



ปัญหาพิเศษ

การสกัดและการใช้ประโยชน์เพกตินจากเปลือกส้มโอ

**EXTRACTION AND UTILIZATION OF PECTIN FROM POMELO
(*Citrus maxima*) PEELS**

โดย

นางสาวจันทร์ตรี รุ่งสว่าง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2561



ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)
ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
สาขา

วิทยาศาสตร์
ภาควิชา

เรื่อง การสกัดและการใช้ประโยชน์เพกตินจากเปลือกส้มโอ
Extraction and Utilization of Pectin from Pomelo (*Citrus maxima*) Peels

นามผู้วิจัย นางสาวจันทร์ตรี รุ่งสว่าง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อาจารย์พุทธพร ส่องศรี, D.Eng.)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์แดงอ่อน พรหมมิ, ปร.ค.)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ. 2561

การสกัดและการใช้ประโยชน์เพกตินจากเปลือกส้มโอ

จันทร์ศรี รุ่งสว่าง และ พุทธพร ต่องศรี

บทคัดย่อ

เพกตินเป็นสารประกอบโพลีแซคคาไรด์ที่พบมากในผักและผลไม้ เช่น แอปเปิล กล้วย ขนุนและส้มโอ เป็นต้น ในปัจจุบันเพกตินเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความข้นหนืดสารที่ทำให้เกิดเจลและสารเพิ่มความคงตัวในอาหาร การสกัดเพกตินมีวิธีการ ตัวทำละลายและวัสดุแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอโดยใช้กรด 2 ชนิด เป็นตัวทำละลายและทดสอบคุณสมบัติของเพกตินคือ ระดับค่าเอสเทอริฟิเคชัน (degree of esterification :de) การทดลองสกัดเพกตินพบว่า ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อปริมาณผลผลิตของเพกติน โดยกรดซิตริก ความเข้มข้น 1% ปริมาณผลผลิตของเพกตินเท่ากับ 7.6% และค่า deเท่ากับ 27% กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาณผลผลิตของเพกตินเท่ากับ 9.33% และค่า deเท่ากับ 79% การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอ เนื่องจากเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพในการผลิตเพกติน

คำสำคัญ: การสกัดเพกติน เปลือกส้มโอ กรดไฮโดรคลอริก

Extraction and Utilization of Pectin from Pomelo(*Citrus maxima*) Peels

JantriRungsawangandPuttapornSongsri

ABSTRACT

Pectin is a structural polysaccharide found in fruits and vegetables such as apple, banana, jackfruit and pomelo. Nowadays, pectin is a very important raw material especially in food industries. It is commonly used as a thickener gelling agent and stabilizer in food. There are several ways to extract pectin from different materials and solvents. The objective of this research is to study the extraction of pectin from pomelo peel using two acid solvent and properties of the pectin were degree of esterification(de) The result showed that extraction with citric acid concentration 1%, the yield of pectin obtained was 7.6% and de was 27%, hydrochloric acid concentration 0.1 M the yield of pectin obtained was 9.33% and de was 79%. This study show that the use of hydrochloric acid solvent increased the yield and quality of pectin from pomelo peel.

Keywords: extraction of pectin, pomelo peel, hydrochloric acid

Student's signature

Advisor's signature

บทนำ

เพกตินเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymer) อยู่ในกลุ่มสารประกอบคาร์โบไฮเดรต มีความสำคัญบริเวณชั้นผนังเซลล์ของพืชเนื่องจากช่วยในการเชื่อมยึดชั้นมิดเซลลามาเมลลาโดยจับระหว่างเซลลูโลสเฮมิเซลลูโลสและไกลโคโปรตีน(ภาพที่ 1)นอกจากนี้เพกตินช่วยเสริมผนังเซลล์ของพืชให้มีลักษณะหนา แข็งแรงและสามารถยืดหยุ่นได้เพียงเล็กน้อยโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นเนื้อเยื่ออ่อนของพืช เช่น ต้นอ่อน ใบบ และผลเป็นต้น (ปริยานุช และคณะ, 2558)

