

การพัฒนาฟิล์มบริโภาคสำหรับเคลือบเนื้อทุเรียนสดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

ภรดี ภิญญาวัฒน์ ภูวรรณ ตูยาภิรัฐ และ โสรดา กนกพานนท์*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร. 0-2218-6867 โทรสาร 0-2218-6877 E-mail : sorada.k@chula.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติในการรักษาคุณภาพของเนื้อทุเรียนของฟิล์มเคลือบแบบบริโภาคได้ 2 ชนิด คือ ฟิล์มบางของไคโตซาน (0.5 เปอร์เซ็นต์โดยมวล) และฟิล์มบางของเจลาติน (1 เปอร์เซ็นต์โดยมวล) โดยที่การเคลือบฟิล์มใช้วิธีฉีดพ่น แล้วจึงทำให้แห้งด้วยการเป่าด้วยลมเย็น ความหนาของฟิล์มประมาณ 0.075 มิลลิเมตร และนำเอาผลไม้ที่เคลือบไปเก็บไว้ที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 0-5 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของทุเรียนหมอนทอง ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total soluble solid) ความแน่นเนื้อ (firmness) การสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงของสี

จากการทดลองจะเห็นได้ชัดว่าการเคลือบด้วยฟิล์มด้วยฟิล์มไคโตซานทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นประมาณ 5% นอกจากนี้แล้วยังช่วยลดอัตราการหายใจลงได้ 50 CO₂/kg hr ใน 2 วันแรก รวมทั้งสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากที่สุดคือ 2 % ส่วนการเคลือบฟิล์มด้วยสารละลายเจลาตินจะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น 5% ลดอัตราการหายใจได้ 100 CO₂/kg hr ใน 2 วันแรก และการสูญเสียน้ำหนักได้ 1% ผลการทดลองชี้ว่าการใช้ฟิล์มเคลือบเนื้อผลไม้ให้ประโยชน์ทางด้านการเพิ่มปริมาณของแข็ง ลดอัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักแต่การเคลือบผิวผลไม้จะทำให้ความแน่นเนื้อลดลงมากกว่าไม่ได้เคลือบคือประมาณ 13-20% ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาสูตรสารเคลือบเนื้อผลไม้แบบบริโภาคได้ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและการค้า รวมถึงการพัฒนาวัสดุชีวภาพของประเทศ

คำสำคัญ : ทุเรียน, เจลาติน, ไคโตซาน

1. บทนำและมูลเหตุจูงใจ

ทุเรียนเป็นหนึ่งในผลไม้ที่มีมูลค่าการส่งออกสูง รวมทั้งเป็นที่ต้องการของต่างประเทศมาก ปริมาณการส่งออกในรูปของเนื้อทุเรียนสดเป็นปริมาณ 86000 เมตริกตัน ในปี 2545 โดยมีมูลค่าการส่งออกเป็นเงิน 1700 ล้านบาท ทั้งในรูปผลไม้สด และในรูปผลไม้แช่แข็ง ประมาณ 96 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทุเรียน ได้มีการส่งออกไปยังฮ่องกง มาเลเซีย และ ไต้หวัน นอกจากนี้ อเมริกา แคนาดา และจีน [กรมศุลกากร, 2545] จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะทำให้ทุเรียนสามารถที่จะคงสภาพที่ดีอยู่ได้เป็นเวลานาน เนื่องจากทุเรียนเป็นผลไม้ประเภท climacteric จึงสุกเร็วและคงคุณภาพอยู่ได้ไม่นาน โดยเฉพาะหลังทำการปอก

เปลือกแล้ว ในปัจจุบันแนวโน้มการจำหน่ายผลไม้ปอกเปลือกมีปริมาณเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค และลดปริมาณขยะ ให้แก่ผู้บริโภค อีกประการหนึ่ง คือการมีความสนใจนำเปลือกทุเรียนมาใช้แปรรูปเป็นวัสดุต่างๆมากขึ้น

คณะผู้ดำเนินการโครงการ ร่วมกับ บริษัท ซีเฟรสไคโตซาน (แลป) จำกัด ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญที่จะพัฒนากระบวนการรักษาคุณภาพของเนื้อทุเรียนสดให้วางขายได้นานขึ้นที่อุณหภูมิห้องเย็น จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาสารเคลือบเนื้อผลไม้แบบบริโภาคได้โดยใช้วัสดุชีวภาพที่ผลิตได้ภายในประเทศ 2 ชนิดได้แก่ ไคโตซาน (chitosan) ที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมส่งออกอาหารทะเลและเจลาติน (gelatin) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปสัตว์

