

คุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของแผ่นฟิล์มบริโค จากเปลือกข้าวโพด

Mechanical and physical properties of edible film from corn husk waste (*Zea mays* Linn.)

ธนาวรรณ สุขเกษม^{1*}, กฤติกา บุรณชอกไพศาล² และ ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒน์²

Tanawan Sukkasem^{1*}, Kritika Buranachokpaisan² and Kwanjit Anukulwattana²

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกล และทางกายภาพของฟิล์มบริโคจากเปลือกข้าวโพดเหลือทิ้ง 3 ชนิด คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ข้าวโพดไร่) ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวาน ปริมาณเปลือกข้าวโพดที่ใช้มี 3 ระดับ ได้แก่ 5, 10 และ 15 % (w/v) และพลาสติกไซเซอร์ 2 ชนิด คือ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล ที่ความเข้มข้น 25% (w/v) จากนั้นนำแผ่นฟิล์มบริโคมาทดสอบคุณสมบัติทางกล และทางกายภาพ ได้แก่ ความหนา การซึมผ่านของไอน้ำ การต้านทานแรงดึง และร้อยละการยืดตัว พบว่าแผ่นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดหวานที่ปริมาณ 5% สามารถขึ้นรูปได้ดีที่สุด 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 และพบว่าฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดที่ใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์สามารถขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้ดี และมีคุณสมบัติของฟิล์มดีกว่าฟิล์มที่ใช้ซอร์บิทอล และการใช้ปริมาณของเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้นมีผลทำให้คุณสมบัติทางกลของแผ่นฟิล์มเพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: ฟิล์มบริโค, เปลือกข้าวโพด, กลีเซอรอล, ซอร์บิทอล

ABSTRACT: The objective of this research was to investigate of mechanical and physical properties 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). Mechanical and physical properties; thickness, water vapor permeability (WVP), tensile strength (TS) and elongation (%E) were evaluated. The results indicated that the film could be better formed at a 5% concentration of sweet corn husk than the concentration of 10% and 15%. Thickness of the edible films was in the rang 0.67-2.16 mm, 2.75×10^{-5} - 5.49×10^{-5} g/m.d.kPa, 8.37-27.34 kPa and 5.20-25.78%, respectively. Corn husk film using glycerol as a plasticizer was formed and film properties better than sorbitol. Moreover, the amount of corn husk increased resulting mechanical properties of film increased the difference was statistically significant ($p < 0.05$).

Keywords: Edible film, Corn husk, Glycerol, Sorbitol

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Science Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

* Corresponding author: tan_awan@hotmail.com

บทนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* Linn.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งจัดเป็นธัญพืชที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์มีความสำคัญรองจากข้าว ข้าวโพดเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย และในปัจจุบันมีแนวโน้มการบริโภคข้าวโพดเพิ่มขึ้นทำให้เปลือกข้าวโพดเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปเข้าสู่สิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมากทำให้ปริมาณขยะเพิ่มขึ้น การนำเอาเปลือกข้าวโพดเหลือทิ้งมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับผลผลิตทางการเกษตรที่มีอัตราการเสื่อมเสียเร็ว โดยใช้เทคโนโลยีในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ได้นานขึ้น สารเคลือบผิวทำจากสารเคมีที่ราคาแพงและไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก่อให้เกิดมลพิษเนื่องจากย่อยสลายยาก จึงมีแนวคิดในการพัฒนาฟิล์มบริโภคทดแทนการใช้ฟิล์มพลาสติกและสารเคลือบผิวมากขึ้นเพราะมีความปลอดภัยและย่อยสลายง่าย (Sothornvit et al., 2001) เนื่องจากฟิล์มบริโภคมีคุณสมบัติชะลอการผ่านของไอน้ำ และออกซิเจนจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร (Krochta, 2002)