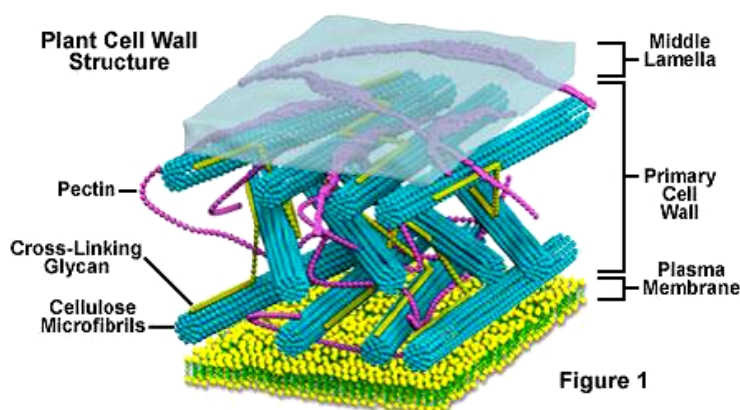
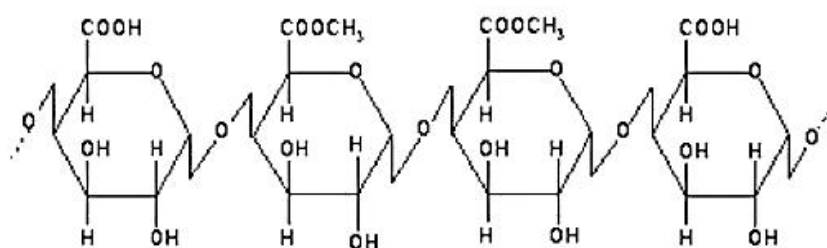


Figure 1

ภาพที่ 1 แสดง โมเลกุลของเพกตินในเนื้อเยื่อผักผลไม้บริเวณมิดเซลลามาเมลลาและผนังเซลล์
ที่มา: ปริยานุช และคณะ (2558)

โครงสร้างเพกตินที่พบในธรรมชาติเป็นชนิดเฮเทอโรพอลิแซคคาไรด์ (heteropolysaccharide) ประกอบด้วยกรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) และกิ่งแขนงของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น อะราบิโนส (arabinose) กาแลคโตส (galactose) และแรมนโนส (ramnose) เป็นต้น (ภาพที่ 2) นอกจากนี้บางส่วนถูกกระบวนการเอสเทอร์ริฟิเคชัน (esterification) ด้วยหมู่เมทิล (methyl) ทำให้ระดับค่าเมทิลเลขชั้นของเพกตินต่างกัน



ภาพที่ 2 แสดง โครงสร้างของเพกติน

ที่มา: สุนันท์ (2557)

ระดับการเกิดเอสเทอร์ด้วยหมู่เมทิลบนสายหลักใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งชนิดเพกติน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เพกตินที่มีระดับการเกิดเอสเทอร์มากกว่า 50% มีหมู่เมทอกซีสูงเกิดเจลได้ เมื่อน้ำตาลละลายอยู่ 60-65% ค่าพีเอชต่ำกว่า 3.6 ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเป็นสารเพิ่มความข้นหนืด สารก่อให้เกิดเจลในการผลิตแยม (jam) และเจลลี่ (jelly) เป็นต้น และ เพกตินที่มีระดับการเกิดเอสเทอร์น้อยกว่า 50% มีหมู่เมทอกซีต่ำเกิดเจลได้และเร็วกว่าเพกติน ที่มีหมู่เมทอกซีสูงประเทศไทยมีการสั่งซื้อเพกตินนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งราคาเพกตินสูงและไม่มีการแบ่งขายจึงเป็นอุปสรรคในกลุ่มผู้ประกอบการเนื่องจากได้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ไม่คุ้มกับต้นทุน(สุนันท์, 2557)

ส้มโอเป็นผลไม้ที่นิยมปลูกกันมากในเชิงพาณิชย์และมีเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูป โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเยื่อสีขาวซึ่งพบว่าส่วนที่เป็นเยื่อสีขาวของเปลือกส้มโอมีเส้นใยจำนวนมาก รวมถึงเพกตินที่สามารถสกัดและนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอาหาร

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอที่เหลือทิ้งทางการเกษตร โดยศึกษาชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพกติน ศึกษาคุณสมบัติของเพกตินเปรียบเทียบกับเพกตินทางการค้าเพื่อให้ได้เพกตินที่มีคุณภาพดีสามารถนำไปใช้ประโยชน์และเป็นการลดปริมาณของเสียทางการเกษตร

