

การพัฒนากระดาษลามิเนตด้วยฟิล์มไคโตแซนต่อการขึ้นรูปกล่องบรรจุอาหาร

Development of Chitosan Film Laminated with Paper material for Food Packaging forming

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ¹ และวรรณิศา กิจไธสง

Tunyaporn Sirilert¹ and Wannisa Kitthaisong

บทคัดย่อ

ศึกษาฟิล์มไบโอโพลิเมอร์ที่ผลิตจากไคโตแซน ที่ระดับ 80 % Degree of deacetylation ในสารละลาย กรดฟอร์มิกความเข้มข้นร้อยละ 1 เปรียบเทียบชนิดและ สัดส่วนของพลาสติกไซเซอร์ คือ กลีเซอรอล พอลิ เอทิลีน ไกลคอล และซอร์บิทอล ที่ความเข้มข้นรวม ร้อยละ 1 พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม ไคโตแซนที่เติมกลีเซอรอลจะให้ลักษณะทางกายภาพ ทุกด้านดีที่สุด โดยให้ค่าความหนาอยู่ในช่วงเฉลี่ย เท่ากับ 0.024-0.056 มิลลิเมตร มีค่าต้านทานแรงดึง เท่ากับ 70.09 MPa ให้ค่าแรงยึดตัวสูงสุดเท่ากับร้อยละ 4.39 และมีประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำมันได้ มากกว่า 30 วัน เมื่อนำฟิล์มมาศึกษาชนิดของกาวจาก แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทางการค้าคือ SMS-GSA, Amylock A และแป้งมันสำปะหลังทางการค้าที่ไม่ผ่าน การดัดแปรที่ความเข้มข้นของกาวแต่ละชนิดที่ร้อยละ 3, 3.5 และ 4 ตามลำดับ พบว่ากาวจากแป้งมันสำปะหลัง ดัดแปรทางการค้าคือ SMS-GSA ความเข้มข้นร้อยละ 3.5 สามารถลามิเนตยึดติดฟิล์มไคโตแซนที่เติม กลีเซอรอลกับวัสดุกระดาษได้ดีที่สุด โดยสามารถขึ้นรูป กล่องบรรจุอาหาร โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องบรรจุอาหารจากฟิล์ม สังเคราะห์พอลิเอทิลีน และเมื่อประเมินทางประสาท สัมผัส พบว่าให้คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 7.73 ซึ่งแสดงถึงความชอบในระดับปานกลางถึงมาก

คำสำคัญ : ไคโตแซน, พลาสติกไซเซอร์, ภาชนะบรรจุ, แป้งมันสำปะหลัง, ลามิเนต

Abstract

The study of 80 %Degree of deacetylation of chitosan in 1% formic acid solution and plasticizers compared types and ratio of glycerol: sorbitol: polyethylene glycol at 1% of total concentration. The result showed that chitosan solution incorporated with 1% glycerol gave the best film physical properties, which included the thickness between 0.03-0.05 mm, tensile strength of 70.09 MPa with elongation of 4.39% and oil resistance of more than 30 days. The commercial adhesive included modified tapioca starch of SMS-GSA and Amylock-A were compared with control (commercial non-modified tapioca starch) at the concentration of 3, 3.5 and 4%. It was found that 3.5 % of SMS-GSA showed complete lamination between chitosan film and paper and showed no significant difference ($p>0.05$) in term of appearance when compared with polyethylene laminated paper. It also received the highest overall acceptance score at 7.73 point which indicates that the container was liked moderately to like very much.

