12
น4.0.2

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

การผลิตคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนและการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร
Production of Carboxymethyl Cellulose from Fruit-hulls of Durian and Application for Food Product

จิรพร สวัสดิการ หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ เดือนรุ่ง เบญจมาศ และวัชรวิทย์ รัศมี
Jiraporn Sawasdikarn, Yardrung Suwannarat, Duanrung Benjamas and Wacharawit Rassami

อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนและนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์ไอศกรีม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนมีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.48 ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.11 ค่าสี L* a* b* มีค่าเท่ากับ 79.04, 2.34 และ 25.74 ตามลำดับ ผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดพร้อมดื่มต่อค่าความขุ่น ปริมาณกรด ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทำให้ค่าความขุ่นเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณกรด ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรดต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าโอเวอร์รัน และอัตราการละลาย พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่าง และค่าโอเวอร์รันเพิ่มมากขึ้น แต่อัตราการละลายลดลง คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้ง
คำสำคัญ: เปลือกทุเรียน / คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส / ผลิตภัณฑ์อาหาร

Abstract

The objective of the research was to produce carboxymethyl cellulose from fruit-hulls of durian and application for food, namely beverage and icecream. Carboxymethyl cellulose from fruit-hulls of durian contained moisture content of 5.48%, pH 7.11, color value L* a* b* was 79.04, 2.34 and 25.74, respectively. The effect of carboxymethyl cellulose content in pineapple drinking juice on turbidity, acidity, pH and total soluble solid were studied. The results showed that turbidity of juice increased with increasing carboxymethyl cellulose content, whereas acidity, pH and total soluble solid were not difference statistically significant ($p>0.05$). The effect of carboxymethyl cellulose content in pineapple sherbet ice cream on total soluble solid, pH, overrun and meltdown were studied. The results indicated that the increasing of carboxymethyl cellulose content caused the increasing of total soluble solid, pH, overrun, but meltdown was decreased. Carboxym ethyl cellulose from fruit-hulls of durian can be used in food products and value-added utilization of waste.
Keywords: Fruit-hulls of durian / Carboxymethyl cellulose / Food product

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของไทย ซึ่งมีผลผลิตมากที่สุดในจังหวัดจันทบุรี โดยในปี พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2558 มีผลผลิต 242,686 และ 234,514 ตัน ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ทุเรียนสามารถบริโภคสด หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ทุเรียนกวน ทุเรียนอบกรอบ และทุเรียนแช่แข็ง ซึ่งภายหลังจากการบริโภคหรือแปรรูปทุเรียน จะเหลือเศษเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งโดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ปริมาณมาก ซึ่งส่วนเปลือกทุเรียนมีปริมาณสูงคิดเป็นร้อยละ 75 ของน้ำหนักทั้งหมด จึงเกิดปัญหาในการกำจัดเนื่องจากมีปริมาณมาก อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมได้ ดังนั้นจึงควรมีการนำเปลือกทุเรียนมาใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่า โดยมีการนำเปลือกทุเรียนมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน การผลิตกระดาษจากเปลือกทุเรียน การผลิตฟิล์มจากเปลือกทุเรียนเพื่อใช้เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ เช่น ถุงปุ๋ย ซองชา ซองกาแฟ ที่สามารถละลายน้ำได้ (ศิริพร เต็งรัง, 2558) โดยการผลิตฟิล์มจากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่สังเคราะห์จากเซลลูโลสซึ่งสกัดได้จากเปลือกทุเรียน นอกจากนำมาผลิตเป็นฟิล์มแล้วยังสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆได้ เช่น ไอศกรีม และเครื่องดื่ม เพื่อเป็นสารให้ความหนืด สารให้ความคงตัว หรือเป็นอิมัล ซิฟายเออร์ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงผลิตคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน และนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร 2 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์ไอศกรีม เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากเศษทุเรียนเหลือทิ้งและเพิ่มมูลค่า รวมถึงการนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนในเขตจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดใกล้เคียงได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