จากปัญหาข้างต้นจึงนำเปลือกข้าวโพดมาผลิตฟิล์มบริโภคเนื่องจากข้าวโพดมีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลสที่สามารถดัดแปรโครงสร้างเป็นอนุพันธ์เซลลูโลสที่นำมาใช้ผลิตฟิล์มหรือสารเคลือบที่บริโภคได้ (สุมิตร, 2523) และมีการใช้ พลาสติไซเซอร์เพื่อลดแรงยึดเหนี่ยวในพอลิเมอร์ เพิ่มความยืดหยุ่นของฟิล์ม (Talja et al., 2007) ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการเพาะปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ หาได้ง่าย ราคาถูก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติจึงปลอดภัยย่อยสลายง่าย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกล และทางกายภาพของฟิล์มบริโภคจากเปลือกข้าวโพดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เพื่อการส่งออก อีกทั้งยังเป็นการลดปัญหาขยะซึ่งนำมาผลิตเป็นสารเคลือบผิว

ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นการเพิ่มมูลค่ากับของเหลือทิ้งทางเกษตรอีกด้วย

วิธีการศึกษา

1. **การเตรียมเยื่อจากเปลือกข้าวโพด** นำเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (พันธุ์นครสวรรค์ 3) ข้าวโพดข้าวเหนียว (พันธุ์สุโขทัย 1) และข้าวโพดหวาน (พันธุ์ลูกผสมชัยนาท 2) ที่เพาะปลูกในอำเภอนิคมพัฒนา และหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ มาสกัดเยื่อโดยเติม 10% NaOH (NaOH:เปลือก = 10:1) ต้มที่ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที บั่นและอบให้แห้งที่ 80 องศาเซลเซียสจนแห้งสนิท นำมาบดให้ละเอียดร่อนด้วยตะแกรงขนาดอนุภาคน้อยกว่า 45 ไมโครเมตร

2. **การสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อเปลือกข้าวโพด** นำเยื่อเปลือกข้าวโพด 5 กรัม ผสมกับการดคลอไรอะซิดิก 8 กรัม ในไฮโซโพรพิลแอลกอฮอล์ 20 มิลลิลิตร เติม 30% NaOH 40 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน อบที่ 60 องศาเซลเซียส นำส่วนเหนียวมาปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ล้างตะกอนด้วยเอทานอล นำตะกอนมาอบที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะได้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อเปลือกข้าวโพด (CMC) และนำไปขึ้นรูปแผ่นฟิล์มต่อไป

3. **การขึ้นรูปแผ่นฟิล์มบริโภคจากเยื่อเปลือกข้าวโพด** นำ CMC จากข้อ 2 ปริมาณ 5 , 10 และ 15 %(w/v) เติม พลาสติไซเซอร์ 2 ชนิด ได้แก่ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล (Table 1) ที่ความเข้มข้น 25% (w/v) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันเทลงในจานเพาะเชื้อวงกลม อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติต่อไป

4. **การทดสอบคุณสมบัติทางกล** ได้แก่ การต้านทานแรงดึงขาด (Tensile strength, TS) และร้อยละการยืดตัว (Elongation, %E) โดยใช้เครื่อง Universal testing machine ยี่ห้อ Hounsfield Serial 120 รุ่น Model H 50 KS ตามวิธีของกรมการพาณิชย์ (2553)

ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D882 (1995) และการซึมผ่านไอน้ำ (water vapor permeability, WVP) (Ekthamasut & Akesowan, 2001)

5. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนา (Thickness) โดยดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Mitutoyo Tokyo, Japan), การละลายน้ำของฟิล์ม (Film solubility, FS) (Oh. et al., 2004), ปริมาณความชื้น (Moisture content, MC) (AOAC, 2000) และการวัดค่าสี (Color value) ด้วยเครื่อง Universal

Hunter LAB รุ่น Colour Flex™ ซึ่งนำมาคำนวณหาค่า Total color difference (ΔE), Yellowness index (YI) และ Whiteness index (WI) (Bolin & Huxsol, 1991) ตามสูตร

