporator ชั่งน้ำหนักสารที่สกัดได้แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 0-(-18) องศาเซลเซียส

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมฟิล์ม CMC (carboxymethyl cellulose) จากเปลือกทุเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมฟิล์ม CMC (carboxymethyl cellulose) ผสมสาร Xanthone

นำผงคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน 4.5 กรัม เติมสาร Xanthone ที่สกัดจากเปลือกมังคุด ตามความเข้มข้นที่กำหนด ที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส จนผงละลายหมด

ขั้นตอนที่ 4 การเตรียมผลลองกอง ทำความสะอาดช่องลองกองให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำไปเคลือบฟิล์มตามกรรมวิธี 5 ซ้ำๆ 3 ช่อง รวม 72 ช่อง หลังจากนั้นบรรจุลงกล่องแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 10 วัน โดยทำการสุ่มตัวอย่างมาตรวจวัดทุกๆ 2 วันกรรมวิธีละ 3 ช่อง สุ่มสำรวจการเกิดโรครากับผลลองกองในแต่ละช่อง

**การทดลองที่ 3** ศึกษาสถานะของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมต่อการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดเพื่อการส่งออก

วางแผนการทดลอง แบบ RCB มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการรมสาร (air : control)

กรรมวิธีที่ 2 รมสาร 1- MCP สถานะแก๊สความเข้มข้น 2 ไมโครลิตรต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 3 รมสาร 1- MCP สถานะของแข็งความเข้มข้น 2 ไมโครลิตรต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 4 จุ่มสาร 1- MCP สถานะของเหลวความเข้มข้น 2 ไมโครลิตรต่อลิตร

โดยมีขั้นตอนดำเนินการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกมังคุดคุณภาพดี ผิวสวย น้ำหนักผล 80-90 กรัม ระยะการสุกที่ 3 และ 4

ขั้นตอนที่ 2 บรรจุตะกร้ารองกระดาษปิดด้านบนด้วยแผ่นโฟมบุบสารป้องกันกำจัดเชื้อราตะกร้าละ 10 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 3 จัดการตามกรรมวิธีที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $13 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกผลการทดลองดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงของสีผิวเปลือกของแต่ละกรรมวิธี โดยทำการตรวจวัดด้วย color chart และเครื่องมือตรวจวัด color meter

- การสูญเสียน้ำหนักของแต่ละกรรมวิธี

- การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนคุณภาพตามใบประเมินดังนี้

1. ความสดของเปลือก	ไม่สด	1	2	3	4	5	สดมาก
2. การเปลี่ยนแปลงสีคล้ำ	ไม่สววย	1	2	3	4	5	สววยมาก
7. กลิ่นและรสผิดปกติ	ปกติ	1	2	3	4	5	ผิดปกติมาก
8. ความชอบ	ไม่ชอบ	1	2	3	4	5	ชอบมาก
9. ความยอมรับ	ไม่ยอมรับ	1	2	3	4	5	ยอมรับมาก

ขั้นตอนที่ 6 : ตรวจสอบวัดคุณภาพภายในผลอื่นๆ ดังนี้

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble solids content, SSC) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) และอัตราส่วนของ SSC/TA
- นำน้ำคั้นจากเนื้อตรวจหาปริมาณ SSC ด้วยเครื่อง hand refractometer (Atago, Japan)
- ปริมาณ TA นำน้ำคั้นที่ได้ไทเทรตด้วย NaOH 0.1 N และใช้ phenolphthalein 1% เป็น indicator (A.O.A.C., 1984) นำปริมาตรกรดที่ใช้มาคำนวณหาปริมาณ TA เป็นจำนวนกรัมของกรดซิตริกต่อเนื้อ 100 กรัม และคำนวณสัดส่วนของ SSC/TA

#### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**การทดลองที่ 1** ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดผลสดโดยการประยุกต์ใช้ CMC (carboxymethyl cellulose) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

จากการดำเนินการทดลอง เคลือบผิวมังคุดด้วยสาร CMC และเก็บรักษาไว้ 7 วัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพทั้งภายนอกและภายในของผลผลิตมังคุด ได้ผลดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการวิเคราะห์ หลังจากเคลือบผิวมังคุดด้วยกรรมวิธีต่างๆ (7 วันหลังจากเคลือบผิว)

