Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 616-620 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 616-620 (2555)

คุณสมบัติของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว

Properties of Carboxymethyl Cellulose (CMC) Film from Rice Straw Pulp

ณัฏฐ์ธวดี จินาพันธ์[1, 2, 3] เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ[2, 3, 4] สุทธิรา สุทธสุภา[2, 3, 4] และ สุฐพัศ คำไทย[2, 3, 4]
Nuttawadee Jinaphan[1, 2, 3], Jurmkwan Sangsuwan[2, 3, 4], Sutthira Sutthasupa[2, 3, 4] and Suthaphat Kamthai[2, 3, 4]

Abstract

The objective of this study was to develop edible carboxymethyl cellulose (CMC) film from rice straw pulp. The film formulation consisted of 1, 2 or 3% (w/v) CMC and 0.25, 0.5 or 1.0% (w/v) glycerol as a plasticizer. The film mechanical and barrier properties were then determined. The results showed that CMC and glycerol affected the film properties. With increasing CMC content, tensile strength (TS) increased but elongation (%E), water vapor permeability (WVP) and oxygen transmission rate (OTR) decreased. In contrast, with increasing glycerol, decreased TS but increased %E, WVP and OTR. The obtained films had TS, %E, WVP and OTR in the range of 15.13-29.22 MPa, 6.29-33.53, 1.06×10^{-4}-1.76×10^{-4} g.m/m^2.mmHg.day and 6.20×10^{-4}-1.05×10^{-3} cm^3/m^2.day.Pa, respectively.

Keywords: carboxymethyl cellulose, glycerol, film

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว โดยสารละลายที่ใช้ในการขึ้นรูปฟิล์มประกอบด้วย คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้น 1, 2 และ 3% (w/v) ร่วมกับกลีเซอรอลซึ่งเป็นพลาสติไซเซอร์ ความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1.0% (w/v) จากนั้นนำฟิล์มที่ได้มาทดสอบสมบัติเชิงกลและการซึมผ่าน จากผลการทดลอง พบว่า คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกลีเซอรอลมีผลต่อสมบัติของฟิล์ม โดยปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มขึ้น แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนลดลง ในทางกลับกันเมื่อปริมาณกลีเซอรอลเพิ่มขึ้น ค่าการต้านทานแรงดึงขาดลดลง แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้น ฟิล์มที่ได้มีค่าการต้านทานแรงดึงขาดอยู่ในช่วง 15.13-29.22 MPa ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวอยู่ในช่วง 6.29-33.53 ค่าการซึมผ่านของไอน้ำอยู่ในช่วง 1.06×10^{-4}-1.76×10^{-4}g.m/m^2.mmHg.day และอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนอยู่ในช่วง 6.20×10^{-4}-1.05×10^{-3} cm^3/m^2.day.Pa

คำสำคัญ: คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส กลีเซอรอล ฟิล์ม

[1] สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1] Division of Postharvest Technology, Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand
[4] สาขาวิชาเทคโนโลยีการบรรจุ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100
[4] Division of Packaging Technology, School of Agro-Industry, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100