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2} \text{ เมื่อ } \Delta L = L_{std} - L_{sam};$$

$$\Delta a = a_{std} - a_{sam}; \Delta b = b_{std} - b_{sam}$$

$$YI = 142.86 b/L$$

$$WI = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

Table 1 Formulation of edible film from used two types of plasticizer

Corn husk content (% w/v)	Type of plasticizer					
	25% Sorbital (S)			25% Glycerol (G)		
Type of corn	5	10	15	5	10	15
Field corn (FC)	SFC5	SFC10	SFC15	GFC5	GFC10	GFC15
Waxy corn (WC)	SWC5	SWC10	SWC15	GPC5	GPC10	GPC15
Sweet corn (SC)	SSC5	SSC10	SSC15	GSC5	GSC10	GSC15

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา

การขึ้นรูปแผ่นฟิล์มบริโภคน้ำจากเปลือกข้าวโพด

การขึ้นรูปแผ่นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวาน) ที่ปริมาณเปลือกข้าวโพด 3 ระดับ (5, 10 และ 15 % w/v) พลาสติกไซเซอร์ 2 ชนิด (ซอร์บิทอล และ กลีเซอรอล) พบว่าเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และ

ข้าวโพดหวานที่มีกลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์สามารถขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้ดี ฟิล์มบริโภคน้ำได้มีสีเหลืองอ่อนใสจนถึงสีเหลืองขุ่น พื้นผิวเรียบ ลื่น ขาดง่าย ฟิล์มที่ใช้ซอร์บิทอลมีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างเปราะแตกง่ายเช่นเดียวกับ จูทามาต และคณะ (2555) ผลิตฟิล์มจากผงมะม่วงที่ใช้ซอร์บิทอลเปราะง่าย ส่วนกลีเซอรอลทำให้ฟิล์มมีความยืดหยุ่นมากกว่าซอร์บิทอล ดังนั้นการขึ้นรูปฟิล์มจึงนิยมนำกลีเซอรอลเป็นสารเสริมในการผลิตฟิล์มบริโภคน้ำ (สมศักดิ์, 2544) ความเปราะของฟิล์มขาดความยืดหยุ่น ไม่สามารถลอกได้แสดงว่าปริมาณและชนิดของพลาสติกไซเซอร์มีอิทธิพลต่อสมบัติทางกลของแผ่นฟิล์ม (Slew et al., 1999) (Figure 1)

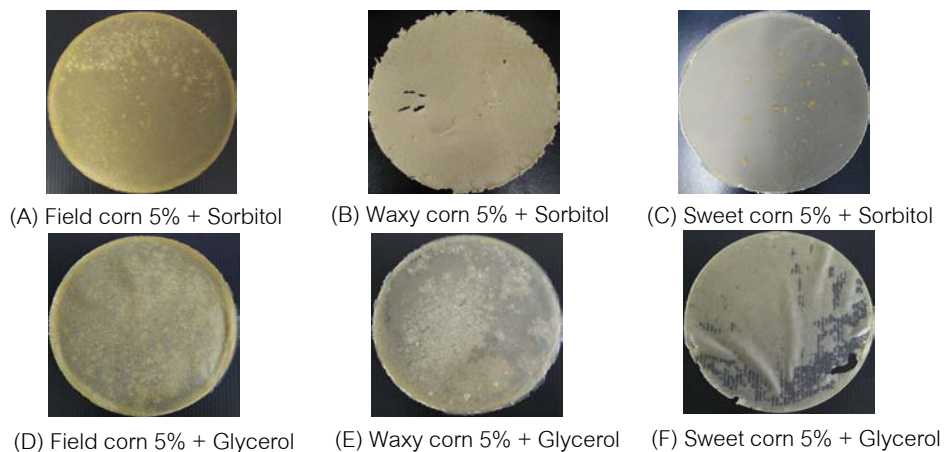


Figure 1 Appearance of edible film from corn husks with sorbitol and glycerol as plasticizer

