แบบสรุปผู้บริหาร

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การเตรียมและการวิเคราะห์สมบัติของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากเปลือกและเนื้อสับปะรด (*Ananas comosus* L. Merr) พันธุ์ ปัตตาเวีย

(ภาษาอังกฤษ) Production and properties determination of carboxymethyl cellulose (CMC) from pineapple peel and pulp (*Ananas comosus* L. Merr) Smooth Cayenne Cultivar

1.2 รายนามคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ ชื่อ อาจารย์ ดร. วิรงรอง ทองดีสุนทร

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

สถานที่ติดตอ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุด อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

โทรศัพท 0-5391-6749 085-868-6783

โทรสาร 0-5391-6739

E-mail: peepo66@hotmail.com, wtongdee@hotmail.com

ผู้ร่วมงานวิจัย ชื่อ อาจารย์ ดร. ภาณุพงษ์ ใจวุฒิ

ตำแหนง อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สถานที่ติดต่อ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุด อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

โทรศัพท 0-5391-6839

โทรสาร 0-5391-6831

E-mail: phanuphong@mfu.ac.th

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2556 จำนวนเงิน 506,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย 15 เดือน เริ่มทำวิจัยเมื่อ เดือน กรกฎาคม 2556 ถึง ตุลาคม 2557

2. สรุปโครงการวิจัย

ในปัจจุบันมีได้มีการนำวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรมาแปลงเป็น Carboxymethyl Cellulose (CMC) เพื่อเพิ่มมูลค่าและลดปริมาณขยะ เช่นเปลือกมะละกอ กระดาษสา ลำต้นกล้วย ต้นสาคูปาล์ม และ

เปลือกทุเรียน อีกทั้ง CMC ยังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมอาหาร ยากาว สารหล่อลื่น ยาฆ่าแมลง สิ่งทอ ผงซักฟอก เซรามิก ซีเมนต์และกระดาษ ในประเทศไทยพบว่ากากใยสับปะรดเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปสับปะรดมีปริมาณเซลลูโลสอยู่ในปริมาณมาก และปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดรายใหญ่ที่สุดของโลก และมีปริมาณผลผลิตและมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี 2554 ไทยมีผลผลิตสับปะรด 2.59 ล้านตัน อย่างก็ตามในการบริโภคสับปะรดจะบริโภคเพียงเนื้อผลเท่านั้น ผลผลิตการบริโภคและการส่งออกสับปะรดที่เพิ่มขึ้นนั้นจึงทำให้มีปริมาณวัสดุเศษเหลือ เช่นเปลือกและกากใยสับปะรดเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว

ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือก แกน และเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย และสังเคราะห์คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) พบว่าได้ CMC จากเปลือก แกน และเนื้อสับปะรด ซึ่งมีคุณสมบัติ เช่น ค่าการแทนที่ ความหนืด และค่าการละลายน้ำ ใกล้เคียงกับ CMC ที่ใช้ในท้องตลาดปัจจุบัน ซึ่งต้องศึกษาต่อไปเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตให้มีต้นทุนที่ถูกลงและได้ CMC ที่มีคุณภาพดีขึ้นจนเทียบเท่ากับ CMC ทางการค้าเพื่อจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกากใยสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือจากชุมชน กลุ่มผู้ขายสับปะรดตัดแต่ง และโรงงานแปรรูปสับปะรดมาเพื่อการสังเคราะห์คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) ต่อไปได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์จากกากใยสับปะรดที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และเป็นการลดปริมาณขยะโดยนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด**อีกด้วย**

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อเพิ่มมูลค่าเปลือกและเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและจากอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด

2) เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ CMC และสมบัติของ CMC ที่ได้

ระเบียบวิธีวิจัย

1) การสกัดเซลลูโลสจากเปลือกและเนื้อสับปะรด

นำเปลือก แกน และเนื้อสับปะรดที่ได้ไปล้าง สับให้มีขนาดเล็ก แล้วอบแห้งที่ 80±5°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในตู้อบลมร้อน เพื่อสะดวกแก่การเก็บรักษาในปริมาณมาก แล้วบดลดขนาดเปลือกและเนื้อสับปะรดแห้งให้มีขนาดประมาณ 1 มม. จากนั้นเตรียมเยื่อจากเปลือก แกน และเนื้อสับปะรด 2 วิธี

วิธีที่ 1 ต้มที่อุณหภูมิ 70°C ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 30% w/v เป็นเวลา 24 ชม.