กรรมวิธี	นน.สด (กรัม)	ความสด ของเปลือก	การเปลี่ยน สีคล้ำ	กลิ่น +รส	ความ ชอบ	การ ยอมรับ	% Brix	TA
T1 = น้ำเปล่า	97.78 b	4.4 a	4.2 a	1.3 a	4.5 a	3.2 a	17.6 a	0.71 a
T2 = cmc 0.2 %	98.1 b	4.5 a	4.5 a	1.2 a	4.5 a	3.5 a	17.0 a	0.73 a
T3 = cmc 0.4 %	106.3 a	4.5 a	4.1 a	1.5 a	4.3 a	3 a	16.9 a	0.69 a
T4 = cmc 0.8 %	88.5 c	4.4 a	4.3 a	1.6 a	4 a	3 a	17.7 a	0.74 a
T5 = cmc 1.6 %	93.3 b	4.5 a	4.1 a	1.6 a	4.2 a	3 a	17.6 a	0.72 a
CV (%)	23.6	19.3	15.6	14.6	13.8	14.8	9.7	9.6

จากตาราง พบว่าคุณภาพของมังคุดในทุกกรรมวิธีการทดลอง เมื่อวัดหลังการเคลือบผิวและเก็บรักษา 7 วัน ได้แก่ คุณภาพภายนอก เช่น ความสดของเปลือก มีค่าระหว่าง 4.4-4.5 การเปลี่ยนสี มีค่าระหว่าง 4.1-4.5 กลิ่น และรส มีค่าระหว่าง 1.2-1.6 ความชอบ มีค่าระหว่าง 4-4.5 การยอมรับ มีค่าระหว่าง 3-3.5 และคุณภาพภายใน ได้แก่ ค่าความหวาน มีค่าระหว่าง 16.9-17.7 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ซึ่งคุณภาพส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ยกเว้นน้ำหนักสดของมังคุดจะแตกต่างกันเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก น้ำหนักครั้งแรกของมังคุดแต่ละผลไม่เท่ากัน หลังจากนั้นเก็บรักษาไว้ต่อ และสุ่มเช็คคุณภาพผลผลิตทุก 7 วัน บันทึกผล ดังนี้

### 1. การเปลี่ยนแปลงของสีผิวผล

พบว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการเคลือบผิว มีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากระยะที่ 3 ไประยะที่ 5 เร็วมาก ใช้เวลา 7 วัน ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ เปลี่ยนสีเป็นระยะที่ 5 ใช้เวลา 14 วัน

### 2. ความสดของซั้ว กลีบเลี้ยง

พบว่า การเคลือบผิวด้วย CMC 0.2% เป็นกรรมวิธีที่คงความสดของซั้ว และกลีบเลี้ยงของมังคุดได้ดีที่สุด โดยสามารถคงความสดได้นาน 21 วัน และยังคงความสดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้นาน 28 วัน ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การสูญเสียน้ำหนัก ของมังคุดในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%)									
	เริ่มต้น		7 วัน		14 วัน		21 วัน		28 วัน	
	กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%
ไม่มีการเคลือบผิว	98	100	95	3.1	95	3.1	87	11.2	80	18.4
เคลือบผิวด้วย cmc 0.2 %	97	100	93	4.1	93	4.1	91	6.2	91	6.2
เคลือบผิวด้วย cmc 0.4 %	96	100	92	4.2	91	5.2	89	7.3	88	8.3
เคลือบผิวด้วย cmc 0.8 %	98	100	96	2.0	92	6.1	87	11.2	84	14.3
เคลือบผิวด้วย cmc 1.6 %	97	100	97	0	93	4.1	89	8.2	84	13.4

### 3. อายุการเก็บรักษาผลผลิตมังคุด

หลังการเคลือบผิวมังคุดตามกรรมวิธี และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $13 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 2 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 28 วัน โดยคุณภาพภายใน และคุณภาพภายนอก ยังอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อายุการเก็บรักษามังคุดผลสดหลังการเคลือบผิวด้วย CMC