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มบริโภคน

คุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มบริโภคนจากเปลือกข้าวโพด (Table 2) พบว่าแผ่นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดข้าวเหนียวจะมีความหนามากที่สุด และการใช้ซอร์บิทอลเป็นพลาสติกไซเซอร์มีผลทำให้แผ่นฟิล์มมีความหนามากกว่ากลีเซอรอล ความหนาของแผ่นฟิล์มจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณของเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้น ส่วนค่าการซึมผ่านของไอน้ำ และการละลายน้ำของแผ่นฟิล์มจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกข้าวโพดซึ่งสอดคล้องกับ ปิยนุสรณ์ และคณะ (2558) ที่การเพิ่มปริมาณสตาร์ชมีผลทำให้อัตราการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มลดลง แผ่นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดหวาน 5% ที่ใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์มีค่าการละลาย

สูงที่สุดเช่นเดียวกับ วรธนา (2551) ฟิล์มที่เติมพลาสติกไซเซอร์มีผลทำให้แผ่นฟิล์มมีความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้นและทำให้อัตราการซึมผ่านเพิ่มขึ้นเนื่องจากพลาสติกไซเซอร์เข้าไปแทรกตัวและสร้างพันธะกับโมเลกุลของแป้งทำให้พันธะไฮโดรเจนอ่อนแอลง และฟิล์มที่ใช้กลีเซอรอลสามารถละลายได้ดีกว่าซอร์บิทอลเนื่องจากคุณสมบัติของกลีเซอรอลเป็นโมเลกุลที่ชอบน้ำสามารถดูดความชื้นได้มากกว่าทำให้เกิดพันธะกับน้ำได้ดีและง่ายต่อการรวมตัวกับพันธะไฮโดรเจนเกิดโครงร่างตาข่าย (Chick & Ustunol, 1998) กลีเซอรอลและซอร์บิทอลมีผลต่ออัตราการละลายน้ำของแผ่นฟิล์มเนื่องจากเป็นพอลิแอลกอฮอล์ที่มีคุณสมบัติการละลายน้ำได้ดี เป็น hydrophilic plasticizers (Krochta, 2002)

Table 2 Physical properties of edible films from corn husk

Types of plasticizer	Types of corn husk	Corn husk contents (%(w/v))	Thickness ^{1/} (mm.)	WVP ^{1/} (g/m.d.kPa)	Film solubility ^{1/} (%)	Moisture content ^{1/} (%)
25% Sorbitol	Field corn	5	1.06±0.03 ⁱ	3.39±0.04 ^e	52.48±0.02 ^f	12.02±0.08 ^m
		10	1.35±0.01 ^f	3.01±0.01 ^h	49.42±0.03 ⁱ	12.99±0.11 ^k
		15	1.75±0.03 ^d	ND	46.67±0.06 ^k	14.21±0.06 ^g
	Waxy corn	5	1.80±0.05 ^c	5.49±0.03 ^a	40.62±0.54 ⁿ	14.77±0.10 ^f
		10	1.94±0.05 ^b	ND	37.63±0.04 ^o	15.23±0.11 ^e
		15	2.16±0.01 ^a	ND	34.59±0.05 ^p	16.13±0.07 ^d
	Sweet corn	5	0.89±0.01 ^k	3.04±0.04 ^h	56.37±0.06 ^c	11.56±0.15 ⁿ
		10	1.07±0.02 ^j	2.75±0.04 ⁱ	53.97±0.60 ^d	12.45±0.10 ^j
		15	1.16±0.01 ^h	ND	51.14±0.05 ^h	13.57±0.39 ⁱ
25% Glycerol	Field corn	5	0.88±0.02 ^k	3.22±0.02 ^f	53.74±0.02 ^{de}	14.22±0.10 ^g
		10	1.15±0.04 ^h	3.11±0.03 ^g	52.78±0.06 ^f	16.14±0.13 ^d
		15	1.29±0.02 ^g	2.63±0.02 ^j	52.00±0.02 ^g	17.28±0.12 ^b
	Waxy corn	5	1.09±0.01 ^j	3.84±0.04 ^d	47.32±0.06 ^j	13.91±0.06 ^h
		10	1.17±0.02 ^h	ND	45.19±0.02 ^j	15.34±0.09 ^e
		15	1.46±0.01 ^e	ND	41.42±0.07 ^m	18.61±0.15 ^a
	Sweet corn	5	0.67±0.01 ^m	4.38±0.03 ^b	65.03±0.09 ^a	13.28±0.21 ^j
		10	0.83±0.03 ^j	3.92±0.04 ^c	56.81±0.05 ^b	14.61±0.28 ^f
		15	0.98±0.06 ^j	3.25±0.05 ^f	54.24±0.05 ^d	16.88±0.12 ^c