วิธีที่ 2 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% แล้วต้มในหม้อแรงดันที่ 120°C เป็นเวลา 1 ชม.

2) การสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส

3) การทดสอบคุณสมบัติของ CMC

1. หาค่าระดับการแทนที่ (DS)
2. % ผลผลิตที่ได้
2. ความหนืด
3. ความสามารถในการละลายน้ำ

4.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงหมู่ฟังค์ชันของ CMC โดยใช้ FTIR

5. ศึกษาสัณฐาณวิทยาของ CMC ด้วย SEM

ผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเซลลูโลสจากเปลือก เนื้อ และแกนสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย คือ การต้มในหม้อความดันที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งจะให้เซลลูโลสจากเปลือก เนื้อ และแกน เท่ากับ 13, 7 และ 9 % w/w การสังเคราะห์ CMC จากเซลลูโลสจากเปลือก เนื้อ และแกนสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียด้วยวิธีในการทดลองนี้ มีสภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 40% w/v และใช้อัตราส่วน cellulose : monochloroacetic เท่ากับ 1:1.2 ใช้อุณหภูมิในการสังเคราะห์ที่ 50°C ซึ่งให้ % yield สูงสุดของการสังเคราะห์ CMC จากเปลือก เนื้อ และแกนสับปะรด เท่ากับ 134, 137และ 136 % w/w cellulose ตามลำดับ และ CMC ที่ได้มีค่า DS อยู่ในช่วง 0.68-0.70 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับทางการค้า (DS อยู่ในช่วง 0.5-1)

ข้อเสนอแนะ

จากค่า DS และ %yield ที่ได้ CMC จากเปลือกและแกนสับปะรดสามารถพัฒนาสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้ แต่ต้องพัฒนาในเรื่องของการฟอกสี การเตรียมเยื่อให้มีขนาดเล็กและสม่ำเสมอ การเตรียมเซลลูโลสด้วยวิธีทางชีวภาพ และการใช้สารเคมีแบบ food grade รวมไปถึงการจัดการเรื่องการนำทรัพยากร เช่น น้ำ และสารเคมีกลับมาใช้ให้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต CMC และลดต้นทุนที่ใช้ได้ด้วย

3. บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Abstract)

บทคัดย่อ

สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (*Ananas comosus* L. Merr) ผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและเป็นแหล่งที่ดีของเซลลูโลส การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสับปะรด เช่น สับปะรดตัดแต่ง น้ำสับปะรด และสับปะรดกระป๋องจะมีเศษเหลือจากกระบวนการที่เป็นเปลือกและแกนจำนวนมาก ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สกัดเซลลูโลสจากเปลือก แกน และเนื้อสับปะรดโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (30, 40, 50% w/v) ที่อุณหภูมิ 70°C และ 120°C จากผลการทดลองพบว่า การสกัดด้วยสารละลาย 30% NaOH ที่อุณหภูมิ120°C (1 ชั่วโมง) ให้ค่า % ผลผลิตเซลลูโลสจาก เปลือก แกน และเนื้อ (13.23, 8.56, 6.87 % โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ) สูงกว่าที่ได้จากการสกัดที่อุณหภูมิ 70°C (3 ชั่วโมง) (8.35, 8.99, and 5.99 % โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ) เซลลูโลสที่ได้ถูกสังเคราะห์เป็นคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) ด้วยปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชั่นโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และกรดมอนอคลอโรอะซิติก เมื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ (20, 30, 40, and 50 %w/v) ที่อุณหภูมิ 50°C ต่อค่าระดับการแทนที่ (DS) ของ CMC ที่ได้จากผลการทดลอง พบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำให้ค่า DS ของ CMC ที่ได้เพิ่มสูงขึ้น ความเข้มข้น NaOH 40% w/v ให้ค่า DS ของ CMC ที่ได้ สูงที่สุด คืออยู่ในช่วง 0.68-0.7 จากนั้น