วิธีการ	อายุการเก็บรักษา (วัน)	
	อุณหภูมิห้อง ( $25^{\circ}\text{C}$ )	ห้องเย็น $13 \pm 1^{\circ}\text{C}$
ไม่มีการเคลือบผิว	7 b	14 c
เคลือบผิวด้วย cmc 0.2 %	14 a	28 a
เคลือบผิวด้วย cmc 0.4 %	14 a	21 b
เคลือบผิวด้วย cmc 0.8 %	14 a	21 b
เคลือบผิวด้วย cmc 1.6 %	14 a	21 b
CV(%)	23.56	26.56

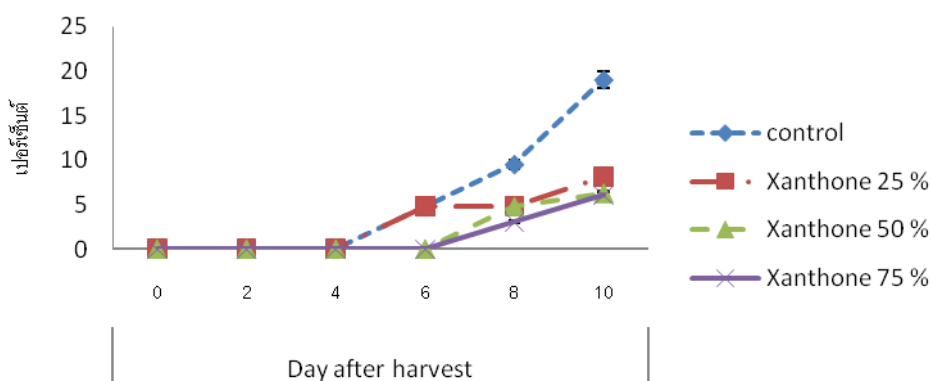


ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสมมติ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 3 พบว่า การเคลือบผิวมังคุดด้วย CMC ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ( $13 \pm 1$  องศาเซลเซียส) มีแนวโน้มที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษามังคุดได้ดี โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 28 วัน โดยคงความสดของซั้ว กลีบเลี้ยง และสีผิว อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ และมีปริมาณผลผลิตที่ตลาดยอมรับได้เหลือมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

## การทดลองที่ 2 การประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อป้องกันเชื้อราในฟิล์มเคลือบผลไม้

การใช้สารสกัดจาก Xanthone จากเปลือกมังคุดผสมสาร carboxymethyl cellulose (CMC) ที่ความเข้มข้น 25% 50% 75% เมื่อนำมาเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน พบว่า ความเข้มข้นของสาร Xanthone 75% มีค่าเฉลี่ยการเกิดโรคเท่ากับ 6.06% ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดเชื้อราในผลลองกองที่ดีที่สุด รองลงมาคือ ความเข้มข้นที่ 50% มีค่าการเกิดโรคราเท่ากับ 8.11% และ 25% มีค่าเฉลี่ยการเกิดโรคเท่ากับ 6.25% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สาร (control) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเกิดโรคราเท่ากับ 19.05% โดยคิดค่าสะสมจนถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ซึ่งผลการทดลองนี้ได้สอดคล้องกับ รัตยา (2554) ได้ทำการทดลองเบื้องต้นโดยใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุดในการยับยั้งการเกิดเชื้อราในผลมะม่วง ในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุของการเกิดโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงได้ (ภาพที่1) ซึ่งปัจจัยที่สำคัญในการก่อให้เกิดโรคก็คือในเรื่องของสภาพอากาศและความชื้น การทดลองนี้ได้ดำเนินการในช่วงที่มีความชื้นในอากาศอยู่ประมาณ 60% ในช่วงแรก และในช่วงท้ายของการทดลองมีความชื้นที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้อาจจะมีผลต่อการเกิดโรค และในส่วนของความบริสุทธิ์ของสารที่สกัดจากเปลือกมังคุดในแต่ละครั้งอาจจะมีค่าความบริสุทธิ์ของสาร Xanthone ไม่เท่ากัน เนื่องจากการสกัดอย่างง่าย ในส่วนของความหวาน (TSS) ในผลลองกองเมื่อเก็บรักษาครบจำนวน 10 วัน พบว่าความเข้มข้นของสาร Xanthone ที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้ค่าความหวาน (TSS) มีความแตกต่างกัน เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษายังไม่นานที่จะทำให้ค่าของความหวานเปลี่ยนแปลงไปมากนัก (ตารางที่ 4 )



