

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก
จากเปลือกกล้วยหักมุกและคุณสมบัติทางเคมี
Study of optimal condition for extraction of pectin
with hydrochloric acid from Silver Bluggoe banana (*Musa sapientum* Linn.)
peel and chemical properties

ศิริลักษณ์ อ่อนน้อม¹ สุดารัตน์ พรหมเจียม¹ ญาดา คดชีพ¹ และปราณี เลิศแก้ว²
Siriluck Onnom¹, Sudarat Promjiam¹ Yada Khotcheep¹ and Pranee Lertkaeo²

¹ นักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

² อาจารย์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยหักมุกด้วยกรดไฮโดรคลอริก ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยหักมุกและนำไปเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า โดยใช้ค่าพีเอชกรดไฮโดรคลอริกที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้ คือ 60, 80 และ 95 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ คือ 60, 90 และ 120 นาที พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยหักมุก ได้แก่ อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการสกัด 90 นาที ปริมาณร้อยละเพคตินสูงสุดเท่ากับ 7.02 ± 0.12 โดยน้ำหนัก เมื่อนำเพคตินที่สกัดด้วยเปลือกกล้วยหักมุกไปวิเคราะห์คุณสมบัติ พบว่า มีปริมาณร้อยละความชื้นเท่ากับ 8.00 ± 1.00 ปริมาณร้อยละเถ้าเท่ากับ 5.55 ± 0.39 ปริมาณร้อยละเมทอกซิลเท่ากับ 9.59 ± 1.35 ซึ่งจัดเป็นเพคตินประเภทเมทอกซิลสูงและปริมาณร้อยละมิลลิกรัมของกรดกาแลคทูโรนิกเท่ากับ 63.08 ± 0.97 เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติกับเพคตินทางการค้า พบว่า เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยหักมุกมีคุณสมบัติที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P > 0.05$) กับเพคตินทางการค้า

คำสำคัญ: กล้วยหักมุก / เพคติน / กรดไฮโดรคลอริก

Abstract

The objective of this research was to study the optimum conditions to extract pectin from Silver Bluggoe banana peel using hydrochloric acid. The chemical properties of pectin extracted from banana peels were studied and compared with commercial pectin. The pectin from banana peel was extracted by hydrochloric acid at pH 2.0 at temperatures of 60, 80 and 95 °C. at various extracting times (60, 90 and 120 min). It was found that the highest yield was $7.02 \pm 0.12\%$ by dry weight which was obtained at extraction temperature 80 °C, extraction time 90 min. for the study of pectin properties showed. that the percentage moisture content was 8 ± 1.0 , the ash content was $5.55\% \pm 0.39\%$ the metoxyl percentage was 9.59 ± 1.35 , which can be classified as high metoxyl pectin and the percentage of galacturonic acid were 63.08 ± 0.97 when compared with commercial

pectin. However, pectin extraction from Hakmuk banana peel showed no significant difference at the level ($P>0.05$) in comparison with commercial pectin.

