



สมบัติของเพกตินจากเปลือกแตงโมที่สกัดด้วยวิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมและการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

สิริมา ชินสาร* และ กุสุมา หม่องสา

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 3810 3137 อีเมล: sirima@go.buu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.08.007

รับเมื่อ 8 กรกฎาคม 2563 แก้ไขเมื่อ 18 สิงหาคม 2563 ตอรับเมื่อ 24 สิงหาคม 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 30 สิงหาคม 2564

© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติของเพกตินจากเปลือกแตงโมที่สกัดด้วยวิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับวิธีการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ โดยใช้กรดสำหรับการสกัด 2 ชนิด คือ กรดไฮโดรคลอริก และกรดไนตริก ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ อัตราส่วนของผงเปลือกแตงโมแห้งต่อกรด เท่ากับ 1 : 12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร วิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิม คือ การแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า ที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และการใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนที่กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที พบว่า เพกตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีค่าน้ำหนักสมมูล ระดับการเกิดเอสเทอร์ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และความสามารถในการละลายสูงกว่าเพกตินที่สกัดด้วยกรดไนตริก การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟทำให้เพกตินมีน้ำหนักสมมูลและระดับการเกิดเอสเทอร์สูงขึ้น เพกตินจากเปลือกแตงโมสามารถจัดอยู่ในกลุ่ม High Methoxyl Pectin และเพกตินที่ได้จากการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟสามารถให้ความคงตัวกับแยมสับปะรดได้ใกล้เคียงกับเพกตินทางการค้า

คำสำคัญ: เปลือกแตงโม เพกติน ไมโครเวฟ การสกัด



Properties of Pectin from Watermelon Rind Extracted by Conventional and Microwave Heating Methods

Sirima Chinnasarn* and Kusuma Mongsa

Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 3810 3137, E-mail: sirima@go.buu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.08.007

Received 8 July 2020; Revised 18 August 2020; Accepted 24 August 2020; Published online: 30 August 2021

© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Properties of pectin from watermelon rind extracted by conventional and microwave heating methods were examined by using 2 acid extractants, 0.05 M hydrochloric acid and nitric acid. The ratio of dry watermelon rind powder to acid was 1 : 12 (w/v). The conventional heating method was heating at 95 °C for 60 minutes in a shaking water bath. The microwave heating method was heating in a microwave oven with an output power of 800 W for 3 minutes. Results revealed that the equivalent weight, degree of esterification, water holding capacity and solubility of pectin extracted with hydrochloric acid were higher than those of pectin extracted with nitric acid. The microwave heating method increased the equivalent weight and degree of esterification of pectin. Watermelon rind pectin could be classified as high methoxyl pectin. The pectin obtained from hydrochloric acid extraction combined with microwave heating could provide stability to pineapple jam similar to that of commercial pectin.

Keywords: Watermelon Rind, Pectin, Microwave, Extraction



1. บทนำ

แดงโมเป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานทั้งในประเทศและต่างประเทศ ปริมาณการผลิตแดงโมทั่วโลกอยู่ที่ประมาณ 109 ล้านตัน [1] เมื่อพิจารณาถึงการผลิตแดงโมในปี 2556 พบว่า มีปริมาณของเปลือกแดงโมอยู่ที่ประมาณ 36 ล้านตัน ซึ่งถือว่าเป็นส่วนเหลือทิ้งที่ไม่มีมูลค่าทางการค้า เปลือกแดงโมประกอบด้วยเกลือแร่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน ไฟโตเคมิคอล และซิทรูลิน (Citrulline) ซึ่งคาร์โบไฮเดรตที่เป็นสารประกอบหลักของเปลือกแดงโมนี้ สามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการสกัดเพกตินได้ [2]