^{1/} Means±SD in the same column followed by different letters differed significantly (P<0.05) by DMRT.

ND = None detection

Table 3 Mean of Color, total color different (ΔE), yellowness index (YI) and white index (WI) of edible film from corn husk.

Types of plasticizer	Types of corn husk	Corn husk contents (%(w/v))	Color value			ΔE	YI	WI
			L*	a*	b*			
25% Sorbitol	Field corn	5	60.26	2.35	15.51	34.23	36.76	57.00
		10	54.18	3.57	17.82	40.82	46.99	50.71
		15	57.53	4.55	18.78	38.35	46.62	53.35
	Waxy corn	5	70.49	-0.61	8.82	22.06	17.88	69.19
		10	67.61	-0.74	10.10	25.20	21.34	66.06
		15	68.57	-0.92	11.82	24.96	24.62	66.41
	Sweet corn	5	70.57	1.25	12.04	23.37	24.37	68.18
		10	72.74	1.09	15.34	23.26	30.12	68.70
		15	73.39	1.25	16.21	23.30	31.55	68.82
25% Glycerol	Field corn	5	61.19	1.42	12.42	32.13	28.99	59.22
		10	62.65	2.63	14.74	31.79	33.62	59.76
		15	58.61	3.14	15.51	35.82	37.80	55.69
	Waxy corn	5	62.79	-0.11	9.51	29.63	21.63	61.59
		10	60.66	-0.32	11.20	32.14	26.38	59.10
		15	63.03	-0.48	14.72	31.21	33.36	60.20
	Sweet corn	5	62.44	0.43	11.20	30.48	25.63	60.81
		10	71.20	0.66	12.83	23.14	25.74	68.46
		15	68.32	0.93	13.75	26.12	28.76	65.45

ค่าสีของฟิล์มบริโภคนจากเปลือกข้าวโพดหวานที่ใช้ซอร์บิทอลเป็นพลาสติกไซเซอร์มีค่า L^* สูงกว่าเปลือกข้าวโพดชนิดอื่นๆ (Table 3) โดยค่า L^* แสดงค่าความสว่างของสีจึงมีผลทำให้ฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดหวานมีความสว่างมากกว่าซึ่งเป็นไปตามลักษณะทางกายภาพของฟิล์มที่มีลักษณะสีเหลืองใส ฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ 15% ให้ค่า a^* และ b^* มากที่สุด แผ่นฟิล์มจึงมีสีออกเหลืองแดงค่อนข้างเข้ม และพบว่าค่าสีจะลดลงเมื่อมีปริมาณของเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับ จุฑามาศ และคณะ (2555) ที่มีการใช้ผงมะม่วงเพิ่มขึ้นทำให้ค่าสีของแผ่นฟิล์มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า WI ของฟิล์มเปลือกข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวานมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าฟิล์มที่ได้มีสีชาวมากขึ้น ปริมาณของเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่า YI เพิ่มขึ้น ฟิล์มมีความขุ่นมากขึ้น มีสีเหลืองลดลงสอดคล้องกับกมลทิพย์ (2553)