วิธีดำเนินการวิจัย

การผลิตคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน

นำเปลือกทุเรียนหั่นเป็นชิ้นบางๆ แล้วนำไปอบแห้งที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต้มเปลือกทุเรียนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 นำเซลลูโลสที่ได้ไปอบที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดเพื่อให้ได้ผงเซลลูโลส โดยใช้รูตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำผงเซลลูโลสไปดัดแปรให้เป็นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส โดยทำปฏิกิริยากับกรดคลอโรอะซิติกในไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 40 นาน 30 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3.5 ชั่วโมง หลังจากนั้นรินส่วนที่เป็นของเหลวออก นำส่วนที่มีลักษณะหนืดคล้ายเจลมาเติมด้วยสารละลาย เมทานอลร้อยละ 70 แล้วทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายกรดซิตริกร้อยละ 90 ทดสอบความเป็นกลางด้วยกระดาษลิตมัส จากนั้นกรองเอาส่วนที่มีลักษณะหนืดคล้ายเจลออกมาล้างด้วยเอธานอลร้อยละ 70 โดยแต่ละครั้งแช่สารละลายทิ้งไว้ 10 นาที จึงกรองเอาส่วนที่มีลักษณะหนืดคล้ายเจลออกมาแล้วล้างด้วยเอธานอลร้อยละ 70 อีก 5 ครั้ง แล้วกรองเอาส่วนที่เป็นเจลออกมาล้างด้วยเมทานอล ทิ้งส่วนที่เป็นเจลไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 1 คืน ผงที่ได้คือคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (สุมิตรา ภูมิสะอาด, 2523) ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพบางประการของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนด้านต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าสีแสดงผลของค่าสีที่วัดได้ในระบบ CIE เป็นค่า L* a* b*

การศึกษาผลของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้

1) การผลิตน้ำสับปะรดพร้อมดื่ม

เริ่มจากการนำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียทั้งลูกไปชั่งน้ำหนัก นำมาตัดขั้วและล้างทำความสะอาด แล้วนำไปนึ่งให้ความร้อนเป็นเวลา 15 นาที และลดอุณหภูมิด้วยน้ำเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปอกเปลือกโดยการหั่นเป็นทางยาว แล้วนำเข้าเครื่องสกัดน้ำผลไม้แยกกาก นำน้ำสับปะรดที่สกัดได้ไปกรองด้วยผ้าขาวบาง ตรวจสอบคุณภาพน้ำสับปะรด ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย Hand refractometer และไทเทรตหาปริมาณกรดทั้งหมด ทำการคำนวณส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ น้ำสับปะรดสกัด น้ำเปล่า น้ำตาลทรายและ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มาทำการผลิตโดยเริ่มจากการให้ความร้อนน้ำสับปะรดสกัดและน้ำเปล่าจากนั้นเติมน้ำตาลทราย และค่อยๆเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คนให้เข้ากันจนละลายทั้งหมด จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิระดับ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำไปทำให้เย็น ก่อนบรรจุลงในขวดพลาสติก แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-7 องศาเซลเซียส)

2) การศึกษาผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในน้ำสับปะรดพร้อมดื่มต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมี

ทำการผลิตน้ำสับปะรดพร้อมดื่มโดยมีปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสระดับต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 จากนั้นนำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าความขุ่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณความเป็นกรดโดยการไทเทรต และค่าความเป็นกรดด่าง

การศึกษาผลของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

1) การผลิตไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรด

ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรด เริ่มจากชั่งน้ำหนักส่วนผสมแบ่งเป็นของแห้งกับของเหลว ของแห้ง ได้แก่ น้ำตาลทราย หางนมผง คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และของเหลว ได้แก่ น้ำ วิปปิ้งครีม กลูโคสไซรัป และน้ำสับปะรด จากนั้นนำวัตถุดิบที่เป็นของแห้งผสมให้เข้ากัน นำวัตถุดิบที่เป็นของเหลวตั้งไฟแบบตุ๋น เมื่ออุณหภูมิถึง 50 องศาเซลเซียส เติมวัตถุดิบที่เป็นของแห้งลงไปคนจนละลายดี จนถึงอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จึงนำส่วนผสมที่ได้ไปปั่นในเครื่องปั่นผสมอาหาร ด้วยความเร็วสูงสุด 1 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วให้ความร้อนแบบพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ลดอุณหภูมิของส่วนผสมลงอย่างรวดเร็วได้เป็นไอศกรีมมิกซ์ จากนั้นบ่มไอศกรีมมิกซ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดจึงนำไอศกรีมมิกซ์ไปตรวจคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และไทเทรตหาปริมาณกรดทั้งหมด ทำการคำนวณปริมาณกรดซิตริกที่ต้องเติมลงไปเพื่อให้ได้ไอศกรีมมิกซ์มีปริมาณร้อยละ 0.6 แล้วชั่งน้ำหนักกรดซิตริกที่คำนวณได้นำไปเติมในไอศกรีมมิกซ์ แต่งสีและกลิ่นสับปะรด ก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม บรรจุไอศกรีมที่ได้ลงในภาชนะพลาสติกที่มีฝาปิด นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ

2) การศึกษาผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรดต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมี

ทำการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรดโดยมีปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสระดับต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าโอเวอร์รัน และอัตราการละลายของไอศกรีม (อุษา นาคจิรังกูร, 2541)

การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการวิเคราะห์แปรปรวนของผลการทดลองโดยใช้ ANOVA (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองผลิตน้ำสับปะรดพร้อมดื่มที่มีปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 โดยน้ำหนัก แล้วนำมาวัดค่าค่าความขุ่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณความเป็นกรดโดยการไทเทรต และค่าความเป็นกรดด่าง แสดงผลการวิจัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดพร้อมดื่มต่อลักษณะทางกายภาพ

ปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ความขุ่น (%T)	ปริมาณกรด^{ns} (กรัม/100 มิลลิลิตรของกรดซิตริก)	ความเป็นกรดด่าง^{ns}	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด^{ns} (องศาบริกซ์)
0.00	1.58±0.22^{a}	8.62±0.06	3.72	15.00
0.05	1.39±0.07^{b}	8.58±0.05	3.80	15.00
0.10	1.23±0.04^{b}	8.55±0.15	3.76	15.00
0.15	1.32±0.05^{b}	8.68±0.07	3.73	15.00
0.20	1.37±0.28^{b}	8.69±0.25	3.84	15.00
0.25	1.34±0.06^{b}	8.71±0.20	3.83	15.00

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-b หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่ปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสระดับต่างๆ

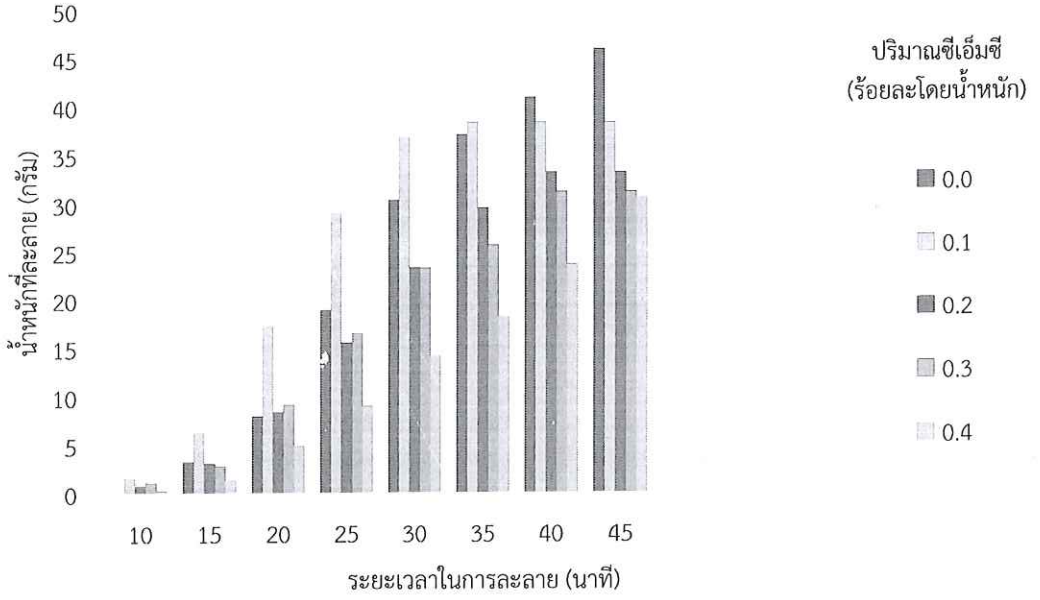
ตัวอักษร ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อทำการผลิตไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรดโดยมีปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสระดับต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 โดยน้ำหนัก แล้วนำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าโอเวอร์รัน และอัตราการละลายของไอศกรีม ผลการวิจัยแสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าพีเอช และโอเวอร์รันของไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรด

ปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	ความเป็นกรดด่าง	โอเวอร์รัน
0.0	33.00±0.50^{b}	2.87±0.05^{e}	5.13±5.12^{d}
0.1	33.50±0.50^{b}	3.04±0.02^{d}	35.61±5.53^{c}
0.2	34.75±0.45^{a}	3.08±0.02^{c}	38.95±6.64^{c}
0.3	35.00±0.50^{a}	3.13±0.01^{b}	82.84±7.55^{b}
0.4	37.00±0.60^{a}	3.16±0.01^{a}	105.45±4.53^{a}

หมายเหตุ : อักษร a - e ตามแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ผลของไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรดที่มีปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสระดับต่างๆต่อค่าอัตราการละลาย

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนด้านต่างๆ พบว่า มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 5.48±0.25 ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.11±0.02 สอดคล้องกับการศึกษาของณัฏฐ์ธวดี จินาพันธ์ และคณะ (2555) ที่ทำการศึกษาคุณสมบัติของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว พบว่ามีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.5 สำหรับค่าสี (L* a* b*) มีค่า L* ที่แสดงถึงค่าความสว่างเท่ากับ 79.04±0.18 ค่า a* แสดงถึงค่าความเป็นสีแดงเท่ากับ 2.34±0.03 และ ค่า b* ที่แสดงถึงค่าความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 25.74±0.04 ค่าสีที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของพรชัย ราชตนะพันธุ์ และคณะ (2550) ที่ทำการสังเคราะห์และตรวจลักษณะของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนซึ่งมีค่าสี L* เท่ากับ 77.61±0.01 ค่า a* เท่ากับ 3.49±0.02 และค่า b* เท่ากับ 24.61±0.04 เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นเท่ากัน (ร้อยละ 40) ในการสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

จากตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดพร้อมดื่ม เมื่อวิเคราะห์ด้านความขุ่นโดยอาศัยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยบันทึกค่า %T หรือร้อยละการยอมให้แสงผ่าน พบว่าน้ำสับปะรดพร้อมดื่มเมื่อเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสตั้งแต่ร้อยละ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 โดยน้ำหนัก ทำให้ค่า %T ของน้ำสับปะรดพร้อมดื่มลดลงโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำสับปะรดพร้อมดื่มที่ไม่เติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ร้อยละ 0) แต่การเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทุกระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงถึงการเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสช่วยลดการตกตะกอนของน้ำสับปะรดพร้อมดื่ม ทำให้อนุภาคกระจายตัวในน้ำสับปะรด สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำสับปะรดพร้อมดื่ม มีค่าในช่วง 8.55 – 8.71 กรัม/100 มิลลิลิตรของกรดซิตริก ส่วนค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่า 3.72 – 3.84 และ 15.00 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกันในระหว่างชุดทดลองทั้งหมด ($p>0.05$)

จากตารางที่ 3 ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรด ผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสระดับต่างๆ ส่งผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่าเมื่อปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น จากที่ปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.0 โดยน้ำหนัก มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 33.00 เพิ่มขึ้นเป็น 37.00 ที่ปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนัก สำหรับค่าพีเอช พบว่ามีค่ามากขึ้นตามลำดับของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส โดยมีค่าในช่วง 2.87-3.16 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ที่ทุกระดับของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

ค่าโอเวอร์รัน แสดงถึง การบ่งบอกปริมาณอากาศที่มีการเติมเข้าไปในเนื้อไอศกรีมในขณะที่ทำการปั่นไอศกรีมมิกซ์ให้กลายเป็นไอศกรีม เมื่อวิเคราะห์ค่าโอเวอร์รัน (ตารางที่ 2) พบว่าเมื่อปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าโอเวอร์รันเพิ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนัก มีค่าโอเวอร์รันสูงกว่าระดับอื่น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กับปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทุกระดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของอุษา นาคจิรังกูร (2541) พบว่า การผลิตไอศกรีมเชอร์เบทมิกซ์รสผลไม้ เมื่อใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้นค่าโอเวอร์รันจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

เมื่อศึกษาผลของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในไอศกรีมเชอร์เบทสับปะรดต่ออัตราการละลาย ดังภาพที่ 1 พบว่าเมื่อปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักที่ละลายได้ลดลง แสดงว่าไอศกรีมมีความคงตัวมากขึ้น การเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเป็นการเพิ่มความคงตัว โดยการเพิ่มความหนืดของไอศกรีม และอัตราการละลายมีความสัมพันธ์กับความหนืดของไอศกรีม หากมีความหนืดสูง จะส่งผลให้อัตราการละลายช้าลงและมีอัตราการละลายน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน (พวงชมพู หงส์ชัย และวรรณวิสา บุญชู, 2558)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

ณัฏฐ์ธวดี จินาพันธ์, เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ, สุทธิรา สุทธสุภา และสุธูพัศ คำไทย. (2555). คุณสมบัติของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าว. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43**(3) (พิเศษ), 616-620.

