



รายงานการวิจัย

การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้และปรับปรุง
คุณภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก

**Development of Post-Harvest Technology of Nam Dok Mai Mango
and Improved for Export Potential.**

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา และคณะ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2558

รหัส PCRU_2558_L081

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้และปรับปรุง
คุณภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก

**Development of Post-Harvest Technology of Nam Dok Mai Mango
and Improved for Export Potential.**

นางสาวขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวชนาวรรณ สุขเกษม

สาขาวิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวกฤติกา บุรณโชคไพศาล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงาน

คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2558

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยความช่วยเหลือ และความร่วมมืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่ายที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณไทรรัตน์ เปี้ยณอม เป็นอย่างสูงที่ให้ความรู้ เสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

15 มีนาคม 2559

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้และปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก
ผู้วิจัย	ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา ธนาวรรณ สุขเกษม กฤติกา บุรณโชคไพศาล
สาขาวิชา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดที่เหลือทิ้ง 3 ชนิด คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวาน ปริมาณเปลือกข้าวโพดที่ใช้มี 3 ระดับ ได้แก่ 5, 10 และ 15 % (w/v) และพลาสติกไซเซอร 2 ชนิด คือ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล ที่ความเข้มข้น 25% (w/v) พบว่าแผ่นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดหวาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปริมาณ 5% สามารถขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้ดีที่สุด และมีลักษณะแผ่นฟิล์มผิวเรียบ ลื่น ขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มได้ง่ายกว่าชนิดของเปลือกข้าวโพดชนิดอื่น แผ่นฟิล์มมีความหนา การซึมผ่านของไอน้ำ การต้านทานแรงดึง และร้อยละการยืดตัว เท่ากับ 0.67 – 2.16 มิลลิเมตร, 2.75×10^{-5} – 5.49×10^{-5} กรัมต่อเมตรต่อวินาทีต่อกิโลปาสคัล, 8.37 – 27.34 kPa และ 5.20 – 25.78% ตามลำดับ จากนั้นจึงนำแผ่นฟิล์มที่บรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดไปพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวโดยนำไปเคลือบผิวของน้ำดอกไม้เพื่อยืดอายุ ชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อการส่งออกต่อไป

จากการใช้สารเคลือบผิวคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) จากเปลือกข้าวโพดต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง โดยมีการใช้กลีเซอรอลเป็นสารเติมแต่งที่ทำให้เกิดการยืดหยุ่นร้อยละ 25 ($CMC_{gl} 25$) และ 30 ($CMC_{gl} 30$) และสารเคลือบผิวเชิงการค้าชิปปด้า แวกซ์ (ZX) ทำการเก็บรักษามะม่วงที่เคลือบผิวแล้วที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วย ZW ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) อัตราส่วน TSS/TA และปริมาณวิตามินซี ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วย $CMC_{gl} 25\%$ มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) อัตราส่วน TSS/TA ตีรอลงมาจาก ZW และจากการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค

พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วย ZW และ CMC_{95} 25% ได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

คำสำคัญ : เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว / น้ำดอกไม้ / คุณภาพ / การส่งออก

Title Development of Post-Harvest Technology of Nam Dok Mai Mango and Improved for Export Potential.

Author Miss Kwanjit Anukulwattana
Miss Tanawan Sukkasem
Miss Kritika Buranachokpaisan

Institute Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

Abstract

The objective of this research was to production of edible film from corn husk waste with Field corn, waxy corn and sweet corn. The edible film was prepared with 3 levels of corn husk were 5, 10 and 15% (w/v) and 2 plasticizer were sorbitol and glycerol at 25% (w/v). The results indicated that the film could be better formed at a 5% concentration of corn husk than the concentration of 10% and 15%. The film had smooth surface and could be formed film more easily than other corn husk. Thickness of the edible films was in the rang 0.67 – 2.16 mm, water vapor permeability (WVP), water solubility, tensile strength (TS) and elongation (%E) was 2.75×10^{-5} – 5.49×10^{-5} g/m.d.kPa, 8.37 – 27.34 kPa and 5.20 – 25.78% respectively. Then the edible films from corn husk to develop technology of postharvest and to coating to extend shelf life of Nam Dok Mai mango

The ffect of Carboxy Methyl Cellulose (CMC) coating from corn's husk to quality of golden mango. Which using glycerol as plasticizer for 25% (CMC_{gl} 25) and 30% (CMC_{gl} 30) and commercial coating ZIVDAR WAX (ZW). After storage at 12 °c for 30 days the golden mango coated with ZW had low weight lost and chemical change, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), TSS/TA ratio and vitamin C content, while the golden mango coated with 25% CMC_{gl} had higher of total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and TSS/TA ratio compared with ZW. The result of the consumer's acceptant was found that the golden mango coated with ZW and 25% CMC_{gl} had the highest score of overall acceptant and not different significance confidential ($p>0.05$).

Keywords : Post – harvest technology / Nam Dok Mai mango / Quality / Export

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มะม่วง (*Mangifera indica* Linn.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่คนนิยมบริโภค เนื่องจากมีรสชาติที่หวานหอม จัดอยู่ในวงศ์ Anacardiaceae ปลูกในทุกพื้นที่ของประเทศไทย เป็นไม้ผลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง จึงมีการส่งเสริมให้ปลูกมะม่วงกันอย่างแพร่หลาย เพื่อให้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศ ในพื้นที่ตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่มีการปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นจำนวนมาก มุ่งเน้นเพื่อการค้าและการส่งออกไปทางประเทศแถบเอเชีย แต่เนื่องจากมะม่วงเป็นผลผลิตที่มีอัตราการสูญเสียสูง เนื่องจากปัจจัยหลายๆด้าน เช่น การหายใจของผลมะม่วงเอง ซึ่งการหายใจนี้เป็นกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสมในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำตาลหรือแป้งให้เปลี่ยนไปเป็นพลังงาน ทำให้อาหารสะสมลดลง ส่งผลให้คุณภาพในการบริโภคลดต่ำลงด้วย โดยมะม่วงจะมีอัตราการหายใจสูงสุดเมื่อผลสุก จัดอยู่ในผลไม้ประเภทไคลแมเทอริก (climacteric fruit) ซึ่งผลไม้ประเภทนี้มีการสูญเสียมาก และอายุการเก็บรักษาสั้น นอกจากนั้นพลังงานความร้อนที่ปลดปล่อยออกมาในระหว่างการหายใจ ก็มีผลทำให้ผลผลิตมีอุณหภูมิสูงขึ้น ผลผลิตจึงต้องมีการคายน้ำเพื่อระบายความร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้ผิวเหี่ยวแห้ง น้ำหนักที่จะจำหน่าย และคุณภาพในการรับประทานลดลง การเน่าเสียจากเชื้อโรคต่างๆ ที่ติดผลมะม่วงมาจากการเก็บเกี่ยวก่อให้เกิดความเสียหายทั้งต่อปริมาณและคุณภาพของผลมะม่วงเป็นอย่างมาก การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว และการขนส่งที่ไม่ถูกต้อง รวมทั้งระยะเวลาการขนส่งที่ยาวนานกว่าอายุการเก็บรักษาของมะม่วงในการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ทำให้คุณภาพของมะม่วงส่งออกต่ำลง มะม่วงที่รับประทานผลดิบก็จะเกิดการสุก และมะม่วงที่รับประทานผลสุกเกิดการเน่าเสีย (ภัทรทิพย์, 2548) ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญสำหรับเกษตรกรที่ทำการปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออก

ฟิล์มที่บริโภคได้ก็นำมาใช้ในการเคลือบผิวสำหรับผลผลิตทางการเกษตรเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวรูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผลผลิตมีระยะเวลาในการเก็บรักษายาวนานขึ้น และช่วยเพิ่มศักยภาพด้านการส่งออกได้ วัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตฟิล์มบริโภคได้มีหลากหลายชนิด ทั้งฟิล์มจากคาร์โบไฮเดรต ฟิล์มจากโปรตีน และฟิล์มจากไขมัน ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี หรือจากผลผลิตที่เหลือทิ้งทางการเกษตรก็ได้ ซึ่งข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งจัดเป็นธัญพืชที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์มีความสำคัญรองจากข้าวสาลี และข้าว เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิดภายในเมล็ดมีแบ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญใช้เป็นอาหารหลักของมนุษย์ในหลายประเทศ เช่น เม็กซิโก สเปน อิตาลี แอฟริกาใต้ อินเดีย และอินโดนีเซีย โดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทยมีแหล่งเพาะ

ปลูกที่สำคัญอยู่บริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์ นอกจากนี้ข้าวโพดยังสามารถนำมาใช้ในการแปรรูปเป็นอาหาร คาวหวานได้อีกมากมายทั้งในรูปข้าวโพดสด และการแปรรูปเป็นข้าวโพดในน้ำเกลือ และน้ำเชื่อมบรรจุ กระป๋อง ซึ่งอัตราการผลิตและการบริโภคข้าวโพดมีแนวโน้มมากขึ้นในปัจจุบันจนทำให้เปลือกข้าวโพดซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปเข้าสู่สิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมากทำให้เกิดขยะเป็นปริมาณมากซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการเกิดภาวะโลกร้อน จึงได้มีการนำเอาเปลือกข้าวโพดที่เหลือทิ้งมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ อาทิ การประดิษฐ์เป็นของใช้ ของชำร่วย เป็นอาหารหมักสำหรับสัตว์ เป็นต้น ประกอบกับในยุคปัจจุบันเราจะเห็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรไม่ว่าจะเป็นผัก และผลไม้ ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศเป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากผลิตผลทางการเกษตรมีอัตราการเสื่อมเสียเร็วจึงต้องมีการประยุกต์นำเอาเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้คงอยู่นานขึ้น และส่วนใหญ่บรรจุภัณฑ์ที่ใช้กันส่วนใหญ่มาจากพลาสติกเป็นจำนวนมากส่งผลให้ปริมาณขยะที่เกิดจากพลาสติกสูงขึ้นตามไปด้วย และมีการใช้สารเคลือบผิวที่ทำจากสารเคมีที่มีราคาแพงและยังไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคแล้ว ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีจำนวนมากและเป็นที่มาของมลพิษต่าง ๆ เนื่องจากใช้เวลาในการย่อยสลายยากและใช้เวลานาน ซึ่งในอนาคตมีแนวโน้มที่ผู้บริโภคมีความสนใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงทำให้เกิดแนวคิดในการที่จะพัฒนาฟิล์มบริโภคได้ทดแทนการใช้ฟิล์มพลาสติกและใช้เคลือบผิวมากขึ้นเนื่องจากมีความปลอดภัยและย่อยสลายง่ายเนื่องจากฟิล์มบริโภคมีคุณสมบัติป้องกันหรือชะลอการผ่านของไอน้ำ ออกซิเจน สารระเหย และสารละลายจึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทั่วไปฟิล์มบริโภคได้ผลิตขึ้นจากพอลิแซ็กคาไรด์ โปรตีน และไขมัน

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษากระบวนการผลิตฟิล์มบริโภคได้ และคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของฟิล์มบริโภคได้จากเปลือกข้าวโพดที่เป็นพืชเศรษฐกิจในท้องถิ่นเพชรบูรณ์ที่หาได้ง่าย ราคาถูก อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยซึ่งเป็นการบริหารจัดการขยะเนื่องจากเปลือกข้าวโพดอีกทางหนึ่ง และผู้วิจัยยังมีความสนใจจะที่จะนำแผ่นฟิล์มบริโภคได้ที่ผลิตจากวัสดุทางธรรมชาติมาประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบผิวผลมะม่วงน้ำดอกไม้พันธุ์สีทองหลังจากกระบวนการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาในการส่งออกซึ่งจัดเป็นสารเคลือบผิวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้งทางเกษตร โดยนำมาใช้เคลือบผิวของผลมะม่วงร่วมกับการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ที่ทำการเพาะปลูกในเขตตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเชิงการค้าเพื่อเพิ่มศักยภาพทางการตลาดด้านการส่งออกให้กับมะม่วงน้ำดอกไม้ซึ่งถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจตัวใหม่ของชุมชนในตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ให้มีขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านการจัดจำหน่ายสินค้าเพื่อให้มีคุณภาพและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และช่วยเพิ่มระยะเวลาในการขนส่งซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการกระตุ้นและพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนให้มีศักยภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดที่เหลือทิ้ง และศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดที่เหลือทิ้ง
2. เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของการใช้ฟิล์มบรีโกลร่วมกับภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลงชั้นบรรยากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตโครงการวิจัยโครงการย่อยที่ 1

ทำการศึกษาตัวอย่างเปลือกข้าวโพดที่เหลือทิ้งจากการตัดแต่ง 3 ชนิด คือ เปลือกข้าวโพดหวาน เปลือกข้าวโพดเทียน และเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่ ที่เพาะปลูกในบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ทำการศึกษาระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพด 3 ชนิด โดยใช้ระดับความเข้มข้นของเปลือกข้าวโพด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 , 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้ง และใช้พลาสติกไซเซอร์ 2 ชนิด ได้แก่ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล ที่ความเข้มข้น 30% และนำมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของแผ่นฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพด

ขอบเขตโครงการวิจัยโครงการย่อยที่ 2

ศึกษามะม่วงน้ำดอกไม้พันธุ์สีทองที่ปลูกในพื้นที่ตำบลงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีอายุในการเก็บเกี่ยว 100 – 110 วัน ที่ปลูกในพื้นที่ตำบลงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ มาทำการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาด้วยวิธีการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว 3 ชนิด คือ Chitosan, Carboxymethylcellulose (CMC) และฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดร่วมกับการบรรจุแบบดัดแปลงสภาพบรรยากาศในภาชนะบรรจุด้วยฟิล์ม 3 ชนิด ได้แก่ โพลีเอทิลีน (PE) โพลีโพรพิลีน (PP) และโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดังนี้ 5 °C , 15 °C และ 37 °C เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ และศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ในระหว่างที่มีการเก็บรักษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตแผ่นฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดชนิดที่เหมาะสมที่สุด
2. ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมของการใช้ฟิล์มบรีโกลร่วมกับภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลงชั้นบรรยากาศต่อการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้
3. เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งของการปรับปรุงคุณภาพและส่งเสริมศักยภาพการส่งออกของมะม่วงน้ำดอกไม้ให้มีคุณภาพดีต่อไป

4. เพื่อเผยแพร่งานวิจัยในวารสาร และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสู่ชุมชนเพื่อสร้างความเข้มแข็งและเสริมศักยภาพด้านการตลาดส่งออก

5. สามารถนำมาบูรณาการร่วมกับการเรียนการสอนในรายวิชา พอลิเมอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีการแปรรูปและการถนอมอาหารต่อนักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาเคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

