



ผลของเพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Effect of Pectin from Watermelon Rind on Quality of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Jam

อินทิรา ลิจันทรพร* นันทชนก นันทะไชย ปาลิดา ตั้งอนรรตน อัญชลินทร์ สิงห์คำ และ ประดิษฐ์ คำหนองไผ่
Intira Lichanporn*, Nanchanok Nanthachai, Palida Tanganurat, Auchalin Singkhum
and Pradit Kromnongpai

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University
of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: intira_l@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 9 April, 2020

Revised: 26 May, 2020

Accepted: 4 June, 2020

Available online: 12 June, 2020

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2020.6

Keywords: watermelon rinds,
pectin, roselle jam

This research aimed to determine the chemical and physical properties of pectin from watermelon rind and applied the extracted pectin for roselle jam production. The white and green parts of watermelon rind were boiled, dried (60 °C, 15 hours), and extracted by using 0.05 M hydrochloric acid and distilled water at 90 °C with an extraction time of 60 min. The results showed that the optimal extraction method to extract pectin from watermelon rind was hydrochloric acid extraction because of the moisture, ash, methoxyl content and degree of esterification (%DE) of extracted pectin were the most similar to the commercial pectin. The obtained pectin can be categorized as high methoxyl pectin (HMP). The extracted pectin was applied to the roselle jam product. The concentration of pectin from watermelon rind was varied at 0.10, 0.49, and 0.89 %, compared with commercial pectin (0.49 %). Results showed that roselle jam added with the watermelon pectin and

control were not significantly different in color, total soluble solid, pH, and titratable acidity. All treatments showed that L^* , a^* , and b^* values were in the ranges of 20.97-21.80, 0.37-0.77 and 2.27-2.90, respectively. Sensory evaluation of appearance, color, odor, taste, texture, and overall acceptance results indicated that roselle jam added with the watermelon pectin and control were not significantly different. However, results indicated that the jam with 0.89 % watermelon rind pectin had a high overall acceptance which was not different from the commercial pectin. Therefore, pectin from watermelon rind could potentially be used for replacement of the commercial pectin in the food industry.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเพคตินจากเปลือกแตงโมและนำเพคตินไปใช้ในการผลิตแยมกระเจียบแดง โดยนำเปลือกแตงโมส่วนที่เป็นสีขาวและเขียวไปต้มและอบแห้ง (60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง) และสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที พบว่าวิธีการสกัดเพคตินจากเปลือกแตงโมที่เหมาะสมคือการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเนื่องจากมีความชื้น แล้ ปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอริฟิเคชัน (Degree of Esterification; %DE) ของสารสกัดเพคตินมีค่าใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้ามากที่สุด เพคตินที่สกัดได้จัดเป็นเพคตินเมทอกซิลสูง (High Methoxyl Pectin; HMP) จากการใช้เพคตินจากเปลือกแตงโมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า (ร้อยละ 0.49) ผลแสดงให้เห็นว่าแยมกระเจียบที่เติมเพคตินจากเปลือกแตงโมและชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างของค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ทุกชุดการทดลองมีค่าสี L^* , a^* และ b^* อยู่ในช่วง 20.97-21.80 0.37-0.77 และ 2.27-2.90 ตามลำดับ การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะ

ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมพบว่าแยมกระเจียบแดงที่เติมเพคตินจากเปลือกแตงโมและชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแยมที่เติมเพคตินจากเปลือกแตงโมร้อยละ 0.89 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงไม่แตกต่างจาก เพคตินทางการค้า ดังนั้นเพคตินจากเปลือกแตงโมมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เทียบเท่าเพคตินทางการค้าโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร

คำสำคัญ: เปลือกแตงโม เพคติน แยม

บทนำ

ปัจจุบันมีของเสียเหลือทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นของเสียเหลือทิ้งจากครัวเรือนแหล่งค้าขายหรืออุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะของเสียเหลือทิ้งตามธรรมชาติที่ไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น เปลือกของผักผลไม้ที่พบว่ามีเพคตินอยู่ในปริมาณสูงซึ่งเพคตินเป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบตามธรรมชาติและยังเป็นโครงสร้างพื้นฐานของผนังเซลล์พืชชั้นสูง ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด (Thickener) สารทำให้เกิดเจล (Gelling agent) สารให้ความคงตัว (Stabilizer) สารที่ทำให้มีอิมัลชันคงตัว (Emulsifier) และสารที่จับยึดเหนี่ยว (Cation-binding Agent) ใช้ใน

ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เยลลี่ แยม โดยเพคตินนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้มีต้นทุนในการผลิตอาหารสูงจากการตรวจเอกสารงานวิจัยพบว่าเพคตินที่สกัดได้จากผลไม้ เช่น เปลือกมะนาวมีปริมาณเพคตินสูงเท่ากับร้อยละ 16.36 และมีปริมาณเมทอกซิลเท่ากับร้อยละ 11.38 ใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า (มีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 11.50) (1) ขวัญ และคณะ (2) ได้สกัดเพคตินจากเปลือกและกากผลส้มเหลืองทั้งพบว่าเพคตินที่สกัดได้มีผลผลิต (Yield) ร้อยละ 18.48 ปริมาณความชื้นร้อยละ 7.79 ปริมาณเถ้าร้อยละ 5.42 ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก (Galacturonic acid) ร้อยละ 66.25 และปริมาณเมทอกซิล (Methoxyl) ร้อยละ 4.12 ซึ่งใกล้เคียงกับเพคตินระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้จาวตาลและเมล็ดตาลอ่อนยังสามารถนำมาสกัดเพคตินได้ (3) เช่นเดียวกับการสกัดเพคตินจากของเหลือทิ้งขนุนซึ่งพบว่าเพคตินที่ได้มีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 2.69 ปริมาณกรดยูริกร้อยละ 57.08 และระดับการเกิดเอสเทอร์ร้อยละ 26.75 จัดเป็นเพคตินชนิดเมทอกซิลต่ำ และเมื่อนำไปทำเยลลี่สับปะรดพบว่าเยลลี่มีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่าเยลลี่ที่ใช้เพคตินทางการค้าแต่มีความแข็งแรงของเจลใกล้เคียงกัน (4) การสกัดเพคตินนั้นมีหลายวิธี เช่น การสกัดด้วยไมโครเวฟ การสกัดด้วยเอนไซม์ การสกัดด้วยน้ำร้อน และการสกัดด้วยกรด ซึ่งการสกัดเพคตินด้วยไมโครเวฟ และเอนไซม์นั้นมีต้นทุนการสกัดสูงผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างจากการสกัดด้วยกรดและน้ำร้อน ซึ่งการสกัดด้วยกรดใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารด้วยกรดจะไปไฮโดรไลซ์ทำให้เพคตินที่อยู่ในรูปไม่ละลายน้ำ (Insoluble Pectin) ถูกไฮโดรไลซ์เป็นเพคตินในรูปที่ละลายน้ำ (Soluble Pectin) กรดที่นิยมใช้ เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก (5) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการสกัดเพคติน ได้แก่ ชนิดของกรด อุณหภูมิ เวลาและกรด-ด่าง (6) ข้อดีของการใช้กรดคือได้เพคตินในปริมาณสูงมากกว่าการสกัดด้วยน้ำร้อน แต่การสกัดด้วยน้ำร้อนก็มีความปลอดภัยสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการสกัดเพคตินจากเปลือกแตงโมด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่น ตลอดจนศึกษาผลของ

เพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดง ซึ่งคาดว่าเพคตินที่ได้จากเปลือกแตงโมสามารถทดแทนเพคตินทางการค้าได้ โดยช่วยลดต้นทุนการนำเข้าเพคตินที่มีราคาสูงจากต่างประเทศและเป็นการลดหรือใช้ของเสียเหลือทิ้งมาทำให้เกิดประโยชน์ในผลิตภัณฑ์แยม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเปลือกแตงโม

แตงโมซื้อจากห้างสรรพสินค้าท็อปซูเปอร์มาเก็ต (คัดเลือกแตงโมแบรนด์กลุ่มปลูกยักษ์ จากจังหวัดยโสธร ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากปลอดภัย) การเตรียมตัวอย่างตัดแปลงกรรมวิธีมาจากงานวิจัยของณรงค์ (7) โดยนำแตงโมมาปอกเปลือกและล้างทำความสะอาด ขูดส่วนสีแดงออกเอาเฉพาะสีเขียวและสีขาว นำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 2x2 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง ต้มเปลือกกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ จากนั้นบดด้วยเครื่องปั่นผลไม้ 2 นาที กรองวัตถุดิบผ่านผ้าขาวบาง นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 10 บดด้วยเครื่องบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรกร่อนขนาด 200 ไมโครเมตร เพื่อให้ได้เป็นผงและเก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกที่ปิดสนิท

2. การสกัดเพคตินจากเปลือกแตงโม

นำเปลือกแตงโมที่สกัดได้จากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ มาสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก และน้ำกลั่น (7) ดังนี้

2.1 การสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก

นำเปลือกแตงโมบดแห้งที่เตรียมไว้ ใส่บีกเกอร์ 40 กรัม เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ อัตราส่วนของเปลือกบดแห้งต่อกรดไฮโดรคลอริก เท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปสกัดในอ่างควบคุม

อุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส 60 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น แล้วนำเปลือกที่กรองได้ไปเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ อัตราส่วนของเปลือกต่อกรดไฮโดรคลอริกเท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วนำไปสกัดอีกครั้ง กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น นำสารละลายที่ได้ทั้งสองครั้งมารวมกัน ทำการตกตะกอนเพคติน โดยเติมเอทานอลเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:1 โดยปริมาตร (v/v) คนให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง กรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าขาวบาง 4 ชั้น ด้วยกรวยบุชเนอร์พร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร ล้างตะกอนเพคตินด้วยอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 50 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร นำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมงแล้วบดให้เป็นผง

2.2 การสกัดเพคตินด้วยน้ำกลั่น

นำเปลือกแดงโสมบดแห้งที่เตรียมไว้ ใส่ปิกเกอร์ 40 กรัม เติมน้ำกลั่น อัตราส่วนของเปลือกบดแห้งต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปสกัดในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น แล้วนำเปลือกที่กรองได้ไปเติมน้ำกลั่น อัตราส่วนของเปลือกต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วนำไปสกัดอีกครั้ง กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น นำสารละลายที่ได้ทั้งสองครั้งมารวมกัน ทำการตกตะกอนเพคติน โดยเติมเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:1 โดยปริมาตร ทำการคนผสมแรง ๆ ให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง กรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าขาวบาง 4 ชั้น ด้วยกรวยบุชเนอร์ พร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร ล้างตะกอนเพคตินด้วยอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 50 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร นำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดให้เป็นผง

3. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดมาจากเปลือกแดงโสม ด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่น เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า

นำผงเปลือกแดงโสมที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเพคตินโดยเปรียบเทียบเพคตินทางการค้าเกรด 150 (เมทอกซิลสูง) เป็นเพคตินจากแอปเปิ้ล ดังนี้

3.1 ปริมาณเพคตินตามวิธีของธานุวัฒน์ และ

คณะ (1) คำนวณหาปริมาณเพคตินดังสมการที่ 1

$$\text{ปริมาณเพคติน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของเพคตินหลังสกัด (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบก่อนสกัด (กรัม)}} \quad (1)$$

3.2 ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (8)

3.3 ปริมาณเมทอกซิล (MeO) ตามวิธีการของ Ranganna (9)

3.4 เอสเทอร์ฟิเคชัน (Degree of Esterification) ตามวิธีการของ Nwankezi และคณะ (10)

4. ศึกษาผลของการใช้ประโยชน์เพคตินที่สกัดจากเปลือกแดงโสมเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดง

คัดเลือกเพคตินที่สกัดจากเปลือกแดงโสมด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นโดยเลือกจากปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอร์ฟิเคชัน ที่มีปริมาณใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้ามากที่สุด นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดง โดยแบ่งออกเป็น 4 สิ่งทดลอง (treatment) จำนวน 3 ซ้ำ/สิ่งทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ บล็อก อย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ดังนี้ สิ่งทดลอง 1 เพคตินจากทางการค้าร้อยละ 0.49 สิ่งทดลอง 2 เพคตินจากเปลือกแดงโสมร้อยละ 0.10 สิ่งทดลอง 3 เพคตินจากเปลือกแดงโสมร้อยละ 0.49 และสิ่งทดลอง 4 เพคตินจากเปลือกแดงโสมร้อยละ 0.89 วิธีการผลิตแยมกระเจี๊ยบแดง

