

การสกัดเพคตินจากเปลือกถั่วลิสงเหลือทิ้งด้วยอัลตราโซนิกช่วยสกัดและ  
นำไปใช้ประโยชน์ในการทำแยม

Pectin extraction from peanut shell waste with ultrasonic-  
assisted extraction and its utilization in dragon fruit jam making

อังคณา เชื้อเจ็ดตน<sup>1\*</sup> ชลิกกร ไกลถิ่น<sup>1</sup> อินทิรา ทาคำ<sup>1</sup> วีรนุช คฤหานนท์<sup>2</sup>  
และพรอนันต์ บุญก่อน<sup>1</sup>

Angkhana Chuajedton<sup>1\*</sup> Chaleekorn Klaithin<sup>1</sup> Intira Takam<sup>1</sup>

Weeranuch Karuehanon<sup>2</sup> and Pornanan Boonkorn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

<sup>2</sup>สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

บทคัดย่อ

การสกัดเพคตินจากเปลือกถั่วลิสงด้วยความร้อนร่วมกับอัลตราโซนิกช่วยสกัดและนำเพคตินที่สกัดได้นำไปใช้ประโยชน์ในการทำแยม โดยนำเปลือกถั่วลิสงบดละเอียดมาสกัดที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า การสกัดเพคตินที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณเพคตินสูงที่สุดคือร้อยละ 1.56 เมื่อเปรียบเทียบกับทุกชุดการทดลอง และมีคุณสมบัติทางเคมีใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า หลังจากนั้นนำวิธีสกัดนี้ร่วมกับอัลตราโซนิกที่ความถี่ 40 กิโลเฮิรต์ 1500 วัตต์ เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที พบว่า การใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมงร่วมกับอัลตราโซนิก เป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณเพคตินมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.61 การเกิดระดับเอสเทอร์ร้อยละ 88.64 ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกร้อยละ 52.12 ค่าความชื้นร้อยละ 9.40 และปริมาณแฉ่ำร้อยละ 13.50 ซึ่งมีคุณสมบัติทางเพคตินใกล้เคียงกับเพคตินการค้ามากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ หลังจากนั้นนำเพคตินที่สกัดได้มาใช้ประโยชน์ในการทำแยมแก้วมังกร พบว่า คุณภาพของแยมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับแยมที่ใช้เพคตินทางการค้า ( $P \geq 0.05$ ) รวมทั้งการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น และรสชาติ

คำสำคัญ: เปลือกถั่วลิสง การสกัด เพคติน อัลตราโซนิก แยม

## Abstract

Extraction of pectin from peanut shell waste with heating combined with ultrasonic-assisted extraction (UAE) and application of pectin extracted in jam making were studied. Powder of peanut shell was extracted at temperature of 70, 80 and 90 °C for 2 hr. It was shown that the pectin extraction at 80 °C had the highest amount of pectin at 1.56 %, compared to other treatments and the chemical characteristics of the extracted pectin were similar to commercial pectin. Then, the pectin extraction at 80 °C for 2 hr combined with UAE of 40kHz/1500W for 10, 20 and 30 min was studied. Results showed that pectin extraction at 80 °C for 2 hr combined with UAE of 40kHz/1500W for 10 min had amount of extracted pectin at 1.61 %, 88.64 % degree of esterification, 52.12 % galacturonic acid 9.40 % moisture and 13.50 % ash which their properties were most similar to commercial pectin compared to other treatments. After that, pectin extraction was utilized for making dragon fruit jam. It was found that jam made by using extracted pectin had no effects of jam quality (pH, Total soluble solids; TSS and vitamin C content) also that sensory evaluation (color, odor and taste) with non-significantly different with jam made using commercial pectin.