คำนำ

สารเคลือบผิวผลไม้ที่ใช้กันในปัจจุบันเป็นสารที่ได้จากพืช และสัตว์ และในกระบวนการผลิตบางส่วนยังคงมีการผสมสารเคมีสังเคราะห์ลงไป แต่เนื่องจากในปัจจุบันผู้บริโภคมีความใส่ใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose) หรือที่เรียกว่า ซีเอ็มซี เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากการแปรสภาพ หรือปรับปรุงคุณสมบัติของเซลลูโลสให้เกิดการแทนที่โครงสร้างเดิมด้วยหมู่เมธิล และหมู่คาร์บอกซีเมธิล มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว สารละลายที่ได้มีลักษณะหนืด ใส ไม่มีกลิ่น และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันนี้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ส่วนใหญ่นั้นมีราคาแพง เนื่องจากนำเข้ามาจากต่างประเทศ จากเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าวขึ้น เนื่องจากฟางข้าวเป็นวัตถุดิบที่สามารถสกัดแยกได้เยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูง ซึ่งสิ่งสำคัญคือเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบเหล่านี้ได้ แต่ข้อเสียของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คือ เมื่อนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มแล้ว พบว่า แผ่นฟิล์มที่ได้มีลักษณะกรอบและแข็ง จึงได้มีการใช้พลาสติไซเซอร์เข้ามาช่วย เพื่อพัฒนาให้แผ่นฟิล์มมีความยืดหยุ่นและอ่อนนุ่มขึ้น โดยพลาสติไซเซอร์ที่ใช้ส่วนใหญ่ ได้แก่ กลีเซอรอล ซอร์บิทอล พอลีเอทิลีนไกลคอล และ พอพิลีนไกลคอล เป็นต้น จากงานวิจัยของกมลพร และคณะ (2552) ได้ศึกษาการผลิตฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าวแบบโซดา พบว่า การต้มเยื่อฟางข้าว โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10% ที่อุณหภูมิ 170°C เป็นเวลา 60 นาที พบว่าให้ค่า pulp yield สูงถึงร้อยละ 23.53 และค่า Kappa number เท่ากับ 24.76 และในการสังเคราะห์ซีเอ็มซี พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% ให้ปริมาณผลผลิตของซีเอ็มซีร้อยละ 149.59 ของวัตถุดิบเริ่มต้น และฟิล์มมีคุณสมบัติดีที่สุด ดังนั้นการศึกษานี้จึงนำวิธีการดังกล่าวมาพัฒนาฟิล์มให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น โดยการใช้ร่วมกับพลาสติไซเซอร์ และศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของฟิล์มดังกล่าว เพื่อนำไปใช้เป็นสารเคลือบผิวผลมะม่วงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว

ฟางข้าวสายพันธุ์ กข. 6 ถูกนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ดังนี้ (1) ปริมาณสารแทรกที่ละลายในตัวทำละลายเอทานอล-เบนซีน (TAPPI T204 om-97) (2) โฮโลเซลลูโลส (Wise method) (3) ลิกนิน (TAPPI T222 om-02) (4) แอลฟาเซลลูโลส (TAPPI T203 om-88) (5) คุณสมบัติการละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1% (TAPPI T212 om-98) และ (6) คุณสมบัติการละลายในน้ำร้อน และน้ำเย็น (TAPPI T207 om-99)

กระบวนการต้มเยื่อฟางข้าวแบบโซดา

นำฟางข้าวใส่ลงในหม้อต้มเยื่อ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10% ในอัตราส่วนสารละลาย: ฟางข้าว เท่ากับ 10: 1 ควบคุมอุณหภูมิในการต้มที่ 170°C เป็นระยะเวลา 60 นาที เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว นำเยื่อมากรองด้วยผ้าขาวบาง ล้างด้วยน้ำสะอาด บีบน้ำออกจากเยื่อ ฉีกเยื่อออกเป็นชิ้นเล็กๆ และนำไปอบให้แห้ง

การสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว (CMCr)

นำเซลลูโลสมาทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 30% และไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเติมกรดโมโนคลอโรแอซิติคทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 นาที นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังการอบสารละลายจะแยกออกเป็นสองส่วน ให้รินส่วนที่เป็นสารละลายใสทิ้ง ทำให้เป็นเป็นกลางด้วยกรดแอซิติค และล้างด้วยเอทานอล จากนั้นนำไปกรองให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นของแข็ง ได้เป็นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และทำการอบคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

การวิเคราะห์คุณสมบัติคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว (CMCr)

ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าวด้านต่างๆ ดังนี้ คือ (1) ปริมาณของผลผลิตคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC yield%) (Bono *et al*., 2009) (2) ค่าความเป็นกรด–ด่าง (3) ค่าระดับการแทนที่ (Degree of Substitution; DS) ตามมาตรฐาน (USP XXIII method) (4) ปริมาณ CMC% และ NaCl% (Far,1992) (5) การวิเคราะห์ค่าความหนืด โดยเครื่อง Brookfield digital viscometer; Model DV-II+ ที่อุณหภูมิ 25°C ค่าแรงเฉือน 3.4–34 s^{-1} และวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมเหลว (Melting Temperature, Tm) โดยเครื่อง DSC Model DSC823^e