ศึกษาผลของอุณหภูมิในการสังเคราะห์ CMC (50, 60 และ 70°C) ด้วยความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม (40% w/v) ต่อค่า DS %ผลผลิต ความหนืด ความสามารถในการละลายน้ำ สัณฐานวิทยา และโครงสร้างหมู่ฟังค์ชั่นของ CMC ที่ผลิตได้ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการสังเคราะห์จะทำให้ค่า %ผลผลิต ค่า DS และค่าการละลายน้ำของ CMC ที่ได้ลดลง แต่ความหนืดเพิ่มขึ้น อุณหภูมิการสังเคราะห์ไม่มีผลต่อ FTIR spectra ของ CMC ซึ่งยังคงแสดงรูปแบบของพีคที่เหมือนกับ CMC ทางการค้า การศึกษาสัณฐานวิทยาพบว่า CMC ที่ได้จากสับปะรดมีผิวที่ขรุขระและมีรูปทรงเส้นใยหลากหลาย ซึ่งตรงข้ามกับสัณฐานวิทยาชอง CMC ทางการค้าที่แสดงผิวที่เรียบและเป็นเส้นตรง

การสังเคราะห์ CMC จากเซลลูโลสของเปลือก แกน และเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในการทดลองนี้สภาวะที่เหมาะสมของการสังเคราะห์ CMC คือ การใช้สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 40% w/v และใช้อัตราส่วน cellulose : monochloroacetic เท่ากับ 1:1.2 ใช้อุณหภูมิในการสังเคราะห์ที่ 50°C ซึ่งให้ค่า DS อยู่ในช่วง 0.68-0.70 และ % yield สูงสุดของการสังเคราะห์ CMC จากเปลือก แกน และเนื้อสับปะรดเท่ากับ 134, 136และ 137 % w/w cellulose ตามลำดับ

คำสำคัญ: คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส, สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย, การสังเคราะห์, คุณสมบัติ

ABSTRACT

Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) cultivar ‘Smooth Cayanne’ is the important economic fruit of Thailand and is a good source of cellulose. Pineapple peel and core are abundant wastes from processed pineapple products i.e. fresh-cut pineapple, pineapple juice, and canned pineapple. In this research, cellulose was extracted from pineapple peel, core, and pulp using NaOH solution (30, 40, 50% w/v) at 70°C (1, 12, 24 h) and 120°C (1 h). The results showed that extraction with 30% NaOH at 120°C (1 h) gave the higher yield of cellulose from pineapple peel, core, and pulp (13.23, 8.56, 6.87 % d.b., respectively) than those from the extraction with 30% NaOH at 70°C (3 h) (8.35, 8.99, and 5.99 % d.b., respectively). The extracted celluloses were converted to CMC by etherification process using sodium hydroxide (NaOH) and monochloroacetic acid (MCA) under heterogeneous condition. Effects of various NaOH concentrations (20, 30, 40, and 50 %w/v) on the degree of substitution (DS) of produced CMC were studied. The results showed that higher concentration of NaOH increased the DS value of CMC. It indicated that 40% NaOH gave the highest DS of CMC (0.68-0.7). Subsequently, effect of reaction temperature (50, 60, and 70°C) with 40% w/w NaOH on degree of substitution (DS), %yield, viscosity, %solubility, morphology, and functional groups of CMCs were also investigated. The results showed that

increasing reaction temperature decreased % yield, DS, % solubility but increased the viscosity of CMCs. The reaction temperature had no effect on FTIR spectra of CMCs which showed the same pattern of peaks with commercial CMC. Morphology of CMC from pineapple showed rough surface with various shapes of CMC. In contrast, morphology of commercial CMC showed the smooth surface and straight shape of CMC molecule.

The optimized conditions for CMC synthesis from peel, core, and pulp of pineapple with high DS of 0.68-0.7 are; concentration of aqueous NaOH 40% w/v, concentration of MCA = 1.25 g/ g died cellulose; reaction time = 3.0 h and temperature = 50°C with isopropyl alcohol as the supporting solvent medium. The % yield of CMC from peel, core, and pulp of pineapple were 134, 136, and 137 % w/w cellulose, respectively.

Keywords: carboxymethyl cellulose, ‘Smooth Cayanne’ pineapple, systhesis, properties