Keywords: Silver Bluggoe / Pectin / hydrochloric acid

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

“เพคติน” เป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบได้ทั่วไปในผนังเซลล์พืช สามารถพบได้ทั้งในผักและผลไม้ ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด ทำให้เกิดเจล ให้ความคงตัว และเป็นสารที่ใช้ยึดเหนี่ยว ประกอบไปด้วย กรดกาแลคทูโรนิก เมทิลกาแลคทูโรนิก และน้ำตาลหลายชนิด ซึ่งกรดกาแลคทูโรนิก เป็นตัวบ่งบอกว่าเพคติน มีความบริสุทธิ์มากน้อยเพียงใดและสามารถบ่งบอกได้ว่า เพคตินที่ได้เป็นเพคตินชนิดไหน โดยดูได้จากปริมาณ เมทอกซิลที่อยู่ในกรดกาแลคทูโรนิก โดยเพคตินเป็นส่วนประกอบสำคัญในชั้น middle lamella (นวลกมล อำนวนสิน และคณะ, 2561) ซึ่งเพคตินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้เป็นส่วนผสมใน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตยา และใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เสริมความงาม ในระดับอุตสาหกรรมเพคตินสกัดได้จากผลไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น เปลือกส้มและ กากแอปเปิล ประเทศไทยมีการนำเข้าเพคตินมาปีหนึ่ง ๆ มีมูลค่าหลายแสนบาท เพื่อนำมาใช้ในทางการแพทย์ เพราะเพคตินสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ได้หลายอย่าง จึงนิยมนำไปผลิตยาแคปซูลและ ผลิตภัณฑ์เสริมความงามต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมอาหาร อาจพบได้ในรูปของผลิตภัณฑ์แยม เยลลี่ ซึ่งอุตสาหกรรม แยมถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีการนำเข้าเพคตินมาใช้เป็นจำนวนมาก โดยจะเติมเพคตินลงไปเพื่อให้แยมเกิดเจล เนื่องจากผลไม้ที่ใช้ทำแมนั้นมีปริมาณเพคตินไม่เพียงพอ โดยจะเกิดเจลเมื่อผสมน้ำตาลในปริมาณที่พอเหมาะและมี สภาพเป็นกรดที่เหมาะสม นอกจากนี้แยมและเยลลี่ยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูง จึงสามารถใช้เพคตินเป็นส่วนผสมเพื่อทดแทนน้ำตาลในแยมและเยลลี่ เพื่อให้มีปริมาณแคลอรีต่ำ อีกทั้งยังเป็นส่วนผสมในผลไม้กวน ใช้เคลือบลูกกวาด ใช้ในอาหารแช่แข็งเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ใช้ในการทำให้รูปทรงของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น หรืออาจนำ เพคตินมาใช้ในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพก็ได้ บกดีแล้วราคาของเพคตินจะอยู่ที่ประมาณ 3,800 บาทต่อกิโลกรัม ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตเพคตินเองได้ ซึ่งมีอยู่ในวงจำกัดไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ โดยแหล่งผลิตเพคติน ที่สำคัญ คือ ของเหลือจากพืชตระกูลส้ม แอปเปิล กากทานตะวัน และพืชชนิดอื่น ๆ (ธนาวรรณ สุขเกษม และ ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา, 2559)

“กล้วยหักมุก” (*Musa sapientum* Linn.) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถนำมาใช้เป็นอาหารและรับประทานได้ แต่ไม่นิยมนำมาทานสด ๆ เพราะมีรสชาติฝาด ไม่หวาน จะต้องนำมา ผ่านความร้อน เช่น ต้ม ย่าง หรือปิ้งก่อนจึงจะมีเนื้อนุ่มและรสชาติอร่อยขึ้น แลมยังได้รับความนิยมนำไปเป็นวัตถุดิบ ในการผลิตกล้วยฉาบอีกด้วย กล้วยหักมุกมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีนวลและไม่มีนวล ใน 1 เครือ จะมีกล้วย ประมาณ 7 หวี หวีละ 12-15 ผล มีผลใหญ่ ปลายผลเล็กเรียว ผลมีรูปทรงเหลี่ยม เนื้อของผลเมื่อสุกจะมีสีเหลืองเข้ม น้ำ นิยมนำไปทำเป็นกล้วยปิ้ง เพราะทั้งสีสวยและอร่อย ประโยชน์และสรรพคุณของกล้วยหักมุกนั้นมีมากมาย เช่น หัวปลีช่วยแก้โรคโลหิตจาง ลดระดับน้ำตาลในเลือด และแก้โรคกระเพาะอาหารในลำไส้, ยางช่วยในการห้ามเลือด และช่วยสมานแผล, ผลดิบช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหารและแก้ท้องเสียเรื้อรัง, ผลสุกช่วยเป็นยาระบายทำให้ ระบบขับถ่ายดีขึ้น สามารถบำรุงร่างกาย และให้มีกำลังแข็งแรงด้วย (กาญจนา จันทร์สิงห์, 2563)