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสามารถในการรักษาความสดของเนื้อทุเรียนหมอนทองโดยใช้ฟิล์มบางของเจลาตินและไคโตซาน เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาสูตรสารเคลือบเนื้อผลไม้บริโภคได้

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทุเรียนเป็นผลไม้สดที่ให้พลังงานสูง (156 กิโลแคลอรี/100กรัม) นอกจากนี้ยังมีโปรตีน วิตามิน แคลเซียม ทุเรียนจะถูกเก็บรักษาไว้ได้ประมาณ 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส แต่ ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บทุเรียนได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ [Paul และคณะ, 1998]

สารเคลือบเนื้อผลไม้ชนิดบริโภคได้มักจะได้รับการออกแบบให้เป็นแผ่นฟิล์มบางที่เตรียมจากวัสดุชีวภาพที่มีความปลอดภัยในการบริโภค ซึ่งทำหน้าที่เป็นเหมือน เครื่องขัดขวางการรบกวนจากสภาวะภายนอก และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยมักจะทำจากพอลิเมอร์ชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ เช่น ไขมัน พอลิแซ็กคาไรด์ และโปรตีน วิธีการเคลือบทำได้หลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ ได้แก่ การชุบเคลือบ การทำให้เกิดฟอง การพ่นฝอย และการขึ้นรูปแผ่นฟิล์ม

เจลาตินเป็นโปรตีนที่ได้จากการสลายตัวครั้งแรกของคอลลาเจน (Collagen) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ที่พบในกระดูก ผิวหนัง และเอ็นจากสัตว์ ในปัจจุบันได้มีการใช้เจลาตินอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้เป็นสารปรับแต่งเนื้ออาหาร Gelling agent, Thickener, สารเพิ่มความคงตัวในไอศกรีม, Emulsifier ในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์และทางการแพทย์ เป็นตัวประสานในเม็ดยา เป็นตัวดูดซับเลือดในขณะผ่าตัด เป็นต้น [ปฐมพลและคณะ, 2544]

ไคโตแซน (Poly-β-(1,4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose, (C₆H₁₁O₄N)_n) เป็นอนุพันธ์ของไคตินเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติประเภทคาร์โบไฮเดรตที่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติและไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ พบ

มากในเปลือกหุ้มของสัตว์ จำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมลง หอย หัวกุ้ง และเปลือกกุ้ง ไคโตแซนสามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในงานด้านต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม ยา เครื่องสำอาง การเกษตรกรรม การแพทย์ และการบำบัดน้ำเสีย

พอลิเมอร์ชีวภาพทั้งสองชนิดนี้เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมที่มีมากมายในประเทศ และมีศักยภาพที่จะพัฒนาไปใช้เป็นสารเคลือบเนื้อผลไม้แบบบริโภคได้ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว และเป็นประโยชน์

4. วิธีการทดลอง

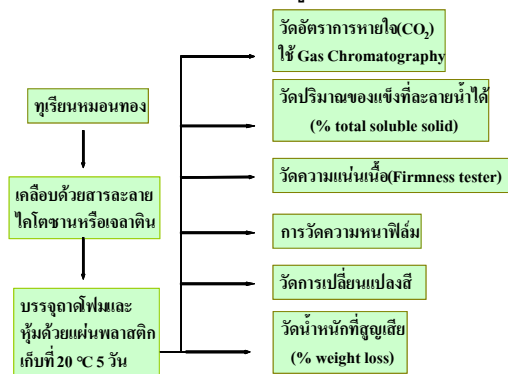
4.1 วัตถุดิบ

ไคโตซาน (90% DEA) ได้รับการอนุเคราะห์จาก บริษัท ซีเฟรสไคโตซาน (แลป) จำกัด เจลาติน (lab grade) 116-132 บลูม ซื้อจากบริษัท Asia Pacific Specialty Chemicals ออสเตรเลีย