การขึ้นรูปฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว

สารละลายที่ใช้ในการขึ้นรูปฟิล์ม ประกอบไปด้วยคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้น 1, 2 และ 3% (w/v) ในน้ำกลั่น และผสมกับกลีเซอรอลความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1.0% (w/v) นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม โดยเทสารลงในจานเพาะเชื้อวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 50°C จากนั้นทำการลอกแผ่นฟิล์มออกจากจานเพาะเชื้อเพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มต่อไป

การศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว

นำฟิล์มที่ได้มาทดสอบคุณสมบัติทางกล ได้แก่ ค่าการต้านทานแรงดึงขาด (tensile strength) และค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%elongation) โดยใช้เครื่อง Universal testing machine ตามมาตรฐาน ASTM D882 (1995) ทดสอบค่าการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor permeability, WVP) ตามมาตรฐาน ASTM E96 (1993) และค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (oxygen transmission rate, OTR) โดยใช้เครื่อง Gas permeability tester รุ่น VAC-V1 (M&E TECH DEVELOPMENT CENTER, Japan)

ผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบของฟางข้าวสายพันธุ์ กข. 6

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว และคุณสมบัติด้านการละลายของฟางข้าว พบว่า ฟางข้าวประกอบด้วย โฮโลเซลลูโลสสูงถึงร้อยละ 63.32 แสดงว่า ฟางข้าวมีแนวโน้มที่จะให้ปริมาณผลผลิตเยื่อสูง นอกจากนี้ฟางข้าวประกอบด้วย ลิกนินร้อยละ 22.84 สารแทรกร้อยละ 4.33 และแอลฟาเซลลูโลสร้อยละ 49.42 สำหรับคุณสมบัติทางด้านการละลาย พบว่า ฟางข้าวสามารถละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1% ร้อยละ 46.87 ละลายในน้ำร้อนร้อยละ 12.72 และละลายในน้ำเย็น ร้อยละ 15.28 (Table 1)

Table 1 Chemical composition of rice straw

Chemical composition	Percentage of composition
1% NaOH solubility	46.87 ± 0.01
Cold water solubility	12.72 ± 0.13
Hot water solubility	15.28 ± 0.21
Holocellulose content	63.32 ± 0.07
Lignin content	22.84 ± 0.02
Ethanol-benzene extractables	4.33 ± 0.02
Alpha-cellulose content	49.42 ± 0.14

การวิเคราะห์คุณสมบัติคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว (CMCr)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 30% พบว่า ให้ค่าร้อยละผลผลิตของคาร์บอกซีเทิลเซลลูโลสเท่ากับ 149.59 มีค่า pH เท่ากับ 7.5 ค่าระดับการแทนที่หรือค่า DS เท่ากับ 0.71 ค่าการละลายน้ำร้อยละ 62.71 ซีเอ็มซีร้อยละ 80.67 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.70 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ได้มีค่าความหนืด เท่ากับ 350.5 Cps และอุณหภูมิจุดหลอมเหลว เท่ากับ 90°C (Table 2)

Table 2 Characterization of rice straw carboxymethyl cellulose

CMC Properties	30%NaOH
Yield (%)	149.59 ± 0.5
pH	7.5 ± 0.5
Degree of Substitution (DS)	0.71 ± 0.001
Solubility (%)	62.71 ± 0.1
CMC (%)	80.67 ± 0.1
NaCl (%)	1.70 ± 0.2
Viscosity (Cps)	350.5 ± 0.5
Melting Temperature; T_m (^oC)	90 ± 10

การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและการซึมผ่านของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว

จากการทดสอบสมบัติเชิงกลของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้น 1, 2 และ 3% (w/v) ผสมกับกลีเซอรอลความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1.0% (w/v) พบว่า เมื่อปริมาณของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มขึ้น แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนลดลง ในทางกลับกันเมื่อปริมาณของกลีเซอรอลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการต้านทานแรงดึงขาดลดลง แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้น (Table 3)