ดัดแปลงจาก นันทกร และลำไพโร (11) โดยนำดอก กระเจี๊ยบแห้ง 234.35 กรัม น้ำตาลทราย 263.16 กรัม กรดซิตริก 2 กรัม เกลือ 1 กรัม และแปรปริมาณเพคติน ระดับร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าที่ร้อยละ 0.49 วิธีการ ดังนี้กระเจี๊ยบแห้ง (กระเจี๊ยบ:น้ำ = 1:20) ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที บดให้ละเอียดด้วย เครื่องปั่นอาหาร ประมาณ 15 วินาที (กระเจี๊ยบเข้มข้น) เคี่ยวกระเจี๊ยบเข้มข้นด้วยไฟอ่อน (สัดส่วนตามสูตร) พร้อมคนตลอดเวลา จนมีอุณหภูมิ ประมาณ 80 องศาเซลเซียส ค่อย ๆ เติมส่วนผสมของน้ำตาลและ เพคติน พร้อมทั้งคนตลอดเวลา เคี่ยวจนได้อุณหภูมิ 104-105 องศาเซลเซียส จับเวลา 7-10 นาที วัดปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 65 °บริกซ์ เติม สารละลายกรดซิตริกทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิ 85±1 องศาเซลเซียส บรรจุขวดพร้อมปิดด้วยฝาชนิด เกลียวมีขอบยางกันอากาศเข้า หล่อเย็นจนถึงอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เก็บที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 24 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และ ทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

4.1 ค่าสี วิเคราะห์ค่าสีตามระบบ CIE (L^* , a^* , b^*) ด้วย เครื่องวัดสี (Color Meter Chroma, CR200, Japan)

4.2 ความเป็นกรดต่าง นำตัวอย่าง 30 กรัม วัด ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH Meter ซึ่งค่าที่ได้ แสดงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำซึ่ง เกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุมูลกรดหรือเบสได้

4.3 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยใช้ตัวอย่าง แยมกระเจี๊ยบแดง 10 กรัม เจือจางในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างปริมาตร 2 มิลลิลิตร มาไทเทรตด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนความเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 2-3 หยด เป็นตัวอินดิเคเตอร์ โดยมีจุดยุติที่ pH 8.2 ตัวอย่างจะเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู นำค่าปริมาณของ

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ต่อ 1 ตัวอย่างมา คำนวณ ในสมการที่ 2 รายงานหน่วยเป็นร้อยละ ดังนี้

$$\text{ปริมาณกรด (ร้อยละ)} = (A \times B \times 0.064)/C \quad (2)$$

กำหนดให้

A = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ต่อ 1 ตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

C = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

4.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยนำ ตัวอย่างแยมกระเจี๊ยบแดงมาตรวจวัดด้วยเครื่องดิจิตอล รีแฟรกโตมิเตอร์ (Digital Refractometer; ATAGO PR-101, Japan) รายงานผลเป็น °บริกซ์ (°Brix)

4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน อายุระหว่าง 15-25 ปี ประเมินความชอบลักษณะสี กลิ่น รสชาติ เนื้อ สัมผัส และความชอบโดยรวม จากระดับคะแนน 9 (9-Point Hedonic Scaling) (1 หมายถึง ไม่ชอบที่สุด 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเพคติน ที่สกัดจากเปลือกแตงโมด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า พบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่น มีค่าเท่ากับร้อยละ 16.35 และ 6.16 (ตารางที่ 1) จากการ หาปริมาณความชื้นพบว่าเพคตินทางการค้ามีความชื้นสูง มากที่สุดแตกต่างจากเพคตินที่สกัดได้จากกรดไฮโดรคลอริก อย่างมีนัยสำคัญ และความชื้นของเพคตินจากการสกัด เปลือกแตงโมด้วยน้ำกลั่นมีความชื้นต่ำที่สุด ซึ่งมีความชื้น เท่ากับร้อยละ 11.37 7.88 และ 5.69 ตามลำดับ ส่วน ปริมาณเถ้าในเพคตินมีค่าเท่ากับร้อยละ 5.69 7.82 และ 3.08 ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณเถ้าที่สกัดด้วยกรดไฮโดร คลอริกมีแร่ธาตุเจือปนอยู่ในระดับใกล้เคียงกับงานวิจัย