ในปัจจุบันผู้คนนิยมนำผลของกล้วยหักมุกมาใช้ประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลดิบซึ่งสามารถ นำไปทำเป็นอาหารแปรรูปได้และยังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้อีกด้วย โดยเฉพาะการสกัดเพคติน ซึ่งเพคตินสามารถพบได้ในบริเวณเปลือกหรือผนังของพืช ผัก ผลไม้ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, ม.ป.ป.) ซึ่งจาก การศึกษางานวิจัยต่าง ๆ จะเห็นได้ว่ากรดไฮโดรคลอริกมีคุณสมบัติในการสกัดดีกว่ากรดอื่น ๆ และยังมีใช้ใน

อุตสาหกรรมการสกัดเพคตินด้วย (องอาจ เต็ดดวง, 2553) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้สังเกตเห็นถึงคุณประโยชน์ของเปลือกกล้วยหักมุกและได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกและศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดจากเปลือกกล้วยหักมุก ซึ่งในงานวิจัยนี้นอกจากจะทำให้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยหักมุกและทำให้ทราบคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินจากเปลือกกล้วยหักมุกแล้ว อาจเป็นแนวทางในการใช้เปลือกกล้วยหักมุกเป็นแหล่งผลิตเพคตินเพื่อเพิ่มการผลิตเพคตินและลดปริมาณการนำเข้าอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

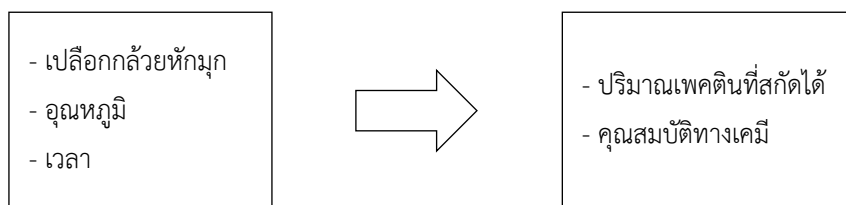
1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริกจากเปลือกกล้วยหักมุก
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยหักมุกและนำไปเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า

ขอบเขตงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง
 - เปลือกกล้วยหักมุก จากหมู่บ้านปากคลองใต้ ต.นครชุม จ.กำแพงเพชร
 - เปลือกกล้วยหักมุก จากหมู่บ้านเนินสำราญ ต.นครชุม จ.กำแพงเพชร
2. ขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ศึกษา
 - การศึกษาวิจัยครั้งนี้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริกจากเปลือกกล้วยหักมุกและคุณสมบัติทางเคมี
3. ขอบเขตด้านเวลา
 - ในงานวิจัยนี้ ใช้เวลาในการทำ 6 เดือน

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเรื่องศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริกจากเปลือกกล้วยหักมุกและคุณสมบัติทางเคมี มีกรอบแนวคิดในการวิจัยปรากฏดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบ (ดัดแปลงจาก นวลกมล อำนวยสิน, 2561)

นำเปลือกกล้วยหักมุกตำบดในระยะเวลาสุกมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดอีกหนึ่งครั้ง ตากแดดให้แห้ง แล้วนำไปปั่นให้ละเอียด เติมน้ำ 95% เอทานอล ในอัตราส่วน 1:1 (w/v) เพื่อกำจัดสารที่ละลายได้ในเอทานอล (เพื่อให้ได้เพคตินที่บริสุทธิ์) โดยนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง บีบเอาเอทานอลออก ล้างเปลือกด้วยน้ำสะอาดและบีบน้ำออก โดยล้างซ้ำอีก 2 ครั้ง นำตะกอนที่ผ่านการล้างมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนแห้ง แล้วชั่งน้ำหนัก บดให้ละเอียด

การสกัดเพคติน (ดัดแปลงจาก ธานุวัฒน์ ลาภตันศุภผล, 2556)