Table 3 Mechanical and barrier properties of carboxymethyl cellulose films

Treatment		Thickness	TS	%E	WVP	OTR
CMC %(w/v)	Glycerol %(w/v)	(mm)	(MPa)	(%)	(g.m/m^2.mmHg.day)	(cm^3/m^2.day.Pa)
2	0.25	0.05a[1]	28.77d[1]	17.35c[1]	1.19×10^{-4}b[1]	6.96×10^{-4}a[1]
	0.5	0.05a	15.13a	22.81d	1.63×10^{-4}c	7.70×10^{-4}b
3	0.25	0.05a	29.22d	6.29a	1.06×10^{-4}a	6.20×10^{-4}a
	0.5	0.05a	20.17c	8.41b	1.20×10^{-4}b	7.19×10^{-4}b
	1.0	0.05a	17.21b	33.53e	1.76×10^{-4}d	1.05×10^{-3}c

[1] Mean in column followed by the same letter are not significantly different ($p\leq0.05$)

วิจารณ์ผล

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของฟางข้าว พบว่า ฟางข้าวมีปริมาณโฮโลเซลลูโลสสูง คือ ร้อยละ 63.32 และให้ปริมาณเซลลูโลสสูง เท่ากับ 49.42% ซึ่งในอุตสาหกรรมเยื่อโดยทั่วๆ ไปต้องการวัตถุดิบที่มีปริมาณโฮโลเซลลูโลสสูง (Vittaya, 1998) ดังนั้นฟางข้าวจึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตเยื่อ และสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสต่อไป ในการวิเคราะห์คุณสมบัติของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 30% พบว่า คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ได้มีค่าระดับการแทนที่ของหมู่คาร์บอกซีเมทิลในโครงสร้างของเซลลูโลสจากฟางข้าว (DS) เท่ากับ 0.71 โดยค่า DS เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการละลายน้ำ ถ้าค่า DS ต่ำกว่า 0.4 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ได้จะพองตัวแต่ไม่ละลายน้ำ แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 0.4 ขึ้นไป คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะสามารถละลายน้ำได้ ดังนั้นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าวที่สังเคราะห์ได้จึงสามารถละลายน้ำได้ดี โดยให้ค่าร้อยละของการละลายน้ำเท่ากับ 62.71 ซึ่งสัมพันธ์กับงานวิจัยของปราณี และคณะ (2542) ที่ได้เตรียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากชานอ้อย พบว่า มีค่า DS เท่ากับ 0.79 และสามารถละลายน้ำได้ดี นอกจากนี้ค่าร้อยละของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (%CMC) และค่าร้อยละของโซเดียมคลอไรด์ (%NaCl) ยังขึ้นอยู่กับค่า DS ด้วย โดยเมื่อค่า DS สูง %CMC ที่ได้จะสูง แต่ %NaCl ต่ำ โดยค่าที่ได้มีค่าร้อยละ 80.67 และ 1.70 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าวนั้นมีความบริสุทธิ์สูง เนื่องจากมี %NaCl ต่ำ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Hasan and Nurhan (2003) ที่ได้ทำการสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อชูการ์บีท พบว่าคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีค่า DS เท่ากับ 0.6060 ให้ค่า %CMC และ %NaCl เท่ากับ 62.0 และ 4.74 ตามลำดับ ส่วนคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีค่า DS เท่ากับ 0.6670 กลับให้ค่า %CMC และ %NaCl เท่ากับ 64.2 และ 3.71 ตามลำดับ