ของ ขวนิภูรุ และคณะ (2) ซึ่งได้ผลิตเพคตินจากเปลือกและกากส้มเหลืองซึ่งได้ปริมาณเอ้าร้อยละ 5.42 ปริมาณเมทอกซิลที่สกัดได้จากเพคตินสามารถบ่งบอกได้ว่าเพคตินนั้นเป็นเพคตินประเภทเมทอกซิลสูง (High Methoxyl Pectins; HMP) ซึ่งมีปริมาณเมทอกซิลตั้งแต่ร้อยละ 8.16 ขึ้นไป หรือ ประเภทเมทอกซิลต่ำ (Low Methoxyl Pectins; LMP) ที่มีปริมาณเมทอกซิลต่ำกว่าร้อยละ 8.16 (12) ปริมาณเมทอกซิลที่สกัดด้วยน้ำกลั่นและกรดไฮโดรคลอริกมีปริมาณสูงกว่าเพคตินทางการค้า แสดงให้เห็นว่า เพคตินที่สกัดได้เป็นเพคตินประเภทเมทอกซิลสูง การหาค่าเอสเทอร์ฟิเคชันของเพคตินทางการค้า เพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นมีค่าร้อยละ 50.04 62.83 และ 93.73 ตามลำดับ โดยปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอร์ฟิเคชันมีผลต่อการเกิดเจลของเพคติน ซึ่งค่า DE ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปจัดเป็นเพคตินชนิด HMP (12) ซึ่ง HMP สามารถเกิดเจลได้โดยการสร้างพันธะไฮโดรเจนและแรงไฮโดรโฟบิกระหว่างหมู่เมทอกซิลในสภาวะที่มีปริมาณน้ำตาลสูง และ pH ต่ำกว่า 3.5 (5)

แยมกระเจี๊ยบแดงทุกชุดการทดลองมีสีม่วงแดง (รูปที่ 1) และค่าสีของแยมในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันโดยมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 21.03 20.97 21.73 และ 21.80 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 2.70 2.90 2.90 และ 2.27 ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 0.40 0.77 0.57 และ 0.37 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงพบว่ามีความเข้มข้นของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 65-68 °บริกซ์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 2.2-2.4 และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับร้อยละ 0.61 (ตารางที่ 3) ตามมาตรฐานการผลิตแยมปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 65.50-67.75 °บริกซ์ มีความเป็นกรด-ด่าง 2.8-3.5 และปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.89-0.97 ซึ่งในการผลิตแยมกระเจี๊ยบพบว่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าต่ำกว่า

มาตรฐานการผลิตทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลีบเลี้ยงและกลีบรองดอกของกระเจี๊ยบแดงมีสารสีแดงจำพวกแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) จึงทำให้แยมมีสีม่วงแดง นอกจากนี้ยังมีการดอินทรีย์ เช่น กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) กรดซิตริก (Citric acid) กรดมาลิก (Malic acid) และกรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) ที่ทำให้กระเจี๊ยบแดงมีรสเปรี้ยว (13) จากงานวิจัยของนางลักษณ์ (14) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาลโดยค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณกรดจะมีความไวต่ออุณหภูมิในการเก็บรักษา เช่นในแยมสตอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดในรูปกรดแอสคอร์บิกลดลงร้อยละ 50 แต่เมื่อเก็บแยมสตอเบอร์รี่ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสพบว่าปริมาณกรดลดลงถึงร้อยละ 70 เมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน โดยมีอัตราการสลายเท่ากับ 2.08×10^{-2} ต่อวัน ที่ 4 องศาเซลเซียส และ 4.54×10^{-2} ต่อวัน ที่ 15 องศาเซลเซียส (15) สำหรับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดซิตริกในผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาลมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ร้อยละ 0.61 ในทุกสูตร ซึ่งมีค่าเท่ากับงานวิจัยนี้ที่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับร้อยละ 0.61 ผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงมีลักษณะผิวมันวาวเป็นแผ่นฟิล์มไม่มีน้ำไหลเยิ้มและไม่ตกผลึก เนื้อสัมผัสเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน และมีการกระจายตัวของเนื้อกระเจี๊ยบแดงสม่ำเสมอ ในด้านรสชาติมีรสหวานอมเปรี้ยว เมื่อนำไปทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงทุกชุดการทดลองไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 4) ดังนั้นการใช้เพคตินจากเปลือกแดงโมอาจเป็นอีกหนทางเลือกในการผลิตแยมกระเจี๊ยบแดงเนื่องจากการใช้เพคตินจากเปลือกแดงโมได้แยมที่มีลักษณะสี กลิ่น รส กลิ่นเคียงกับเพคตินทางการค้า โดยสามารถใช้เพคตินจากเปลือกแดงโมที่ระดับต่ำสุดร้อยละ 0.10 ในการผลิตแยมได้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเพคตินที่สกัดจากเปลือกแตงโมด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่น เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า