เพกตินเป็นโครงสร้างพื้นฐานของผนังเซลล์พืช เกิดจากพอลิเมอร์ของกรดกาแล็กทูโรนิก (D-Galacturonic Acid) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1-4 ไกลโคซิดิก (α -1,4 glycosidic) และมีหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) โดยบางส่วนจะถูกแทนที่ด้วยหมู่เมทิลเอสเทอร์ (-COOCH₃) [3] เพกตินมีสมบัติเชิงหน้าที่ที่สำคัญหลายประการจึงมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตอาหารหลายชนิด เช่น การใช้เป็นสารทำให้เกิดเจล ให้ความข้นเหนียว และใช้เป็นฟิล์มเคลือบผักผลไม้ [4] เพกตินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามปริมาณเมทอกซิลที่เป็นองค์ประกอบ คือ

1) High Methoxyl Pectins (HMP) เป็นเพกตินที่มีปริมาณเมทอกซิลตั้งแต่ 8.16% ขึ้นไป เพกตินชนิดนี้สามารถเกิดเจลได้ในสภาวะที่มีน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสม โดยใช้น้ำตาลในการเกิดเจลประมาณ 60–65%

2) Low Methoxyl Pectins (LMP) เป็นเพกตินที่มีปริมาณเมทอกซิลน้อยกว่า 8.16% เพกตินชนิดนี้เกิดเจลได้เมื่อมีไอออนของโลหะอยู่ด้วย เช่น แคลเซียมไอออน และแมกนีเซียมไอออน [3], [5]

เพกตินแต่ละชนิดจะมีหมู่คาร์บอกซิลของกรดกาแล็กทูโรนิกที่ถูกเอสเทอร์ไฟต์ด้วยหมู่เมทิลได้ต่างกัน อัตราส่วนของหมู่เมทิลที่ถูกเอสเทอร์ไฟต์แสดงในรูปของระดับการเกิดเอสเทอร์ หรือที่เรียกว่า ค่า DE ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดกาแล็กทูโรนิกที่ถูกเอสเทอร์ไฟต์ต่อจำนวนกรดกาแล็กทูโรนิกทั้งหมด ค่า DE เป็นสมบัติเฉพาะของเพกติน มีผลต่อการเกิดเจล และการละลายน้ำของเพกติน [6], [7]

คุณสมบัติที่ต่างกันของเพกตินขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกันในการสกัด วิธีการสกัดเพกตินแบบดั้งเดิมนิยมใช้กรดในการสกัด โดยกรดที่นิยมใช้ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก และไนตริก แต่การใช้กรดแก่ในการสกัดอาจส่งผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเพกตินได้ และยังต้องใช้เวลาในการสกัดที่ยาวนาน การปรับปรุงคุณภาพของเพกตินและลดเวลาในการสกัดลงจึงเป็นแนวทางที่จะเพิ่มศักยภาพในการสกัดเพกตินจากเปลือกแดงโมได้ การใช้ไมโครเวฟช่วยในการสกัดเป็นทางเลือกหนึ่ง การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ไมโครเวฟจะสามารถผลิตพลังงานความร้อนในตัวทำละลาย ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงสามารถลดเวลา และเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัดเพกตินได้ จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า การใช้ไมโครเวฟช่วยปรับปรุงคุณภาพของเพกตินให้ดีขึ้นได้เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการให้ความร้อนในการสกัดแบบดั้งเดิม [8]

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดของกรดที่ใช้ในการสกัดเพกติน และการใช้วิธีการให้ความร้อนระหว่างการสกัดแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟในการสกัดเพกตินจากเปลือกแดงโมต่อสมบัติของเพกติน และการใช้ประโยชน์จากเพกตินที่สกัดได้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทำการเปรียบเทียบเพกตินที่สกัดได้จากเปลือกแดงโมกับเพกตินทางการค้า

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 วัตถุดิบ

นำเปลือกแดงโมพันธุ์กินรี ที่รับซื้อจากร้านผลไม้ในจังหวัดชลบุรี มาล้างทำความสะอาด ขูดส่วนสีแดงออก นำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 2 × 2 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง ต้มเปลือกกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ กรองวัตถุดิบด้วยผ้าขาวบางนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ บดด้วยเครื่องบดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 70 เมช เก็บตัวอย่างใส่ถุงพอยด์ที่ปิดสนิทเพื่อใช้