ทุเรียนหมอนทองที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะกึ่งสุกกึ่งดิบ (ก่อนรับประทานได้ 1 วัน) จากตลาดสด นำมาปอกเปลือกออกโดยไม่ให้น้ำเข้า และแยกออกเป็นพูเดี่ยว โดยทุเรียนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพแต่ละชิ้นจะถูกทำลายไปหลังการวิเคราะห์ แต่การทดลองมีการทำซ้ำ 4 ครั้ง

4.2 ขั้นตอนในการทำการทดลอง

ทุเรียนที่ถูกเคลือบ และไม่เคลือบ แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะถูกนำไปวิเคราะห์คุณภาพโดยวิธีต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำการทดลอง

4.2.1. การเคลือบฟิล์มบนเนื้อผลไม้

เพื่อให้เนื้อทุเรียนได้รับการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด จึงใช้การฉีดยาเป็นวิธีการเคลือบฟิล์ม โดยใช้สารละลาย 1 เปอร์เซ็นต์ของเจลาติน และสารละลาย 0.5 เปอร์เซ็นต์ของไคโตซาน ในปริมาณ 10.1 ml/kg ลงบนแต่ละพูของเนื้อทุเรียน หลังจากนั้นนำไปเป่าให้แห้งด้วยลมเย็น บนภาชนะโฟม และหุ้มด้วยแผ่นพลาสติก (M Wrap, Polyethylene) และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน โดยจะมีการวิเคราะห์ตัวอย่างในวันที่ 0, 1, 3, 4 และ 5

4.2.2. การวัดความหนาฟิล์ม

การวัดความหนาของฟิล์มเคลือบทำโดยการตัดผิวของเนื้อทุเรียน แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

4.2.3. การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids)

เนื้อทุเรียนผสมด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:2 แล้วนำไปปั่นให้ละเอียด และเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 300 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายไปทำการวัดปริมาณของ Brix ด้วย hand refractometer

4.2.4. การวัดอัตราการหายใจ

การวัดอัตราการหายใจ ในรูปของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทุเรียนปลดปล่อยออกมา จะใช้การเก็บอากาศระบบปิด (รูปที่ 2) โดยจะนำเอาเนื้อทุเรียนมาทำการเก็บไว้ในขวดโหลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะทำการเก็บก๊าซในขวดโหล ไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography



รูปที่ 2 ระบบเก็บก๊าซแบบปิดที่ดัดแปลงมาใช้ในโครงการ เพื่อวัดอัตราการหายใจของเนื้อทุเรียนหมอนทอง

4.2.5 การวัดการเปลี่ยนแปลงของสี

การวัดการเปลี่ยนแปลงของสีทำได้โดยการจัดทำแผ่นเทียบสี ซึ่งได้จากการถ่ายภาพของเนื้อทุเรียนตั้งแต่ดิบจนกระทั่งสุก แล้วจึงนำสีที่ได้มาจัดทำเป็นดัชนีสีโดยมีการให้คะแนนจากระดับ 1-5 เริ่มจากสุกน้อย ไปสุกมาก เพื่อไว้ใช้เปรียบเทียบสีของเนื้อทุเรียน

4.2.6 การวัดความแน่นเนื้อ

วัดด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Firmness tester) โดยใช้หัวกดขนาด 11 มิลลิเมตร และทำการวัดความแน่นเนื้อที่บริเวณต่างๆ 5 จุด ต่อชิ้นแล้ว นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย การคำนวณค่าความแน่นเนื้อหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ความแน่นเนื้อ(นิวตัน)} = \text{ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้ (kg)} \times 9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

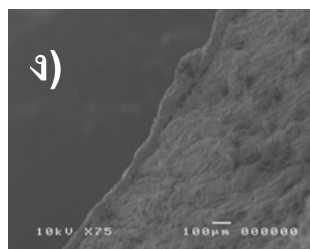
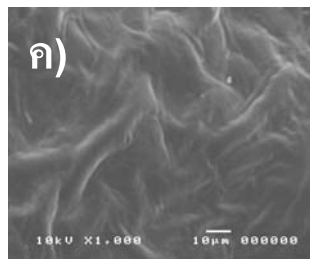
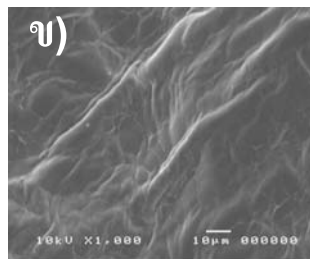
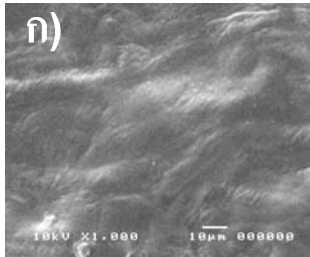