นำเปลือกกล้วยหักมุกบดแห้งที่เตรียมไว้ใส่ลงในบีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 10 กรัม เติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:12 (w/v) ปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ pH 2 นำไปสกัดในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 60, 80, 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60, 90, 120 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น แล้วนำเปลือกที่กรองได้ไปเติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:12 (w/v) ปรับ pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ pH 2 นำไปสกัดอีกครั้ง กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น นำสารละลายที่ได้ทั้งสองครั้งมารวมกัน ทำการตกตะกอนเพคตินโดยเติม 95% เอทานอล ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:1 (v/v) ใช้แท่งแก้วผสมแรง ๆ ให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 ชั่วโมง กรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าขาวบางและนำไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ พร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วย 95% เอทานอล จำนวน 3 ครั้ง และล้างตะกอนเพคตินด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 50% จำนวน 3 ครั้ง นำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นำไปบดให้เป็นผง แล้วชั่งน้ำหนัก นำเพคตินที่ได้มาหาค่าร้อยละของผลผลิต (% yield)

การวิเคราะห์คุณสมบัติของเพคติน

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจาก สุนันท์ วิทิตสิริ, 2557)

อบถ้วยกระเบื้องในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำออกจากตู้อบเก็บในโถดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักผงเพคติน 1.0 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง อบต่อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จากนั้นเก็บในโถดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักที่หายไป จากนั้นคำนวณหาร้อยละปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ตามวิธีของ AOAC, 2006)

ชั่งถ้วยครุชชีเบล ใส่ผงเพคติน 1.5 กรัม เผาตัวอย่างจนหมดควัน ใส่ในโถดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใส่ในโถดูดความชื้น จนกระทั่งเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักถ้วยครุชชีเบลรวมกับเถ้า จากนั้นคำนวณหาปริมาณเถ้า

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทอกซิล (พวงทอง และคณะ, 2541)

ชั่งผงเพคติน 0.1 กรัม เติมน้ำเอทานอล 99% 0.4 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร, ฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (V1) เติมน้ำเอทานอล 99% 0.4 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร, ฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 2 มิลลิลิตร เขย่าแรง ๆ ทิ้งไว้ 15 นาที เติมน้ำเอทานอล 99% 0.4 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร, ฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (V2) คำนวณหาค่า degree of esterification (%DE)

การวิเคราะห์หาค่ากรดกาแลคทูโรนิก (ชนิษฐา เลิกชัยภูมิ, 2545)

ชั่งผงเพคติน 5 กรัม เติมน้ำเอทานอล 99% 0.4 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร, ฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (V1) เติมน้ำเอทานอล 99% 0.4 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร, ฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 2 มิลลิลิตร เขย่าแรง ๆ ทิ้งไว้ 15 นาที เติมน้ำเอทานอล 99% 0.4 มิลลิลิตร, น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร, ฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (V2) คำนวณหาค่า degree of esterification (%DE)

และล้างกรดไฮโดรคลอริกด้วยเอทานอล ครั้งละ 15 มิลลิลิตร รวม 6 ครั้ง แล้วล้างด้วยสารละลายเอทานอล 60% จนตะกอนไม่มีคลอไรด์ (ตะกอนที่เกิดขึ้นเป็นสีขาว) และล้างด้วยเอทานอลอีก 20 มิลลิลิตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง 30 นาที ชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วบั่นทึกผล นำเพคตินที่ชั่งน้ำหนักแห้งแล้วมา 1 ใน 10 เติมน้ำเอทานอลปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเติมน้ำเดือดที่เย็นแล้วปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าจนได้สารละลายที่เป็นเนื้อเดียวกัน เติมนิโอรฟทาลิน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนได้ปริมาตรของด่างที่ใช้เท่ากับ (V1) เติมน้ำเอทานอลปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเขย่าแรง ๆ ทิ้งไว้ 15 นาที เติมน้ำเอทานอลปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าจนไม่มีสีชมพู เติมนิโอรฟทาลิน 3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนได้สีชมพูอ่อน ปริมาตรของด่างที่ใช้เท่ากับ (V2) จากนั้นคำนวณหาปริมาณของกรดกาแลคทูโรนิก

นำไปเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า

โดยใช้ข้อกำหนดมาตรฐานของเพคตินตามที่ The Joint / WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ได้กำหนดไว้เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของ industrial-grade pectin, Lab & pharmaceutical-grade pectin และ standard pectin ดังตารางที่ 1