พรชัย ราชตนะพันธุ์, สุพัฒน์ คำไทย, นรีวิชญ์ ยากี และ รัญชิดา อุทัยยศ. (2550). การผลิตฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกมะละกอและคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์ม. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 45** (น. 790-799). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พวงชมพู หงส์ชัย และวรรณวิสา บุญชู. (2558). ผลของสารให้ความคงตัวต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 46**(3) (พิเศษ), 405-408.

ศิริพร เต็งรัง. (2558). **ภูมิปัญญาไทยนำเปลือกทุเรียนมาเพิ่มมูลค่าเป็นพลาสติกชีวภาพ(ซีเอ็มซี)**. [Online]. Available: http://m.matichon.co.threadnews.phpnewsid=1420431408. [2560, เมษายน 26].

สุมิตรา ภูมิสะอาด. (2523). **การแยกเซลลูโลสจากพืชบางชนิดและการสังเคราะห์อนุพันธ์ของเซลลูโลส.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). **ทุเรียน : เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2557-2559.** [Online]. Available: http://www.oae.go.th/download/prcai/ farmcrop/durian.pdf. [2560, กันยายน 25].

อุษา นาคจิรังกูร. (2541). **ผลของสารให้ความคงตัวต่อไอศกรีมเชอร์เบทมิกซ์รสผลไม้.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

PROCEEDINGS

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

21 ธันวาคม 2561

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานวิจัย
การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 5
The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference
วันที่ 21 ธันวาคม 2561

คณะกรรมการตรวจบทความวิจัย มีหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ ตามหลักการของบทความวิชาการ และบทความวิจัย ก่อนนำเสนอผลงาน ประกอบด้วย

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. รศ.ดร.วรางคณา จันทร์คง
2. รศ.ดร.เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย
3. รศ.ดร.ปรีชา ปัญญา
4. รศ.ดร.ปานฉัตท์ อินทร์คง
5. รศ.ดร.วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ
6. รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
7. รศ.ดร.อุทัยวรรณ ภู่เทศ
8. รศ.ดร.บุญฑวรรณ วิงวอน
9. รศ.ดร.สัมฤทธิ์ โม้พ่วง
10. รศ.ดร.โกศล โอฬารไพโรจน์
11. รศ.ดร.ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน
12. รศ.ดร.ธีรพร กงบังเกิด
13. ผศ.ดร.อรอนงค์ ผิวนิล
14. ผศ.ดร.กันต์ อินทุวงศ์
15. ผศ.ดร.เรขา อรัญวงศ์
16. ผศ.ดร.สุชาติ ลี้ตระกูล
17. ผศ.ดร.ศิริเพ็ญ ดาบเพชร
18. ผศ.ดร.พีรธร บุณยรัตพันธ์
19. ผศ.ดร.ยอดพล เทพสิทธา
20. ผศ.ดร.เจิมขวัญ รัชชุศานติ
21. ผศ.ดร.ธนัช กนกเทศ
22. ผศ.ดร.ทวีรัศมิ์ พรหมรัตน์
23. ผศ.ดร.เกรียงไกร นามนัย
24. ผศ.ดร.ทวีรัศมิ์ พรหมรัตน์
25. ผศ.ดร.สุภาภรณ์ สุดหนองบัว
26. ผศ.ดร.ศุภพงษ์ ปิ่นเวหา
27. ผศ.ดร.สมบูรณ์ ต้นยะ
28. ผศ.ดร.กมลณัฏฐ์ พลวัน
29. ผศ.ดร.อริศรา เจริญปัญญาเนตร
30. ผศ.ดร.ศุภฤกษ์ ธาราพิทักษ์วงศ์
31. ผศ.ดร.สุรพันธ์ รัตนาวะดี
32. ผศ.ดร.โชคชัย สุทธาเวศ
33. ผศ.ดร.อัญชนา ปรีชาวรพันธ์
34. ผศ.ดร.สุรางคณา ระวังยศ
35. ผศ.ดร.วิติยา ปิดตังนาโพธิ์
36. ผศ.ดร.ชินานาฏ วิทยาประภากร