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกลของฟิล์มบริโภค

การต้านทานแรงดึงของแผ่นฟิล์มบริโภคจากเปลือกข้าวโพดหวาน 15% ที่ผสมกลีเซอรอลเป็น

พลาสติกไซเซอร์ (GSC15) มีค่าความต้านทานแรงดึงขาดสูงที่สุด เท่ากับ 27.34 kPa ร้อยละการยืดตัว 25.78% การใช้ปริมาณเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึงขาด และร้อยละการยืดตัวเพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับปิยนุสน์ และคณะ (2558) ที่การเพิ่มปริมาณสตาร์ชมากขึ้นทำให้เกิดโครงสร้างร่างแหที่แข็งแรงมากขึ้นจึงทำให้ค่าการต้านทานแรงดึงขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นฟิล์มจากเปลือกข้าวโพดข้าวเหนียวที่จะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้น การใช้ซอร์บิทอลเป็นพลาสติกไซเซอร์จะมีค่าร้อยละการยืดตัว การซึมผ่านของไอน้ำ และค่าการละลายต่ำกว่ากลีเซอรอลซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากกลีเซอรอลมีผลทำให้ฟิล์มมีการยืดตัวเพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งแรงของพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ลดลง (ปรมาภรณ์, 2545) เพิ่มช่องว่างระหว่างโมเลกุลทำให้เคลื่อนที่ได้มากขึ้น สามารถลดความเปราะของแผ่นฟิล์มได้ ทำให้โค้งงอ และเพิ่มความยืดหยุ่นทำให้ฟิล์มมีการยืดตัวเพิ่มขึ้น (Mali et al., 2005) (Figure 2)

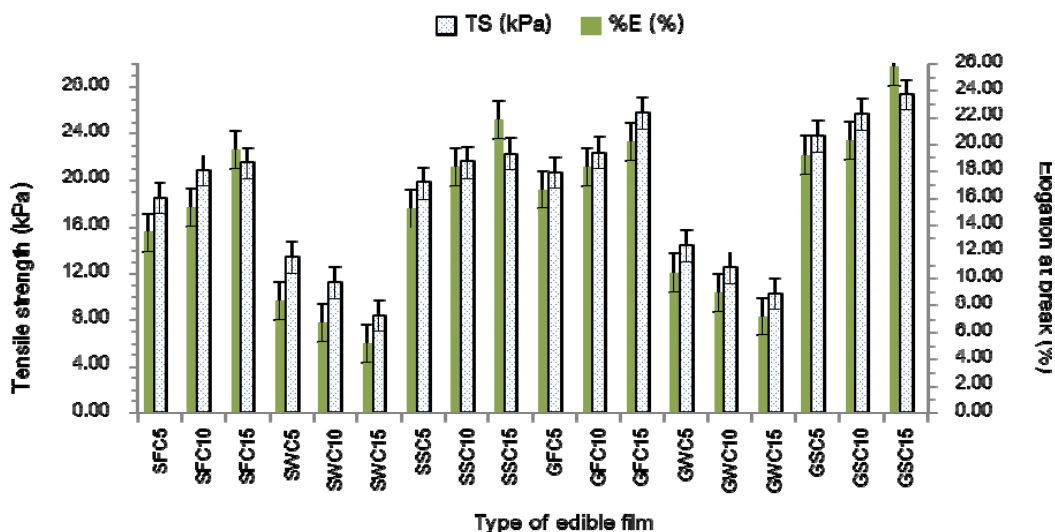


Figure 2 Effectiveness of the type of corn husk and corn husk content add sorbitol as plasticizer on tensile strength (TS) and % elongation (%E) of edible film. Statistical analyses for the effect of corn husk types and corn husk content were performed separately using a Duncan's Multiple Rang Test. Error bar shows Standard Deviation (SD).