อุปกรณ์และวิธีการ

การสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอ

หั่นเปลือกส้มโอส่วนที่เป็นเยื่อสีขาวขนาดเล็กและนำไปล้างน้ำหลาย ๆ ครั้ง นำเปลือกส้มโออบแห้งด้วยตู้อบ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 12-24 ชั่วโมง บดเปลือกส้มโอด้วย เครื่องบดไฟฟ้า (ชานูวัฒน์ และคณะ, 2556) ชั่งเปลือกส้มโอที่บดเป็นผง 5 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร เติมตัวทำละลายที่เป็นกรดใช้ในการสกัดเพกตินแบ่งเป็น กรดซิตริก(citric acid) ความเข้มข้น 1% ปริมาตร 300 มิลลิลิตร สกัดด้วยเครื่องกวนสารให้ความร้อน(hot plate stirrer) ความเร็ว 500 รอบ/นาที อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (ฉัตรชัย และคณะ, 2554) กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 300 มิลลิลิตร สกัดด้วย เครื่องกวนสารให้ความร้อน (hot plate stirrer) ความเร็ว 500 รอบ/นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 120 นาที (Royet *et al.*, 2018) กรองด้วยผ้าขาวบาง บีบสารละลายแยกออกจากกากเปลือกส้มโอ เก็บสารละลายใส่ขวดคูเรนขนาด 1000 มิลลิลิตร ส่วนกากที่ผ่านการกรองนำไปสกัดอีกครั้ง นำสารละลายมารวมกัน เติม 95% ethanol ในอัตราส่วน 1:2 ลงในขวดคูเรนของสารละลาย ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง

การกรองตะกอนเพกติน

ใช้เครื่องกรองสุญญากาศและผ้าขาวบางในการกรองตะกอนเพกติน โดยนำตะกอนที่กรองได้ไปอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมงบดตะกอนเพกตินเป็นผงด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (ฉัตรชัย และคณะ, 2554)

สูตรการหาผลผลิต (%) = (น้ำหนักแห้งของเปลือกส้มโอ/เพกตินแห้งน้ำหนักเป็นกรัมของ) \times 100

การระบุเพกตินจากตะกอนที่สกัดได้ (pectin identification)

การระบุเพกตินจากตะกอนที่สกัดได้ จะใช้วิธีการของ (Hansen *et al.*, 2001)

1.เตรียมตัวอย่าง โดยชั่งเพกตินปริมาณ 0.05 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร หยด 2-propanol จำนวน 2 หยด และน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร กวนผสมสารด้วยเครื่อง Magnetic stirrer 20–30 นาที ปรับค่าพีเอชเท่ากับ 12 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที ปรับค่าพีเอชสารละลายให้มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 8 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ และปรับปริมาตรของสารละลาย 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

2.เตรียมสารละลาย Pectatelyase และ Tris – HCl โดยชั่ง Trizma base 6.055 กรัม และ Calcium chloride 0.147 กรัม เติมน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ปรับค่าพีเอชสารละลายเท่ากับ 8 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปรับปริมาตรสารละลาย 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เตรียมเอนไซม์ Pectatelyase โดยเปิดขวดเอนไซม์ Pectatelyase 0.1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลาย Tris – HCl 10 มิลลิลิตร

3.วิเคราะห์ polygalacturonic acid ด้วยเครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 235 nm สารละลายที่ทำการวัด ได้แก่ enzyme blank (Tris – HCl buff. pH 8 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร, ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร) sample blank (Tris – HCl buff. pH 8 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 1.5 มิลลิลิตร, เอนไซม์ 0.5 มิลลิลิตร) reaction (Tris – HCl buff. pH 8 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร, ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร และเอนไซม์ 0.5 มิลลิลิตร)

สูตรการคำนวณ Blank Absorbance = Enzyme Blank + Sample Blank (หลังจากวัด 30 นาที)

$$\Delta \text{ Absorbance} = \text{Reaction Absorbance} - \text{Blank Absorbance}$$

การหาน้ำหนักสมมูลและปริมาณเมทอกซี

เตรียมสารละลายเพกติน โดยชั่งเพกติน 0.5 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และ ethanol 95% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1 กรัม และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากันและหยดฟีนอลเรด (phenol red) 6 หยด ละลายเพกตินที่อุณหภูมิห้องไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนถึงจุดยุติ

$$\text{สูตรการหาน้ำหนักสมมูล (E)} = \frac{1000 \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}{\text{ปริมาณด่างที่ใช้ไทเทรต} \times \text{ความเข้มข้นของด่างที่ใช้ไทเทรต}}$$

หาปริมาณเมทอกซี นำสารละลายเพกตินจากการหาน้ำหนักสมมูลเดิม

โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตรผสมสารละลาย
ปิคจูควดรูปชมพูและวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที เติมกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)

ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสีไทเทรตด้วย

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนถึงจุดยุติ

$$\text{สูตรการหาปริมาณเมทอกซี} = \frac{(\text{ความเข้มข้นด่างที่ใช้ไทเทรต} \times \text{ปริมาตรด่างที่ใช้ไทเทรต} \times 31) \times 100}{1000 \times \text{ปริมาณตัวอย่าง (กรัม)}}$$