ผลการวิจัย

ปริมาณเพคตินที่สกัดได้

การนำเปลือกกล้วยหักมุกแห้งจำนวน 10 กรัม ไปสกัดเพคตินโดยใช้อุณหภูมิ ระยะเวลาแตกต่างกัน คือ อุณหภูมิที่ 60, 80, 95 องศาเซลเซียส เวลา 60, 90, 120 นาที พบว่า ปริมาณผลผลิตของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยหักมุกจะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 5.05 ± 0.18 ถึง 7.02 ± 0.12 ซึ่งการสกัดเพคตินในเปลือกกล้วยหักมุกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ได้ปริมาณเพคตินมากกว่าสภาวะอื่น ๆ คือ ร้อยละ 7.02 ± 0.12 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยหักมุก

อุณหภูมิ	เวลา (นาที)		
	60	90	120
60 °C	5.05 ± 0.18	5.19 ± 0.28	6.92 ± 0.14
80 °C	5.92 ± 0.21	7.02 ± 0.12	6.05 ± 0.13
95 °C	6.13 ± 0.19	5.81 ± 0.22	6.07 ± 0.19

*ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ในอุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P > 0.05$)

จากผลการหาสภาวะที่เหมาะสมของเพคตินจากเปลือกกล้วยหักมุก เนื่องจากอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เวลา 90 นาที ให้ปริมาณผลผลิตในการสกัดเยาะที่สุด เราจึงเลือกไปทำการศึกษาคูณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดต่อไป

การวิเคราะห์คุณสมบัติของเพคติน

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

เมื่อนำเพคตินที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่า มีปริมาณร้อยละความชื้นเท่ากับ 8.00 ± 1.00

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

เมื่อนำเพคตินที่สกัดได้ไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่า มีปริมาณร้อยละเถ้าเท่ากับ 5.55 ± 0.39

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทอกซิล

จากการนำปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการไทเทรตไปคำนวณหาค่า Degree of esterification (DE) และไปเทียบกับตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า DE กับปริมาณเมทอกซิล จะได้ปริมาณเมทอกซิล ดังตารางที่ 3 โดยพบว่ามีปริมาณร้อยละเมทอกซิลเท่ากับ 9.59 ± 1.35

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก

เมื่อนำเพคตินที่สกัดได้ไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่ามีปริมาณร้อยละมิลลิกรัมกรดกาแลคทูโรนิกเท่ากับ 63.08 ± 0.97

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของเพคตินที่สกัด

คุณสมบัติของเพคติน	จำนวนร้อยละ
ปริมาณความชื้น	8.00 ± 1.00
ปริมาณเถ้า	5.55 ± 0.39
ปริมาณเมทอกซิล	9.59 ± 1.35
ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก	63.08 ± 0.97

การเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า

จากการตรวจสอบคุณสมบัติของเพคตินที่สกัดได้เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า ได้แก่ เพคตินระดับโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial grade) เพคตินระดับห้องปฏิบัติการหรือทางการแพทย์ (Lab & pharmaceutical grade) และเพคตินมาตรฐาน (Standard) โดยดูตามข้อกำหนดมาตรฐานของเพคตินตามที่ The Joint / WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ได้กำหนดไว้ ซึ่งแสดงในตารางที่ 3 พบว่า เพคตินที่สกัดได้มีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก (% galacturonic acid) ใกล้เคียงกับเพคตินระดับโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial grade) ปริมาณเมทอกซิล (% methoxyl) แม้จะแตกต่างจากเพคตินทั้ง 3 ระดับ แต่ก็มีค่าอยู่ในช่วงของมาตรฐานของเพคตินที่กำหนด คือ การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกจะได้ปริมาณเมทอกซิล ร้อยละ 9-11 ส่วนปริมาณเถ้า (% ash) และปริมาณความชื้น (% moisture) เป็นไปตามข้อกำหนดของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 10 แสดงให้เห็นว่าเพคตินที่สกัดได้มีคุณสมบัติอยู่ในช่วงที่พอจะรับได้