สรุป

จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของฟิล์มบริเวณจากเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 ชนิดพบว่าเปลือกข้าวโพดหวานที่ 5% สามารถขึ้นรูปแผ่นฟิล์มได้ดี มีสีเหลืองใส พื้นผิวเรียบ ลื่น ลอกออกได้ง่าย มีอัตราการซึมผ่านไอน้ำ ละลายน้ำได้ดี มีความหนาของแผ่นฟิล์ม และปริมาณความชื้นต่ำ การใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์มีผลทำให้ฟิล์มทนต่อแรงดึงได้ดี และการยืดตัวของฟิล์มสูงกว่าการใช้ซอร์บิทอล และนอกจากนี้ปริมาณของเปลือกข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความหนาและความชื้นของแผ่นฟิล์มเพิ่มขึ้น ส่วนการซึมผ่านไอน้ำ ค่าการละลายน้ำ ค่าต้านทานแรงดึงขาด และร้อยละการยืดตัวจะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณของเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

- กมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ. 2553. ผลของซินไฮโดรไลเซตต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์มบริเวณจากแป้งบุก. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 30: 81-89.
- จุฑามาศ พิสมัย, อารยา ยงกลีการณ, ชลลดา สังเวียน และ นันทชนก นันทะไชย. 2555. การศึกษาแผ่นฟิล์มบริเวณจากผงมะม่วง. ว.วิทย์. กษ. 43: 89-92.
- ปรมาภรณ์ เกิดทรัพย์. 2545. การผลิตและการเก็บรักษาฟิล์มบริเวณจากโปรตีนละลายน้ำจากปลาทรายแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง, ลลิดา ท้าวลา และอรพพรณ ปะอ้าย. 2558. ศึกษาการผลิตฟิล์มที่รับประทานได้จากสตาร์ชแห้วจีน. ว.วิทย์. กษ. 46: 665-668.
- วรรณดา ตูลย์ธัญ. 2551. เคมีอาหารของคาร์โบไฮเดรต. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ รักดีวรารณ. 2544. การผลิตฟิล์มที่รับประทานได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- สุมิตรา ภูมิสะอาด. 2523. การแยกเซลลูโลสจากพืชบางชนิดและการสังเคราะห์อนุพันธ์ของเซลลูโลส. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition. Maryland, USA.
- Bolin, H.R., and C.C. Huxsoll. 1991. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. J. Food Sci. 56: 416-418.
- Chick, J., and Z. Ustunol. 1998. Mechanical and barrier properties of lactic acid and rennet precipitated Casein-Based edible film. J. Food Sci. 63: 1024-1027.
- Ekthamasut, K., and A. Akesowan. 2001. Effect of vegetable oils on physical characteristics of edible konjac films. AU Journal of Technology. 5: 73-78.
- Krochta, J.M. 2002. Protein-Based Films and Coatings. CRC Press, Florida.
- Mali, S., L.S. Sakanaka, F. Yamashita, and M.V.E. Grossmann. 2005. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. Carbohydrate Polymers. 60: 283-289.
- Slew, D.C.W., C. Heilmann, A.J. Easteal, and R.P. Conney. 1999. Solution and film properties of sodium caseinate/glycerol and sodium caseinate/polyethylene glycol edible coating systems. J. Agric. Food Chem. 47: 3432-3440.
- Sothornvit, R., and J.M. Krochta. 2001. Plasticizer effect on mechanical properties of beta - lactoglobulin (b - Lg) films. Journal of Food Engineering. 50: 149-155.
- Talja, R.A., H. Roos, and K. Jouppila. 2007. Effect of various polyols and polyol content on physical and mechanical properties of potato starch based films. Carbohydrate Polymers. 67: 288-295.