การหาระดับค่า degree of esterification (de)

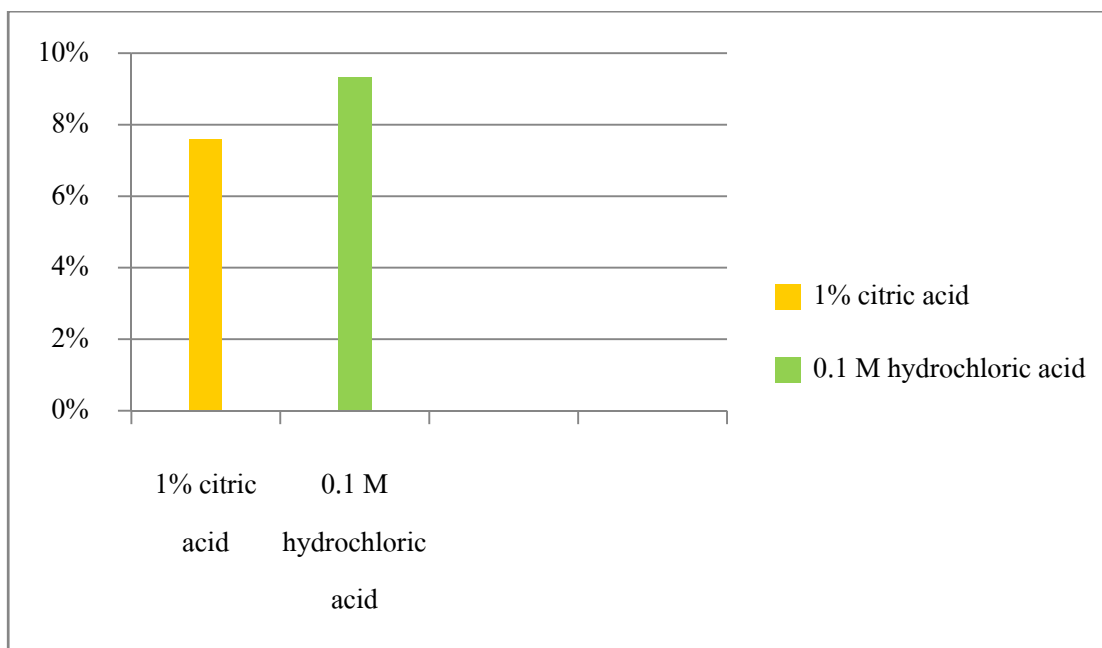
เตรียมสารละลายเพกติน โดยชั่งเพกติน 0.5 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
เติม ethanol 95% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1 กรัม และหยดฟีนอล์ฟทาเลอิน
(phenolphthalein) 3 หยด เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรนำไปไทเทรตด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์
(NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ บันทึกค่า V_1 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น
0.25 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ผสมสารด้วยเครื่องกวนสาร (hotplate stirrer) ที่อุณหภูมิห้อง
30 นาที เติมกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร
เขย่าสารละลายให้เข้ากันนำไปไทเทรตอีกครั้งจนถึงจุดยุติ บันทึกค่า V_2

$$\text{สูตรการหา \%de} = \frac{V_2 \times 100}{V_1 + V_2}$$

ผลการศึกษา

ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อปริมาณผลผลิต (%yield)

การทดลองสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอด้วยตัวทำละลายกรด 2 ชนิด คือ กรดซิตริก
(citric acid) ความเข้มข้น 1% ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ความเร็ว 500 รอบ/นาที อุณหภูมิ
60 องศาเซลเซียส 30 นาที และกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์
ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ความเร็ว 500 รอบ/นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 120 นาที นำมาหา
ปริมาณผลผลิต (%yield) พบว่า การสกัดด้วยกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1%
ปริมาณผลผลิตเท่ากับ 7.6% และการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)
ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาณผลผลิตเท่ากับ 9.33% (กราฟที่ 1)



กราฟที่ 1 ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อปริมาณผลผลิต

จากผลการทดลองพบว่ากรดไฮโดรคลอริก(hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินเนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด

การระบุเพกตินจากตะกอนที่สกัดได้ (pectin identification)

ผลการวิเคราะห์ polygalacturonic acid ด้วยเครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 235 nm ผลของสารละลายที่นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง(ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายด้วยเครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 235 nm

