

การศึกษากระบวนการในการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้

A Study on the extraction of pectin from cocoa peels.

นิราวัลย์ บำรุงภักดี¹, วรรณภา กันหาปอง¹,

ภัทรานุช ผงสุข², ปิยะนุช เหลืองงาม² และปิยพร วงศ์อนุ²

Nirawan Bumrungpakdee¹ Wannapa Kanhapong¹

Pattranuch Pongsuk² Piyanuch Lue-ngarm² Piyaporn Wonganu²

E-mail : sb6340148213@gmail.com , sb6340148220@gmail.com

โทร : 0630193972, 0610704866

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้ โดยใช้กรดที่แตกต่างกันต่อปริมาณและสมบัติของเพคติน กรดไฮโดรคลอริกและกรดซิตริก ที่มีช่วง pH เท่ากับ 3 ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ผลการทดลองพบว่าการสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก สามารถสกัดเพคตินได้ปริมาณมากที่สุดคือ 3.74 กรัม น้ำหนักกรัมสมมูล 384.61 เมื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติ พบว่า ปริมาณเมทอกซิล ระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชัน ปริมาณผลผลิต และปริมาณเถ้า เท่ากับ 8.16, 57.89, 7.49 และ 13.07 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การสกัดเพคตินด้วยกรดซิตริก สามารถสกัดเพคตินได้ปริมาณเพคติน 3.56 กรัม น้ำหนักกรัมสมมูล 312.50 เมื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติ พบว่าปริมาณเมทอกซิล ระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชัน ปริมาณผลผลิต และปริมาณเถ้า เท่ากับ 6.53, 42.85, 7.12 และ 11.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเป็นเพคตินชนิดเมทอกซิลสูงและเพคตินที่สกัดด้วยกรดซิตริกเป็นเพคตินชนิดเมทอกซิลต่ำ

คำสำคัญ : เพคตินจากเปลือกโกโก้, เปลือกโกโก้, เพคติน, กรดไฮโดรคลอริก, กรดซิตริก

Abstract

A Study on the extraction of pectin from cocoa peels with different acids on yield and properties of pectin. The hydrochloric acid and citric acid with a pH 3 were used at 90°C for 90 min were used to extract.

¹นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

¹Bachelor of Education program students General Science, Faculty of Education, Loei Rajabhat University

²Lecturer of General Science, Faculty of Education, Loei Rajabhat University

This work aims to study the extraction of pectin from cocoa peels with different acids on yield and properties of pectin. The hydrochloric acid and citric acid with a pH 3 were used at 90°C for 90 min were used to extract. The results found that the extraction of pectin by hydrochloric acid showed the maximum amount of pectin as 3.74 g. The equivalent gram weight was 384.61. The properties of pectin were analyzed.

The results showed that the methoxyl content, the esterification levels, yield and ash content were 8.16, 57.89, 7.49 and 13.07 percent, respectively. The pectic extraction with citric acid showed the pectin content of 3.56 g, the gram equivalent weight was 312.50. The properties of pectin found that the amount of methoxyl, the esterification level, yield and ash content were 6.53, 42.85, 7.12 and 11.80 percent, respectively. The hydrochloric acid extracted pectin is a high methoxyl pectin and citric acid extracted pectin is a low methoxyl pectin.

Keywords : Pectin from cocoa peels, Cocoa peels, Pectin, Hydrochloric Acid, Citric Acid