*หมายเหตุ หากพบว่าบทความมีการคัดลอกส่วนหนึ่งส่วนใด ทางผู้จัดไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องใดๆทั้งสิ้น

37. ผศ.ดร.พิสิษฐ์ มณีโชติ
38. ผศ.ดร.สุรชัย รัตนสุข
39. ผศ.ดร.กิตติพงษ์ สุวรรณราช
40. ผศ.ดร.วิษณุ ธงไชย
41. ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว
42. ผศ.ดร.กุลวดี ปิ่นวัฒนะ
43. ผศ.นฤมล เถื่อนกูล
44. นาวาโท ดร.ชิตวัน เชยสกุล
45. ดร.เฉวียง วงค์จินดา
46. ดร.ภัทรพร พงศาปรมัตถ์
47. ดร.วารัช มัธยมบุรุษ
48. ดร.ปิยะนาถ อังควาณิชกุล
49. ดร.นัทธ์หทัย เถาตระกูล
50. ดร.ปะราสี เอนก
51. ดร.ณพฏ์ โสภีพันธ์
52. ดร.กิตติพัทธ์ เอี่ยมรอด
53. ดร.นงนุช เกตุ้ย

ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. รศ.ดร.ทวนทอง เชาวกีรติพงศ์
2. รศ.ดร.สุนทรี ดวงทิพย์
3. ผศ.ดร.รัชนี นิธากร
4. ผศ.ดร.วิษณุ บัวเทศ
5. ผศ.ดร.จุฬาลักษณ์ เขมาชีวกุล

*หมายเหตุ หากพบว่าบทความมีการคัดลอกส่วนหนึ่งส่วนใด ทางผู้จัดไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องใดๆทั้งสิ้น

กองบรรณาธิการจัดทำรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 5
The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference
วันที่ 21 ธันวาคม 2561

กองบรรณาธิการภายนอกมหาวิทยาลัย

1.	ผศ.ดร.ไชยรัตน์ ปราณี	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
2.	ผศ.ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
3.	นาวาเอก ดร.บุญเรือง เกิดอรุณเดช ร.น.	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4.	ดร.นงนุช เกตุ้ย	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการภายในมหาวิทยาลัย

1.	รศ.ดร.ปาจรีย์ ผลประเสริฐ	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
2.	ดร.สุภาพร พงศ์ภิญโญโอภาส	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
3.	ดร.จารุวรรณ ขวัญแน่น	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
4.	ผศ.ดร.ฆัมภิชา ตันติสันติสม	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5.	ดร.มณฑา หมีไพรพฤกษ์	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6.	ดร.สุรเชษฐ์ ตุ้มมี	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

*หมายเหตุ หากพบว่าบทความมีการคัดลอกส่วนหนึ่งส่วนใด ทางผู้จัดไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องใดๆทั้งสิ้น

คณะกรรมการวิพากษ์การนำเสนอบทความ
การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 5
The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference
วันที่ 21 ธันวาคม 2561

คณะกรรมการวิพากษ์บทความแบบปากเปล่า (Oral Presentation)

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

1.	ผศ.ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
2.	ผศ.ดร.ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
3.	ผศ.ดร.ประพิธาริ์ ธนารักษ์	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4.	ผศ.ดร.พิสิฐ มณีโชติ	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5.	ดร.จิรารัตน์ เอี่ยมสะอาด	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้ทรงคุณวุฒิภายในมหาวิทยาลัย

1.	รศ.ดร.ทวนทอง เชาวกีรติพงศ์	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
2.	ผศ.ดร.ณัฐรดา วงษ์นายะ	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
3.	ผศ.ปรัชญา ชะอุ่มผล	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการวิพากษ์บทความแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation)

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

1.	ผศ.ดร.นิเวศน์ คำรัตน์	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
2.	ผศ.ดร.นิคม นาคอ้าย	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
3.	ดร.ณภัทร วุฒธะพันธ์	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
4.	ดร.สามารถ กมขุนทด	สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
5.	ดร.ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6.	ผศ.ดร.ศุภชัย ทวี	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
7.	ผศ.ดร.วิษณุ ธงไชย	สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

*หมายเหตุ หากพบว่าบทความมีการคัดลอกส่วนหนึ่งส่วนใด ทางผู้จัดไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องใดๆทั้งสิ้น