ในการสกัดเพกทินในขั้นตอนต่อไป

2.2 การสกัดเพกทิน

2.2.1 การสกัดด้วยกรด [4]

นำผงเปลือกแตงโม 40 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมกรดที่ใช้ในการสกัดความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ โดยแปรชนิดของกรดเป็น 2 ชนิด คือ กรดไฮโดรคลอริก และกรดไนตริก อัตราส่วนของผงเปลือกบดแห้งต่อกรด เท่ากับ 1 : 12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปสกัดในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบแช่ที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที กรองผ่านตาข่ายไนลอน ขนาด 100 เมช จากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปกรองเพื่อให้ได้สารละลายใส ทำการตกตะกอนเพกทิน โดยเติมเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1 : 1 โดยปริมาตร คนให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง กรองแยกเอาตะกอนเพกทินผ่านตาข่ายไนลอน ขนาด 100 เมช ล้างตะกอนเพกทินที่ได้ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร ล้างตะกอนเพกทินด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร นำตะกอนเพกทินที่ได้อบแห้งที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง แล้วบดให้เป็นผง

2.2.2 การสกัดด้วยไมโครเวฟ [9]

นำผงเปลือกแตงโม 40 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมกรดที่ใช้ในการสกัดความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ในอัตราส่วนของผงเปลือกบดแห้งต่อกรด เท่ากับ 1 : 12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำเข้าไมโครเวฟ (Sharp, Thailand) กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นกรองผ่านตาข่ายไนลอน ขนาด 100 เมช ทำการปั่นเหวี่ยงและตกตะกอนเช่นเดียวกับวิธีการสกัดด้วยกรด

2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะของเพกทิน

ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะของเพกทินผงที่สกัดได้โดยการหาค่าน้ำหนักสมมูล (Equivalent Weight; Eq. W) [10]

ปริมาณเมทอกซิล (Methoxyl Content; MC) [10] และระดับการเกิดเอสเทอร์ (Degree of Esterification; DE) [11]

2.4 การวิเคราะห์สมบัติเชิงหน้าที่ของเพกทิน

วิเคราะห์สมบัติเชิงหน้าที่ของเพกทินผง โดยการวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) [12] ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (OHC) [12] และความสามารถในการละลาย [13]

คัดเลือกวิธีการสกัดเพกทิน โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของเพกทิน ได้แก่ น้ำหนักสมมูล และระดับการเกิดเอสเทอร์ ร่วมกับสมบัติเชิงหน้าที่ ได้แก่ ค่าการอุ้มน้ำ และความสามารถในการละลาย

2.5 การใช้เพกทินเป็นสารให้ความคงตัวในแฮมสับประรด

นำเนื้อสับประรด 200 กรัม และน้ำสับประรด 100 กรัม ใส่กระชกทองเหลืองตั้งไฟ แบ่งน้ำตาลทราย 25 กรัม ผสมกับเพกทิน โดยแปรชนิดของเพกทินเป็น

- 1) ไม่เติมเพกทิน (ตัวอย่างควบคุม)
- 2) เพกทินจากเปลือกแตงโม ปริมาณ 0.05% ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด
- 3) เพกทินทางการค้า ปริมาณ 0.05% ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด

แล้วค่อยๆ โรยลงในสับประรด คนจนน้ำตาลทรายละลาย เติมน้ำตาลทรายที่เหลืออีก 325 กรัม จนหมด คนให้ละลายแล้วกวนต่อไป เติมกรดซิตริก 1 กรัม เกลือ 0.25 กรัม ลงไป คนส่วนผสมอย่างต่อเนื่องจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 68 °Brix บรรจุลงขวดสะอาดที่ฆ่าเชื้อแล้ว ขณะที่ยังร้อนปิดฝาตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อให้เจลเพกทินคงตัวแล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, UK) โดยทำการวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ค่าความคงตัว (Consistency) ค่าแรงยึดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร (Cohesiveness) และค่าดัชนีความหนืด (Index of Viscosity) โดยใช้หัววัด ชนิด Back Extrusion Rig 35 mm Disc กำหนดให้ค่าความเร็ว