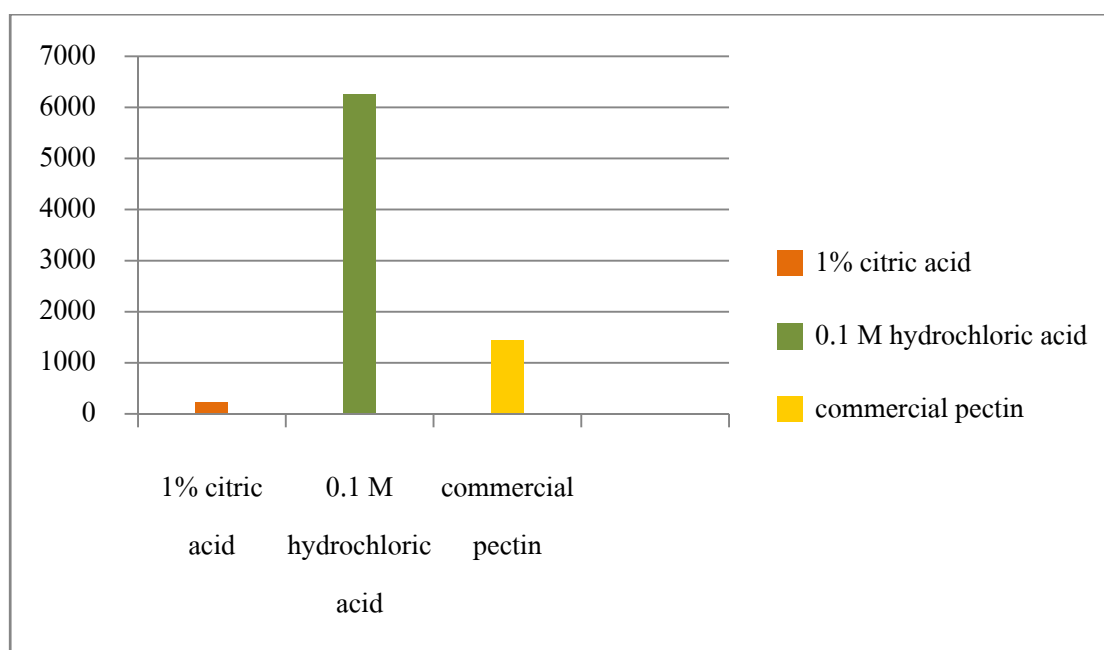
ชนิดสารละลาย	Absorbance values
enzyme blank	0.248
sample blank	0.160
Reaction	0.970
commercial pectin	0.942
Carrageenan	0.163

จากผลการทดลองพบว่า ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย reaction มีค่าใกล้เคียงกับสารละลายเพกตินทางการค้า (commercial pectin) ระบุว่าสารละลาย reaction คือตะกอนเพกติน

เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาระหว่างเพกตินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอและเอนไซม์ pectaselyase โดยเอนไซม์เข้าตัดพันธะที่เชื่อมต่อกันของpolygalacturonicผลที่ได้คือgalacturonic acid เป็นหน่วยเล็ก ๆ (monomer)ของโครงสร้างเพกติน

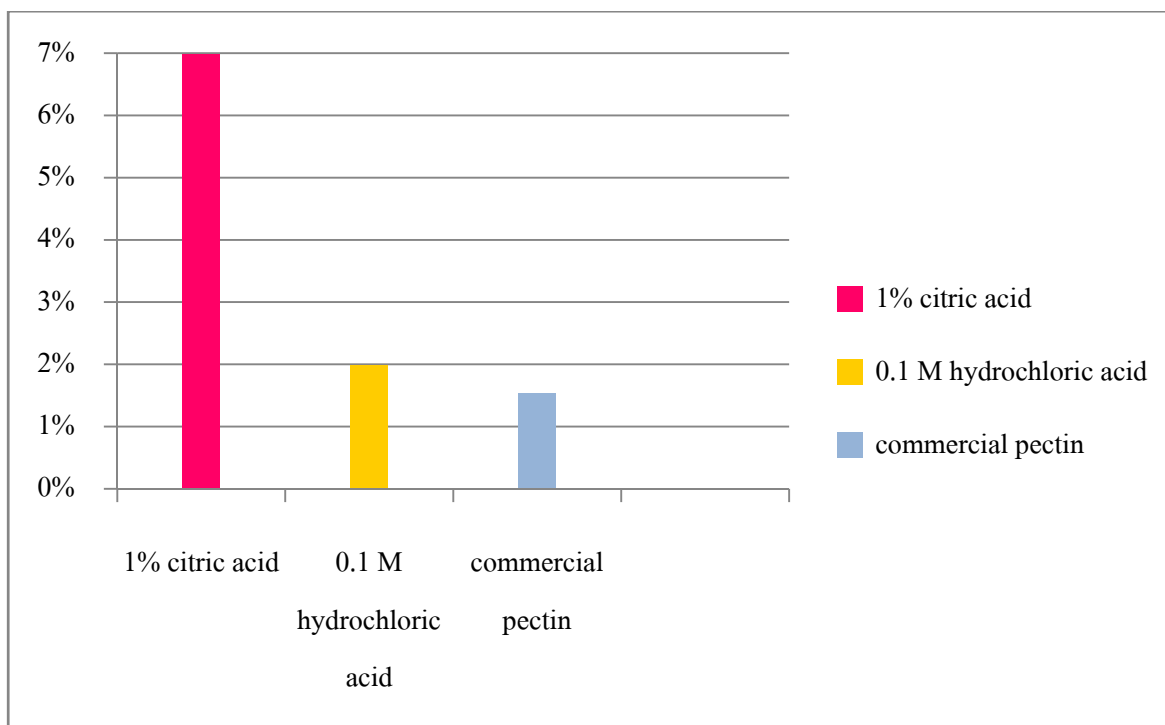
ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อค่าน้ำหนักสมมูลและปริมาณเมทอกซี