Keywords : chitosan, plasticizer, food packaging, tapioca flour, laminate

บทนำ

ปัจจุบันตลาดโลกของผลิตภัณฑ์อาหารในกลุ่มอาหารสำเร็จรูปต่างๆ มีการพัฒนาและเติบโตอย่างรวดเร็วโดยมีอัตราการจำหน่ายกว่า 20 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีการเติบโตเพิ่มขึ้นจากเดิมถึงร้อยละ 80 ต่อปี สำหรับตลาดผลิตภัณฑ์อาหารในประเทศไทยมีอัตราการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกันถึงร้อยละ 70 ต่อปีที่ผ่านมา [1] โดยปัจจุบันมีมูลค่าของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปซึ่งมีแนวโน้มในการส่งออกสูงถึง 150,000 ล้านบาท ขยายตัวประมาณร้อยละ 7 ใกล้เคียงกับปีก่อนที่มีมูลค่ากว่า 140,000 ล้านบาท [2] ดังนั้นการรักษาคูณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อสินค้าส่งออก โดยเฉพาะภาชนะบรรจุที่ใช้ควรมีคุณสมบัติในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงปลอดภัยต่อผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภค รวมทั้งตระหนักถึงความสามารถในการย่อยสลายได้ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม [3] การเข้าใจถึงคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของภาชนะบรรจุจากสารไบโอพอลิเมอร์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการทดแทนการใช้ภาชนะบรรจุจากพลาสติกที่ย่อยสลายยาก การศึกษาหน้าที่และคุณสมบัติของสารไบโอพอลิเมอร์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้เป็นภาชนะบรรจุ อาหารนอกจากย่อยสลายได้ง่ายโดยธรรมชาติแล้ว ยังปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ภาชนะบรรจุที่ย่อยสลายได้ส่วนใหญ่ผลิตจากสารในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติของวัสดุที่มีการป้องกันการซึมผ่านที่ดี ซึ่งมีการศึกษาเพื่อใช้ในการลดการดูดซับ น้ำมัน และการสูญเสียความชื้นในผลิตภัณฑ์อาหารทอด [4] โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารไบโอพอลิเมอร์ในกลุ่มไคตินและเบต้าไคโตแซนที่มีคุณสมบัติในการต้านทานน้ำมันได้เป็นอย่างดี และสารไคตินเป็นสารที่ละลายได้ยากและจากกระบวนการกำจัดกลุ่มอะซิติกของไคตินกลายเป็นเบต้าไคโตแซน ทำให้สามารถละลายได้ง่ายขึ้นแม้ในสารละลายกรดอินทรีย์เจือจาง และจากคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีการนำเบต้า

ไคโตแซนมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย [5] และในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของฟิล์มไบโอพอลิเมอร์จากเบต้าไคโตแซนมาใช้ทดแทนฟิล์มพอลิเอทิลีน ในการلامีเนตกับวัสดุกระดาษและประยุกต์ใช้โดยการขึ้นรูปเป็นกล่องบรรจุอาหารและประเมินความแตกต่างและความชอบโดยรวมของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาอิทธิพลของพลาสดิกไซเซออร์ที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปของฟิล์มไคโตแซน

นำเบต้าไคโตแซน (บริษัทที่ ซี ยูเนี่ยน โกลบอล จำกัด) ที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติก (Degree of deacetylation: %DD) เท่ากับร้อยละ 80 มาเตรียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักในสารละลายกรดฟอรั่มิก (Merck, German) ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตร โดยปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องเขย่า (agitator mixer) ที่ความเร็วรอบ 450 รอบ/นาที่ นาน 55 นาที และเติมพลาสดิกไซเซออร์ความเข้มข้นรวมร้อยละ 1 ที่เปรียบเทียบกับอัตราส่วนระหว่างชนิดของพลาสดิกไซเซออร์ 3 ชนิดคือ กลีเซอรอล พอลิเอทิลีน ไกลคอล และซอร์บิทอล ดังตารางที่ 1 และปั่นสารละลายทั้งหมดต่ออีกเป็นเวลา 5 นาที [6] ขึ้นรูปฟิล์มโดยการขึ้นรูปฟิล์มโดยวิธี solvent casting ซึ่งหล่อแบบด้วยภาชนะ โดยการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ทำให้พอลิเมอร์เกิดการละลายอย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำสารละลายเทลงในแม่แบบแล้วปล่อยให้แห้ง และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง [7] และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คือ

1.1 ความหนืดของสารไคโตแซน (Brook field viscometer, รุ่น LV-E Viscometer)

เตรียมสารละลายไคโตแซนปริมาตร 250 มิลลิลิตร วัดความหนืดโดยใช้ spindle Set หัวหมายเลข 1 ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 12 รอบ/นาที่ ทำการวัดค่า 3 ซ้ำการทดลอง

1.2 ความหนา (Thickness) โดยใช้มาตรฐาน ASTM D 645-92 [8]

ตัดแผ่นฟิล์มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร มาวัดความหนาด้วยไมโครมิเตอร์ ที่ตำแหน่งต่างๆ 5 จุด ทำการวัดตรงกลางและทั้ง 4 มุมของแผ่นฟิล์ม และหาค่าเฉลี่ยของความหนาของฟิล์ม