ในช่วงก่อนการทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วินาที ค่าความเร็วขณะทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วินาที ค่าความเร็วในช่วงหลังการทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วินาที และระยะทาง 30 มิลลิเมตร

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) โดยการวางแผนการทดลองแบบ CRD ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Tukey's Studentized Range Test ด้วยโปรแกรม Minitab Version 17.0

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของเพกทิน

เนื่องจากการใช้วิธีการสกัดเพกทิน ชนิดของกรด หรือแม้กระทั่งวิธีการให้ความร้อนในระหว่างการสกัดที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อคุณลักษณะและสมบัติของเพกทินที่ได้ การเลือกใช้วิธีการหรือชนิดของกรดที่เหมาะสมจะช่วยปรับปรุงคุณลักษณะที่ต้องการของเพกทินได้ ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของเพกทินแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของเพกทินที่สกัดด้วยกรดและวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน

Characteristics	Conventional		Microwave	
	HCl	HNO ₃	HCl	HNO ₃
Eq. W (mg)	510.17 ±4.08 ^b	443.02 ±3.63 ^d	539.77 ±2.42 ^a	468.49 ±3.22 ^c
MC ^{ns} (%)	9.89 ±0.13	9.63 ±0.20	9.73 ±0.24	9.51 ±0.18
DE (%)	58.43 ±2.15 ^b	56.19 ±0.14bc	61.04 ±1.13 ^a	59.16 ±1.24 ^{ab}

^{a b c...} ในแถวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

น้ำหนักสมมูลของเพกทิน หมายถึง จำนวนกรัมของกรดพอลิกลีแกนด์โรนิกบริสุทธิ์ ซึ่งค่าของน้ำหนักสมมูลจะแปรผัน

ตรงกับปริมาณของกรดกลีโคโรนิก [14] นอกจากนั้นยังเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการเกิดเจลของเพกทิน ถ้ามีน้ำหนักสมมูลมากแสดงว่าเพกทินที่สกัดได้มีความสามารถในการเกิดเจลสูง [9] จากตารางที่ 1 พบว่า น้ำหนักสมมูลของเพกทินจากเปลือกแดงโมมีค่าอยู่ในช่วง 443.02 ถึง 539.77 มิลลิกรัม แสดงว่าปริมาณกรดกลีโคโรนิกในเพกทินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกสูงกว่าการสกัดด้วยกรดไนตริก ผลที่ได้สอดคล้องกับผลการสกัดเพกทินในฝรั่ง ผลไม้ตระกูลส้ม และกล้วยที่พบว่า การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกทำให้มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต และปริมาณกรดกลีโคโรนิกสูงกว่าการใช้กรดไนตริกและซิงตริก โดยค่าดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามความแรงของกรดที่ใช้ในการสกัด [15] เมื่อพิจารณาผลของการใช้ไมโครเวฟร่วมด้วยพบว่า การใช้ไมโครเวฟทำให้น้ำหนักสมมูลของเพกทินที่สกัดด้วยกรดทั้ง 2 ชนิด เพิ่มขึ้น เนื่องจากคลื่นไมโครเวฟทำให้เกิดการแยกของผนังเซลล์ ตัวทำละลายจึงสามารถผ่านเข้าไปในเซลล์ได้มากขึ้นจึงทำให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงขึ้น [16] ส่งผลให้น้ำหนักสมมูลของเพกทินสูงขึ้นตามไปด้วย แต่เมื่อพิจารณาผลของปริมาณเมทอกซิล และระดับการเกิดเอสเทอร์พบว่า ชนิดของกรดและวิธีการให้ความร้อนระหว่างการสกัดที่แตกต่างกันส่งผลต่อค่าดังกล่าว น้อยมาก โดยเพกทินทั้ง 4 ตัวอย่าง มีปริมาณเมทอกซิลอยู่ในช่วง 9.51–9.89 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับการเกิดเอสเทอร์อยู่ในช่วง 56.19–61.04 เปอร์เซ็นต์ โดยเพกทินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟมีค่าระดับการเกิดเอสเทอร์สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากการใช้กรดไนตริกร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ เพราะคลื่นไมโครเวฟช่วยให้การเปิดของผนังเซลล์มากขึ้น [16] ผลที่ได้สอดคล้องกับเพกทินที่สกัดจากเปลือกมะนาวโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก และซิงตริก ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ [9]