6. เป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากทรัพยากรในท้องถิ่น และนำองค์ความรู้จากเทคนิคการยืดอายุการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้ซึ่งจะนำไปประโยชน์ในการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีให้กับเกษตรกร ผู้ผลิต ตลอดจนประชาชนที่สนใจให้มีศักยภาพในการแข่งขันในระดับชาติ

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญและใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 มะม่วง
- 2.2 ข้าวโพด
- 2.3 สารเคลือบผิวบริโภคได้
- 2.4 พลาสติกไฮเซอรกับฟิล์มบริโภคได้
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะม่วง

มะม่วง *Mangifera indica* Linn. เป็นไม้ผลยืนต้นไม่ผลัดใบอยู่ในวงศ์ Anacardiaceae มีถิ่นกำเนิดในอินเดียและมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในกลุ่มไม้ผลฤดูเก็บเกี่ยวแตกต่างกันไปตามภูมิภาคมะม่วงมีหลายสายพันธุ์กระจายอยู่ตามประเทศในเขตร้อนตั้งแต่อินเดียจนถึงฟิลิปปินส์ในภาคกลางจะเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคม-เมษายนขณะที่ในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือมีการเก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

มะม่วงน้ำดอกไม้ *Mangifera indica* Linn. cv. 'Nam Dokmai' เป็นมะม่วงประเภทรับประทานสุก ออกดอกตก ติดผลปานกลาง ให้ผลทุกปี ผลมีน้ำหนักประมาณ 330 g ผลอ่อนรีปลายแหลม เมื่อดิบมีรสเปรี้ยว ผิวสีเขียวปนเหลือง เนื้อแน่น เมื่อผลสุกมีผิวสีเหลือง กลิ่นหอม เนื้อละเอียดมีเสี้ยนน้อย รสหวาน อายุตั้งแต่ออกดอกจนถึงผลแก่ประมาณ 115 วัน เนื่องจากมะม่วงน้ำดอกไม้มีเปลือกบาง จึงชำได้ง่ายและไม่ค่อยต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส ได้รับความนิยมปลูกมากเพราะเป็นพันธุ์ที่ออกดอกง่าย สามารถตอบสนองต่อการบังคับให้ ออกนอกฤดูได้ดี และตรงกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ (ศักยะ, 2555)

มะม่วงในประเทศไทยสามารถจำแนกชนิดตามการนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. มะม่วงบริโภคผลดิบหรือมะม่วงดิบ ผลมะม่วงในช่วงดิบส่วนเนื้อจะมีรสมัน หวานอมเปรี้ยว เมื่อแก่จัด แต่ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์มะม่วงที่พบในประเทศไทยเท่านั้น จึงไม่เป็นที่นิยมมากนัก และไม่เป็นที่นิยมของชาวต่างชาติด้วย พันธุ์มะม่วงกลุ่มนี้ได้แก่ เชี่ยวเสวย แรด ศาลายา และฟ้าลั่น เป็นต้น

2. มะม่วงบริโภคผลสุก ผลมะม่วงส่วนใหญ่ในช่วงที่ยังไม่สุกจะมีรสเปรี้ยว แต่เมื่อผลสุกจะมีรสหวานหอม บางพันธุ์เมื่อผลสุกมีรสหวานอมเปรี้ยว ซึ่งเป็นผลมะม่วงที่มีศักยภาพในการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ พันธุ์มะม่วงกลุ่มนี้ได้แก่ น้ำดอกไม้ แก้ว โชคอนันต์ ทองคำ และอกร่อง เป็นต้น

3. มะม่วงสำหรับแปรรูป เป็นผลมะม่วงที่นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดด้วยกัน เช่น น้ำมะม่วง ไวน์มะม่วง แยมมะม่วง และมะม่วงกวน เป็นต้น พันธุ์มะม่วงที่นิยมมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นมะม่วงสุกที่บริโภคผลสุก เช่น อกร่อง และแก้ว เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อผลมะม่วงสุก แสดงดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อผลมะม่วงสุก 100 กรัม

ส่วนประกอบสารเคมี	ปริมาณ
พลังงาน (แคลอรี) (กิโลกรัม)	62.1-63-7
ความชื้น (%)	78.9-82.3
โปรตีน (%)	0.36-0.40
ไขมัน (%)	0.30-0.53
คาร์โบไฮเดรต (%)	16.20-17.18
เส้นใย (%)	0.85-1.06
เถ้า (%)	0.34-0.52
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	6.1-12.3
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	5.5-17.9
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.20-0.63
วิตามิน (แคโรทีน) (มิลลิกรัม)	0.135-1.872
ไทอะมิน (มิลลิกรัม)	0.020-0.073
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.025-0.068
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	0.025-0.070
กรดแอสคอร์บิก (มิลลิกรัม)	7.8-172.0
ทรีฟโตเฟน (มิลลิกรัม)	3-6
เมไทโอนีน (มิลลิกรัม)	4
ไลซีน (มิลลิกรัม)	32-37

(อนุธิดา, 2548)

2.2 ข้าวโพด

ข้าวโพดจัดเป็นธัญพืชที่ใช้เป็นแหล่งอาหารมนุษย์และสัตว์ ปลุกได้ทั่วไปในเขตอบอุ่น ถึงร้อนชื้น และพื้นที่ราบเขตร้อน จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเฉพาะข้าวโพดไร่หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายในเมล็ดข้าวโพดมีแป้งเป็นองค์ประกอบสำคัญใช้เป็นแหล่งอาหารหลักของมนุษย์ในหลายประเทศ เช่น เม็กซิโก สเปน อิตาลี แอฟริกาใต้ อินเดีย และอินโดนีเซีย นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น แป้ง น้ำมัน น้ำตาล และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ต้นข้าวโพดและเปลือกข้าวโพดใช้เป็นอาหารสัตว์ ประเทศไทยผลิตข้าวโพดได้เป็นอันดับที่ 10 ของโลก โดยมีผลผลิตรวมประมาณ 4.2 ล้านตัน การผลิตข้าวโพดมีอัตราเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีความต้องการใช้ในปริมาณมากโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ที่ต้องการข้าวโพดสูงถึง 50 – 60 เปอร์เซ็นต์

สายพันธุ์ของข้าวโพด

โดยทั่วไปข้าวโพดจัดออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. **ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่ (Field Corn)** ที่รู้จักในปัจจุบันเช่นข้าวโพดหัวบ่ม (Dent Coorn) และข้าวโพดหัวแข็ง (Flint Corn) ซึ่งเป็นการเรียกตามลักษณะเมล็ดข้าวโพดหัวบ่มหรือหัวบวบ ข้าวโพดชนิดนี้เมื่อเมล็ดแห้งแล้วตรงส่วนหัวบนสุดจะมีรอยบ่มลงไป ซึ่งเป็นส่วนของแป้งสีขาว ข้าวโพดชนิดนี้สำคัญมากและนิยมปลูกกันมากใน ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะทางแถบคอร์นเบลท์ สีของเมล็ดมีตั้งแต่ขาวไปจนถึงเหลือง เนื่องจากมีหลายสายพันธุ์มีโปรตีนน้อยกว่าพวกข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดพันธุ์นี้ส่วนบนสุดของเมล็ดมักมีสีเหลืองจัดและเมื่อแห้งจะแข็งมาก ภายในเมล็ดมีสารที่ทำให้ข้าวโพดมีสีเหลืองจัดเป็นสารให้สีที่ชื่อคริปโตแซนทีน (Cruptoxanthin) สารนี้เมื่อสัตว์ได้รับร่างกายสัตว์จะเปลี่ยนสารนี้ให้เป็นวิตามินเอ นอกจากนี้สารนี้ยังช่วยให้ไข่แดงมีสีแดงเข้ม ช่วยให้ไก่มีผิวหนัง ปาก เนื้อ และแข้งมีสีเหลืองเข้มขึ้น เป็นที่นิยมของตลาดโดยเฉพาะแถบอเมริกาส่วนอังกฤษนั้นนิยมใช้ข้าวโพดขาว
2. **ข้าวโพดหวาน (Sweet Corn)** เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน ไม่มีการแปรรูป เมล็ดมักจะใสและเหี่ยวเมื่อแก่เต็มที่ เพราะมีน้ำตาลมาก ก่อนที่จะสุกจะมีรสหวานมากกว่าชนิดอื่น ๆ จึงเรียกข้าวโพดหวาน มีหลายสายพันธุ์
3. **ข้าวโพดคั่ว (Pop Corn)** เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน ไม่มีการแปรรูป เมล็ดค่อนข้างแข็ง สีดีและขนาดแตกต่างกัน สำหรับต่างประเทศ ถ้าเมล็ดมีลักษณะแหลมเรียกว่า ข้าวโพดข้าว (Rice Corn) ถ้าเมล็ดกลม เรียกว่า ข้าวโพดไข่มุก (Pearl Corn)
4. **ข้าวโพดแป้ง (Flour Corn)** เมล็ดมีสีหลายชนิด เช่น ขาว (เช่น ๆ หรือปนเหลืองนิด ๆ) หรือสีน้ำเงินคล้ำ หรือมีทั้งสีขาวและสีน้ำเงินคล้ำในฝักเดียวกัน เนื่องจากกลายพันธุ์ พวกที่มีเมล็ดสีคล้ำและพวกกลายพันธุ์เรียกว่าข้าวโพดอินเดียแดง (Squaw Corn) หรือเรียกได้อีกชื่อว่าข้าวโพดพันธุ์พื้นเมือง (Native Corn) พวกข้าวโพดสีคล้ำนี้จะมีในอาซิน สูงกว่าข้าวโพดที่มีแป้งสีขาว

5. ข้าวโพดเทียน (Waxy Corn) เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน จะมีแป้งที่มีลักษณะเฉพาะคือ นุ่มเหนียว เพราะในเนื้อแป้งจะประกอบด้วยแป้งพวกแอมมิโลเปคติน (Amylopectin) ส่วนข้าวโพด อื่น ๆ มีแป้งอะมิโลส (Amylose) ประกอบอยู่ด้วย จึงทำให้แป้งค่อนข้างแข็ง

นอกจากนี้สายพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้เลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ ที่นิยมปลูกในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์แก้วเทมาลา พีบี 12 (Rep.1) แก้วเทมาลา พีบี 12 (Rep.2) พีบี 5 ข้าวโพดเหนียว และ โอเปค-2 มีเมล็ดตั้งแต่สีขาว สีเหลืองไปจนถึงสีแดง ขนาดของเมล็ดขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยทั่วไปจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 0.5-0.8 ซม. ก่อนนำมาเลี้ยงสัตว์จึงต้องบดก่อนเพื่อช่วยให้การย่อยและการผสมได้ผลดีขึ้น ที่บดแล้วจะมีขนาดประมาณ 1-8 มม.

2.3 สารเคลือบผิวบริโภคได้

สารเคลือบผิวที่บริโภคได้มีการพัฒนาและใช้ประโยชน์มาช้านานแล้ว เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชและสัตว์ เช่น ไขมันพืช โปรตีน และสารสกัดจากสาหร่ายทะเล เป็นต้น การใช้สารเหล่านี้เคลือบผิวผักและผลไม้อาจใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้เพียงชนิดเดียว หรือหลายชนิดผสมรวมกัน โดยมีการพัฒนาส่วนผสมให้เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดและให้สะดวกต่อการเคลือบผิว การใช้สารเคลือบผิวควรเลือกชนิดและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมกับผลไม้แต่ละชนิด นอกจากนี้แล้วค่านิยมของผู้บริโภคปัจจุบัน โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วจะหันมานิยมความเป็นอยู่ที่ดีต่อธรรมชาติมากขึ้น

2.3.1 ชนิดของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้

2.3.1.1 แป้ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธัญพืช เช่น แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด นอกจากนั้นแล้วยังได้จากรากและลำต้นใต้ดินของพืชบางชนิด เช่น มันฝรั่ง แห้ว และมันสำปะหลัง เป็นต้น

2.3.1.2 ไขมันพืช เป็นไขมันที่สกัดจากเมล็ดพืช เช่น ถั่วเหลือง ฝ้าย ปาล์ม งา ถั่วลิสง และเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น

2.3.1.3 โปรตีน เช่น เจลาติน ซึ่งตามปกติละลายได้ในน้ำร้อน และมีสภาพเป็นเจลใสยืดหยุ่นได้ดี

2.3.1.4 สารสกัดจากสาหร่ายทะเล เช่น อะการ์ ซึ่งละลายได้ดีในน้ำร้อน เมื่อใช้เคลือบผิวผักและผลไม้ จะมีลักษณะเป็นแผ่นใสหุ้มอยู่ด้านนอก

2.3.1.5 สารที่ได้จากกระบวนการหมักจุลินทรีย์ เช่น แชนแทนกัม ซึ่งละลายได้ดีในน้ำเย็น

และมีความชื้นหนึ่ดมาก

2.3.1.6 พอลิแซ็กคาไรด์อื่นๆ ที่ได้จากพืช เช่น สตาร์ช เซลลูโลส เพคติน และกัม

2.3.1.7 สารสกัดจากสัตว์ เช่น ไคโตซาน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่พบในสัตว์ เช่น เปลือกกุ้งและกระดองปู เป็นต้น

2.3.2 ข้อดีของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้

2.3.2.1. มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับแว็กซ์ หรือแผ่นพลาสติกที่ห่อผักและผลไม้ชนิดต่างๆ

2.3.2.2 สามารถล้างออกได้ หรือบริโภคได้เลย ทำให้ปริมาณขยะลดลง

2.3.2.3 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้บางชนิดทำให้ผิวของผักและผลไม้ดูสวยงามและดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้

2.3.2.4 สารเคลือบผิวบางชนิดช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผักและผลไม้ให้แก่ผู้บริโภคได้โดยเฉพาะสารเคลือบผิวในกลุ่มโปรตีน

2.3.2.5 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้บางชนิดเป็นของเหลือใช้ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น ไคโตซานที่สกัดได้จากเปลือกกุ้ง เป็นต้น

2.3.2.6 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ในกลุ่มไขมันสมบัติในการชะลอการเคลื่อนที่ของน้ำภายในผลิตภัณฑ์ช่วยลดการสูญเสีย

2.3.2.7 สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น สตาร์ช เซลลูโลส เพคติน อะการ์ และกัม สามารถช่วยชะลออัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ

2.4 พลาสติไซเซอร์กับฟิล์มบริโภคได้

พลาสติไซเซอร์ คือ สารที่เข้าไปรวมอยู่กับพลาสติกแล้วช่วยเพิ่มความอ่อนตัว ความคงทนต่อการใช้งาน และการยืดตัว แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ พลาสติไซเซอร์ภายนอก (External Plasticizer) เป็นสารที่เติมลงไปในโครงสร้างโพลิเมอร์แล้วทำให้เกิดสารเชิงซ้อนหรือการจับกลุ่มของสายโพลิเมอร์แล้วทำให้เกิดสารเชิงซ้อนหรือการจับกลุ่มของสายโพลิเมอร์ที่อยู่ใกล้กันอ่อนลงเกิดโครงสร้างที่อ่อนตัว พลาสติไซเซอร์ภายใน (Internal Plasticizer) เป็นสารที่เติมลงไปแล้วทำหน้าที่เป็นสารร่วมช่วยในการเกิดโพลิเมอร์ทำให้เกิดพันธะโควาเลนต์ (ธารทิพย์, 2554)