1.3 การต้านทานแรงดึงขาดและค่าการยืดตัว (Tensile strength and elongation) โดยใช้มาตรฐาน ASTM D 882-95a [9]

นำฟิล์มขนาด 6.5x2.4 เซนติเมตร ความลึกว้าง 1.2 เซนติเมตร โดยตัดฟิล์มเป็นรูป dumbbell วัดค่าการต้านทานแรงดึงและร้อยละความยืดตัวด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT.plus ที่มีการปรับระยะห่างของ grip separation load 27 มิลลิเมตร และคำนวณค่าการต้านทานแรงดึง (Tensile Strength : TS) และร้อยละความยืดตัว (Elongation: %E)

1.4 อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water vapor transmission rate) โดยใช้มาตรฐาน ASTM E 96-95 [10]

เตรียมฟิล์มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร วางบนภาชนะปิดด้วยหาความชื้นที่บรรจุซิลิกาเจลไว้ 15 กรัม ปิดผนึกด้วยตัวยึดและหล่อด้วยพาราฟินเหลวจนกระทั่งแข็งตัว นำมาชั่งน้ำหนักเริ่มต้น แล้วนำถ้วยทั้งหมดใส่ในโถดูดความชื้นที่ปรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 75 เก็บรักษาที่ตู้อบอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบน้ำหนักของถ้วยทุกๆ 24 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ และคำนวณหาอัตราการซึมผ่านไอน้ำ

1.5 การต้านทานน้ำมัน (Oil resistance) มาตรฐาน มอก. 654-2529 [11]

นำตัวอย่างฟิล์มขนาด 7x10 เซนติเมตร วางบนกระดาษขาวและนำทรายน้ำหนัก 2 กรัม วางบนแผ่นฟิล์ม จากนั้นหยดน้ำมันพืชลงไปบนกองทรายจนชุ่ม และสังเกตการซึมผ่านได้ของน้ำมันไปยังกระดาษขาวทุกๆ 24 ชั่วโมง บันทึกเวลาทั้งหมดที่น้ำมันซึมผ่านกระดาษขาวเป็นค่าในการต้านทานน้ำมันของฟิล์ม

ตารางที่ 1 การแปรชนิดและอัตราส่วนของพลาสติกไซเซอรที่ระดับความเข้มข้นรวมร้อยละ 1

สิ่งทดลอง	ความเข้มข้นของพลาสติกไซเซอร (%)		
	Glycerol (G)	Polyethylene glycol 400 (PEG)	Sorbitol (S)
1	1.00	0.00	0.00
2	0.00	1.00	0.00
3	0.00	0.00	1.00
4	0.50	0.50	0.00
5	0.50	0.00	0.50
6	0.00	0.50	0.50
7	0.33	0.33	0.33

2. ศึกษากระบวนการผลิตภาชนะบรรจุลามิเนตจากไคโตแซน

นำฟิล์มไคโตแซนที่ได้ในข้อที่ 1 มาศึกษากระบวนการผลิตภาชนะบรรจุลามิเนต [12] โดยเปรียบเทียบผลของกาวจากแป้งมันสำปะหลังทางการค้า 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังตัดแปรชนิด SMS-GSA (บริษัทสยาม มอติฟายด์ สตาร์ช), Amylock A (บริษัทเนชั่นแนล สตาร์ช แอนด์ เคมิเคิล ไทยแลนด์ จำกัด) และแป้งมันสำปะหลังที่ไม่ผ่านการตัดแปร (ตราเอโร่ บริษัทโอเชียนฟู้ดส์ ประเทศไทย จำกัด) เปรียบเทียบความเข้มข้นของกาวแต่ละชนิดที่ร้อยละ 3, 3.5 และ 4 ตามลำดับในน้ำกลั่นปริมาตร 250 มิลลิลิตร และให้อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที [13] ทำการเคลือบกาวลามิเนตแผ่นฟิล์มไคโตแซนกับกระดาษด้วยเครื่องเคลือบพลาสติกที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ปรับระยะห่างลูกกลิ้งคู่เท่ากับ 3 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 10 รอบ/นาที จำนวน 2 ครั้ง แล้วป้อนด้วยแท่นป้อนขึ้นรูปเป็นกล่องภาชนะบรรจุและนำมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

2.1 การต้านทานน้ำมัน (Oil resistance)