1. ความเป็นมาของปัญหา

โกโก้เป็นพืชเศรษฐกิจทางเลือกใหม่ของเกษตรกรไทยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ระบุว่าในปี 2561 ไทยเป็นผู้ผลิตโกโก้ อันดับ 4 ของอาเซียน ในช่วงปี 2559-2563 ไทยมีพื้นที่ปลูกต้นโกโก้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 98.39 คือเพิ่มขึ้นจาก 150 ไร่ ในปี 2559 เป็น 1,931 ไร่ ในปี 2563 พื้นที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ร้อยละ 38.44 คือเพิ่มขึ้นจาก 36 ไร่ ในปี 2559 เป็น 115 ไร่ ในปี 2563 ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 30.62 คือเพิ่มขึ้นจาก 45 ตัน ในปี 2559 เป็น 82 ตัน ในปี 2563 พื้นที่ปลูกโกโก้ทั้งหมดส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ จำนวน 976 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 51 เช่น จังหวัดเชียงราย และ พะเยา ภาค รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 348 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 18 เช่น จังหวัดอุดรธานีและจังหวัดหนองคาย ภาคกลาง 269 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 14 ได้แก่ จังหวัดลพบุรีและประจวบคีรีขันธ์ ภาคใต้ จำนวน 175 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 9 ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานีและสงขลา ภาคตะวันออก 162 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 8 ปลูกที่จังหวัดจันทบุรีแห่งเดียว ปัจจุบัน การผลิตโกโก้ส่วนใหญ่จะดำเนินการในระบบพันธสัญญา (Contract farming) ระหว่างผู้ประกอบการภาคเอกชนกับเกษตรกร โดยผู้ประกอบการภาคเอกชนจะทำสัญญาซื้อผลผลิตเป็นราคาขั้นต่ำ ขึ้นอยู่กับคุณภาพและสายพันธุ์ของโกโก้ ด้านการส่งออกเมล็ดโกโก้ของไทยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 809.67 ในปี 2562 ไทยส่งออก ปริมาณ 925.57 ตัน ประเทศส่งออกของไทยที่สำคัญ ได้แก่ อินเดีย ลาว และญี่ปุ่น แต่การส่งออกผลิตภัณฑ์โกโก้ลดลง ร้อยละ 11 ในปี 2562 ส่งออกปริมาณ 19,063 ตัน ประเทศส่งออกของไทยที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น เมียนมา

และมาเลเซีย ผลิตภัณฑ์โกโก้ที่มีการส่งออกมากที่สุดคือ ช็อกโกแลต และอาหารปรุงแต่งอื่น ๆ ที่มีโกโก้ รองลงมา คือ ผงโกโก้ที่ไม่เติมน้ำตาล หรือสารที่ทำให้หวานอื่น ๆ โกโก้เพสต์และโกโก้บัตเตอร์ (นวลศรี โชตินันท์, 2564 : ออนไลน์)

จังหวัดเลยเป็นอีกหนึ่งจังหวัดในประเทศไทยที่มีกลุ่มเกษตรกรปลูกต้นโกโก้เพื่อเพิ่มรายได้ในครัวเรือน ผลโกโก้ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตช็อกโกแลตหรือผงโกโก้จะเอาแค่เมล็ดโกโก้ในการผลิต ซึ่งเปลือกของโกโก้คิดเป็นประมาณ 50-76% ของน้ำหนักผลโกโก้ สำหรับการกำจัดเปลือกของโกโก้จะนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์และส่วนใหญ่ถูกนำไปทิ้งพร้อมกับปัญหามลพิษที่เกิดจากขยะและมีจำนวนขยะที่เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ วันทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่าเปลือกของโกโก้มีสารเพคตินอยู่ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารและยา ประเทศไทยมีการนำเข้าเพคตินจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากซึ่งราคาของเพคตินจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ผลิตและเกรดของเพคติน ประเทศไทยนำเข้าเพคตินเป็นมูลค่าหลายล้านบาทต่อปีซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูง เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตจึงมีความต้องการที่จะผลิตเพคตินภายในประเทศเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยาตลอดจนใช้ในระดับธุรกิจเล็ก ๆ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีวัตถุดิบทางการเกษตรและของเหลือใช้ทางการเกษตรที่ไม่ได้ถูกนำมาใช้ทำประโยชน์หลากหลายชนิดซึ่งเราสามารถนำมาสกัดเพคตินได้ คณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะนำเปลือกผลไม้ เช่น เปลือกโกโก้มาสกัดเพคติน

ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่เหลือ

ใช้ทางการเกษตรทางคณะผู้จัดทำได้สังเกตเห็นถึงปัญหาข้างต้นที่กล่าวไว้นั้น โดยทางคณะผู้จัดทำมีความคิดที่ว่า ถ้าหากเรานำเอาเปลือกโกโก้ที่ทำการตัดแต่งแล้วที่จะนำไปทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าและลดปริมาณของเหลือใช้ได้ คณะผู้จัดทำจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเปลือกโกโก้ที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยศึกษากระบวนการการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้เพื่อเป็นแนวทางในการสกัดเพคตินและประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารและยาต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้เมื่อสกัดด้วยกรดที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำเปลือกโกโก้มาล้างทำความสะอาด โดยทำการล้างหลาย ๆ ครั้งจนน้ำที่ล้างใส ใช้สัดส่วนเปลือกโกโก้ในเอทานอล 95% ต่ออัตราส่วน 1:2 น้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) ให้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำสารสกัดที่กรองได้กรองผ่านผ้าขาวบางล้างเปลือกด้วยน้ำ โดยทำเช่นนี้ 3 ครั้ง นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักและบดด้วยเครื่องบด

3.2 การสกัดเพคตินด้วยกรดซิตริก

นำเปลือกโกโก้ 50 กรัม ที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกรดซิตริก ที่มีค่า pH เท่ากับ 3 ลงไปปริมาณ 500 มิลลิลิตร (อัตราส่วนเปลือกโกโก้ต่อกรด เป็น 50: 500 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ทำการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 90 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงเป็นเวลา 30 นาทีที่ 4,000 rpm นำเปลือกที่กรองได้ไปเติมกรดซิตริก ที่มีค่า pH เท่ากับ 3 ลงไปปริมาณ 500 มิลลิลิตร (อัตราส่วนเปลือกโกโก้ต่อกรด เป็น 50 : 500 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ทำการสกัด

อีกครั้ง กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น จากนั้นทำการตกตะกอนเพคตินด้วยการเติมเอทานอล 95% ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:1 โดยปริมาตร (v/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้มากรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าขาวบางพร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอล 95% จำนวน 3 ครั้ง นำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วบดให้เป็นผง

3.3 การสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก

นำเปลือกโกโก้ 50 กรัม ที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกรดไฮโดรคลอริกที่มีค่า pH เท่ากับ 3 ลงไปปริมาณ 500 มิลลิลิตร (อัตราส่วนเปลือกโกโก้ต่อกรด เป็น 50: 500 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ทำการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 90 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงเป็นเวลา 30 นาทีที่ 4,000 rpm นำเปลือกที่กรองได้ไปเติมน้ำกรดไฮโดรคลอริก ที่มีค่า pH เท่ากับ 3 ลงไปปริมาณ 500 มิลลิลิตร (อัตราส่วนเปลือกโกโก้ต่อกรด เป็น 50 : 500 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ทำการสกัดอีกครั้ง กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น จากนั้นทำการตกตะกอนเพคตินด้วยการเติมเอทานอล 95% ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:1 โดยปริมาตร (v/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้มากรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าขาวบางพร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอล 95% จำนวน 3 ครั้ง นำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วบดให้เป็นผง

3.4 การตรวจสอบสมบัติของเพคตินที่สกัดได้

3.4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหนักกรัมสมมูลของเพคติน

ชั่งผงเพคติน 0.5 กรัมใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ละลายผงเพคตินด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เพคตินละลาย เติมนโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1 กรัม จากนั้นนำสารละลาย

ไปไต่เตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอลเรดเป็นอินดิเคเตอร์ไต่เตรทจนกระทั่งสารละลายถึงจุดยุติ คำนวณค่าน้ำหนักกรัมสมมูล