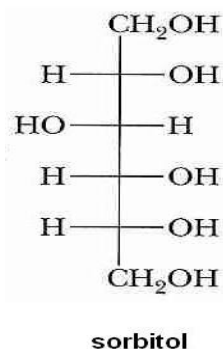
คุณสมบัติของพลาสติไซเซอร์ที่ดีต้องเป็นเนื้อเดียวกันกับโพลิเมอร์ที่ใช้ทำฟิล์ม โดยมีแรงระหว่างโมเลกุลของสารทั้งสองคล้ายกันมีจุดเดือดสูง ระเหยยาก ละลายในตัวทำละลายที่ใช้ได้ดี นอกจากนี้ควรไม่มีกลิ่น สี รส ไม่เป็นพิษ และไม่เกิดไฟ พลาสติไซเซอร์ที่นำมาใช้กับฟิล์มบริโภคได้มีหลายประเภท เช่น โมโนไดโอลลิกแซ็กคาไรด์ โพลีออล และลิพิดหรืออนุพันธ์ของลิพิด ปริมาณการใช้พลาสติไซเซอร์โดยทั่วไป

ประมาณร้อยละ 10-60 โดยน้ำหนักแห้ง พลาสติกไซเซอร์ที่นำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ฟิล์มบริโภคน้ำตาลได้มีหลายประเภท ได้แก่ โมโนได และโอลิโกแซ็กคาไรด์ พอลิออล ลิพิด และอนุพันธ์ของลิพิด

โพลีออลหรือพอลิไฮดรอกซีแอลกอฮอล์ เป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลซึ่งหมู่คีโตนหรือแอลดีไฮด์ ถูกแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซิล พอลิออลบางชนิดพบในผลไม้โดยเฉพาะพวกที่มีคาร์บอน 6 อะตอม เช่น ซอร์บิทอล หรือสามารถผลิตจากปฏิกิริยาเติมไฮโดรเจนให้กับน้ำตาล พอลิออลมีคุณสมบัติคงทนต่อสารเคมีและความร้อนได้ดีจึงไม่สลายตัวได้ง่าย ดูดซับและเก็บความชื้นได้ดี ละลายน้ำได้ มีรสหวานน้อยกว่าน้ำตาล มีแคลอรีเพียง 2.4 กิโลแคลอรีต่อกรัม เนื่องจากถูกดูดซึมได้มากจึงสามารถใช้กับผู้ที่เป็โรคเบาหวานได้ นอกจากนี้ยังไม่ทำให้ฟันผุเพราะแบคทีเรียในปากไม่สามารถทำงานได้ การนำพอลิออลมาเป็นพลาสติกไซเซอร์ในฟิล์มบริโภคน้ำตาลได้หลายชนิด ได้แก่

2.4.1 ซอร์บิทอล (sorbital)

ซอร์บิทอลเป็นพอลิออลที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ มีคาร์บอน 6 อะตอม พบในผักผลไม้หลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล แพร์ เซอร์เบิ้นตัน ในทางการค้าจะผลิตจาก D – Sorbitol จากการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรเจนของ D – Glucose ที่ได้จากการย่อยสลายพืชที่มีความบริสุทธิ์สูงด้วยเอนไซม์ ซอร์บิทอลเป็นผลึกสีขาวอยู่ในรูปของ Y-ซอร์บิทอล มีรสหวานน้อยกว่าน้ำตาลครึ่งหนึ่ง ละลายน้ำได้ดีสารละลายที่ได้มีการหนืดต่ำเป็นสารละลายน้ำมันที่ไม่ดี เมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 3 - 60 สามารถรักษาความชื้นและคงลักษณะของความยืดหยุ่นได้ (ปนัดดา,2540) มีโครงสร้างโมเลกุล ดังนี้

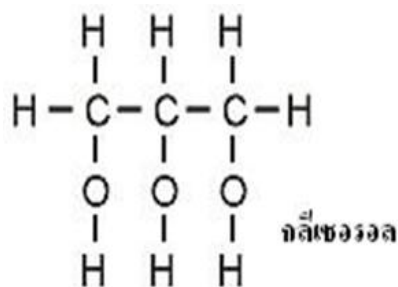


ภาพที่ 2.1 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของซอร์บิทอล

ที่มา : พิมพ์ญ และคณะ (2557)

2.4.2 กลีเซอรอล (glycerol)

กลีเซอรอล หรืออาจจะเรียกว่า กลีเซอริน (glycerine) เป็นพอลิออลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม เป็นผลพลอยได้ในการผลิตสบู่และกรดไขมัน มีคุณสมบัติเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนืด รสหวาน 0.6 เท่าของน้ำตาลผสมเป็นเนื้อเดียวกันและแอลกอฮอล์ได้ดีมาก เป็นสารละลายน้ำได้ดีพอสมควร ดูดความชื้นจากอากาศได้ปานกลาง (hygroscopic) (ปนัดดา,2540) กลีเซอรอลเป็นส่วนประกอบหลังของไตรกลีเซอไรด์ ที่ได้จากการรวมตัวกันของกลีเซอรอลกับกรดไขมัน 3 โมเลกุล (พิมพ์ญ และคณะ, 2557)



ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างโมเลกุลกลีเซอรอล

ที่มา : พิมพ์และคณะ (2557)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฑามาศ พิศมัย (2555) ศึกษาฟิล์มที่บริโภคน้ำได้จากมะม่วงพันธุ์ฟ้าลั่น โดยหั่นมะม่วงเป็นชิ้นบางๆ นำไปแช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1N อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และบดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงให้ ผงมะม่วงมี ขนาดอนุภาคเล็กกว่า 45 μm วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผงมะม่วง พบว่ามีค่าความชื้น 3.94 % และความหนืดสูงสุด 110 ± 0 RVU เมื่อนำมาทำแผ่นฟิล์มโดยใช้ความเข้มข้นของผงมะม่วง 5, 10 และ 15% พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถขึ้นรูปฟิล์มได้ดีที่สุด อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor transmission rate: WVTR) ของฟิล์มจากผงมะม่วงร้อยละ 5, 10 และ 15 มี ค่าเท่ากับ 3.18, 2.59 และ 2.07 $\text{g/m}^2/\text{วัน}$ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ค่า a_w ของแผ่นฟิล์มอยู่ระหว่าง 0.48 – 0.59 และพบว่าฟิล์มมะม่วงที่ใช้กลีเซอรอลเป็น พลาสติกไซเซอร์ สามารถขึ้นรูปฟิล์มได้ดี และมีความยืดหยุ่นกว่าฟิล์มที่ใช้ซอร์บิทอลเป็นพลาสติกไซเซอร์สำหรับค่า a_w ของฟิล์มทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) และค่า WVTR ของฟิล์มที่ใช้กลีเซอรอลและซอร์บิทอลเป็นพลาสติกไซเซอร์ เท่ากับ 2.79 และ 2.07 $\text{g/m}^2/\text{วัน}$ ตามลำดับ

กษิต อัมประไพ (2553) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มบริโภคน้ำได้จากแป้งต่างชนิด ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้าความเข้มข้น 5, 10 และ 15% (w/v) โดยเติมพลาสติกไซเซอร์ ความเข้มข้น 30% โดยน้ำหนักของแป้ง และทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 $^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทดสอบคุณสมบัติทางกล-กายภาพ ได้แก่ ค่าความหนา (thickness) ความใส (opacity) อัตราการซึมผ่านไอน้ำ (water vapor transmission rate, WVTR) การละลาย (solubility) ความทนต่อแรงยืด (tensile strength, TS) และการยืดตัว (elongation, E) พบว่า ความหนาของฟิล์มจากแป้งทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของแป้งเพิ่มมากขึ้นความใสของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีค่า opacity ต่ำกว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้า และฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีอัตราการซึมผ่านไอน้ำต่ำกว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้า และเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของแป้งเพิ่มขึ้นสำหรับการละลาย ความทนต่อแรงยืด และการยืดตัวของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังมีอัตราการละลาย ความทนต่อแรงยืด และการยืดตัวสูงกว่าฟิล์มจากแป้งข้าวเจ้าและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของแป้งเพิ่มขึ้น

อันนิสา (2550) พบว่าค่าความเป็นกรด-เบส ของกล้วยเป็นดัชนีที่ใช้บอกระดับการสุกของกล้วย น้ำว้าทั้ง 4 ระดับได้อย่างชัดเจนได้อย่างชัดเจน และเหมาะสมในทางปฏิบัติมากที่สุด ค่าความเป็นกรด-เบสของกล้วยน้ำว้าระดับการสุกที่ 1 - 4 มีค่า 6.33, 4.58, 4.40 และ 3.85 ตามลำดับ การขึ้นรูปฟิล์มจากกล้วยน้ำว้าระดับการสุกที่ 1 หรือกล้วยดิบต้องแปรรูปเป็นแป้งก่อนซึ่งมีผลได้(yield) ร้อยละ 33.33 (ต่อน้ำหนักกล้วยทั้งหวี) หรือร้อยละ 50.85 (ต่อน้ำหนักเนื้อกล้วย)พบว่าส่วนผสมแป้งกล้วย ความเข้มข้นร้อยละ 8 มีความเหมาะสมในการขึ้นรูปฟิล์มและพลาสติกไซเซอร์ที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติของฟิล์ม คือ ซอร์บิทอลร้อยละ 80 และกลีเซอรอลร้อยละ 60 ฟิล์มที่ได้มีความหนา 0.239, 0.267 มม ความต้านทานแรงดึงขาด 0.223, 0.349 กก/ตร.ม. การยืดตัวร้อยละ 22.12, 35.45 ความชื้นร้อยละ 9.78, 8.92 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.418, 0.516 ตามลำดับสำหรับกล้วยระดับการสุกที่ 2, 3 และ 4 หรือกล้วยห่าม สุก และ งอม สามารถขึ้นรูปได้เมื่อทำเป็นพริวที่มีความเข้มข้นร้อยละ 40 อย่างไรก็ตามใช้พริวกล้วยระดับสุกที่ 4 หรือกล้วยงอมต้องแต่งเติมสารช่วยปรับปรุงการขึ้นรูปและสมบัติของฟิล์มได้แก่แป้งกล้วย เพกติน คาร์ราจีแนน และแป้งบุกพบว่าส่วนผสมที่เติมแป้งกล้วยสูตร F3 และส่วนผสมเติมเพกติน ร้อยละ 4 สูตร pt4 เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นฟิล์ม ฟิล์มที่ได้มีความหนา 0.382, 0.339 มม. ความต้านทานแรงดึงขาด 0.108, 0.106 กก/ตร.ม.การยืดตัวร้อยละ 20.82, 22.88 ความชื้นร้อยละ 10.82, 14.52 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.516, 0.514 ตามลำดับ ในขณะที่ส่วนผสมที่เติม คาร์ราจีแนนร้อยละ 2 สูตร Ca₂ และแป้งบุกร้อยละ 1 สูตร k10 ฟิล์มที่ได้มีความหนา 0.237, 0.328 มม.ความต้านทานแรงดึงขาด 0.047, 0.059 กก/ ตร.ม.การยืดตัวร้อยละ 16.59, 15.53 ความชื้นร้อยละ 14.82, 11.68 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.550, 0.478 ตามลำดับเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสารเคลือบ เนื่องจากแห้งตัวเร็ว เมื่อนำส่วนผสมบางสูตรไปประยุกต์เคลือบไข่เค็มสุกเพื่อป้องกันจุลินทรีย์ผลการตรวจวิเคราะห์พื้นผิวฟิล์มที่เคลือบไข่เค็มด้วยกล้องจุลทรรศน์สำหรับตรวจสอบงานด้านโลหะวิทยาและวัสดุศาสตร์กำลัง 500 เท่าไม่พบรูพรุน แสดงว่าส่วนผสมจากพริวกล้วยสามารถเคลือบปิดรูพรุนบนเปลือกไข่ได้ดี ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยและพริวกล้วยสูตรต่างๆมีแนวโน้มนำไปพัฒนาใช้เป็นฟิล์ม หรือสารเคลือบเพื่อยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร

ณัฐธวัช จินาพันธ์ และคณะ (2555) ศึกษาการพัฒนาฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว โดยสารละลายที่ใช้ในการขึ้นรูปฟิล์มประกอบด้วย คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้น 1 , 2 และ 3% (w/v) ร่วมกับ กลีเซอรอลซึ่งเป็นพลาสติกไซเซอร์ความเข้มข้น 0.25 , 0.5 และ 1.0% (w/v) จากนั้นนำฟิล์มที่ได้มาทดสอบสมบัติเชิงกลและการซึมผ่าน จากผลการทดลองพบว่าคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและกลีเซอรอลมีผลต่อสมบัติของฟิล์ม โดยปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มขึ้น ค่าการต้านทานแรงดึงขาดลดลง แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ค่าการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้น ฟิล์มที่ได้มีค่าความต้านทานแรงดึงขาดอยู่ในช่วง 15.13 – 29.22 MPa ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวอยู่ในช่วง 6.29 – 33.53 ค่าการซึมผ่านของไอน้ำอยู่ในช่วง 1.06×10^{-4} - 1.76×10^{-4} g.m/m²mmHg.day และอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนอยู่ในช่วง 6.20×10^{-4} - 1.05×10^{-3} cm³/m².day.Pa

วิทวัส จิรัฐพงศ์ และกฤษฎา เวช ทรงธนศักดิ์ (2554) ได้ทำการศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ โดยของเหลือทิ้งจากพืชที่นำมาศึกษา คือ ต้นกก ขานอ้อย ชังข้าวโพด ฟางข้าว และกาบมะพร้าว โดยวิธี Detergent ในการสกัดและวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากนั้นทำการเลือกวัตถุดิบที่มีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุดมาทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ โดยเปลี่ยนเซลลูโลสมาอยู่ในรูปของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส จากการทดลองพบว่า ขานอ้อย ชังข้าวโพด ฟางข้าว ต้นกก กาบมะพร้าว ก้านกล้วย กากปาล์ม ใบกระถิน ใบสับปะรด หย้าวนวลจันทร์ และผักตบชวา มีปริมาณเซลลูโลสคือ 41.255 , 39.352 , 37.704 , 37.276 , 35.556 , 33.856 , 33.082 , 26.782 , 26.702 , 26.476 และ 24.372 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณเฮมิเซลลูโลส คือ 19.782 , 22.9 , 22.06 , 7.87 , 25.808 , 9.38 , 20.518, 20.074 , 11.9575 , 25.734 และ 19.828 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณลิกนิน คือ 22.912 , 17.854 , 21.002 20.43 , 15.016 , 16.84 , 15.0998 , 19.372 , 14.9 , 17.46 และ 25.336 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจากผล การทดลองขานอ้อยมีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุด และจากนั้นนำเซลลูโลสที่ได้จากขานอ้อยไปขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ

สุธาสินี สิตทวงศ์ (2555) ทำการศึกษาราคาของคอมโพสิตฟิล์มที่บรรจุสารต้านจุลินทรีย์เป็นสิ่งที่น่าดึงดูดและน่าสนใจมาก เนื่องจากมันสามารถเพิ่มคุณภาพและป้องกันอาหารจากจุลินทรีย์ก่อโรคระหว่างการเก็บได้ การประยุกต์ใช้คอมโพสิตฟิล์มจากพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีสมบัติต้านจุลินทรีย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสำหรับยืดอายุของอาหาร รวมทั้งการมีสุขภาพที่ดีและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นด้วย ในการศึกษาครั้งนี้แบคทีเรียเซลลูโลส (BC)-โซเดียมอัลจิเนต (A)-เจลาติน (G) หรือคอมโพสิตฟิล์ม BAG ถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีการหล่อและอบฟิล์มที่อุณหภูมิห้อง โดยมีการเติมกลีเซอรอล กรดแทนนิกและสารสกัดเปลือกมังคุดที่ผ่านการสกัดด้วยเอทานอลเพื่อปรับปรุงสมบัติของฟิล์ม ซึ่งกลีเซอรอลทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์และถูกเติมเพื่อปรับปรุงความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและป้องกันการหดตัวของฟิล์มหลังกระบวนการทำให้แห้ง กรดแทนนิกทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมโยงที่ได้จากธรรมชาติสำหรับการเชื่อมโยงเจลาตินและมีสมบัติต้านจุลินทรีย์อีกด้วย ส่วนสารสกัดเปลือกมังคุดถูกใช้เป็นสารต้านจุลินทรีย์โดยฟิล์มที่ผ่านการปรับปรุงจะถูกนำไปศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี เชิงกลและสมบัติต้านจุลินทรีย์ ในแง่ของสมบัติทางกายภาพและเชิงกลสามารถแสดงองค์ประกอบที่เหมาะสมของฟิล์ม BAG ที่อัตราส่วน เท่ากับ 60/20/20 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนที่เหมาะสมของกลีเซอรอลต่อสารละลายเจลาติน คือ 2:10 โดยน้ำหนัก ซึ่งฟิล์ม BAG ที่มีการเติมกลีเซอรอล (MBAG) พบว่า มีความยืดหยุ่น การยึดตัว ณ จุดขาดและความคงตัวทางเคมีที่ดีกว่า นอกจากนี้อัตราส่วนที่เหมาะสมของกรดแทนนิกต่อสารละลายเจลาติน คือ 10 มิลลิกรัม ต่อกรัมของสารละลายเจลาติน ซึ่งพบว่า ฟิล์ม BAG ที่มีการเติมกรดแทนนิก (MBAGT) มีโครงสร้างเป็นแผ่นขิดกันมากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซึมน้ำและอัตราการซึมผ่านออกซิเจนลดลง นอกจากนี้กรดแทนนิกยังแสดงหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์ต่อฟิล์ม MBAGTM ในสภาวะฟิล์มเปียก โดยเข้าไปเพิ่มการยึดตัว ณ จุดขาด ของฟิล์มที่บวมน้ำอีกครั้ง ในส่วนของฟิล์มที่มีสารสกัดเปลือกมังคุด (MBAGTM) จะได้ฟิล์มที่มีลักษณะผิวเรียบกว่าและหนากว่า เนื่องจากการเติมสารสกัดจะไป

เพิ่มความหนาของฟิล์มและเพิ่มช่องว่างระหว่างชั้นของแผ่นฟิล์มด้วย นอกจากนี้ สมบัติการต้านจุลินทรีย์ จะแสดงเป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (MIC) ซึ่งพบว่า สารสกัด เปลือกมังคุดและกรดแทนนิกสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหารได้ ประกอบด้วย *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* และ *Staphylococcus aureus* ยิ่งไปกว่า นั้นสารสกัดจากเปลือกมังคุดเป็นสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้สูงกว่ากรดแทนนิก ดังนั้นผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ฟิล์ม MBAGTM มีศักยภาพที่ดีและสามารถนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารได้

อภิสิทธิ์ โฆษิตชัยยงค์ และคณะ (2553) ศึกษาสมบัติวัสดุและความสามารถในการยับยั้งเชื้อ แบคทีเรียของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ผสมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิดไตรโคลซาน ในช่วง 1.0 ถึง 5.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แบคทีเรียที่ใช้ ทดสอบได้แก่ *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) และ *Escherichia coli* (*E. coli*) สำหรับการทดสอบสมบัติการไหล พบว่าค่าแรงบิดงก รูขุมชะลอตัวมีค่าลดลงเมื่อปริมาณไตรโคลซานในวัสดุผสม เพิ่มขึ้น ผลการวัดค่าดัชนี ความเหลืองและความขาวของ ชิ้นงาน พบว่าชิ้นงานมีสีเหลืองขึ้นและมีความขาวลดลง ตามปริมาณไตร โคลซาน สำหรับการทดสอบความสามารถ ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียพบว่า รัศมีการยับยั้งการเจริญ ของ เชื้อทั้งสามชนิดมีค่าเท่ากับ 8.7 – 11.1, 4.1 – 6.7 และ 7.0 – 8.8 มิลลิเมตรตามลำดับ สำหรับ เปอร์เซ็นต์การ ลดลงของเชื้อแบคทีเรียภายใต้สภาวะในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ แบคทีเรียของ *S. aureus* และ *B. subtilis* มีค่าสูงสุดประมาณ 99.9 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาณการผสมไตร โคลซาน 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ในขณะที่กรณีการทดสอบกับเชื้อ *E. coli* เปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อ แบคทีเรียมีค่าสูงสุดที่ 96.0 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาณการผสมไตรโคลซาน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นอกจากนี้การทดสอบคุณภาพของน้ำนมที่ บรรจุในผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าค่า pH ของน้ำนมที่บรรจุในขวดพอลิเอทิลีนที่ผสมไตรโคลซาน มีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่ากรณีการบรรจุน้ำนมใน ขวดพอลิ เอทิลีนที่ไม่ผสมไตรโคลซาน

ไอรส รักชาติ และคณะ (2552) ศึกษาการใช้สตาร์ชจากมันพื้นเมืองในการทำแผ่นฟิล์มและ พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งมันพื้นเมืองมี 2 ชนิด คือ มันเลือดและมันมือเสือ การเตรียมสตาร์ช โดยวิธีการไม่เปียกแล้วนำมาขึ้นรูปเป็นฟิล์มที่ทดแทนด้วยสตาร์ชมันเลือด โดยใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซ เซอร์ (1.30, 1.65 และ 2.0% (w/w)) และแปรปริมาณสตาร์ชจากมันเลือด (3.30 , 3.65 และ 4.00% (w/w)) โดยเตรียมเป็นสารละลายและให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิเจลาติไนท์ที่ 85 – 90 องศาเซลเซียส และนำเข้าอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการ ของฟิล์ม พบว่าฟิล์มที่ผลิตได้มีผิวเรียบ ลื่น และเป็นมันเงา แต่ฟิล์มจากมันมือเสือ เหนียว และไม่คงตัว โดยมีค่าเฉลี่ยความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 24.98 และความหนา 0.06 มิลลิเมตร ความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ของฟิล์มจะขึ้นอยู่กับระดับกลีเซอรอลที่เพิ่มขึ้น สภาวะที่เหมาะสมอยู่ที่ร้อยละ 1.65 และปริมาณของ สตาร์ชที่ลดลง ปริมาณสตาร์ชที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงร้อยละ 3.30 – 3.65 โดยที่จุลินทรีย์สามารถย่อย สลายได้ สมบัติของฟิล์มที่ผลิตได้จากสตาร์ชมันเลือดสามารถพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมเพื่อ เป็นพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

อุษณา ไตรนอก (2555) ได้ศึกษาผลของไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์มหาชนก มะม่วงพันธุ์มหาชนก เป็นมะม่วงที่เหมาะสมสำหรับการส่งออกและกำลังได้รับความนิยมจากตลาดต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตามผลมะม่วงมีการสูญเสียจากการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวและมีอายุการเก็บรักษาสั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์มหาชนก โดยการเคลือบผิวมะม่วงด้วยไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ได้เคลือบผิว) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ผล ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 ± 2 เปอร์เซ็นต์) ผลการทดลองพบว่าการใช้ไคโตซานทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีลดการเกิดโรค และสามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้ นอกจากนี้การใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุดและสามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้นาน 14 วัน

ศิริกานต์ ศรีธีรรัตน์ (2555) ได้ศึกษาผลของสารเคลือบผิวบางชนิดต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษา วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของสารเคลือบผิวบางชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทำการทดลองในมะม่วงที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อน (hot water treatment) ที่อุณหภูมิ 54°C นาน 5 นาที โดยใช้สารเคลือบผิว 4 ชนิด ได้แก่ สารเคลือบผิวคาร์บูนาความเข้มข้น 20% oxidized polyethylene (OPE) ความเข้มข้น 25% ไคโตซานความเข้มข้น 1.5% และ carboxymethyl cellulose (CMC) ความเข้มข้น 1% เปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว (control) จากนั้นหุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมกันกระแทกแล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกก่อนเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 12°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% พบว่า มะม่วงที่เคลือบด้วยคาร์บูนาและ OPE ผิวมะม่วงมีลักษณะเป็นมันเงา เล็กน้อย ส่วนมะม่วงที่เคลือบด้วยไคโตซานและ CMC มีลักษณะด้านไม่มันเงาไม่มีความแตกต่างจากมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว สารเคลือบผิวคาร์บูนาและ OPE ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว การเกิดโรค และชะลอการสุกของมะม่วงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับไคโตซาน CMC และ control โดยสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C ได้นาน 25 วัน และเมื่อย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง (25°C) มะม่วงสามารถสุกได้ปกติมีกลิ่นและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

อภิธา บุญศิริ (2558) ได้ศึกษาการใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้สำหรับเคลือบเนื้อทุเรียนตัดแต่งสด โดยใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose : CMC) ทดแทนเจลาตินจะทำให้สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารฮาลาล ผลการทดลองพบว่าสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ที่มีส่วนประกอบ CMC ที่เหมาะสมสำหรับเคลือบเนื้อทุเรียนตัดแต่งสด คือสูตรที่ประกอบด้วย CMC เกรดการค้า (CMC-com) หรือที่สกัดจากเปลือกทุเรียน (CMC-Dr) 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก การพ่นเนื้อทุเรียนด้วยสารเคลือบบริโภคได้ CMC-com CMC-Dr และสารเคลือบที่มีส่วนประกอบของ เจลาติน RediFresh (RF1) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนได้นาน 15 วัน ขณะที่เนื้อทุเรียนไม่ผ่านการพ่นเคลือบ (ชุดควบคุม) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 10 วัน การเคลือบเนื้อช่วยลดการเหี่ยว และทำให้มีลักษณะปรากฏ

ดีกว่าเนื้อที่ไม่ผ่านการเคลือบ การเคลือบผิวทำให้กลิ่นหอม ซึ่งเป็นสาระสำคัญของทุเรียนลดลงเพียงเล็กน้อย โดยไม่เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ ผู้ทดสอบชิม จำนวน 12 คนยังคงยอมรับเนื้อทุเรียนทั้งที่ไม่เคลือบ และเคลือบสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ อย่างไรก็ตาม ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค ของเนื้อทุเรียนที่เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่า เนื้อทุเรียนที่ไม่ผ่านการเคลือบตรวจพบยีสต์ภายใต้มาตรฐานกำหนด แต่พบ total bacterial plate count และราเกินมาตรฐานกำหนด ขณะที่เนื้อทุเรียนที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ ที่มีส่วนผสม CMC-COM CMC-Dr หรือ RF1 ที่มีส่วนผสมของเจลาติน ตรวจพบเพียง total bacterial plate count แต่ยังคงอยู่ภายใต้มาตรฐานกำหนด

ปรารภทอง กวานห้อง (2557) ได้ศึกษาผลของไคโตซานความเข้มข้นต่ำต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทองสามสี โดยนำผลผลิตชมพู มาสเปรย์ด้วยน้ำสะอาดหรือสารละลายไคโตซานชนิด CH1 (ขนาดโมเลกุล 100,000 ดาลตัน) หรือ CH3 (ขนาดโมเลกุล 50,000 ดาลตัน) ความเข้มข้น 10 หรือ 50 ppm ก่อนนำไปบรรจุและเก็บรักษาที่ 12°C. เปรียบเทียบกับการไม่ล้างผลชมพู พบว่าวิธีการสเปรย์ด้วยสารละลายไคโตซานหรือน้ำในลักษณะเป็นละอองบนผิวของชมพูไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพู อีกทั้งยังมีแนวโน้มในการช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนสีผล และรักษาความสด ทำให้ผลชมพู มีคุณภาพภายนอกเป็นที่ยอมรับได้ดีกว่าผลที่ไม่ถูกสเปรย์เมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน

ณัฐชา ใจดี (2555) ได้ศึกษาผลของคลอรีน กรดแอสคอร์บิก และไคโตซานต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาลิ้นจี่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการผสมผสานระหว่างคลอรีน กรดแอสคอร์บิก และไคโตซาน ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวย (*Litchi chinenses* Sonn. cv. Hong Huay). โดยนำลิ้นจี่จาก สวนของเกษตรกรอำเภอมะนัง จังหวัดพะเยา มาล้างด้วยคลอรีน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่ในกรดแอสคอร์บิก 2 เปอร์เซ็นต์เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 0.5 เปอร์เซ็นต์และการผสมผสานระหว่างการล้างด้วยคลอรีนร่วมกับแช่ในกรดแอสคอร์บิก ล้างด้วยคลอรีนร่วมกับเคลือบผิวไคโตซาน และล้างด้วยคลอรีนร่วมกับแช่ในกรดแอสคอร์บิกร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตซาน และแช่น้ำธรรมดาสำหรับชุดควบคุม หลังจากนั้นผึ่งให้แห้ง บรรจุในกล่องพลาสติกหุ้มด้วยพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $68 \pm 2\%\text{RH}$) หรืออุณหภูมิต่ำ ($5 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $93 \pm 2\%\text{RH}$) ผลการศึกษาพบว่า การล้างด้วยคลอรีน การแช่ในกรดแอสคอร์บิก และการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน และการผสมผสาน ระหว่างการล้างคลอรีนและการแช่ในกรดแอสคอร์บิก และการเคลือบผิวด้วยไคโตซานช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยมีอายุเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 9-10 วัน และ 35-44 วันตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมเก็บรักษาได้นาน 8 และ 31 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ โดยที่การผสมผสานระหว่างล้างด้วยคลอรีนร่วมกับการแช่ในกรดแอสคอร์บิก และการผสมผสานระหว่างการล้างคลอรีนร่วมกับการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน ช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ อุณหภูมิต่ำได้นานที่สุด 10 และ 44 วัน ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย แผนงานวิจัย การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้และปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก มี 2 โครงการย่อย ได้แก่