มาตรฐาน มอก. 654-2529

2.2 การติดแน่นของฟิล์มแต่ละชั้น มาตรฐาน

ASTM F 904

นำฟิล์มไคโตแซนที่ลามิเนตกับวัสดุกระดาษในแต่ละสิ่งทดลองตัดให้มีขนาด 10x10 เซนติเมตร จากนั้นฉีกฟิล์มที่ลามิเนตทั้ง 4 มุมจนขาดออกจากกัน สังเกตลักษณะปรากฏของการติดแน่นของฟิล์มอ้างอิงตามมาตรฐาน

3. การประเมินความแตกต่างและการยอมรับของผู้บริโภคต่อภาชนะบรรจุลามิเนต

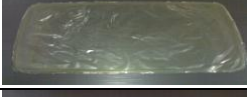
คัดเลือกตัวอย่างที่ได้จากผลทางกายภาพทางสถิติจำนวน 3 สิ่งทดลองในข้อที่ 1 นำมาทดสอบความ

แตกต่างของภาชนะบรรจุกระดาษลามิเนตกับฟิล์มไคโตแซนโดยเปรียบเทียบกับภาชนะบรรจุกระดาษลามิเนตกับฟิล์มพลาสติกสังเคราะห์พอลิเอทิลีน ด้วยวิธี Multiple comparison test โดยใช้สเกล 9 คะแนน ในคุณลักษณะด้าน สี ลักษณะปรากฏ ความเรียบสม่ำเสมอ และด้านความชอบโดยรวม และนำมาทดสอบการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคด้วยวิธี 9-point hedonic scale ในคุณลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ ความเรียบสม่ำเสมอ และด้านความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนเป็นนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 15 คน นำผลที่ได้เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองเปรียบเทียบชนิดของพลาสติกไซเซอรต่อการขึ้นรูปและลักษณะปรากฏของฟิล์มไคโตแซน พบว่า กลิเซอรอลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1 และพอลิเอทิลีน ไกลคอล: ซอร์บิทอลที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5: 0.5 ให้ลักษณะฟิล์มเรียบสม่ำเสมอมากที่สุด (ตารางที่ 2) เมื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ พบความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในทุกคุณลักษณะโดยฟิล์มไคโตแซนที่ใช้พลาสติกไซเซอรมากกว่าหนึ่งชนิดจะให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้น ให้ค่าความหนาของฟิล์มทุกสิ่งทดลองเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.03-0.04 มิลลิเมตร รวมทั้งให้ค่าการต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้น โดยฟิล์มไคโตแซนชนิดที่ใส่กลีเซอรอลให้ค่าแรงยึดตัวสูงสุดเท่ากับร้อยละ 4 ส่วนอัตราการซึมผ่านไอน้ำในทุกสิ่งทดลองมีค่าอยู่ในช่วงเท่ากับ 50-65 g/m².24 hr โดยฟิล์มไคโตแซนชนิดที่ใส่กลีเซอรอลและพอลิเอทิลีน: ซอร์บิทอล สามารถต้านทานน้ำมันได้มากกว่า 30 วัน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบชนิดพลาสติกไซเซอร์ต่อสมบัติในการขึ้นรูปฟิล์มไคโตแซน

สิ่งทดลอง	ชนิดของพลาสติกไซเซอร์	ความเข้มข้น (%)	ลักษณะฟิล์ม	ลักษณะปรากฏ
1	G	1: 0: 0	ฟิล์มเรียบสม่ำเสมอ	
2	PEG	0: 1: 0	ฟิล์มย่นไม่เรียบ	
3	S	0: 0: 1	ฟิล์มย่นไม่เรียบเล็กน้อย	
4	G: PEG	0.5: 0.5: 0	ฟิล์มเรียบปานกลาง	
5	G: S	0.5: 0: 0.5	ฟิล์มเรียบปานกลาง	
6	PEG: S	0: 0.5: 0.5	ฟิล์มเรียบสม่ำเสมอ	
7	G: PEG: S	0.33: 0.33: 0.33	ฟิล์มเรียบปานกลาง	