นอกจากนี้ การทดสอบคุณลักษณะของเพกทินยังสามารถแบ่งเกรดของเพกทินได้ ซึ่งพิจารณาได้จากปริมาณเมทอกซิล หรือระดับการเกิดเอสเทอร์โดยปริมาณเมทอกซิลสามารถบ่งชี้ถึงการกระจายตัวของเพกทินในน้ำและการเกิดเจลของเพกทิน เพกทินที่มีปริมาณเมทอกซิลสูง (มากกว่า

8.16 เปอร์เซ็นต์) หรือมีค่าระดับการเกิดเอสเทอร์มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถเกิดเจลได้เมื่อในส่วนผสมมีปริมาณน้ำตาลสูง (มากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่เพกตินที่มีปริมาณเมทอกซิลต่ำกว่า 8.16 เปอร์เซ็นต์ สามารถเกิดเจลที่ระดับน้ำตาลต่ำกว่า [9], [17] ซึ่งเพกตินที่สกัดได้จากเปลือกแถมโคมุทอย่างมีปริมาณเมทอกซิลมากกว่า 8.16 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับการเกิดเอสเทอร์มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จึงจัดเป็นเพกตินแบบ High Methoxyl Pectin (HMP)

3.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติเชิงหน้าที่ของเพกติน

จากผลการวิเคราะห์สมบัติเชิงหน้าที่ของเพกตินในตารางที่ 2 พบว่า เพกตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีความสามารถในการอุ้มน้ำ และการละลายสูงกว่าเพกตินที่สกัดด้วยกรดไนตริก ผลที่ได้สอดคล้องกับค่าคุณลักษณะของเพกตินด้านระดับการเกิดเอสเทอร์ ซึ่งเพกตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟมีค่าระดับการเกิดเอสเทอร์สูงที่สุด จึงทำให้เพกตินมีความสามารถด้านการละลายน้ำสูงด้วย [6], [7] ซึ่งผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยที่ศึกษาผลของชนิดของกรดที่ใช้ในการสกัดต่อสมบัติของเพกตินจากกะหล่ำปลีที่พบว่าเพกตินจากกะหล่ำปลีที่สกัดด้วยกรดไนตริกมีความสามารถในการละลายสูงกว่าการใช้กรดไฮโดรคลอริก ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่แตกต่างกัน [17] เมื่อพิจารณาผลของการใช้การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟช่วยในการสกัดพบว่า การใช้ไมโครเวฟไม่ได้ช่วยให้สมบัติเชิงหน้าที่ของเพกตินดีขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากการใช้ไมโครเวฟเป็นการให้ความร้อนในช่วงสั้นๆ เพื่อทำให้ผนังเซลล์ของเปลือกแถมโคมุทออกทำให้การสกัดเพกตินออกมาได้ง่ายขึ้น แต่พลังงานที่ให้ไม่มากพอที่จะส่งผลต่อโครงสร้างของเพกติน จึงทำให้สมบัติเชิงหน้าที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาผลของวิธีการสกัดเพกตินในเปลือกมะนาวที่พบว่าเพกตินจากเปลือกมะนาวที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกด้วย

วิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมมีค่าการอุ้มน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับเพกตินที่สกัดด้วยวิธีการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ [4]

จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของเพกติน และสมบัติเชิงหน้าที่จึงเลือกวิธีการสกัดเพกตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก ร่วมกับการใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนระหว่างการสกัด เป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการสกัดเพกตินเพื่อนำไปทดสอบการใช้งานในการเป็นสารให้ความคงตัวในแยมต่อไป เนื่องจากเพกตินที่ได้มีน้ำหนักสมมูล ระดับการเกิดเอสเทอร์ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และความสามารถในการละลายสูง อีกทั้งการใช้ไมโครเวฟช่วยในการสกัดยังสามารถลดเวลาในการสกัดลงได้ เป็นการประหยัดเวลาและพลังงานในการสกัด