โครงการย่อยที่ 1 การผลิตฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้

โครงการย่อยที่ 2 ผลของการใช้ฟิล์มบรีโกลได้ร่วมกับการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อการยืดอายุเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

โครงการย่อยที่ 1

3.1_การผลิตฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพดเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้

ประกอบด้วยวิธีการดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างเปลือกข้าวโพด

ทำการเก็บเปลือกข้าวโพดมาทดลองทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เปลือกข้าวโพดข้าวเหนียว และเปลือกข้าวโพดหวาน ที่ไม่มีตำหนิ นำไปล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ ทำแห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 – 3 ชั่วโมง จากนั้นนำเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิดตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนแห้งแล้วนำไปเก็บไว้ถุงซิปล็อคในที่แห้งเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ตอนที่ 2 การเตรียมเยื่อจากเปลือกข้าวโพด

นำเปลือกข้าวโพดที่เตรียมไว้มาผ่านกระบวนการสกัดเยื่อในหม้อต้มอัดความดัน โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อัตราส่วนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ : เปลือกข้าวโพดเท่ากับ 10:1 โดยควบคุมอุณหภูมิในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง ล้างโซเดียมออกด้วยน้ำสะอาด นำมาปั่น ปั่นน้ำออกจากเยื่อ ฉีกเยื่อออกเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนแห้งสนิท บดให้ละเอียดด้วยครกหิน ร่อนด้วยตะแกรงให้มีขนาดอนุภาคน้อยกว่า 45 ไมโครเมตร จากนั้นจึงเก็บเยื่อที่ได้ใส่ในถุงซิปล็อคเก็บในตู้อบความชื้นรื้อขึ้นรูปแผ่นฟิล์มต่อไป

ตอนที่ 3 การขึ้นรูปแผ่นฟิล์มบรีโกลได้จากเปลือกข้าวโพด

1. การสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อเปลือกข้าวโพด

นำเยื่อเซลลูโลสที่เตรียมได้จากขั้นตอนการเตรียมเยื่อมาชั่งตัวอย่างละ 5 กรัม จากนั้นชั่งกรดคลอโรอะซิติก 8 กรัมละลายด้วยไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ 20 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ 40 มิลลิลิตร จากนั้นนำเยื่อเซลลูโลสมาผสมคนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำส่วนเหนียวมาปรับ

ปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร ปรับ pH ล้างสารละลายด้วยเอทานอล 20 กรองให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นของแข็งซึ่งจะได้เป็นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

2. การขึ้นรูปแผ่นฟิล์มบริโกลได้จากเยื่อเปลือกข้าวโพด

นำสารละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้น 5 , 10 และ 15 % (w/v) มาเติมพลาสติกไซเซอร์ 2 ชนิด ได้แก่ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล ที่ความเข้มข้น 25% (w/v) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร (ดังตารางที่ 3.1) เทสารลงในจานเพาะเชื้อวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร (ก่อนเทสารละลายให้นำน้ำมันมะกอกมาทาจานเพาะเชื้อก่อนเพื่อให้ง่ายต่อการลอกแผ่นฟิล์ม) จากนั้นนำแผ่นฟิล์มที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องรอให้เย็นแล้วจึงลอกแผ่นฟิล์มออกจากจานเพาะเชื้อ และนำไปทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรที่ใช้เตรียมแผ่นฟิล์มบริโกลได้ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้พลาสติกไซเซอร์ทั้ง 2 ชนิด

ปริมาณข้าวโพด (w/v) ชนิดข้าวโพด	ชนิดของพลาสติกไซเซอร์					
	25% ซอร์บิทอล (S)			25% กลีเซอรอล (G)		
	10	12	15	10	12	15
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (T ₁)	T ₁ S ₁	T ₁ S ₂	T ₁ S ₃	T ₁ G ₁	T ₁ G ₂	T ₁ G ₃
ข้าวโพดข้าวเหนียว (T ₂)	T ₂ S ₁	T ₂ S ₂	T ₂ S ₃	T ₂ G ₁	T ₂ G ₂	T ₂ G ₃
ข้าวโพดหวาน (T ₃)	T ₃ S ₁	T ₃ S ₂	T ₃ S ₃	T ₃ G ₁	T ₃ G ₂	T ₃ G ₃

ตอนที่ 4 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางกลของแผ่นฟิล์มบริโกลได้

ในการศึกษาการผลิตฟิล์มบริโกลได้จากเปลือกข้าวโพดเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ นำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางกล ดังต่อไปนี้

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกล (Physical and Mechanical Properties)

การศึกษาลักษณะทางกายภาพโดยการสังเกตด้วยตา วัดความหนา (Thickness) ด้วยไมโครมิเตอร์ การวัดค่าสี (Color value) ด้วยเครื่องวัดสี รุ่น ColorFlex™ ในระบบ Hunter LAB วัดค่าการต้านทานแรงดึงขาด (Tensile strength, TS) โดยใช้เครื่องทดสอบ Universal testing machine เพอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดที่ขาด (% Elongation at break, %E) โดยดัดแปลงมาจาก Bustillos & Krochta, 1993 และคุณสมบัติการซึมผ่านไอน้ำ (water vapor permeability, WVP) ดัดแปลงมาจาก ปิยะนุช และคณะ, 2014 ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties)

การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ของแผ่นฟิล์มบริโกลได้ (pH value, pH) การละลายน้ำของแผ่นฟิล์ม (Film solubility, FS) ดัดแปลงมาจากวิธี Oh. et al., 2004 และปริมาณความชื้น (Moisture

content , MC) ตามวิธีของ A.O.A.C., 2000 ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกผลน้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง และแผ่นฟิล์ม แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้น

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางกลของแผ่นฟิล์มที่บริโภคนำมาทำการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้สถิติทดสอบเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียว (One Way Anova) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติของฟิล์มบริโภคนำมาทำการทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

โครงการย่อยที่ 2

3.2 ผลของการใช้ฟิล์มบริโภคนำมาทำการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อการยืดอายุเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

ตอนที่ 1 การเตรียมสารเคลือบผิว

การเตรียมสาร CMC จากเปลือกข้าวโพด

ชั่งผงข้าวโพด 5 g บีบอัดคลอโรฟอร์ม 8 g ละลายด้วยโพพานอล 20 ml เสร็จแล้วนำผงข้าวโพดที่ชั่งไว้มาเติมในสารที่เตรียมไว้ คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที พอลบ 30 นาที นำไปอบในเครื่อง Hot air oven ที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 30 นาที พอลบ 30 นาที นำไปปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 ml จากนั้นนำไปปรับ pH ด้วยกรดซิตริกให้ได้ pH=7 แล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วล้างด้วยแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 20 ml นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เมื่อครบ 5 ชั่วโมงแล้ว นำของเหลวที่ได้ไปเติมกลีเซอรอลที่มีความเข้มข้น 30% จำนวน 30 ml

ตอนที่ 2 วิธีการเตรียมผลมะม่วง

ใช้มะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีร้อยละความแก่เท่ากับ 80 ควรใช้ชุดการผลิต (lot) เดียวกันทั้งหมดเพื่อลดความแปรปรวนของผลการทดลอง โดยคัดเลือกผลที่มีขนาดใกล้เคียงกัน น้ำหนักเฉลี่ย 280 - 320 กรัม ต่อผล ไม่มีบาดแผล ไม่บอบช้ำ และปราศจากโรคแมลง นำมาทำการตัดก้านเพื่อให้ยางไหลก่อน

ล้างทำความสะอาดในน้ำที่ผสมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm โดยใช้ฟองน้ำถูผลเบา ๆ เพื่อทำความสะอาด ช่วยกำจัดยางที่เลอะเปื้อนออก ช่วยกำจัดสารเคมีที่เป็นพิษ บางส่วนที่ติดอยู่ตามผิวของมะม่วง ตลอดจนเชื้อโรคที่ติดมากับผิวด้วย

ตอนที่ 3 การเคลือบผิวและการเก็บรักษา

นำมะม่วงที่ล้างทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว มาเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทั้งหมด 3 ชนิดคือ ซิปด้า แวกซ์ (Zivdar Wax, ZW) ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวเชิงการค้า จากบริษัท เนเจอร์ไบรท์ จำกัด และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีการใช้กลีเซอรอลร้อยละ 25 ($CMC_g(25\%)$) และร้อยละ 30 ($CMC_g(30\%)$) เป็น

สารเติมแต่งให้เกิดความยืดหยุ่น โดยมีมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวเป็นชุดทดลองควบคุม (Control) จากนั้นฝั่งผลมะม่วงให้แห้ง ชั่งน้ำหนักผล ใส่ตาข่ายโพลีเอทิลีนห่อผลไม้ วางเรียงลงในกล่องกระดาษ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์คุณภาพ

นำมะม่วงที่เคลือบผิวเรียบร้อยแล้ว และมะม่วงชุดควบคุม ที่อายุการเก็บรักษาทุกๆ 5 วันมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

(1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

นำมะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิวทั้ง 3 ชุดทดลอง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุก ๆ 5 วัน มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (% weight loss) การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อมะม่วง โดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น Color Flex EZ รายงานค่าสีที่วัดได้เป็นค่า L^* a^* และ b^*

(2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

นำตัวอย่างมะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิวมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids, TSS) ด้วยเครื่อง Hand refractometer ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดย pH meter ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) โดยเทคนิคการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในเนื้อมะม่วง โดยวิธีการไทเทรตด้วย 2,6-dichlorophenol-indophenol

(3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ให้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ทำการทดสอบและให้คะแนนความชอบในลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ได้แก่ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ซึ่งมีระดับการให้คะแนน ดังนี้

1= ไม่ชอบมากที่สุด	2= ไม่ชอบมาก	3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย	5= เฉยๆ	6= ชอบน้อย
7= ชอบปานกลาง	8= ชอบมาก	9= ชอบมากที่สุด

3.3 ระยะเวลา และสถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 ระยะเวลาในการทำวิจัย คือ 8 เดือน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2557 ถึงกันยายน 2558

3.3.2 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูลสำหรับการทดลองนี้ คือ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาชีววิทยา และเคมี อาคารสิรินธร และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร อาคาร 4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัย แผนงานวิจัย การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้และปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก มี 2 โครงการย่อย ได้แก่

โครงการย่อยที่ 1 การผลิตฟิล์มบรีโภาคได้จากเปลือกข้าวโพดเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้

โครงการย่อยที่ 2 ผลของการใช้ฟิล์มบรีโภาคได้ร่วมกับการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อการยืดอายุเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

4.1 ผลการศึกษาการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฟิล์มที่บรีโภาคได้จากเปลือกข้าวโพด

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่บรีโภาคได้จากเปลือกข้าวโพดในท้องถื่น 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เปลือกข้าวโพดข้าวเหนียว และเปลือกข้าวโพดหวาน ในพลาสติกไฮเซอร 2 ชนิด คือ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล ที่ระดับความเข้มข้น 25% และปริมาณเปลือกข้าวโพดที่ใช้ 3 ระดับ ได้แก่ 5 , 10 และ 15 %(w/v) โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์มบรีโภาคได้ ความหนา ค่าสี ค่าการต้านทานแรงดึงขาด เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดที่ขาด การซึมผ่านของไอน้ำ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าการละลายน้ำ และเปอร์เซ็นต์ความชื้น

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์มบรีโภาคได้

เมื่อนำแผ่นฟิล์มที่บรีโภาคได้ชนิดต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของแผ่นฟิล์มด้วยตาเปล่า โดยสังเกตลักษณะสี ลักษณะพื้นผิวสัมผัส และลักษณะทางกายภาพทั่วไป ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์มบริเวณใต้แต่ละชนิดที่ใช้ชอร์บิทอล และกลีเซอรอลที่ 25% เป็นพลาสติกไซเซอร์

ชนิดเบส็อก	ปริมาณเบส็อก ข้าวโพด (w/v)	25% ชอร์บิทอล			25% กลีเซอรอล		
		สี	ลักษณะพื้นผิวสัมผัส	ลักษณะทั่วไป	สี	ลักษณะพื้นผิวสัมผัส	ลักษณะทั่วไป
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่)	5	เหลืองเข้มใส	ผิวเรียบลื่น	ลอกออกได้ง่ายเป็นแผ่น	เหลืองเข้มใส	ผิวเรียบลื่น	ลอกออกได้ง่ายเป็นแผ่น
	10	เหลืองเข้มใส	ผิวขรุขระเล็กน้อย	สามารถลอกเป็นแผ่นได้	เหลืองเข้มใส	ผิวเรียบลื่น	ลอกออกได้ง่ายเป็นแผ่น
	15	เหลืองเข้มขุ่น	ผิวหยาบ	ไม่สามารถลอกเป็นแผ่นได้ มีรูพรุน	เหลืองเข้มใส	ผิวหยาบ	ลอกออกเป็นแผ่นได้เล็กน้อย
ข้าวโพดข้าวเหนียว	5	เหลืองอ่อนและ ทึบ	ผิวเรียบลื่น	มีรูพรุน ลอกออกได้ง่าย	เหลืองอ่อนและ ทึบ	ผิวเรียบลื่น	มีรูพรุน ลอกออกได้เล็กน้อย
	10	เหลืองอ่อนและ ทึบ	ผิวเรียบลื่น	ไม่สามารถลอกได้ มีรูพรุน ชักขาด ง่าย	เหลืองอ่อนและ ทึบ	ผิวเรียบลื่น	เป็นแผ่นเล็กน้อย มีรูพรุน ชัก ขาดง่าย
	15	เหลืองอ่อนและ ทึบ	ผิวเรียบลื่น	ไม่สามารถลอกได้ มีรูพรุน	เหลืองอ่อนและ ทึบ	ผิวเรียบลื่น	ไม่สามารถลอกได้ มีรูพรุน
ข้าวโพดหวาน	5	เหลืองอ่อนขุ่น	ผิวเรียบ	ฟิล์มลอกออกได้ง่าย	เหลืองอ่อนใส	ผิวเรียบ	ลอกออกได้
	10	เหลืองอ่อนขุ่น เล็กน้อย	ผิวเรียบ	ลอกออกได้เล็กน้อย	เหลืองอ่อนใส	ผิวเรียบ	ลอกออกได้เล็กน้อย
	15	เหลืองอ่อนขุ่น เล็กน้อย	ผิวเรียบ	ไม่สามารถลอกออกได้ และฉีก ขาด	เหลืองอ่อนใส	ผิวเรียบ	ลอกออกได้ยาก และฉีกขาด