หมายเหตุ: อักษรย่อ G คือ Glycerol, PEG คือ Polyethylene glycol, S คือ Sorbitol

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มไคโตแซนแต่ละสิ่งทดลอง

พลาสติกไซเซอร์	ความหนืด (cps)	ความหนา (มม.)	การต้านทานน้ำมัน (วัน)	อัตราการซึมผ่านไอน้ำ ($\text{g/m}^2 \cdot 24 \text{ hr.}$)	ความต้านทานแรงดึง (MPa)	ความยืดตัว (%)
G	91.67±1.44 ^e	0.056±0.006 ^a	>30	52.56 ±0.81 ^c	70.09±11.72 ^d	4.39±1.90 ^a
PEG	91.50±0.00 ^c	0.034±0.006 ^{bcd}	<10	55.06 ±1.12 ^{bc}	243.49±71.08 ^b	1.56 ± 0.33 ^b
S	94.17±1.44 ^d	0.040±0.010 ^b	<5	54.84 ±0.02 ^{bc}	133 ± 44.00 ^c	2.15 ± 0.55 ^b
G: PEG	181.67±2.89 ^e	0.024±0.006 ^d	>8	53.98 ±3.25 ^{bc}	21.96 ± 5.10 ^d	1.39 ± 0.97 ^b
G: S	211.67±289 ^a	0.028±0.005 ^{cd}	>30	60.17±3.95 ^{ab}	291.08±64.31 ^b	2.09± 0.27 ^b
PEG: S	102.50±0.00 ^b	0.036±0.009 ^{bc}	>30	59.16±3.67 ^{abc}	132.78±29.90 ^c	1.78 ± 1.05 ^b
G: PEG: S	107.50±0.00 ^a	0.026±0.009 ^{cd}	<2	64.71 ±4.28 ^a	371.07±54.04 ^a	1.37 ± 0.35 ^b

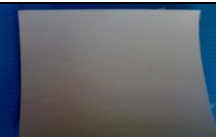
หมายเหตุ: ^{abcde} อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

อักษรย่อ G คือ Glycerol
PEG คือ Polyethylene glycol
S คือ Sorbitol

จากการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของกาว แป้งมันสำปะหลัง 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทางการค้าคือ SMS-GSA และ Amylock A และแป้งมันสำปะหลังที่ไม่ผ่านการดัดแปร พบว่า แป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิด SMS-GSA จะสามารถยึดติดฟิล์มไคโตแซนกับกระดาษได้ดีที่สุด และที่ความเข้มข้นร้อยละ 3.5 จะให้ความเหนียวปานกลาง ยึดติดกับกระดาษได้สม่ำเสมอที่สุด (ตารางที่ 4) โดยฟิล์มไคโตแซนที่ใส่พลาสติกไซเซอร์ คือ กลีเซอรอลความเข้มข้น ร้อยละ 1, กลีเซอรอล: ซอร์บิทอล ความเข้มข้น ร้อยละ 0.5: 0.5 และ พอลิเอทรีน ไกลคอล: ซอร์บิทอล ความเข้มข้นร้อยละ 0.5: 0.5 สามารถยึดติดกับกระดาษได้เรียบสม่ำเสมอโดยสามารถต้านทานน้ำมันได้มากกว่า 30 วัน เนื่องจากคุณสมบัติของไคโตแซนเป็นสารป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำได้ดี [14] ดังนั้นจากการทดลองจึงคัดเลือกฟิล์มไคโตแซนทั้ง 3 ชนิดที่สามารถต้านทานน้ำมันได้มากกว่า 30 วัน มาเคลือบกับ

กระดาษและขึ้นรูปเป็นกล่องบรรจุ และนำมาทดสอบความแตกต่างโดยเปรียบเทียบกับกล่องบรรจุเคลือบพลาสติกสังเคราะห์ชนิด Polyethylene ด้วยวิธี Multiple comparison test พบว่า สิ่งทดลองที่มีความใกล้เคียงกับกล่องบรรจุเคลือบฟิล์มพอลิเอทรีนมากที่สุด คือ ฟิล์มไคโตแซนที่ใส่กลีเซอรอล และกลีเซอรอล: ซอร์บิทอล (ตารางที่ 5) เมื่อทดสอบการยอมรับโดยรวมจะไม่พบความแตกต่างในคุณลักษณะด้านความเรียบสม่ำเสมอและลักษณะปรากฏ แต่ให้ความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในคุณลักษณะด้านสี เนื่องจากฟิล์มไคโตแซนจะให้ลักษณะสีเหลืองอ่อนซึ่งเป็นสีของแอสตราแซนทรินที่มีอยู่ในเปลือกปูหรือกุ้ง ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตไคตินและไคโตแซน [3] และเนื่องจากไคโตแซนเป็นสารประกอบจำพวกโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไมซ์เอนไซม์ [5]