เพคติน	คุณสมบัติของเพคติน				Degree of Esterification (ร้อยละ)
	ปริมาณเพคติน (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	เมทอกซิล (ร้อยละ)	
เพคตินทางการค้า	-	11.37±0.27 ^a	3.08±0.13 ^c	8.15±0.18 ^c	50.04±1.03 ^c
สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก	16.35±0.35	7.88±0.13 ^b	5.69±0.06 ^b	10.22±0.12 ^b	62.83±0.71 ^b
สกัดด้วยน้ำกลั่น	6.16±0.35	5.69±0.17 ^c	7.82±0.35 ^a	15.30±0.04 ^a	93.73±0.23 ^a

หมายเหตุ: a, b, c แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวดิ่ง ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 1 คุณลักษณะทางกายภาพของแยมกระเจี๊ยบแดงที่มีปริมาณเพคตินทางการค้าร้อยละ 0.49 (1) และเพคตินจากเปลือกแตงโม ร้อยละ 0.10 (2) 0.49 (3) และ 0.89 (4)

ตารางที่ 2 ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงที่มีปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม ร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าร้อยละ 0.49

ปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b* ^{ns}
0.49 (เพคตินทางการค้า)	21.03±0.68	0.40±0.26	2.70±0.12
0.10	20.97±0.43	0.77±0.09	2.90±1.01
0.49	21.73±0.44	0.57±0.12	2.90±0.15
0.89	21.80±0.60	0.37±0.12	2.27±0.03

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงที่มีปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม ร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าร้อยละ 0.49

ปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม (ร้อยละ)	กรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ บริกซ์)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (ร้อยละ) ^{ns}
0.49 (เพคตินทางการค้า)	2.42 $\pm$ 0.02 ^a	65.00 $\pm$ 0.58 ^b	0.61 $\pm$ 0.01
0.10	2.24 $\pm$ 0.08 ^b	68.00 $\pm$ 0.58 ^a	0.61 $\pm$ 0.01
0.49	2.32 $\pm$ 0.02 ^{ab}	65.00 $\pm$ 0.58 ^b	0.61 $\pm$ 0.01
0.89	2.26 $\pm$ 0.01 ^b	66.00 $\pm$ 0.58 ^b	0.61 $\pm$ 0.01

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

a, b หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนั่ง ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงที่มีปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโมร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าร้อยละ 0.49

ปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม (ร้อยละ)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส					ความชอบโดยรวม ^{ns}
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	
0.49 (เพคตินทางการค้า)	6.87 $\pm$ 0.17	6.97 $\pm$ 0.19	6.57 $\pm$ 0.20	7.27 $\pm$ 0.17	7.23 $\pm$ 0.20	7.37 $\pm$ 0.16
0.10	6.87 $\pm$ 0.20	7.07 $\pm$ 0.18	6.57 $\pm$ 0.22	7.00 $\pm$ 0.20	7.00 $\pm$ 0.21	7.27 $\pm$ 0.20
0.49	6.90 $\pm$ 0.17	6.97 $\pm$ 0.21	6.63 $\pm$ 0.19	7.30 $\pm$ 0.21	7.00 $\pm$ 0.21	7.10 $\pm$ 0.19
0.89	6.80 $\pm$ 0.19	7.10 $\pm$ 0.18	6.90 $\pm$ 0.18	7.13 $\pm$ 0.21	7.13 $\pm$ 0.20	7.30 $\pm$ 0.19