ภาพที่ 3 การวัดความแน่นเนื้อทุเรียนด้วย firmness tester

5. ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 ลักษณะพื้นผิวและความหนาของฟิล์มเคลือบ

การสังเกตลักษณะเนื้อทุเรียนด้วยตาพบว่าไม่เห็นความแตกต่างของเนื้อทุเรียนก่อนและหลังทำการเคลือบฟิล์ม แต่เมื่อตรวจดูพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าการเคลือบผิวทำให้พื้นผิวมีลักษณะเป็นรอยหยักมากกว่าพื้นผิวของทุเรียนตามธรรมชาติ (รูปที่ 3 ก ข และ ค) ฟิล์มเคลือบที่เกิดขึ้นมีความหนา 75 ไมโครเมตร (รูปที่ 3 ง)



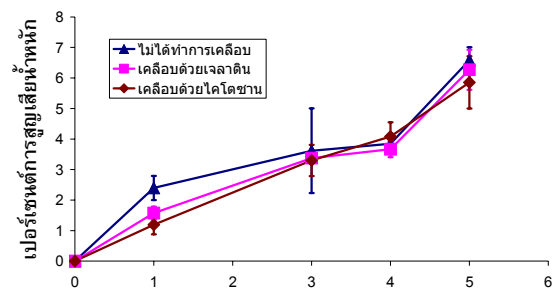
รูปที่ 3 ลักษณะของพื้นผิวของทุเรียน เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

- ก) รูปพื้นผิวของเนื้อทุเรียนที่ไม่ได้เคลือบ
- ข) รูปพื้นผิวของเนื้อทุเรียนที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซาน
- ค) รูปพื้นผิวของเนื้อทุเรียนที่เคลือบด้วยสารละลายเจลาติน

ง) ความหนาของฟิล์มเคลือบจากไคโตซานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.075 มิลลิเมตร($n=4$)

5.2 การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อทุเรียน

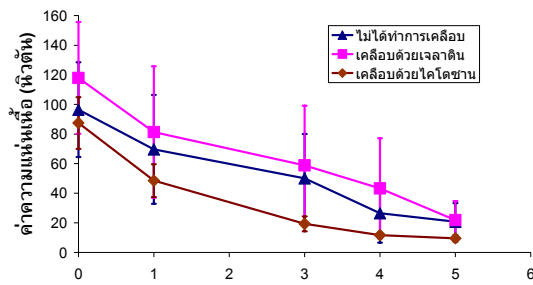
เนื้อทุเรียนที่เคลือบฟิล์มไคโตซานและเจลาตินจะมีปริมาณการสูญเสียน้ำหนักที่น้อยกว่าเนื้อทุเรียนที่ไม่ได้ทำการเคลือบประมาณ 1-2 % โดยทุเรียนที่เคลือบด้วยไคโตซานจะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าทุเรียนที่เคลือบด้วยเจลาติน แต่หลังจากวันที่ 3 ของการทดลอง การสูญเสียน้ำหนักของทุเรียนทั้งสองอย่างมีค่าที่ใกล้เคียงกัน (กราฟที่ 1)



กราฟที่ 1 การเสียน้ำหนักของเนื้อทุเรียนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