การหาค่าน้ำหนักสมมูลด้วยวิธีการไทเทรตพบว่าชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อค่าน้ำหนักสมมูลต่างกันคือ สารละลายเพกตินสกัดด้วยกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1 %ค่าน้ำหนักสมมูลจากการไทเทรตเท่ากับ 228 สารละลายเพกตินสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก(hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ค่าน้ำหนักสมมูลจากการไทเทรตเท่ากับ 6250 และสารละลายเพกตินทางการค้าค่าน้ำหนักสมมูลจากการไทเทรตเท่ากับ 1435 (กราฟที่ 2)



กราฟที่ 2 ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อค่าน้ำหนักสมมูล

สารละลายเพกตินจากการหาค่าน้ำหนักสมมูลนำไปหาปริมาณเมทอกซีด้วยวิธีการไทเทรตพบว่า ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อปริมาณเมทอกซีต่างกันคือ สารละลายเพกตินสกัดด้วยกรดซิตริก(citric acid) ความเข้มข้น 1% ปริมาณเมทอกซีเท่ากับ 6.98% สารละลายเพกตินสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ปริมาณเมทอกซีเท่ากับ 1.98% และสารละลายเพกตินทางการค้าปริมาณเมทอกซีเท่ากับ 1.54% (กราฟที่ 3)

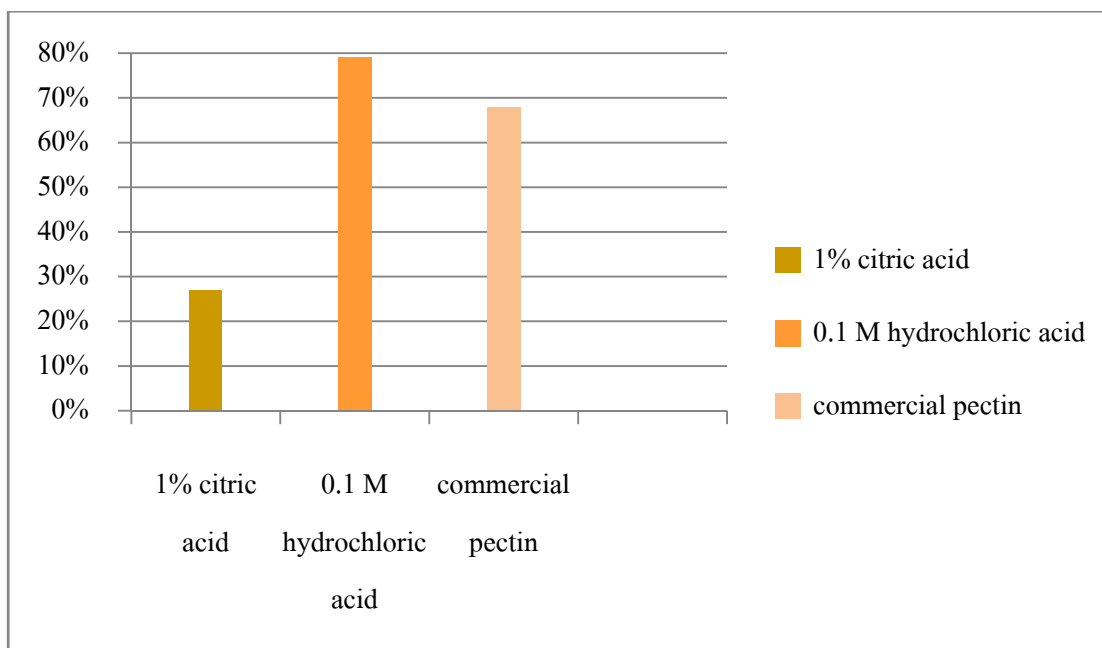


กราฟที่ 3 ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อปริมาณเมทอกซี

จากผลการทดลองการหาค่าน้ำหนักสมมูลและปริมาณเมทอกซีพบว่า เพกตินสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากผลของค่าน้ำหนักสมมูลและปริมาณเมทอกซีใกล้เคียงกับเพกตินทางการค้า

ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อระดับค่า degree of esterification(de)

การทดลองใช้กรดสองชนิดความเข้มข้นต่างกันในการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอ มีผลต่อระดับค่า de ต่างกันคือ สารละลายเพกตินสกัดด้วยกรดซิตริก(citric acid) ความเข้มข้น 1% ระดับค่า de เท่ากับ 27% และสารละลายเพกตินสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ระดับค่า de เท่ากับ 79% (กราฟที่ 4)



กราฟที่ 4 ชนิดและความเข้มข้นของตัวทำละลายมีผลต่อค่า degree of esterification (de)

จากผลการทดลองการหาระดับค่า de พบว่ากรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอเนื่องจากระดับค่า de มากกว่า 50% แสดงถึงคุณสมบัติเพกตินที่ดีในการเกิดเจล

วิจารณ์ผลการศึกษา

ชนิดและความเข้มข้นของกรดที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอ คือ กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาณผลผลิต (%yield) เท่ากับ 9.33% สูงกว่าการใช้กรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1% เนื่องจากความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) และอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สามารถเข้าทำลายโครงสร้างของผนังเซลล์ได้ สอดคล้องกับผลการทดลองของ (Roy *et al.*, 2018) กล่าวว่า ผลของกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส สกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอ ได้ปริมาณผลผลิต (%yield) มาก

กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ค่า de มากกว่า 50% เกิดเจลได้ดี เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (esterification) ด้วยหมู่เมทิล (methyl) มาก โครงสร้างเพกตินจึงมีหมู่เมทิล (methyl) มากตามไปด้วย เมื่อไทเทรตหาค่า de เกิดปฏิกิริยาระหว่างค่าที่ใช้ไทเทรตคือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และหมู่เมทิล (methyl) ผลที่ได้คือ เมทอกซิล (COOCH_3) ทำให้ถึงจุดยุติเร็วเพกตินสกัดด้วยกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1%

ไม่เหมาะสมในการเป็นตัวทำละลายสกัดเพกติน เนื่องจากสกัดเพกตินด้วยกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1% มีปริมาณกรดซิตริก (citric acid) ตกค้างในตะกอนเพกตินส่งผลต่อขั้นตอนวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักสมมูลปริมาณเมทอกซีและค่า de จากการทำปฏิกิริยาระหว่างด่างที่ใช้ไทเทรตคือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) กับหมู่คาร์บอกซิลิก (COOH) ของโครงสร้างเพกตินและกรดซิตริก (citric acid) ผลที่ได้จากปฏิกิริยา คือ เกลือกรด (COONa) ทำให้ถึงจุดยุติช้า ทั้งนี้ควรลดความเข้มข้นของกรดซิตริก (citric acid) เพื่อลดปริมาณหมู่คาร์บอกซิลิก (COOH) ที่ตกค้างในตะกอนเพกติน

ดังนั้นเพกตินที่ใช้ประโยชน์ได้คือ เพกตินที่สกัดจากกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เนื่องจากมีคุณสมบัติเพกตินที่ดีในการเกิดเจล