ตารางที่ 2 สมบัติเชิงหน้าที่ของเพกตินที่สกัดด้วยกรดและวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน

Properties	Conventional		Microwave	
	HCl	HNO ₃	HCl	HNO ₃
WHC (g water/g pectin)	27.41 ±0.55 ^a	22.55 ±0.26 ^b	28.29 ±0.22 ^a	23.41 ±0.56 ^b
OHC ^{ns} (g oil/g pectin)	6.31 ±0.26	6.33 ±0.15	6.37 ±0.13	6.52 ±0.17
Solubility (%)	92.03 ±1.29 ^a	83.72 ±1.19 ^b	92.16 ±1.26 ^a	83.91 ±1.40 ^b

^{a b c...} ในแถวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3.3 ผลของการใช้เพกตินเป็นสารให้ความคงตัวในแยมสับปะรด

การศึกษาค่าผลของการใช้เพกตินจากเปลือกแถมโคมุทเป็นสารให้ความคงตัวในแยมสับปะรดเปรียบเทียบกับเพกตินทางการค้า โดยการวิเคราะห์ค่าความหนืด ค่าความคงตัว ค่าแรงยึดเกาะกันในเนื้อสาร และค่าดัชนีความหนืด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของแยมสับปรดที่เติมเพกติน จากเปลือกแดงไม่เปรียบเทียบกับเพกตินทางการค้า

Texture Characteristics	Control	Watermelon Rind Pectin	Commercial Pectin
Firmness (g)	117.31 ±7.37 ^b	148.85 ±14.96 ^a	155.94 ±11.97 ^a
Consistency (g.sec)	2,772.52 ±135.98 ^b	3,470.58 ±58.68 ^a	3,567.38 ±97.71 ^a
Cohesiveness (g)	227.02 ±26.47 ^b	307.87 ±26.37 ^a	315.28 ±20.24 ^a
Index of Viscosity (g.sec)	247.59 ±10.33 ^b	578.14 ±21.08 ^a	637.63 ±24.60 ^a

^{a b c...} ในแถวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่า แยมสับปรดที่เติมเพกตินจากเปลือกแดงไม่มีความแน่นเนื้อ ค่าความคงตัว ค่าแรงยึดเกาะกันในเนื้อสาร และค่าดัชนีความหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับแยมที่เตรียมโดยใส่เพกตินทางการค้า แต่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเติมเพกตินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเพกตินจากเปลือกแดงไม่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัว และความข้นหนืด ผลิตภัณฑ์มีความต้านทานต่อการไหล จึงทำให้เนื้อของแยมมีการยึดเกาะกันระหว่างอนุภาคได้ดี [18], [19] เช่นเดียวกับการใช้เพกตินทางการค้า ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับคุณลักษณะด้านน้ำหนักรวมของเพกตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก ร่วมกับการให้ความร้อนระหว่างการสกัดด้วยไมโครเวฟในตารางที่ 1 ที่พบว่า มีค่าสูงที่สุด โดยน้ำหนักรวมเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการเกิดเจลของเพกตินดังที่กล่าวไว้แล้ว เนื่องจากเพกตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก ร่วมกับไมโครเวฟมีน้ำหนักรวมสูงมาก แสดงว่าเพกตินที่สกัดได้มีความสามารถในการเกิดเจลสูง จึงทำให้ลักษณะทางเนื้อสัมผัสด้านต่างๆ สูงตามไปด้วย และมีค่าใกล้เคียงกับเพกตินทางการค้า