5.3 ความแน่นเนื้อ

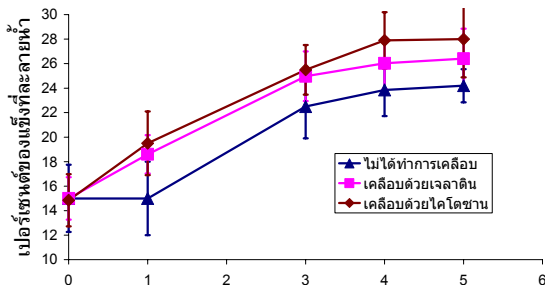
เนื้อทุเรียนที่ทำการเคลือบด้วยเจลาตินมีความแน่นเนื้อมากที่สุด รองลงมาคือเนื้อทุเรียนที่ไม่ได้ทำการเคลือบ โดยเนื้อทุเรียนที่ทำการเคลือบด้วยไคโตซานจะมีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด (กราฟที่ 2) เมื่อพิจารณาอัตราการลดลงของความแน่นเนื้อจากความชันของเส้นกราฟใน 4 วันแรกพบว่าเนื้อทุเรียนที่เคลือบด้วยไคโตซานหรือเจลาตินมีอัตราการลดลงของความแน่นเนื้อมากกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้เคลือบประมาณ 13-20%



กราฟที่ 2 ค่าความแน่นเนื้อของทุเรียนที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อมีการเก็บรักษาไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส

5.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

จากกราฟที่ 3 จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างที่ทำการเคลือบ ฟิล์มทั้ง 2 ชนิดนั้นมีค่าปริมาณของแข็งในสารละลาย มากกว่า ตัวอย่างที่ไม่ได้ทำการเคลือบประมาณ 5 % โดยเนื้อทุเรียนที่ทำการเคลือบด้วยไคโตซาน จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากที่สุด รองลงมาคือเจลาติน

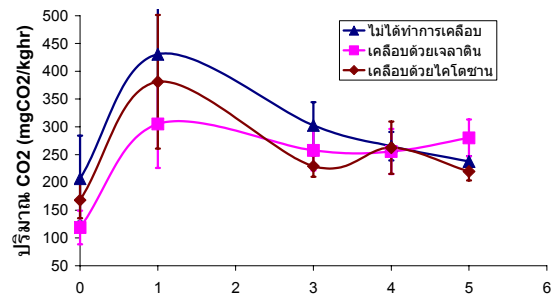


กราฟที่ 3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำที่เปลี่ยนแปลงใน 5 วัน เมื่อเก็บไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส

5.5 อัตราการหายใจ (ปริมาณ CO_2)

อัตราการหายใจของผลทุเรียน(ที่ไม่ได้ปอกเปลือก)อยู่ในช่วง $80\text{--}450 \text{ mgCO}_2/\text{kg hr}$ [Paul และคณะ 1998] ในการทดลองนี้พบว่าเนื้อทุเรียนที่ปอกเปลือกแล้ว มีอัตราการหายใจในช่วง $100\text{--}400 \text{ mgCO}_2/\text{kg hr}$ จากกราฟที่ 4 เห็นว่าอัตราการหายใจของทุเรียนที่ทำการเคลือบฟิล์ม จะมีค่าน้อยกว่าทุเรียนที่ไม่ได้ทำการเคลือบโดยเนื้อทุเรียนที่ทำการเคลือบด้วยเจลาตินจะมีอัตราการหายใจที่ต่ำกว่าทุเรียน

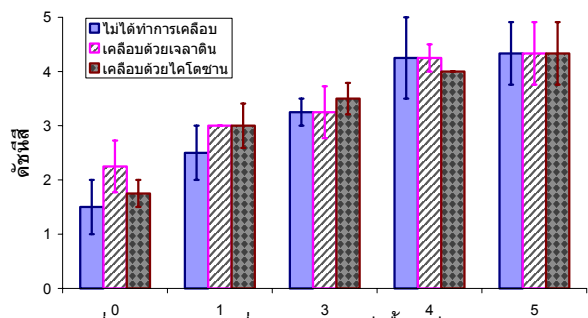
ที่เคลือบด้วยไคโตซาน $50 \text{ mgCO}_2/\text{kg hr}$ สามารถเห็นได้ชัดเจนในช่วง 2 วันแรก หลังจากนั้นเนื้อทุเรียนทุกตัวอย่างมีอัตราการหายใจที่ใกล้เคียงกัน



กราฟที่ 4 แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมา

5.6 การวัดการเปลี่ยนแปลงสี

สีของทุเรียนทุกตัวอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างรวดเร็วในช่วง 3 วันแรก (กราฟที่ 5)