ตารางที่ 4 ลักษณะปรากฏและการยึดติดของกาวระหว่างฟิล์มไคโตแซนกับกระดาษ

ชนิดของกาว	ความเข้มข้น (%)	ลักษณะปรากฏของกาวและการยึดติด	ลักษณะปรากฏ
แป้งมันสำปะหลังที่ไม่ผ่านการดัดแปร	3	กาวมีความเหนียวเล็กน้อย ละลายได้ดีที่อุณหภูมิมากกว่า 80 °C ลักษณะใส ยึดติดเล็กน้อย	
	3.5	กาวมีความเหนียวปานกลาง ละลายได้ดีที่อุณหภูมิมากกว่า 80 °C ยึดติดเล็กน้อย	
	4	กาวมีความเหนียวมาก ละลายได้ดีที่อุณหภูมิมากกว่า 80 °C ยึดติดดี และไม่เรียบ	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชนิดของกาว	ความเข้มข้น (%)	ลักษณะปรากฏของกาวและ การยึดติด	ลักษณะปรากฏ
SMS-GSA	3	กาวมีความเหนียวน้อย ยึดติดเล็กน้อย ละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 °C ยึดติดเล็กน้อย	
	3.5	กาวมีความเหนียวปานกลาง ยึดติดดี ละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 °C ยึดติดได้มาก และผิวเรียบ	
	4	กาวมีความเหนียวมาก ยึดติดดีละลายได้ดีที่ละลาย ได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 °C ยึดติดดี และไม่เรียบ	
AMYLOCK A	3	กาวมีความเหนียว ยึดติดเล็กน้อย ละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 70 °C ยึดติดดี และไม่เรียบ	
	3.5	กาวมีความเหนียวปานกลาง ยึดติดดี ละลายได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 70 °C ยึดติดดี และไม่เรียบ	
	4	กาวมีความเหนียวมาก ยึดติดดี ละลายได้ดี ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 70 °C ยึดติดดี และไม่เรียบ	

ตารางที่ 5 ค่าความแตกต่างของคุณลักษณะด้านต่างๆ ของภาชนะบรรจุเคลือบฟิล์มโคโตนที่ใส่พลาสติกไซเซอร์ ชนิดต่างๆ ด้วยวิธี Multiple comparison test

พลาสติกไซเซอร์	สี	ความเรียบ สม่ำเสมอ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบโดยรวม
PE	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
G	3.80±0.52 ^b	4.67±0.72 ^b	3.80±0.56 ^b	4.73±0.59 ^{ab}
G: S	3.93±1.77 ^b	4.98±0.85 ^a	4.80±0.86 ^a	4.90±0.76 ^a
PEG: S	2.40±0.82 ^c	2.20±0.83 ^b	2.13±0.74 ^c	2.13±0.92 ^c

หมายเหตุ : ^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

อักษรย่อ PE คือ Polyethylene
G คือ Glycerol
PEG คือ Polyethylene glycol
S คือ Sorbitol

เมื่อทำการเคลือบกระดาษด้วยฟิล์มไคโตแซนที่ใช้พลาสติกไซเซอรที่ใส่กลีเซอรอลและกลีเซอรอล: ซอร์บิทอล เปรียบเทียบกับกระดาษที่เคลือบพลาสติกชนิดพอลิเอทรีลีน ที่ขึ้นรูปเป็นกล่องบรรจุอาหาร ทำการทดสอบการยอมรับโดยรวม พบว่าภาชนะบรรจุกระดาษที่لامีเนตด้วยฟิล์มไคโตแซนที่ใส่กลีเซอรอลให้คะแนน

ความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 7.73 ซึ่งมีความชอบในระดับมาก รองลงมาคือฟิล์มพลาสติกพอลิเอทรีลีน และกลีเซอรอล: ซอร์บิทอล ให้คะแนนน้อยที่สุด เนื่องจากให้ลักษณะการยึดติดไม่สม่ำเสมอ ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 1