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติกับเพคตินทางการค้า

คุณสมบัติ Characteristics	*โรงงาน อุตสาหกรรม Industrial grade pectin	*ห้องปฏิบัติการหรือ ทางการแพทย์ Lab & pharmaceutical	*เพคติน มาตรฐาน Standard pectin	การทดลอง
1. (%) moisture	4.26	4.81	-	8.00
2. (%) ash	3.59	2.23	2.0	5.55
3. (%) methoxyl	5.08	6.29	>2.5	9.59
4. (%mg) galacturonic acid	69.89	78.54	>65	63.08

*เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยห้กมุกมีคุณสมบัติที่ไม่แตกต่างกับเพคตินมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (P>0.05)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริกจากเปลือกกล้วยห้กมุก พบว่า เพคตินที่สกัดได้อยู่ในช่วงร้อยละ 5.05 ± 0.18 ถึง 7.02 ± 0.12 ซึ่งอุณหภูมิที่สกัดเพคตินได้มากที่สุด คือ 80 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด หลังจากนั้นถึงจะเพิ่มอุณหภูมิมากขึ้นแต่ปริมาณเพคตินที่ได้กลับลดน้อยลง ส่วนเวลาที่เหมาะสมในการสกัด คือ 90 นาที เนื่องจากช่วงเวลานี้สกัดเพคตินได้มากที่สุด ถึงแม้จะใช้เวลามากกว่านี้ก็จะได้ปริมาณเพคตินใกล้เคียงกัน ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและรวดเร็วจึงเลือกใช้เวลาดังกล่าว (ชวณิชู สิริธิติลรัตน์ และคณะ, 2548) ส่วนเหตุผลที่เลือกใช้กรดไฮโดรคลอริกในการสกัด เพราะสารละลายที่เป็นด่างจะทำให้เกิดปฏิกิริยา β -elimination ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของเพคตินถูกทำลายและสายโมเลกุลของเพคตินจะสั้นลง ดังนั้น จึงนิยมใช้สารละลายที่เป็นกรดในการสกัดเพคติน ส่วนกรดที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการสกัดก็คือ กรดไฮโดรคลอริก

แม้ว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้จะไม่มากนัก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเพคตินที่สกัดได้จากพืชบางชนิด พบว่ามีปริมาณที่มากกว่า เช่น จากงานวิจัยของ สมฤทัย จิตภักดีดินทร์ และอมราวดี จางวาง (2552) ได้ปริมาณเพคตินที่สกัดจากเปลือกด้านในของมะนาวร้อยละ 2.34 ± 0.05 ในขณะที่งานวิจัยของ เอร่าวัน เบ้าทอง (2562) ได้ปริมาณเพคตินที่สกัดจากเปลือกผลมะพร้าวร้อยละ 1.85 จากการศึกษาคาดว่าปริมาณผลผลิตที่ได้น้อยอาจจะเกี่ยวกับสายพันธุ์ของกล้วย ชนิดของพืชที่เรานำมาใช้ในการสกัด สภาพแวดล้อมที่กล้วยเจริญเติบโต ซึ่งเราได้นำกล้วยมาจากหลายพื้นที่ และอาจจะเกี่ยวกับการบ่มกล้วย รวมถึงขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบที่มีการล้างทำความสะอาดเปลือกกล้วยแรงเกินไปสามารถทำให้เพคตินหลุดออกได้ (องอาจ เต็ดดวง, 2553)

ความชื้น (moisture) เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง ถ้าน้ำน้อยอยู่ในปริมาณมาก จะทำให้มีสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้ อาหารเน่าเสีย ซึ่งปริมาณความชื้นของเพคตินที่สกัดจากเปลือกกล้วยห้กมุก มีร้อยละเท่ากับ 8 ± 1.0 อย่างไรก็ตามถือเป็นค่าความชื้นที่อยู่ในช่วงของมาตรฐานความชื้นของเพคติน คือ เพคตินจะต้องมีความชื้นที่ต่ำกว่า 10% (Fishman et al., 2000)