4.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นฟิล์มบริโคไค้

จากนั้นนำแผ่นฟิล์มที่บริโคไค้มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นฟิล์มบริโคไค้จากเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวาน โดยมีการเติมพลาสติกไซเซอร์ 2 ชนิด ได้แก่ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอลที่ความเข้มข้น 25% โดยมีการใช้ปริมาณของเปลือกข้าวโพด 3 ระดับ ได้แก่ 5%, 10% และ 15% (w/v) โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นฟิล์มบริโคไค้ ได้แก่ ความหนา (Thickness, T) ค่าสี (color value) ค่าการต้านทานแรงดึงขาด (Tensile strength, TS) เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดที่ขาด (% Elongation, %E) และการซึมผ่านของไอน้ำ (Water vapor permeability, WVP) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นฟิล์มที่บริเวณใต้จากเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล 25 % เป็นพลาสติกไซเซอร์

ชนิดของ พลาสติกไซเซอร์	ชนิดของ เปลือกข้าวโพด	ปริมาณเปลือก ข้าวโพด (w/v)	T (mm)	Color value			TS (MPa)	% E (%)	WVP ($\times 10^{-5}$)(g./m.day.kPa)
				L	a*	b*			
25% Sorbitol (S)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) (FC)	5	1.06±0.03 ^l	60.26	2.35	15.51	18.45±0.09 ^h	13.45±0.08 ^l	3.39±0.04 ^e
		10	1.35±0.01 ^f	54.18	3.57	17.82	20.81±0.10 ^f	15.32±0.04 ^h	3.01±0.01 ^h
		15	1.75±0.03 ^d	57.53	4.55	18.78	21.48±0.05 ^e	19.65±0.09 ^d	ns
	ข้าวโพดข้าวเหนียว (WC)	5	1.80±0.05 ^c	70.49	-0.61	8.82	13.38±0.49 ^l	8.34±0.06 ^m	5.49±0.03 ^a
		10	1.94±0.05 ^b	67.61	-0.74	10.10	11.21±0.05 ^l	6.72±0.05 ^o	ns
		15	2.16±0.01 ^a	68.57	-0.92	11.82	8.37±0.04 ⁿ	5.20±0.05 ^p	ns
	ข้าวโพดหวาน (SC)	5	0.89±0.01 ^k	70.57	1.25	12.04	19.76±0.08 ^g	15.21±0.01 ^l	3.04±0.04 ^h
		10	1.07±0.02 ^l	72.74	1.09	15.34	21.56±0.08 ^e	18.34±0.05 ^f	2.75±0.04 ^l
		15	1.16±0.01 ^h	73.39	1.25	16.21	22.24±0.12 ^d	21.87±0.08 ^b	ns
25% Glycerol (G)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) (FC)	5	0.88±0.02 ^k	61.19	1.42	12.42	20.62±0.11 ^f	16.63±0.06 ^g	3.22±0.02 ^f
		10	1.15±0.04 ^h	62.65	2.63	14.74	22.38±0.04 ^d	18.34±0.08 ^f	3.11±0.03 ^g
		15	1.29±0.02 ^g	58.61	3.14	15.51	25.76±0.07 ^b	20.21±0.04 ^c	2.63±0.02 ^l
	ข้าวโพดข้าวเหนียว (WC)	5	1.09±0.01 ^l	62.79	-0.11	9.51	14.34±0.06 ^l	10.45±0.05 ^k	3.84±0.04 ^d
		10	1.17±0.02 ^h	60.66	-0.32	11.20	12.46±0.07 ^k	8.98±0.03 ^l	ns
		15	1.46±0.01 ^m	63.02	-0.48	14.72	10.21±0.08 ^m	7.21±0.03 ⁿ	ns
	ข้าวโพดหวาน (SC)	5	0.67±0.01 ^m	62.44	0.43	11.20	23.78±0.10 ^c	19.21±0.08 ^e	4.38±0.03 ^b
		10	0.83±0.03 ^l	71.20	0.66	12.83	25.65±0.08 ^b	20.28±0.02 ^c	3.92±0.04 ^c
		15	0.98±0.06 ^l	68.32	0.93	13.75	27.34±0.04 ^a	25.78±0.05 ^a	3.25±0.05 ^f

หมายเหตุ : ตัวอักษร คือ ค่าที่แตกต่างกันภายในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) , ns คือ ไม่สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้

4.1.3 คุณสมบัติทางเคมีของแผ่นฟิล์มบริโกลไค้

จากนั้นนำแผ่นฟิล์มที่บริโกลไค้มาทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของแผ่นฟิล์มบริโกลไค้จากเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวาน โดยมีการเติมพลาสติกไซเซอร์ 2 ชนิด ได้แก่ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอลที่ความเข้มข้น 25% โดยมีการใช้ปริมาณของเปลือกข้าวโพด 3 ระดับ ได้แก่ 5%, 10% และ 15% (w/v) โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นฟิล์มบริโกลไค้ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ค่าการละลายน้ำ (Film solubility, FS) และปริมาณความชื้น (Moisture content, MC) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางเคมีของแผ่นฟิล์มที่บริเวณที่ปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้ซูอร์บิทอล และกลีเซอรอล 25 % เป็นพลาสติกไซเซอร์

ชนิดของพลาสติกไซเซอร์	ชนิดของเปลือกข้าวโพด	ปริมาณเปลือกข้าวโพด (w/v)	pH	FS (%)	MC (%)
25% Sorbitol (S)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) (FC)	5	6.95	52.48±0.02 ^f	14.22±0.05 ^f
		10	7.01	49.42±0.03 ⁱ	16.14±0.05 ^d
		15	7.03	46.67±0.06 ^k	17.28±0.05 ^b
	ข้าวโพดข้าวเหนียว (WC)	5	6.98	40.62±0.54 ⁿ	13.91±0.05 ^s
		10	7.01	37.63±0.04 ^o	15.34±0.05 ^e
		15	7.00	34.59±0.05 ^p	18.61±0.05 ^a
	ข้าวโพดหวาน (SC)	5	6.90	56.37±0.06 ^c	13.28±0.05 ^l
		10	6.94	53.97±0.60 ^{de}	14.61±0.05 ^h
		15	7.00	51.14±0.05 ^h	16.88±0.05 ^c
25% Glycerol (G)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) (FC)	5	6.84	53.74±0.02 ^{de}	12.02±0.05 ^l
		10	6.90	52.78±0.06 ^f	12.99±0.05 ^j
		15	7.01	52.00±0.02 ^g	14.21±0.05 ^h
	ข้าวโพดข้าวเหนียว (WC)	5	7.02	47.32±0.06 ^j	14.77±0.05 ^f
		10	6.40	45.19±0.02 ^l	15.23±0.05 ^e
		15	7.40	41.42±0.07 ^m	16.13±0.05 ^d
	ข้าวโพดหวาน (SC)	5	6.98	65.03±0.09 ^a	11.56±0.05 ^m
		10	7.05	56.81±0.05 ^b	12.45±0.05 ^k
		15	6.50	54.24±0.05 ^d	13.57±0.05 ^h

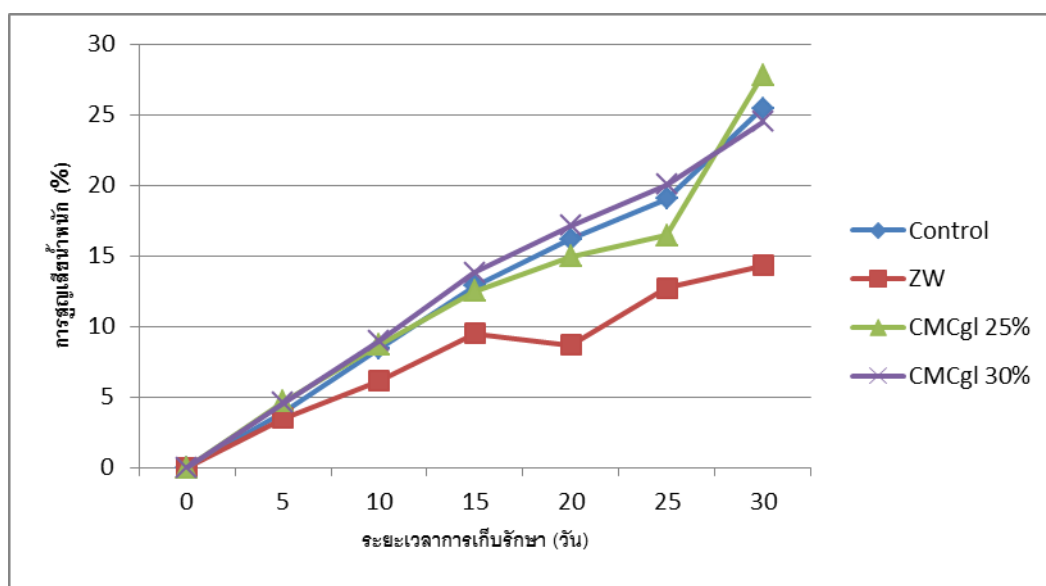
หมายเหตุ : ค่าที่แตกต่างภายในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

ดลภพร

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว

4.2.1 การสูญเสียน้ำหนัก

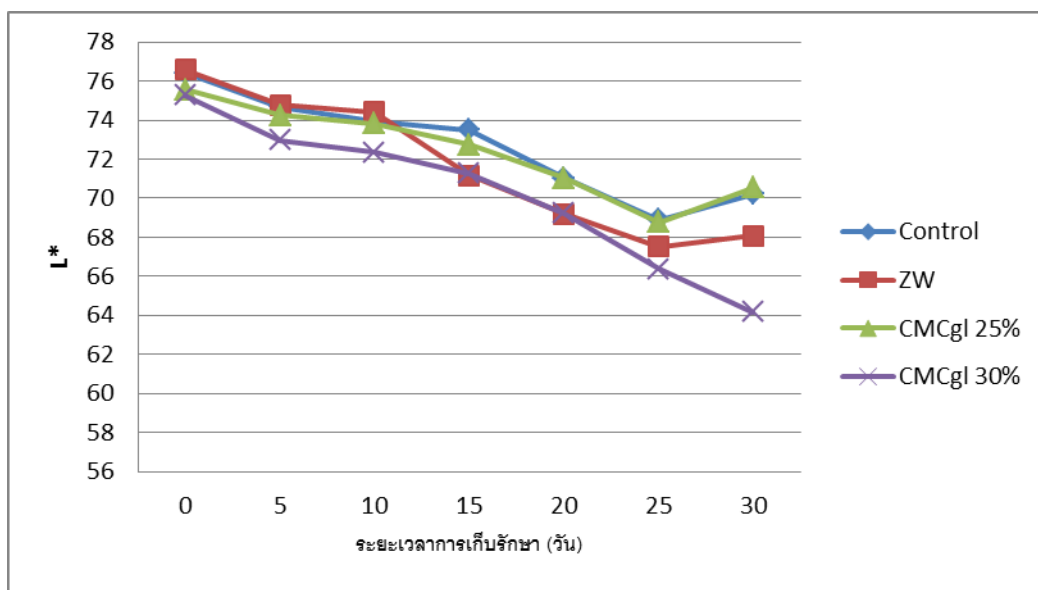
ผลการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่บริโภคได้ 3 ชนิด แสดงในรูปภาพที่ 4.1 ผลการทดลองพบว่า ผลมะม่วงทุกชุดการทดลองมีปริมาณการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา การเคลือบผิวผลมะม่วงด้วย ZW CMC_{gl} 25% และ CMC_{gl} 30% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดี โดยเฉพาะ ZW ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงได้ดีที่สุด



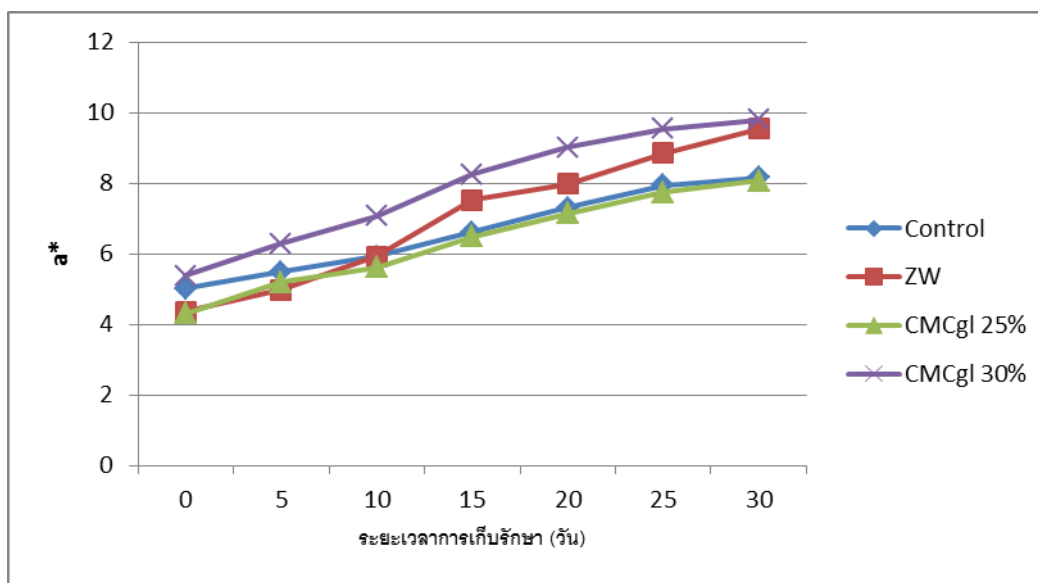
ภาพที่ 4.1 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

4.2.2 การวิเคราะห์ค่าสีของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

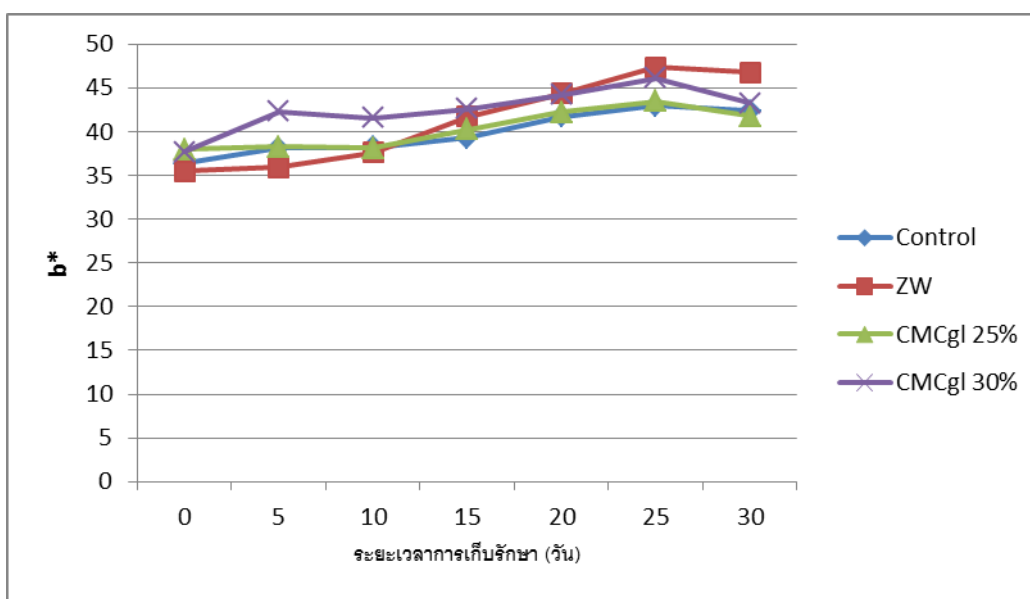
จากภาพที่ 4.2 – 4.4 ศึกษาค่าสีของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีการเคลือบผิว พบว่าในระยะการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ค่า L* ของเปลือกมะม่วงมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง และผลมะม่วงที่เคลือบด้วย CMC_{gl} 30% มีค่า L* น้อยที่สุด เท่ากับ 64.17 ± 3.20 ค่า a* ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 30 วัน ผลมะม่วงที่เคลือบด้วยผิวสารเคลือบ CMC_{gl} 25% มีค่า a* น้อยที่สุด เท่ากับ 8.06 ± 0.77 ค่า b* ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ในแต่ละชุดการทดลองมีการเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน แสดงว่าเปลือกมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว ZW มีค่า b* มากที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 46.77 ± 2.77 ในขณะที่ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วย CMC_{gl} 30% control และ CMC_{gl} 25% ค่า b* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$) โดยมีค่า b* เท่ากับ 43.25 ± 3.52 42.36 ± 2.68 และ 41.76 ± 1.62 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 ค่าสี L* ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส



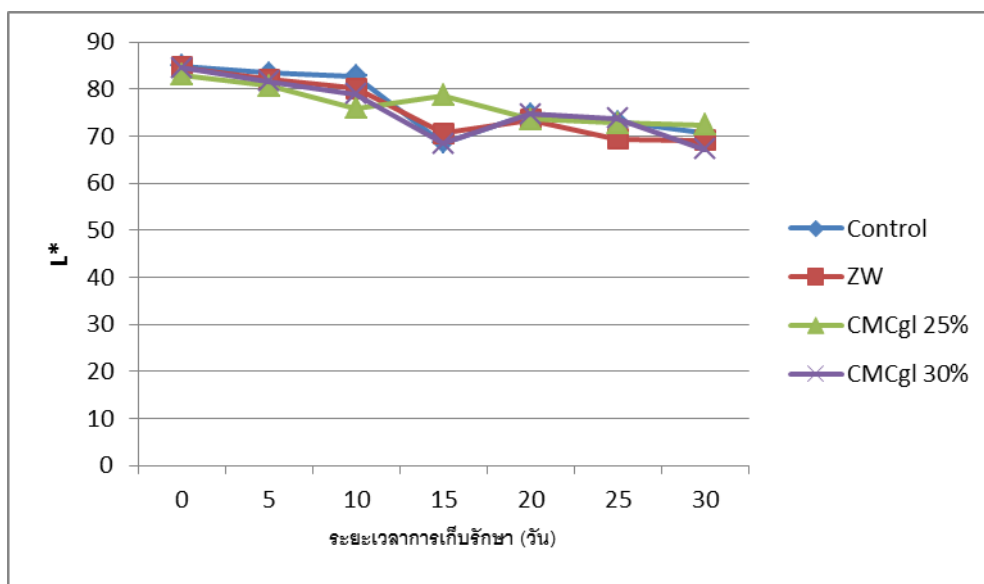
ภาพที่ 4.3 ค่าสี a* ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส



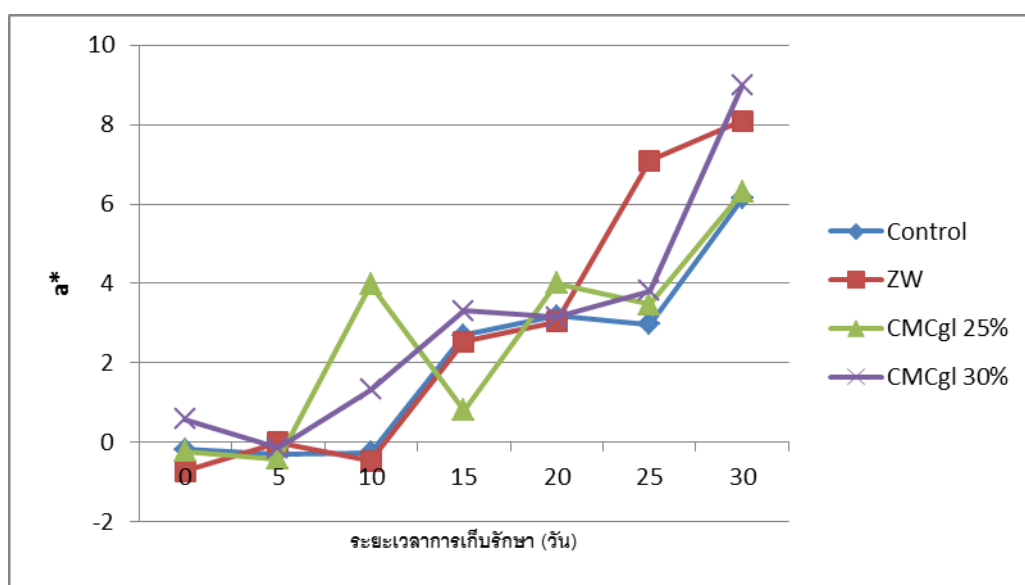
ภาพที่ 4.4 ค่าสี b^* ของเปลือกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

4.2.2 การวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

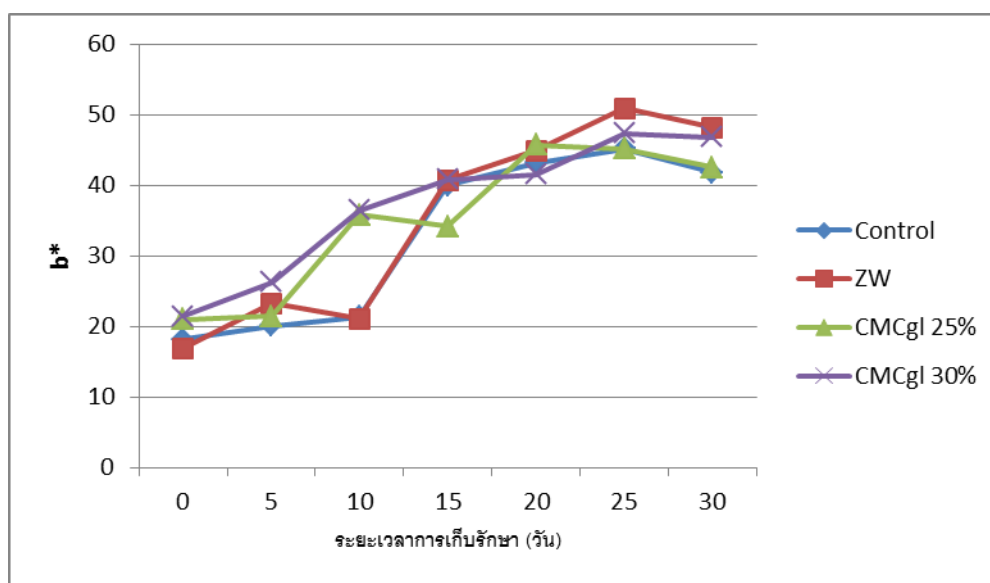
ผลการวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* b^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบที่บริโภคได้ 3 ชนิด แสดงในรูปที่ 4.5 - 4.7 พบว่าค่า L^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงระหว่างผลมะม่วงที่เคลือบผิว และผลที่ไม่ได้เคลือบผิวไม่แตกต่างกัน ตลอดอายุการเก็บรักษา ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย ZW มีค่า L^* ของเนื้อมะม่วงน้อยที่สุด เท่ากับ 70.29 ± 4.02 ค่า a^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในแต่ละการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC_{gl} 30% มีค่า a^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้มากที่สุด เท่ากับ 8.11 ± 1.08 ค่า b^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้ในแต่ละการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC_{gl} 30% มีค่า b^* ของเนื้อมะม่วงมากที่สุด เท่ากับ 50.62 ± 1.89



ภาพที่ 4.5 ค่าสี L^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.6 ค่าสี a^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

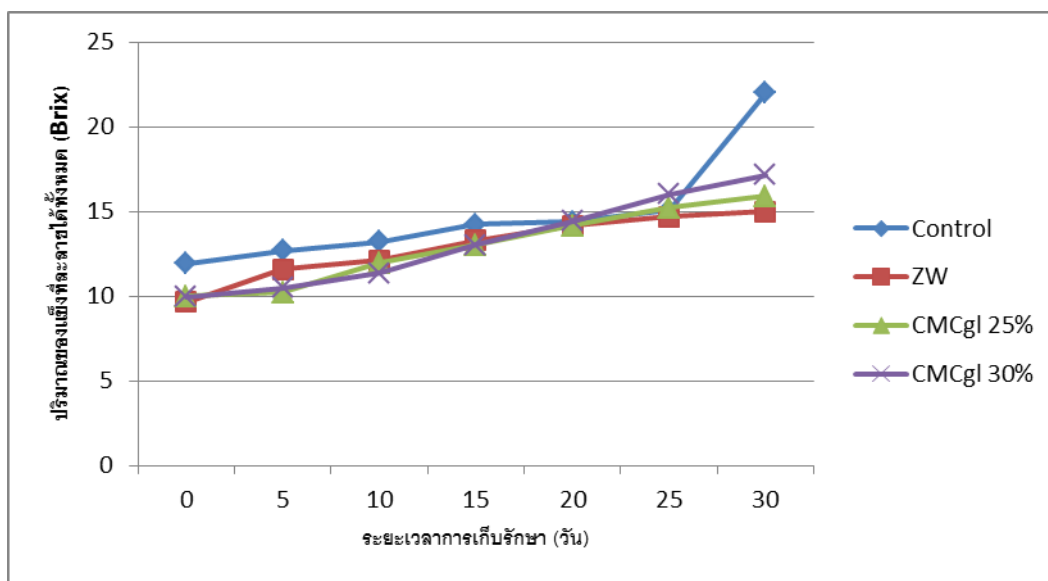


ภาพที่ 4.7 ค่าสี b^* ของสีเนื้อด้านนอกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.3.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

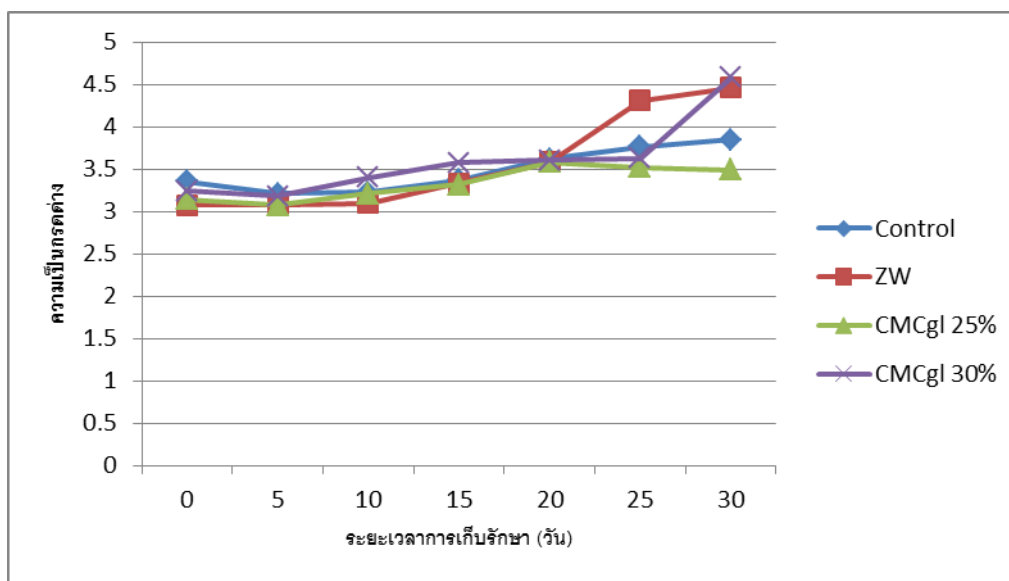
จากผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของมะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิว พบว่า ผลการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน นอกจากนี้ยังพบว่า ผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดค่อนข้างสูงในช่วงการเก็บรักษา 30 วัน ผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ $22.00 \pm 0.00\%$ รองลงมาได้แก่ ผลที่เคลือบผิวด้วย CMC_{gl} 30% CMC_{gl} 25% และ ZW มีค่าเท่ากับ $17.13 \pm 0.06\%$ $15.90 \pm 0.00\%$ และ $15.00 \pm 0.00\%$ ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของมวงน้ำดอกไม้อีสทองที่ผ่านการเคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

4.3.2 ค่าความเป็นกรดต่าง

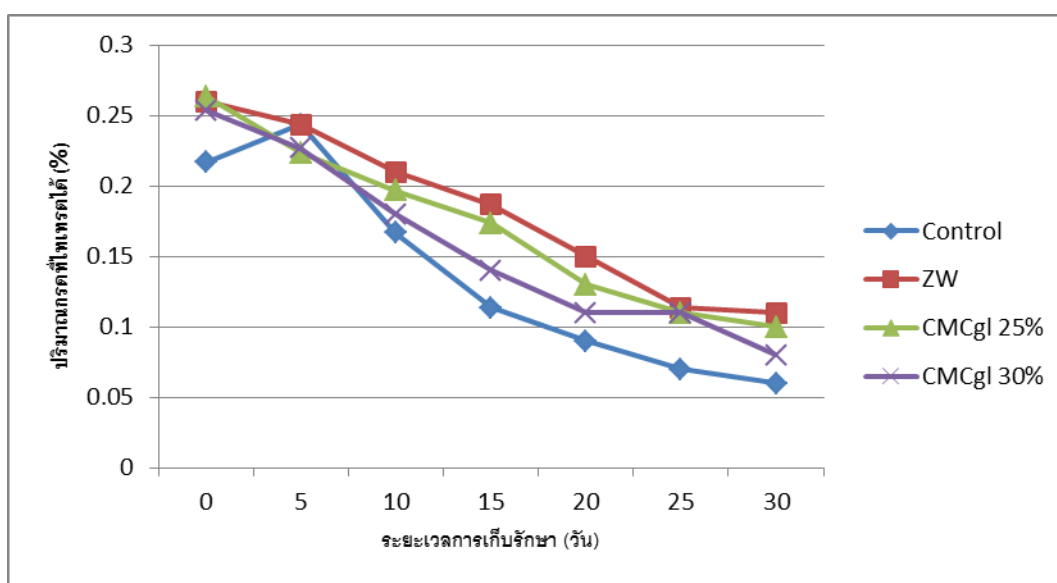
ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลมะม่วงน้ำดอกไม้อีสทองที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ 3 ชนิด แสดงในภาพที่ 4.12 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงการเก็บรักษา 30 วัน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลมะม่วงที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยในผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC_{gl} 30% มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากที่สุด เท่ากับ 4.58 ± 0.00 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นพรัตน์ (2533) ที่พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลมะม่วงที่เคลือบด้วย Sta-Fresh 360 ความเข้มข้น 50% และ 100% กับ Sta-Fresh 560 ความเข้มข้น 25% และ 50% มีค่า pH เพิ่มขึ้น ยกเว้นในบางกลุ่มที่ลดลงเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาได้ 15 วัน กลุ่มเคลือบผิวด้วย 50% S-F 560 มีค่า pH ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มเคลือบผิวอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกลุ่มเคลือบผิวด้วย 50% S-F 360 แต่เมื่อเก็บรักษาได้ 18 วัน กลุ่มเคลือบผิวด้วย 50% S-F 560 กลับมีค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมากและมีค่ามากกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นกลุ่มเคลือบผิวด้วย 50% S-F 560 นี้มีค่า pH สูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4.9 ความเป็นกรดต่างของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