3.4.2 การหาปริมาณเมทอกซิล (ดัดแปลงจาก ขนิษฐา,2545)

ชั่งน้ำหนักเพคตินผงที่ได้จากการสกัดด้วย กรดซิตริก กรดไฮโดรคลอริก ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร ขวดละ 0.5 กรัม เติมน้ำตาลลงในขวดรูปชมพู่ขวดละ 2 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำที่ปราศจาก แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ขวดละ 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วหยดฟีนอล์ฟทาไลน์ลงในขวดรูปชมพู่ ขวดละ 5 หยด นำไปไต่เตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นปริมาตรที่ 1 เติมน้ำตาลละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าแรงๆตั้งทิ้งไว้ 15 นาที เติมน้ำตาลละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าจนสีชมพูหายไป หยดฟีนอล์ฟ ทาไลน์ลงในขวดรูปชมพู่ขวดละ 5 หยด นำไปไต่เตรทด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นปริมาตรที่ 2 แล้วคำนวณหาค่า Degree of esterification (DE) จากสูตร $\%DE = \frac{(\text{สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตรที่ 2} \div (\text{สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตรที่ 1} + \text{สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตรที่ 2})) \times 100}{\text{น้ำหนักเอสเทอร์ฟิเคชันที่ได้ไปหาปริมาณเมทอกซิลโดยดูจากตารางที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชันกับปริมาณเมทอกซิล}}$

3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ชั่งน้ำหนักผงเพคติน 1.5 กรัม ใส่ในถ้วย กระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาซึ่งตั้ง อุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ในเตาเผาเป็นเวลา 1 คืน คำนวณหาปริมาณเถ้า

3.4.4 สูตรการคำนวณหาค่า % yield

สูตรคำนวณ % yield = $\left[\frac{\text{น้ำหนักของสารสกัด เพคตินจากเปลือกโกโก้}}{\text{น้ำหนักแห้งของเปลือกโกโก้}} \times 100 \right]$

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่มีผลต่อการ สกัดสารเพคตินจากเปลือกโกโก้ พบว่าการสกัดเพคติน จากเปลือกโกโก้ด้วยกรดไฮโดรคลอริกได้ปริมาณเพคติน สูงกว่าการสกัดด้วยกรดซิตริก กล่าวคือการสกัดด้วยกรด ไฮโดรคลอริกได้ปริมาณเพคติน 3.74 กรัม ส่วนกรด ซิตริกได้ปริมาณเพคติน 3.56 กรัม

4.2 การศึกษาน้ำหนักสมมูลของเพคตินจาก เปลือกโกโก้ พบว่าการสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริกมี น้ำหนักกรัมสมมูล 384.61ซึ่งมากกว่าการสกัดเพคตินด้วย กรดซิตริก ที่มีน้ำหนักกรัมสมมูล 312.50 แสดงว่าเพคติน ที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่มีน้ำหนักกรัมสมมูลสูงจะบ่ง บอกว่ามีค่าน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าเพคตินที่มีน้ำหนัก กรัมสมมูลน้อยคือสกัดด้วยกรดซิตริก น้ำหนักกรัมสมมูล มากบ่งบอกถึงค่าน้ำหนักโมเลกุลสูงและความสามารถเกิด เจลได้ดี

4.3 การเปรียบเทียบปริมาณเมทอกซิลของ เพคตินจากเปลือกโกโก้ พบว่าปริมาณเมทอกซิลของ เพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกจะมีปริมาณ เมทอกซิลสูงซึ่งเพคตินเป็นชนิดเมทอกซิลสูงและเพคตินที่ สกัดด้วยกรดซิตริกมีปริมาณเมทอกซิลต่ำเป็นชนิดเมทอก ซิลต่ำ