เถ้า (ash) หมายถึง ส่วนของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร โดยหลงเหลืออยู่ภายหลังจากการเผาไหม้ ปริมาณเถ้าบ่งบอกถึงแร่ธาตุที่เจือปนอยู่ในเพคติน ซึ่งปริมาณเถ้าของเพคตินที่สกัดจากเปลือกกล้วยห้กมุกมีร้อยละ

เท่ากับ 5.55 ± 0.39 เป็นปริมาณที่มากกว่าpektinทางการค้าเนื่องจากการเจือปนของสารอื่นที่ไม่ถูกเผาไหม้ อาจมีสาเหตุมาจากขั้นตอนการล้างวัตถุดิบที่ไม่สะอาดมากพอ ทำให้มีสารแปลกปลอมหลงเหลืออยู่ เช่น สี สารที่ให้รสขม กรด น้ำตาล และสารอื่น ๆ ที่อยู่ในเปลือกกล้วย หลังจากนั้น เมื่อนำไปกรองต่อด้วยผ้าขาวบาง ทำให้สารแปลกปลอมเหล่านั้นปนเปื้อนไปกับpektinที่เราสกัดออกมา ทำให้ได้ปริมาณเถ้าสูง (องอาจ เต็ดดวง, 2553) อย่างไรก็ตามpektinที่สกัดได้มีปริมาณเถ้าไม่เกินมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาที่กำหนด โดยมาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 10% (เวธกา เข้าเจริญ และคณะ, ม.ป.ป.)

ปริมาณหมู่เมทอกซิล เป็นค่าที่ใช้บอกปริมาณหมู่เมทิลเอสเทอร์ที่ถูกขจัดออกจากpektin สามารถจำแนกpektinออกได้เป็น 2 ประเภท คือ pektinที่มีปริมาณหมู่เมทอกซิลสูง (High methoxy pectin : HMP) และpektinที่มีปริมาณหมู่เมทอกซิลต่ำ (low methoxy pectin : LMP) ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยนี้ พบว่า pektinที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยหักมุกมีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 9.59 ± 1.35 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวลกมล อำนวยสิน และคณะ (2561) จากการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดpektinจากเปลือกกล้วยหอมทองด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดซิตริก ซึ่งการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกได้ปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 9-11 โดยpektinที่มีปริมาณหมู่เมทอกซิลมากกว่าร้อยละ 8.16 จัดเป็นpektinชนิดที่มีปริมาณหมู่เมทอกซิลสูง (High methoxy pectin : HMP) pektinชนิดนี้ต้องอาศัยน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดเจล (Yapo, 2009) เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น แยม และเยลลี่ หรืออาหารที่มีผิวสัมผัสที่อ่อนนุ่ม

ในการสกัดpektin ต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของpektinที่สกัดได้ สิ่งที่ยกความบริสุทธิ์ของpektin คือ ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในpektin โดยในการหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกต้องเปลี่ยนหมู่เมทอกซิลกาแลคทูโรเนตให้เป็นกรดกาแลคทูโรนิกก่อน โดยการทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จึงจะได้ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกทั้งหมด (องอาจ เต็ดดวง, 2553) ทำให้ทราบว่าpektinที่สกัดจากเปลือกกล้วยหักมุกมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกร้อยละ 63.08 ± 0.97 เมื่อเปรียบเทียบกับpektinทางการค้า พบว่า มีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกน้อยกว่าหรือมีความบริสุทธิ์น้อยกว่าpektinมาตรฐาน เนื่องจากpektinที่เราสกัดได้ใช้เอทานอลในการตกตะกอนเพียงอย่างเดียว จะได้สารที่ไม่ใช่pektinออกมาด้วย เช่น เฮมิเซลลูโลส รวมทั้งมีเถ้าปนมาก ถ้าเราอยากให้pektinมีความบริสุทธิ์มากขึ้น เราควรทำการตกตะกอนด้วยเอทานอลพร้อมทั้งเติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ เข้าไปด้วย แต่ถ้าเติมความเข้มข้นมากกว่านี้จะทำให้ได้ปริมาณpektินน้อยลงเช่นกัน (องอาจ เต็ดดวง, 2553) นอกจากนี้ความบริสุทธิ์ของpektinที่สกัดได้ ยังขึ้นอยู่กับชนิดของผัก ความแก่อ่อนของพันธุ์ผลไม้ อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการสกัดpektinควรทำการศึกษาการสกัดด้วยวิธีอื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อเป็นทางเลือกและลดขั้นตอนการสกัด
2. ควรปรับปรุงวิธีล้างตะกอนpektinให้มีคุณภาพ สี และความบริสุทธิ์ที่ดีมากยิ่งขึ้น
3. ควรศึกษาปริมาณpektinจากพืชชนิดอื่น ๆ ในประเทศไทยด้วยเพื่อให้เป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยครั้งต่อไป