ตารางที่ 6 ค่าความชอบโดยรวมของภาชนะบรรจุลามิเนตชนิดต่างๆ

สิ่งทดลอง	สี	ความเรียบ สม่ำเสมอ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบ โดยรวม
ฟิล์มไคโตแซน (กลีเซอรอล)	7.40±1.12 ^a	7.80±1.01 ^a	7.47±1.41 ^a	7.73±1.17 ^a
ฟิล์มไคโตแซน (กลีเซอรอล: ซอร์บิทอล)	4.80±1.01 ^b	4.50±1.55 ^b	4.27±1.39 ^b	4.50±1.30 ^b
ฟิล์มพลาสติกสังเคราะห์ (พอลิเอทรีลีน)	7.73±1.03 ^a	7.93±0.80 ^a	7.53±1.13 ^a	7.67±0.72 ^a

หมายเหตุ : ^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



(a)



(b)

ภาพที่ 1 เปรียบเทียบภาชนะบรรจุลามิเนตพลาสติกพอลิเอทรีลีน (a) และภาชนะบรรจุลามิเนตจากฟิล์มไคโตแซน (b)

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของพลาสติกไซเซอรต่อลักษณะปรากฏ พบว่ากลีเซอรอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มที่เรียบสม่ำเสมอมีอัตราการต้านทานน้ำมันได้มากกว่า 30 วัน เมื่อลามิเนตกับกระดาษ ด้วยกาวชนิด SMS-GSA ความเข้มข้นร้อยละ 3.5 จะให้ประสิทธิภาพในการยึดติดและลามิเนตได้ดี

ที่สุด เมื่อขึ้นรูปเป็นกล่องบรรจุอาหาร พบว่าให้คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 7.73 ± 1.20 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับมาก และเมื่อเปรียบเทียบจากจำนวนผู้ประเมินต่อคะแนนในระดับมากพบว่าให้ค่าการยอมรับโดยรวมของกล่องบรรจุลามิเนตจากฟิล์มไคโตแซนด้วยกาว SMS-GSA สูงถึงร้อยละ 80 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tettweiler, P. Snack foods worldwide. Food Technology. 1991. 45(2) : 58-62 p.
- [2] กรมส่งเสริมการค้าส่งออก. กระทรวงพาณิชย์ 2554. แนวโน้มการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป. <http://www.dephtai.go.th/>
- [3] ขวัญใจ สุชินพวงพันธ์. การนำโคโตนไปใช้ประโยชน์ทางด้านภาชนะบรรจุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541. หน้า 43-45
- [4] Debeaufort, F., & Voiley, A. Methylcellulose based edible films and coating: Mechanical and thermal properties as a function of plasticizer content. J. of Agric and Food chem. 1997. 45, 685-689 p.
- [5] Muzzareli, R.A.A. Encyclopedia of polymer Science and Engineering, 3, Wiley, NewYork. 1985. 430-44 p.
- [6] Sun, Y., J. Park, I. Burtrand, Lee, Soon T. Jung and Hyun. 2001. Biopolymer composite Films based on K-carageenan and chitosan. Materials research Bulletin. 36(3-4):511-519.
- [7] อารณ บัญญะ.ฟิล์มไบโอโพลิเมอร์จากโคโตน: คุณสมบัติในการขึ้นรูปภาชนะบรรจุอาหาร. ภาคนิพนธ์ปริญญา บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม. 2549. หน้า 16-21.
- [8] ASTM. 1966. Thickness of plastic film and sheeting, D-645-92. In Annual Books of ASTM Standards. Philadelphia, PA: American Society for testing and Materials.
- [9] ASTM. 1989. Mechanical properties; tensile strength and elongation. D828-88. In Annual Books of ASTM Standards. Philadelphia, PA: American Society for testing and Materials.
- [10] ASTM. 1995. Standard test method for water vapor transmission of materials (E 96-95)(Vol.4.06,p.697). In Annual Books of ASTM Standards. Philadelphia, PA: American Society for testing and Materials.
- [11] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ภาชนะพลาสติกและฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุ น้ำมันและไขมันบริโภค. มอก. 654-2529. 21 หน้า
- [12] ชลสา บางยี่ขัน. การเตรียมฟิล์มลามิเนตจากแป้งมันสำปะหลังและโคโตน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย. 2546. หน้า 39-42
- [13] สุกัญญา โพธิ์สูงเนิน. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มไบโอโพลิเมอร์ผสมจากโคโตนและสตาร์ชตัดแปร เพื่อการประยุกต์ใช้ในระบบจำลองอาหาร. ภาคนิพนธ์ปริญญา บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม. 2545. หน้า 1-13
- [14] สมศักดิ์ ภัคดีวรารณ. การผลิตฟิล์มที่รับประทานได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544. หน้า 1-9, 36-42.