4.4 การเปรียบเทียบระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิ เคชันของเพคตินจากเปลือกโกโก้ พบว่าระดับการเกิด เอสเทอร์ฟิเคชันของเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมี ค่า 57.89และระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชันของเพคตินที่ สกัดด้วยกรดซิตริกมีค่า 42.85% ซึ่งระดับการเกิด เอสเทอร์ฟิเคชันจะบ่งบอกถึงชนิดของเพคตินว่าเป็น เพคตินที่มีเมทอกซิลสูงหรือเพคตินที่มีเมทอกซิลต่ำ ซึ่งเพคตินที่มีเมทอกซิลสูงเป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิล เอสเทอร์ฟิเคชันหรือมีค่า DM มากกว่า 50% และเพคติน ที่มีเมทอกซิลต่ำเป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลและ

เอสเทอร์ฟิเคชันหรือมีค่า DM น้อยกว่า 50%

4.5 การศึกษาร้อยละผลผลิตของเพคตินจากเปลือกโกโก้ พบว่าปริมาณผลผลิตของเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีค่าเท่ากับ 7.49 ไม่แตกต่างกันกับปริมาณผลผลิตของเพคตินที่สกัดด้วยกรดซิตริกที่มีค่าเท่ากับ 7.12

4.6 การเปรียบเทียบปริมาณเถ้าของเพคตินจากเปลือกโกโก้ พบว่าปริมาณเถ้าของเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดซิตริกคือร้อยละ 13.07 และ 11.80 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณเถ้าสูงกว่าปริมาณเถ้าของเพคตินทางการค้า แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณสิ่งเจือปนอื่น

4.7 การเปรียบเทียบลักษณะทั่วไปของเพคตินที่สกัดได้ด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่าลักษณะทั่วไปของเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเป็นของแข็งสีเหลืองน้ำตาล และเพคตินที่สกัดด้วยกรดซิตริกเป็นของแข็งสีเหลืองน้ำตาลเช่นกัน

5. อภิปรายผล

จากการศึกษากระบวนการในการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้ด้วยกรดที่แตกต่างกันคือ กรดไฮโดรคลอริกและกรดซิตริก ที่มีช่วง pH เท่ากับ 3 เป็นเวลา 90 นาที จะได้ปริมาณเพคติน 3.74 กรัม และ 3.56 กรัม ซึ่งปริมาณเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีปริมาณมากกว่าการสกัดด้วยกรดซิตริกและวิธีการสกัดที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากโกโก้ คือ การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก เนื่องจากค่าระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชัน ปริมาณเมทอกซิล มีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 8.16 (%DE = 57.89) พบว่า เพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเป็นเพคตินชนิดเมทอกซิลสูง เพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่เป็นเพคตินชนิดเมทอกซิลสูงนำมาประยุกต์ใช้ในด้านอาหารใช้ในแยมและเยลลี่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของหยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, จิรพร สวัสดิการ และ รุ่งทิวา สุวรรณรัตน์. (2562) ระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชันและปริมาณเมทอกซิลของเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีค่าใกล้เคียงกับเพคตินทาง

การค้า โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 52.40 ± 2.91 และ 8.54 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าเพคตินที่สกัดได้จากทั้ง 3 วิธี มีปริมาณเมทอกซิลมากกว่า 8.16 จึงสามารถจัดเพคตินจากเปลือกทุเรียนที่สกัดได้เป็นชนิดเมทอกซิลสูง และการสกัดด้วยกรดซิตริก มีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 6.53 (%DE = 42.85) พบว่า เพคตินที่สกัดด้วยกรดซิตริกเป็นเพคตินชนิดเมทอกซิลต่ำ และค่าระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชันมีผลต่อความหนืดของเพคติน การเกิดเจล และปริมาณเมทอกซิลสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณสมบัติการเกิดเจลและเป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการสกัดเพคตินที่มีคุณภาพสูง ซึ่งชนิดของกรดมีผลต่อการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้ และปริมาณเถ้าของเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดซิตริกมีปริมาณร้อยละ 13.07 และ 11.80 ซึ่งมีปริมาณเถ้าสูงกว่าปริมาณเถ้าของเพคตินทางการค้า แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณสิ่งเจือปนอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรหาวัตถุดิบที่เหลือทิ้งชนิดอื่นๆ มาทำการสกัดเพคติน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัด
2. ควรมีการศึกษาการหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคติน

เอกสารอ้างอิง

- ไทย เมทัลลิ. (2564). **กรดซิตริก**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <https://www.thaimetalli.com/2021/02/10/กรดซิตริก>. (12 กรกฎาคม 2565)
- ทิพย์ธิดา หนูทรัพย์, ภัสราภรณ์ ข้าวภูมิ, จิตติประภา พรหมดี และ ปิยะนุต น้อยดวง. (2561). **ศึกษาการสกัดเพคตินจากเปลือกมะกรูดด้วยกรดซิตริก**. รายงานการประชุม การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 6 สมุทรปราการ: มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.
- ธนาวัฒน์ ลาภตันศุภผล, ปฐิมา ทองขวัญ และศิริลักษณ์ สรพรมทิพย์. (2556). **การสกัด**

เพคตินจากเปลือกฝักและผลไม้. วารสาร
 วิทยาศาสตร์เกษตร.
 นวลศรี โชตินันท์. (2564). **ผลิตภัณฑ์โกโก้**
อุตสาหกรรมในครัวเรือน ปลุกและแปรรูปเอง
ที่เชียงใหม่. [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา :
<https://www.technologychaoban.com>
 (25 มิถุนายน 2565)
 ฟ้าไสวันใหม่. (2564). **โกโก้.** [ระบบออนไลน์].
 แหล่งที่มา : <https://www.bloggang.com>
 (12 กรกฎาคม 2565)
 วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2565). **กรดไฮโดรคลอริก.**
 [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : [https://](https://th.wikipedia.org/wiki/กรดไฮโดรคลอริก)
th.wikipedia.org/wiki/กรดไฮโดรคลอริก. (12
 กรกฎาคม 2565)
 วัชร เวียงแก้ว. (2549). **การสกัดเพคตินด้วยไอน้ำ**
จากเปลือกส้ม. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
 วโรดม องครักษ์.
 สยามเคมี. (2564). **เพคติน.** [ระบบออนไลน์].
 แหล่งที่มา : <https://www.siamchemi.com>
 (12 กรกฎาคม 2565)
 หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ , จิรพร สวัสดิการ และ รุ่งทิวา
 สุวรรณรัตน์. (2562). **การสกัดและการ**
ประยุกต์ใช้เพคตินจากเปลือกทุเรียน.
 วารสารวิจัยรำไพพรรณีปีที่ 13 ฉบับที่ 2
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏ
 รำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี.
 อังคณา เชื้อเจ็ดตน, ชลักร ไกลถิ่น, อินทรา ทาคา,
 วีรณัฐ คฤหานนท์ และพรอนันต์ บุญก่อน.
 (2563). **การสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยลิสง**
ด้วยความร้อนร่วมกับอัลตราโซนิกช่วยสกัด.
 วารสารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏลำปาง.

Lúcia Cristina Vriesmann, Reinaldo Francisco,
 Teófilo Carmen, Lúciade Oliveira
 Petkowicz. (2012) . **Extraction and**
characterization of pectin from cacao

pod husks (Theobroma cacao L.) with
citric acid. From : <https://bit.ly/3QOYsr8>
 (Retrieved 2020, June 27)

Marsiglia D.E., Ojeda K.A., Ramírez M.C., Sánchez
 E. (2016). **Pectin extraction from cocoa**
pod husk (Theobroma cacao L.) by
hydrolysis with citric and acetic acid.
 From : <https://bit.ly/3nCqGs5> (Retrieved
 2020, June 27)