สามารถนำไปต่อยอดในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การทำแยม เยลลี่

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา จันทร์สิงห์. (2563). **กล้วยหักมุก**. [Online]. Available: https://arit.kpru.ac.th/ap2/local/?nu=pages&page_id=1460&code_db=610010&code_type=01 [2563, ธันวาคม 7].
- ชนิษฐา เลิกชัยภูมิ. (2545). การสกัดเพคตินจากส้มมะงั่วและการใช้ประโยชน์ในระบบอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชวณัฐ สิริธิตลกรัตน์ และคณะ. (2548). การผลิตเพคตินจากเปลือกและกากส้มเหลืองทั้ง. **รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 ประจำปี 2548** (น. 469-480). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนาวรรณ สุขเกษม และขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา. (2559). ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกะหล่ำปลี (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) ภูทับเบิกอำเภอหล่มเก่าจังหวัดเพชรบูรณ์. **วารสารมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, 10(2)**, 262-268.
- ธานุวัฒน์ ลาภตันศุภผล และคณะ. (2556). การสกัดเพคตินจากเปลือกฝักและผลไม้. **วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, 44(2)**, 433-436.
- นวลกมล อำนวยสิน และคณะ. (2561). การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยหอมทองด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดซิตริก. **วารสารมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 7(5)**, 481-490.
- พวงทอง ใจสันติ, จิตรา กลิ่นหอม และอัจฉรา เทียมภักดี. (2541). การทดสอบการใช้เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกเสาวรสในการผลิตแยม (รายงานการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (ม.ป.ป.). **Pectin/เพคติน**. [Online]. Available: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0430/pectin> [2563, ธันวาคม 7].
- เวธกา เข้าเจริญ และคณะ. (ม.ป.ป.). การสกัด การทำให้บริสุทธิ์และสมบัติของเพคตินจากจาวตาล. **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10** (น. 995-1005). เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- สุนันท์ วิทิตสิริ. (2557). การเปรียบเทียบปริมาณเพคตินจากซังขนุนหนึ่งจำปากรอบโดยการสกัดด้วยน้ำร้อนและความดันไอสุง. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 9(2)**, 95-112.
- สมฤทัย จิตภักดีดินทร์ และอมราวดี จางวาง. (2552). การศึกษาเบื้องต้นผลของสารสกัดเพคตินจากมะนาวต่อความอ้วน. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 12(3)**, 181-191.
- องอาจ เต็ดดวง. (2553). การเปรียบเทียบเพคตินสกัดจากฝรั่งสามชนิดกับเพคตินมาตรฐาน. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เอราวัณ เบ้าทอง. (2562). สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกผลมะพร้าว. **การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6 พ.ศ.2562** (น. 670-678). นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา.
- AOAC International. (2006). **Official Method of Analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International.
- Fishman, M.L., Chau, H.K., Hoagland, P. and Ayyad, K. (2000). Characterization of pectin flash extracted from orange albedo by microwave heating, under pressure. **Carbohydrate Research 323**, 126-138.

Yapo B.M. (2009). Pectin Quantity Composition and Physicochemical Behavior as Influenced by the Purification Process. **Food Research International**, 42, 1197-1202.