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สรุปผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินจากเปลือกแตงโมที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และสกัดด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าพบว่าเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีความชื้น แฉะ ปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอริฟิเคชัน (Degree of esterification) ใกล้เคียงกับค่าเพคตินทางการค้าจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดง ซึ่ง

พบว่าแยมที่ใช้เพคตินทางการค้าและเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกแตงโม มีค่าสีและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่าแยมกระเจี๊ยบแดงที่ใช้เพคตินที่สกัดจากเปลือกแตงโมร้อยละ 0.10 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 2.24 และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าสูงสุด คือ 68 $^{\circ}$ บริกซ์ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแยมทุกสูตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายกิตติศักดิ์ อิ่มรุ่งเรือง และ นายสรวิศ ทรัพย์ศาสตร์ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ช่วยเหลือทำงานวิจัย และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้สนับสนุนเงินทุนงบรายได้ ประจำปี 2562 ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ชานวัฒน์ ลากตันสุภผล, ปฏิมา ทองขวัญ, ศิริลักษณ์ สรพรมทิพย์. การสกัดเพคตินจากเปลือกผักและผลไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2556;44(2 พิเศษ):433-6.
2. ขวัญ ฐิติธิดา, พิลานี ไฉนอมสัจ, จิราพร เชื้อกุล, ปรีศนา สิริอาชา. การผลิตเพคตินจากเปลือกและกากส้มเหลือง. ใน: รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 43; วันที่ 1-4 ก.พ. 2548; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 2548. น. 469-80.
3. สุธิดา ทองคำ. การสกัดเพคตินจากจาวตาลและเมล็ดตาลอ่อน. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. 2554;8(1):45-50.
4. มาริษา ไชยโอสถ. การสกัดเพคตินจากของเหลือทิ้งของขนุน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา; 2549.
5. นวลกมล อำนวยสิน, ณัฐยากรณ์ เสือชุมแสง, เทพปัญญา เจริญรัตน์. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยหอมทองด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดซิตริก. วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ภาษาไทย) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2561;7(5 เสริม):481-90.
6. ขนิษฐา เลิกชัยภูมิ. การสกัดเพคตินจากส้มมะงั่วและการใช้ประโยชน์ในระบบอาหาร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2545.
7. ณรงค์ ศิริรัมย์. การสกัดและการหาลักษณะของเพคติน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2546.
8. Association of Official Analytical Chemist (AOAC). Official Method of Analysis (15th ed.) Arlington Virginia: Association of Official Analytical Chemist; 1990.
9. Ranganna S. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, India; 1986.
10. Nwanekezi EC, Alawuba OCG, Mkpolulu, CCM. Characterization of Pectic Substances from Selected Tropical Fruits [Master's thesis]. Abia State Nigeria: Graduated School, Abia State University; 1992.
11. นันทกร บุญเกิด, ลำไพโรจน์ ดิษฐวิบูลย์. คู่มือการแปรรูปองุ่นและผลไม้อื่นๆ เป็นแยมเจลลี่และน้ำผลไม้พร้อมดื่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครราชสีมา: โอเนล เบสท์ ดีไซน์ แอนด์ พรินติ้ง; 2544.
12. YAPO BM. Pectin quantity, composition and physicochemical behaviour as influenced by the purification process. Food Res Int. 2009;42(8):1197-202.
13. Hussein RM, Shahein YE, Hakim AEE, Awad HM. Biochemical and molecular characterization of three colored types of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). J Am Sci. 2010;6:726-33.

14. นางลักษณ์ งามพีระพงศ์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยม
กระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาล [วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;
2557.
15. Patras A, Brunton NP, Tiwari BK, Butler F.
Stability and degradation kinetics of
bioactive compounds and colour in
strawberry jam during storage. Food and
Bioprocess Tech. 2011;4:1245-52.