จากการทดสอบสมบัติเชิงกลและการซึมผ่านของฟิล์ม พบว่า เมื่อปริมาณของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าการต้านทานแรงดึงขาดเพิ่มขึ้น แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนลดลง เนื่องจากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมีโครงสร้างอสัณฐาน เมื่อปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้โครงสร้างมีความหนาแน่นมากขึ้น และช่องว่างระหว่างโมเลกุลลดลง ดังนั้นจึงส่งผลให้ฟิล์มมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น แต่ความยืดหยุ่นและการซึมผ่านลดลง ส่วนปริมาณกลีเซอรอลที่เพิ่มขึ้นมีทำให้ความแข็งแรงของฟิล์มลดลง ฟิล์มที่ได้มีความเปราะน้อยลง และยืดหยุ่นมากขึ้น และความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกลีเซอรอลเป็นสารที่ดูดซับความชื้น (hydrophilic) ได้สูง เมื่อกลีเซอรอลแทรกตัวเข้าไปในโครงสร้างของพอลิเมอร์ ทำให้เกิดการดูดซับน้ำ และเกิดการพองตัวออกเป็นผลให้ไปเพิ่มช่องว่างระหว่างโมเลกุลในโครงสร้างของพอลิเมอร์ทำให้สายโซ่พอลิเมอร์เกิดการขยับตัว และลดการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์ ส่งผลให้ฟิล์มมีค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวเพิ่มขึ้น ค่าการต้านทานแรงดึงขาดลดลง (วรรษมน และสาธิต, 2550) ในโครงสร้างของกลีเซอรอลนั้นมีหมู่ไฮดรอกซิล เมื่อสภาวะอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้พอลิเมอร์เกิดการพองตัว เกิดช่องว่างระหว่างโมเลกุลส่งผลให้ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้น (Riku *et al*., 2007)

สรุป

ฟางข้าวจัดเป็นเศษเหลือทางการเกษตรที่มีปริมาณเซลลูโลสสูงมีค่าเท่ากับ 49.42% ซึ่งเหมาะสมสำหรับนำมาสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว (CMCr) จากการทดลองพบว่า สามารถให้ผลผลิตของซีเอ็มซีมีค่าเท่ากับ 149.59% มีค่า CMC เท่ากับ 80.67% และมีระดับการแทนที่เท่ากับ 0.71 เมื่อทำการการพัฒนาฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากฟางข้าว พบว่าเมื่อปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ฟิล์มมีความแข็งแรงกลเพิ่มขึ้น แต่ความยืดหยุ่น และการซึมผ่านลดลง ปริมาณกลีเซอรอลที่เพิ่มขึ้นนั้นส่งผลให้ฟิล์มมีความแข็งแรงลดลง แต่ความยืดหยุ่น และการซึมผ่านเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กมลพร จอมพันธ์, ณัฐวดี จินาพันธ์, สุพัฒน์ คำไทย และ เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ. 2552. การผลิตฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าวแบบโซดา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 65 หน้า.

ถิรนันท์ ทิวาราตรีวิทย์. 2550. ผลกระบวนการฟอกต่อคุณสมบัติทางกลของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกมะละกอ. ปัญญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 70หน้า.

ปราณี รัตนวลีดิโรจน์, ศรีไฉล ขุนทน และ โสภณ เริงสำราญ. 2542. การเตรียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากชานอ้อย. วารสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 37: 127-132.

วรรษมน คิธิตา และ สาธิต ไชยบุญเรือง. 2550. ผลของฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากเปลือกมะละกอ/แป้งข้าวโพดต่อคุณสมบัติทางกล และค่าการซึมผ่านของไอน้ำ. ปัญญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 68หน้า.

Far, B.M. 1992. Karboksimetilselu¨lozu¨retimiveu¨retimdekigelismeler. Master Thesis. Gazi University, Ankara.

Hasan T. and A. Nurhan. 2003. Production of carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose and rheological behaviour of carboxymethyl cellulose. Carbohydrate Polymers 54: 73-82.

Riku A., H. Harry, H.R. Yrjo and J. Kirsi. 2007. Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films. Carbohydrate Polymer 67: 288-295.

Sothornvit, R. and J.M. Krochta. 2005. Plasticizers in edible films and coatings. In: J. H. Han, (eds.), Innovations in Food Packaging. Elsevier, Ltd. p.403-433.

Punsuvon V. 1998. Chemical component determination of non wood raw material for pulp and paper industry. Proceedings of the 36th Kasetsart University Annual Conference: Abstracts. Bangkok, Thailand, p.271