4.3.3 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

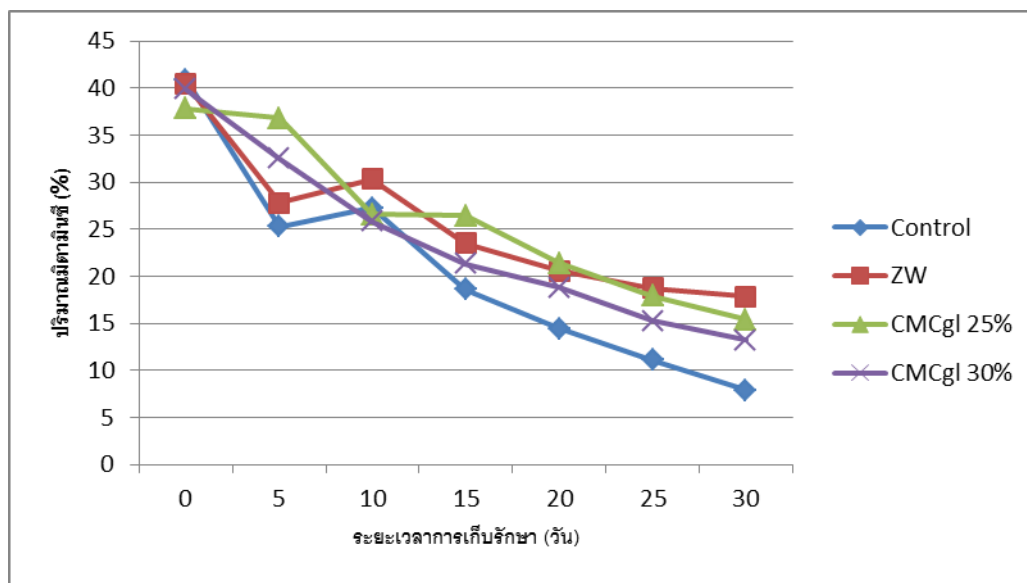
ผลการทดลองจากภาพที่ 4.13 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในผลมะม่วงแต่ละการทดลองมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อการเก็บรักษานานขึ้น โดยในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงที่เคลือบผิวมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากกว่าผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยผลมะม่วงที่เคลือบด้วย ZW มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุด เท่ากับ $0.11 \pm 0.00\%$)



ภาพที่ 4.10 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

4.3.4 ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา โดยหลังวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงที่เคลือบผิวมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยผลมะม่วงที่เคลือบด้วย ZW มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด เท่ากับ $17.83 \pm 0.46\%$ แสดงในรูปที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ปริมาณวิตามินซีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการเคลือบผิว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนสีเปลือกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ทั้ง 3 ชนิด ในวันที่ 15-30 ของการเก็บรักษา พบว่า ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงที่เคลือบด้วย CMC_{gl} 30% ได้คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 3.83 ± 2.14 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนสีเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ทั้ง 3 ชนิด ในวันที่ 15-30 ของการเก็บรักษา แสดงดังภาพที่ 4.17 ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงที่เคลือบด้วย CMC_{gl} 30% ได้คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 4.33 ± 1.51 ด้านกลิ่นของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภค ความชอบรสชาติของเนื้อมะม่วง ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย ZW ได้คะแนนด้านรสชาติมากที่สุด ส่วนผลมะม่วงที่เคลือบด้วย CMC_{gl} 30% ได้คะแนนต่ำที่สุด ผลด้านเนื้อสัมผัส ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษาผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมของเนื้อมะม่วง ผลมะม่วงที่เคลือบด้วย ZW มีค่าความชอบโดยรวมมากที่สุด เท่ากับ 7.00 ± 1.10 แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัย แผนงานวิจัย การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้และปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก มี 2 โครงการย่อย ได้แก่

โครงการย่อยที่ 1 การผลิตฟิล์มบรีโภาคได้จากเปลือกข้าวโพดเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้

โครงการย่อยที่ 2 ผลของการใช้ฟิล์มบรีโภาคได้ร่วมกับการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อการยืดอายุเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ มีการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

5.1 การศึกษาการผลิตแผ่นฟิล์มที่บรีโภาคได้จากเปลือกข้าวโพด

จากการศึกษากระบวนการผลิตฟิล์มบรีโภาคได้จากเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานสามารถขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้ดีทุกระดับของปริมาณของเปลือกข้าวโพดที่ใช้ ยกเว้นข้าวโพดข้าวเหนียวที่สามารถขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้เพียงระดับเดียว คือ ปริมาณ 5% เนื่องจากแผ่นฟิล์มที่ได้มีลักษณะเป็นรูพรุน เนื้อหยาบ จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นฟิล์มบรีโภาค ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ ความหนา ค่าสี ค่าการต้านทานแรงดึงขาด เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดที่ขาด และการซึมผ่านของไอน้ำ พบว่าแผ่นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดหวานที่ระดับ 15% ที่มีการผสมกลีเซอรอล 25% เป็นพลาสติกเซอรจะสามารถขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้ดี และมีคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลดีที่สุด โดยมีความหนา 0.98 มิลลิเมตร ค่าสี L (68.32) a* (0.93) b* (13.75) มีผลทำให้แผ่นฟิล์มมีสีเหลืองเข้มออกเขียว ค่าการต้านทานแรงดึงขาด 27.34 MPa เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดที่ขาด 25.78% และการซึมผ่านของไอน้ำ 3.25×10^{-5} g/m.d.kPa

เมื่อพิจารณาสารพลาสติกไซเซอร์ที่เติมลงในแผ่นฟิล์มเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นพบว่าการใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์จะทำให้การขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้ง่ายกว่า และแผ่นฟิล์มที่ได้มีคุณภาพมากกว่าการใช้ซอร์บิทอลเป็นพลาสติกไซเซอร์ การใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์จะทำให้แผ่นฟิล์มมีพื้นผิวสัมผัสมีลักษณะเป็นผิวเรียบและลื่น ขึ้นรูปแผ่นฟิล์มสามารถลอกออกได้ง่ายกว่าการใช้ซอร์บิทอล

5.1.2 คุณสมบัติทางเคมีของแผ่นฟิล์มบรีโภาคได้

เมื่อนำแผ่นฟิล์มที่บรีโภาคได้จากเปลือกข้าวโพดมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าการละลายน้ำ และปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์ม พบว่าแผ่นฟิล์มบรีโภาคได้จากข้าวโพดหวาน 5% ที่ผสมกลีเซอรอลจะมีค่าการละลายน้ำสูงที่สุด 65.03% ส่วนปริมาณความชื้นที่มีค่ามากที่สุดจะพบในแผ่นฟิล์มที่มีความหนามากที่สุดด้วย ได้แก่ แผ่นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดข้าวเหนียว 15% ที่มีการเติมซอร์บิทอล จะมีปริมาณความชื้น 18.61% แผ่นฟิล์มที่ผสมกลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์จะทำให้ค่าการละลายน้ำมีค่าสูงกว่าการใช้ซอร์บิทอล แต่ปริมาณความชื้นของแผ่นฟิล์มจะมีค่าต่ำกว่าการใช้ซอร์บิทอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.2 การศึกษาการใช้ฟิล์มบริโกลได้ร่วมกับการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

จากการศึกษาการเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองด้วยสารเคลือบผิว 3 ชนิด คือ ZW CMC_{gl} 25% และ CMC_{gl} 30% พบว่ามะม่วงที่เคลือบผิวด้วย ZW ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ทำให้ผลมะม่วงสุกช้าลง ยังสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) อัตราส่วน TSS/TA ปริมาณวิตามินซี และยังได้ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านของสีเปลือก รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากกว่าทุกชุดการทดลองอื่นๆ ส่วนการเคลือบผิวผลมะม่วงด้วยฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกข้าวโพด CMC_{gl} 25% สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ดีรองจาก ZW ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) อัตราส่วน TSS/TA และค่าความชอบโดยรวม ได้มากกว่า CMC_{gl} 30% และผลที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่งลักษณะปรากฏภายนอกของ ZW และ CMC_{gl} 25% ให้ผลที่ดีกว่า ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วย CMC_{gl} 30% และผลที่ไม่ได้เคลือบผิว ดังนั้นควรมีการพัฒนาฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกข้าวโพดที่เติมกลีเซอรอล ความเข้มข้น 25%

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาชนิดของพืชที่เหลือทั้งชนิดอื่นในการผลิตแผ่นฟิล์มบริโกล
2. ควรศึกษาผลของคาร์บอนที่เกิดขึ้นในสภาวะการย่อยสลาย น่าจะเป็นแนวทางเพื่อรักษาสภาพแวดล้อม และแนวทางการกำจัดของเสียพอลิพลาสติกได้อย่างเหมาะสม
3. ควรนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตสารเคลือบผิวเพื่อต้านเชื้อโรคในพืชผักผลไม้เชิงเศรษฐกิจ
4. ควรมีการพัฒนาสารเคลือบผิว CMC จากเปลือกข้าวโพด ให้มีการยึดเกาะกับผิวผลไม้ให้มากขึ้น เป็นสารละลายที่เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เกาะกันเป็นก้อนเวลานำมาเคลือบ
5. มะม่วงเป็นผลิตผลทางการเกษตร ทำให้มีความแปรปรวนมาก การคัดเลือกวัตถุดิบที่มีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกันจึงมีความสำคัญมาก เพื่อให้ผลการทดลองมีความผิดพลาดน้อยที่สุด
6. ควรนำข้อมูลที่ได้ไปต่อยอดในการผลิตในรูปแบบเชิงการค้า

บรรณานุกรม

- กษิตศ อัมประไพ อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐา เลหากุลจิตต์. (2553). *การศึกษาคุณสมบัติทางกลและกายภาพของฟิล์มบริโกลได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง*. ว.วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ) : 609 – 612.
- จริงแท้ ศิริพานิช.(2546). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ. 396 หน้า.
- จรรยา หิรัญวัฒนากุล. *แว็กซ์สำหรับงานเคลือบผิวผักและผลไม้*. Plastic bi-weekly news. 48 (พฤษภาคม 2555).
- จุฑามาศ พิสมัย อารยา ยงกสิการณ ชลลดา สังเวียน และนันท์ชนก นันทะไชย. (2555). *การศึกษาแผ่นฟิล์มบริโกลได้จากผงมะม่วง*. ว.วิทย์. กษ. 43(2)(พิเศษ) : 89 – 92.
- จิตติมา ศรีสุวรรณ ชัยวรรณ ธิญะวุฒิ ฉัตรชัย วัฒนาภิรมย์สกุล และชมจรรย์ อำนวยกิจ. (2554). *แผ่นฟิล์มด้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดเปลือกมังคุด*. ภาควิชาเภสัชเวช และเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เถียน บัวตุ้ม. (2547). *การพัฒนาการผลิต คุณสมบัติและแนวทางการใช้ประโยชน์ของฟิล์มบริโกลได้จากสตาร์ชชนิดต่าง ๆ*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาเทคโนโลยีวัสดุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. (2551). *การปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง*. เทคโนโลยีชาวบ้าน ปีที่ 20 ฉบับที่ 425. หน้า 20 – 21.
- มุกิตา มีนุ่น และคณะ. (2552). *ผลของการตัดแปลงสภาพบรรยากาศและการใช้อุณหภูมิต่ำต่อการรักษาคุณภาพลองกอง และการลดการหลุดของขั้วผลลองกองระหว่างการยืดอายุการเก็บรักษาเพื่อการส่งออก*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รัฐพล แสงศัพท์ และสมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม. (2558). *สมบัติเชิงกล และสมบัติการให้ก๊าซผ่านแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนผสมขานอ้อย*. วารสารวิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ฉบับเดือนมกราคม – มีนาคม ; 42(1) : 83 – 90.
- รัชดาภรณ์ แก้วหนา. *ผลของสารเคลือบผิวที่รับประทานได้ต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้*. ผลงานวิจัยโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว *เครือข่ายข้อมูลวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว* 31 มกราคม 2546, หน้า 613-629.
- วิทวัส จิรัฐพงศ์ และภุชฌณเวช ทรงธนศักดิ์. (2554). *การศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินจากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ*. การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21.

- วารินทร์ พิมพา และภาสุรี ฤทธิเลิศ. การยืดอายุผลมะม่วงโดยการเคลือบด้วยไคโตซานและโซเดียมไบคาร์บอเนต. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์ เบญจมาศ รัตนชินกร และคมจันทร์ สรงจันทร์. ผลของสารเคลือบผิวบางชนิดต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(สิงหาคม 2555) : 101-104.
- สุธาสนี สัตถวงค์. (2555). การพัฒนาฟิล์มแบคทีเรียเซลลูโลส อัลจิเนต เจลาติน สำหรับการถนอมอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุกิตา ผายพันธ์. ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.
- อภิตา บุญศิริ และคณะ. 2558. สารเคลือบบริโภคได้ที่มีส่วนผสมของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนสำหรับเคลือบเนื้อทุเรียน. Postharvest Newsletter. 14(มิถุนายน 2558) : 1-8.
- อภิสิทธิ์ โฆษิตชัยยงค์ และคณะ. (2553). สมบัติของวัสดุและความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ผสมไตรโคซาน. วารสารวิจัยและนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมไทย ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม.
- โอรส รักษาติ อนันต์ อุ่นอรุณ และกณิดา ธนเจริญชนมาส. (2552). การประยุกต์ใช้สตาร์ชจากมันพื้นเมือง (Yam) ในการทำแผ่นฟิล์มและพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพเพื่อนำไปสู่การจัดการของเสียประเภทพลาสติกในประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Biale, J.B. Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits. *Plant physio* 1(1950) :183-206.
- Casida, L. E. (1964). *Industrial Microbiology*. New York : John Wiley & Sons.
- Johnson, G. I., Sharp, J.L., Milne, D.L. and Oosthuyse. S.A. *Postharvest Technology and Quarantine Treatments*. University Press, Cambridge, 1997.
- Sutton. B.C. (1992). *The genus Glomerella and anamorph Colletotrichum In : Colletotrichum : Biology. Pathology and Control*. CAB Int., Wallingford. UK. pp. 1 – 26.
- Talaro, K. and A. Talaro. (1996). *Foundation in Microbiology*. 2nd ed. Chicago : Wm. C. Brown Publishers.

Wills, R., McGlassn, B., Graham, D. and Joyce, D. *Postharest : an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. 4th ed.