สรุปผลการศึกษา

การสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอด้วยตัวทำละลายกรด 2 ชนิด คือ กรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1% และกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ผลการทดลองพบว่าเพกตินที่สกัดจากกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1% ปริมาณผลผลิต (%yield) เท่ากับ 7.6% และค่า de เท่ากับ 27% เพกตินที่สกัดจากกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาณผลผลิต (%yield) เท่ากับ 9.33% และค่า de เท่ากับ 79% จากผลการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าชนิดและความเข้มข้นของตัวละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินคือ กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตเพกติน (%yield) สูงสุดและค่า de มากกว่า 50%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากภาควิชาวิทยาศาสตร์และงบประมาณจากกองทุนพัฒนานิสิต คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย สังข์ผุด, จีราภรณ์ สังข์ผุด และ จินตนา แก้วชนะ. 2550. สภาพที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากเปลือกส้มโอด้วยสารละลายกรด. *วารสารวิทยาศาสตร์*7(1): 37-46.
- ธนาวัฒน์ ลากตันสุภผล, ปฎิมา ทองขวัญ และ ศิริลักษณ์ สรงพรหมทิพย์. 2556. การสกัดเพกตินจากเปลือกผักและผลไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*44(2): 433-436.
- ปริญญช เจริญศิริ, พิมพ์พรรณ ปลื้มสุตร และ สาวิตรี พอกกลาง. 2558. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากใบผักกุ่มบก. *คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา*
- วัชร เวียงแก้ว. 2549. การสกัดเพกตินด้วยไอน้ำจากเปลือกส้มโอ. *ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักษ์, นครนายก*
- สุนันท์ วิทิตสิริ. 2557. การเปรียบเทียบปริมาณเพกตินจากซังขนุนแห้งจำปากรอบโดยการสกัดด้วยน้ำร้อนและความดันไอสุง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*9(2): 95-102.
- Hansen, K.M., A.B. Thuesen, and J.R. Soderberg. 2001. Enzyme assay for identification of pectinDerivatives, based on recombinant pectaselyase. *J AOAC Int.* 84: 1851-1854.
- Quoc, L.P.T., V.T.N. Huyen, L.T.N. Hue, N.T.H. Hue, N.H.D. Thuan, N.T.T. Tam, N.N. Thuan And T.H. Duy. 2015. Extraction of pectin from pomelo(*Citrus maxima*) peels with the assistance of microwave and tartaric acid. *IFRJ*.22(4): 1637-1641.
- Roy, M.C., M. Alam, A. Saeid, B. C. Das, Md.B. Mia, Md A. Rahman, J.B. Eun, M. Ahmed. 2018. Extraction and characterization of pectin from Pomelo peel and its impact on nutritional properties of carrot jam during storage. *J Food Process Preserv.*42: 1-9.

ภาคผนวก

วิธีการเตรียมแยมส้มโอ

ซั่งเนื้อส้มโอปริมาณ 132 กรัม นำไปบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (hot plate) เทน้ำส้มโอลงใน
 ปีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร นำไปต้มบนเตาไฟฟ้า เตรียมสารละลายเพกตินโดยซั่งเพกติน
 ปริมาณ 3 กรัมลงในปีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร ต้มบนเตาไฟฟ้า
 (hot plate) จนได้สารละลายเพกติน เติมสารละลายเพกตินลงในปีกเกอร์น้ำส้มโอและนำไปต้ม
 บนเตาไฟฟ้า (hot plate) เติมมอลติตอล (maltitol) ปริมาณ 132 กรัม คนสารละลายให้เข้ากันและ
 ต้มบนเตาไฟฟ้า (hot plate) จนเดือด ตั้งสารละลายทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2-3 ชั่วโมง

วิธีการเตรียมตัวทำละลายสกัดเพกติน

1.เตรียมกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1% เป็น Molarity(M)

$$\text{สูตรการคำนวณ จำนวน โมลของสารใดๆ (n) = } \frac{\text{น้ำหนักสาร (g)}}{\text{มวลโมเลกุล (Mw, g/mol)}}$$

วิธีทำ จากสูตร $n = g / Mw$

$$\begin{aligned} \text{จำนวน โมลของกรดซิตริก} &= (1 \text{ g}) / (192 \text{ g/mol}) \\ &= 0.005 \text{ mol} \end{aligned}$$

เตรียมกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1% เป็น Molarity (M)

$$\text{สูตรการคำนวณ } M = \frac{\text{wt (g)}}{\text{M.W.}} \times \frac{1}{L}$$

วิธีทำ $0.005 \text{ mol} = \frac{\text{wt (g)}}{192 \text{ g/mol}} \times \frac{500 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}$

$$\begin{aligned} \text{wt(g)} &= \frac{(0.005 \text{ mol}) \times (192 \text{ g/mol}) \times (500 \text{ ml})}{1000 \text{ ml}} \\ &= 0.48 \text{ g} \end{aligned}$$

ดังนั้น เตรียมสารละลายกรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 1% เป็น Molarity (M) โดยชั่งเพกติน 0.48 g ละลายน้ำปริมาณเล็กน้อยแล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 500 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2.เตรียมกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 300 ml

สูตรการคำนวณ $C_1V_1 = C_2V_2$

วิธีทำ $(12M) \times (V_1) = (0.1 M) \times (300 \text{ ml})$

$$V_1 = \frac{(0.1 M) \times (300 \text{ ml})}{12 M}$$

$= 2.5 \text{ ml}$

ดังนั้น เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) ความเข้มข้น 0.1 M โดยปีเปิดสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) 0.1 M มา 2.5 ml แล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 300 ml