ภาพที่ 1 เปอร์เซ็นต์การเกิดเชื้อราในผลลองกองที่ระดับความเข้มข้นของ Xanthone ต่างๆ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของความหวาน (TSS) ในผลลองกองที่ระดับความเข้มข้นของ Xanthone ต่างๆ หลังเก็บรักษาจำนวน 10 วัน

วันที่เก็บรักษา	ระดับความเข้มข้นของสาร Xanthone			
	Control (0%)	25 %	50 %	75 %
0	17.23±0.09	17.28±0.09	17.08±0.09	17.22±0.09
2	17.23±0.12	17.36±0.35	17.26±0.21	17.22±0.20
4	17.28±0.01	17.45±0.33	17.22±0.20	17.30±0.22
6	17.30±0.01	17.24±0.32	17.00±0.32	17.28±0.32
8	17.26±0.01	17.30±0.24	17.40±0.15	17.42±0.10
10	17.28±0.01	17.30±0.31	17.30±0.26	17.30±0.22
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	0.44	1.80	1.14	1.10

การทดลองที่ 3 ศึกษาสถานะของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมต่อการชะลอการเปลี่ยนสีผิว เปลือกมังคุดเพื่อการส่งออก การดำเนินการทดลอง การศึกษาสถานะของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีผิว เปลือกมังคุด ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2555 มีผลการดำเนินงาน ดังนี้

1. การคัดเลือกมังคุด ระยะที่เหมาะสมกับการรมด้วยสาร 1- MCP ในปีแรก พบว่า มังคุดระยะที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง คือมังคุดระยะ ที่ 3 และ 4 เนื่องจาก มีการพัฒนาของความสุกแก่เหมาะสม และพัฒนาไปสู่การสุกแก่ที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค และหลังจากยืดอายุการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ประมาณ 28 วันแล้ว ยังมีคุณภาพภายใน ภายนอก และการยอมรับของผู้บริโภคดี รสชาติดี ส่วนมังคุดระยะที่ 2 หลังการรมด้วยสาร 1-MCP พบว่ามีการพัฒนาการสุกแก่ต่อช้า คุณภาพภายในไม่ค่อยดี ไม่เหมาะสำหรับการส่งออกมังคุดคุณภาพ

2. การศึกษาสถานะของสาร 1- MCP ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด พบว่า สาร 1-MCP สถานะแก๊ส มีความเหมาะสม และสะดวกต่อการนำไปปฏิบัติ และสามารถยืดอายุการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด ได้นานกว่าการรมด้วยสาร 1-MCP สถานะอื่นๆ ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลของการรมด้วย 1-MCP สถานะต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกมังคุด

วิธีการ	อายุการเก็บรักษา (วัน)	
	อุณหภูมิห้อง (25 °C)	ห้องเย็น 13± 1 °C
ไม่มีการรมสาร (air: control)	7 b	14 c
รมสาร 1-MCP สถานะแก๊สความเข้มข้น 2000 ppm	14 a	28 a
รมสาร 1-MCP สถานะของแข็งความเข้มข้น 2000 ppm	14 a	21 b
จุ่มสาร 1-MCP สถานะของเหลวความเข้มข้น 2000 ppm	14 a	21 b
% CV	21.23	18.56

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตาราง จะพบว่าวิธีวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด โดยการรมด้วยสาร 1-MCP สถานะแก๊สความเข้มข้น 2,000 พีพีเอ็ม ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13± 1 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้นาน 28 วัน เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ที่สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้เพียง 21 วัน

#### สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทั้งหมด สามารถสรุปผลการทดลอง ได้ ดังนี้

1. การยืดอายุการเก็บรักษามังคุดผลสดโดยการเคลือบผิวด้วย CMC ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถยืดอายุการเก็บรักษามังคุดได้นาน 28 วัน
2. การเคลือบผิวด้วย CMC ไม่มีผลต่อคุณภาพของผลผลิตมังคุด โดยคุณภาพภายนอก ได้แก่ การเปลี่ยนสีผิว ความสดของซั้ว กลีบเลี้ยง ยังคงความสดอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 21-28 วัน
3. การสูญเสียน้ำหนัก หลังการเก็บรักษา นาน 28 วัน อยู่ระหว่าง 6.2-18.4 เปอร์เซ็นต์
4. มังคุดระยะที่เหมาะสม ต่อการนำมาเคลือบผิว ด้วย CMC และรมสาร 1 -MCP คือมังคุดระยะ 3 และ 4 เนื่องจากหลังการเคลือบผิว/รมสารและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อนำออกมาบริโภค พบว่ามีความสด อร่อย ไม่แตกต่างจากการสุกเองตามธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกค่อนข้างสม่ำเสมอ
5. สถานะของสาร 1-MCP ที่เหมาะสมสำหรับการรมมังคุด คือสถานะแก๊ส ความเข้มข้น 2,000 พีพีเอ็ม ที่สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้นาน 28 วัน ส่วนการรมด้วยสาร 1-MCP สถานะอื่น สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้นาน 21 วัน
6. การรมด้วยสาร 1-MCP สถานะแก๊ส ความเข้มข้น 2,000 ppm พบว่าคุณภาพภายในผลผลิต หลังการเก็บรักษา ไวนาน 28 วัน ไม่แตกต่างจากการสุกเองตามธรรมชาติ และอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์

7. การรมสารเพื่อชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด พบว่ามังคุดบางส่วน (ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเก็บรักษาไว้นานเกิน 14 วัน จะพบอาการเปลือกแห้ง แข็ง และมีเชื้อราอยู่ที่ผิวเปลือกด้วย ดังนั้นในการทดสอบจำเป็นต้องคัดเลือกมังคุดที่คุณภาพดี เก็บเกี่ยวอย่างถูกวิธี ไม่หล่นพื้น มาทำการทดสอบ เพื่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตน้อยที่สุด

8. สารสกัดจากเปลือกมังคุด (Xanthone) ที่ความเข้มข้น 75 % มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดเชื้อราในผลลองกองได้ดีที่สุด ส่วนความเข้มข้นของสาร Xanthone ที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้ค่าความหวานของผลลองกองแตกต่างกัน

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ พนักงานราชการ ผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนบุคลากร ของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล และ สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2523. ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมังคุด. วิทยาสารเกษตรศาสตร์. 13 (1-2) : 45-62.
- พัชร ปิริยะวินิตร์ และ สายชล เกตุษา. 2551. ผลของ 1-methylcyclopropane (1-MCP) ต่อการสุกของผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 โรงแรม อมารินทร์ลาภูน จ.พิษณุโลก 26-30 พฤษภาคม 2551.
- พรชัย ราชตะนะพันธุ์ และศรญา สุนทรอำไพ. การประยุกต์ใช้คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากเปลือกมะละกอในการเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่39. ฉบับที่ 3 (พิเศษ).
- รัตติยา พงศ์พิสุธา ชัยณรงค์ รัตนกริชากุล นุชยา โพธิกิจและรณภพ บรรเจิดเชิดชู. 2554. การทดสอบเบื้องต้นของสารสกัดเปลือกมังคุดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรปีที่ 42 ฉบับที่ 3 (พิเศษ). หน้า 89-92
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2551 จาก <http://www.oae.go.th>
- Karen L.B. Gast., 1991. Postharvest handling of fresh cut flowers and plant material. Commercial specialty cut flower production. Cooperative Extension Service, Manhattan, KANSAS.
- Nigel H. Banks, Jason W. Johnston, Rosemary A. Watson, Anna M. Kingsley and Bruce R. MacKay., 1997. Coating to Enhance Fruit life. Proceedings from Conference '97: Searching for Quality. Joint Meeting of the Australian Avocado Grower's Federation, Inc. and NZ Avocado Growers Association, Inc., 23-26 September 1997. J. G. Cutting (Ed.). Pages 46-54.

ภาคผนวก



กรรมวิธีที่ 1

กรรมวิธีที่ 2

กรรมวิธีที่ 3

กรรมวิธีที่ 4

กรรมวิธีที่ 5

รูปที่ 1 มังคุดหลังการเคลือบผิวด้วย CMC ความเข้มข้นต่างๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเวลา 28 วัน



รูปที่ 2 มังคุดที่รมสาร 1-MCP สถานะแก๊ส ความเข้มข้น 2,000 พีพีเอ็ม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 28 วัน