4. สรุป

เปลือกแดงไม่แหล่งที่ดีของเพกติน วิธีการสกัด

เพกตินที่แตกต่างกันมีผลต่อสมบัติของเพกตินที่ได้ โดยการใช้อุณหภูมิไฮโดรคลอริกเป็นตัวทำละลายในการสกัดส่งผลให้เพกตินที่ได้มีน้ำหนักรวมสูง และสมบัติเชิงหน้าที่ในด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ และความสามารถด้านการละลายสูงกว่าการสกัดด้วยกรดไนตริก การใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนระหว่างการสกัด สามารถลดระยะเวลาในการสกัดลงได้ และทำให้เพกตินที่ได้มีน้ำหนักรวมสูงและระดับการเกิดเอสเทอร์สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] FAOSTAT. (2016). *FAO Statistical Programme of Work*. [Online]. Available: <http://faostat3.fao.org>
- [2] P. Kumar, "Watermelon utilization of peel waste for pickle processing," *Indian Food Packer*, vol. 39, pp. 49–52, 1985.
- [3] O. Dedduang, "Comparison of extracted pectin from three kinds of guava (*Psidium guajava* L.) to standard pectin," M.S. thesis, Graduated School, Srinakharinwirot University, 2010 (in Thai).
- [4] A. Sinsopa, N. Thammawong, and A. Chantarapongpan, "Comparisons of pectin extraction methods from lime peel by conventional, subcritical water, microwave and ultrasonic methods," in *the Proceeding of 12th Mahasarakham University Research Conference*, 2016 (in Thai).
- [5] P. Pornchaloempong and N. Rattanapanone. (2010). *Food Network Solution* [Online]. Available: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki>
- [6] Z. K. Mukhiddinov, D. K. Khalikov, F. T. Abdusamiev, and C. C. Avloev, "Isolation and structural characterization of a pectin homo and ramnagalacturonan," *Talanta*, vol. 53, no. 1, pp. 171–176, 2000.

- [7] B. L. Ridley, M. A. O'Neill, and D. Mohnen, "Pectins: Structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling," *Phytochemistry*, vol. 57, no. 6, pp. 929–967, 2001.
- [8] M. L. Fishman, H. K. Chau, P. D. Hoagland, and A. T. Hotchkiss, "Microwave assisted extraction of lime pectin," *Food Hydrocolloids*, vol. 20, pp. 1170–1177, 2006.
- [9] P. Rodsamran and R. Sothornvit, "Microwave heating extraction of pectin from lime peel: Characterization and properties compared with the conventional heating method," *Food Chemistry*, vol. 278, pp. 364–372, 2019.
- [10] S. Ranganna, *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1986.
- [11] S. S. Hosseini, F. Khodaiyan, M. Kazemi, and Z. Najari, "Optimization and characterization of pectin extracted from sour orange peel by ultrasound assisted method," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 125, pp. 621–629, 2019.
- [12] N. Bayar, M. Friji, and R. Kammoun, "Optimization of enzymatic extraction of pectin from *Opuntia ficus indica* cladodes after mucilage removal," *Food Chemistry*, vol. 241, pp. 127–134, 2018.
- [13] U. Sanphakdee, Caffeine and catechins analysis product recovery [Online]. Available: <https://text-id.123dok.com/document/ky6xovk4y-caffeine-and-catechins-analysis-product-recovery-sanphakdee-2007.html>
- [14] S. Petpirom, "Antioxidant and antimicrobial properties of pectin from monthong durian rind," M.S. thesis (Agricultural Technology), Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University, 2017 (in Thai).
- [15] M. D. J. C. Sandarani, "A Review: Different extraction techniques of pectin," *Journal of Pharmacognosy & Natural Products*, vol. 3, no. 3, pp. 142–146, 2017.
- [16] I. Hartati and E. Subekti, "Microwave assisted extraction of watermelon rind pectin," *International Journal of ChemTech Research*, vol. 8, no. 11, pp. 163–170, 2015.
- [17] T. Sukkasem and K. Anukulwattana, "The optimum condition of extract pectin from cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) of Phu Tub Berk Amphoe Lom Kao Phetchabun Province," *Eau Heritage Journal Science and Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 262–268, 2016.
- [18] S. K. Sharma, S. J. Mulvaney, and S. S. H. Rizvi, *Food Process Engineering: Theory and Laboratory Experiment*. USA: A John Wiley & Sons., Publication, 2000.
- [19] P. Sirisombun, *Texture Technology of Agricultural Product and Food*. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2012 (in Thai).