กราฟที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อทุเรียน

6. สรุปผลการทดลอง

ดัชนีคุณภาพของทุเรียนเรียงตามความสำคัญตามลำดับ (จารุวรรณ, 2547) ได้แก่ 1) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ควรจะมีปริมาณมากเพื่อรสชาติที่ดีของผลไม้ 2) มีสูญเสียน้ำหนักที่น้อย 3) ความแน่นเนื้อที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก 4) มีการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อต่ำ และ 5) อัตราการหายใจที่ต่ำ ซึ่งจะแสดงถึงกิจกรรมทางชีวเคมีที่ต่ำในเนื้อผลไม้

เมื่อสรุปลักษณะของเนื้อทุเรียนเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 1) จะเห็นว่าการเคลือบฟิล์มให้ผลดีในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมี

ชนิดของฟิล์มเคลือบ	ปริมาณของแข็ง ที่ละลายน้ำ	ความหนืด	การสูญเสียน้ำหนัก	อัตราการหายใจ
ไม่ได้เคลือบ	เพิ่มขึ้น 5 %	ลดลง 70 นิวตัน	3 % ใน 2 วันแรก	สูงที่สุด
เจลาติน	เพิ่มขึ้น > 5 %	ลดลง 90 นิวตัน	2 % ใน 2 วันแรก	< 100 ใน 2 วันแรก
ไคโตซาน	เพิ่มขึ้น > 5 %	ลดลง 80 นิวตัน	1 % ใน 2 วันแรก	< 50 ใน 2 วันแรก

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลอง

ปริมาณมาก รวมทั้งยังลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก และการลดอัตราการหายใจของทุเรียนได้ แต่อย่างไรก็ตาม การเคลือบเนื้อทุเรียนด้วยฟิล์มทั้งสองจะทำให้ความหนืดเปลี่ยนแปลงไปมากถึง 13-20%

ผลการทดลองอาจแสดงถึงการเสื่อมสภาพของฟิล์มเคลือบภายใน 2-3 วัน เนื่องจากวัสดุที่ใช้เคลือบเป็น Hydrogel มีน้ำเป็นองค์ประกอบจำนวนมาก การระเหยของน้ำจากฟิล์มอาจจะมีผลให้ฟิล์มมีความสามารถในการปกป้องผิวทุเรียนได้ลดลง นอกจากนั้นเพื่อที่จะให้ได้ผลการทดลองที่มีความสม่ำเสมอ จึงควรให้มีการคัดเลือกตัวอย่างที่จะนำมาทดลองให้ได้ใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยอาจจะนำเนื้อทุเรียนมาในปริมาณที่มากเพื่อที่จะสามารถตัดตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาทำการทดลอง มีการผสมสารเพื่อช่วยให้ฟิล์มคงสภาพได้นาน เช่น สารเพิ่มแรงดึงผิวหรือสารกัน เชื้อรา โดยสารดังกล่าวจะต้องมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค หรืออาจจะเก็บไว้ที่อุณหภูมิที่ต่ำเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อโรค แต่ไม่ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นจุดที่ทำให้ทุเรียนเกิดการ สะท้านหนาว (chilling injury)[ดารณี, 2544]

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินงานโครงการได้รับทุนอุดหนุนโครงการโครงการงานอุตสาหกรรม จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปีการศึกษา 2546

ขอขอบคุณบริษัท ซีเพรชไคโตซาน (แลป) จำกัด สำหรับการสนับสนุนวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง และขอขอบพระคุณ ดร.อภิธา บุญศิริ คุณ จารุวรรณ และเจ้าหน้าที่ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืช

ทดลอง แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่กรุณาแนะนำทักษะการวิเคราะห์ และเอื้อเพื่ออุปกรณ์การวิเคราะห์ตัวอย่าง

8. เอกสารอ้างอิง

- การสัมมนาทางวิชาการเรื่องทุเรียน, ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน
- ข้อมูลกรมศุลกากร, 2545
- จริงแท้ ศิริพานิช, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538
- ดารณี ปานชลธิ, การปอกเปลือกและการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทอง, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, 2544
- ปฐมพล อาษาคง, มัณฑนา บันลือศักดิ์, การเตรียมพลาสติกหุ้มไส้กรอกเจลาติน, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, 2544
- รัตเกล้า ภูติวรรณ, การทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายของแผ่นฟิล์มไคโตซานด้วยการใช้กลูตารัลดีไฮด์, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, 2540
- Paul R. E. and Ketsa S., Durian, Post harvest technology UC Davis, 1998