**Keywords:** peanut shell, extraction, pectin, ultrasonic, jam

## บทนำ

กล้วยสีเหลืองเป็นพืชตระกูลกล้วยที่ปลูกได้ตลอดปี มีการปลูกกระจายแพร่หลายทั่วทุกภาคของไทย ผลผลิตนำมาประกอบเป็นอาหารและใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายรูปแบบ กล้วยสีเหลืองเป็นพืชที่ปลูกกันมากในระบบเกษตรของประเทศ เพราะเป็นพืชที่อายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้นทำให้สามารถปลูกได้ดีในระบบปลูกพืชต่างๆ การปลูกกล้วยสีเหลืองมีอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะภาคเหนือตอนบนในจังหวัดลำปาง ปลูกกล้วยสีเหลืองไร่ในช่วงฤดูฝน มีพื้นที่ 10,885 ไร่ สภาพหลังนาช่วงฤดูแล้ง มีพื้นที่ปลูก 14,898 ไร่ โดยจำนวนครัวเรือนที่ปลูกทั้งหมด 1,466 ครัวเรือน เนื้อที่ปลูกรวม 16,584 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต 1,198 ไร่ ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 997,560 กิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย/เนื้อที่ ให้ผลผลิต 833 กิโลกรัม (รายงานเศรษฐกิจและการเงินภาคเหนือ, 2559) ทำให้เปลือกกล้วยสีเหลืองเป็นวัสดุเหลือทิ้งปริมาณมากขึ้น จึงมีความสนใจวิธีนำไปใช้ประโยชน์จากการศึกษาพบว่า โครงสร้างผนังเซลล์ของพืชมีเพคตินสะสมอยู่มาก คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการสกัดเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยสีเหลือง ซึ่งโดยทั่วไปเพคตินที่สกัดได้จากเซลล์พืช ได้แก่ ผลของพืชตระกูลส้มทุกชนิด แอปเปิ้ล แครอท กัลย และกล้วย (ปรีชา, 2549) ซึ่งเพคตินเป็นสารประกอบ Polysaccharide ที่พบตามธรรมชาติ สามารถผสมกับน้ำและสารประกอบอื่นๆ และทำหน้าที่เป็น Thickener, Gelling agent, Stabilizer, Emulsifier และ Cation-binding agent เป็นต้น (ฉัตรชัย และคณะ, 2548) นอกจากนี้ยังพบว่าอุตสาหกรรมของไทยโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร นิยมนำเพคตินมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มีการนำเข้าเพคตินจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เพื่อนำมาเป็นส่วนประกอบในการแปรรูปอาหาร อีกทั้งยังพบว่าเพคตินที่มีการส่งนำเข้านี้มีราคาค่อนข้างสูงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย คณะผู้วิจัยจึงสนใจกระบวนการสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยสีเหลืองโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกร่วมกับอุณหภูมิต่ำ และคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic) ช่วยสกัดเพื่อสามารถเพิ่มปริมาณของ เพคตินที่สกัดได้ (Rungrodnimitchai, 2011, Cibele et al., 2016) การใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดเพคติน พบว่านิยมใช้อุณหภูมิต่ำในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้ม กากแอปเปิ้ล และเปลือกมะนาว รวมถึงคุณสมบัติของเพคตินที่สกัดได้ (Fishman et al., 2006; Sijin et al., 2007; Zareey et al., 2002) และการสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ช่วยเพิ่มการแตกของเมทริกซ์ผนังเซลล์ ซึ่งนำไปสู่การปฏิสัมพันธ์ที่ดีขึ้นระหว่างตัวทำละลายและสารสกัด การสกัดด้วยคลื่นอัลตราโซนิคช่วยป้องกันการเสื่อมสลายของเพคตินที่ไวต่อความร้อน จึงเป็นแนวทางสำหรับกระบวนการสกัดเพคตินเพื่อให้เพคตินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุของเสียเหลือทิ้งทางการเกษตร คณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเปลือกถั่วลิสงเหลือทิ้งทางการเกษตรมาสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกถั่วลิสง และนำมาประยุกต์ใช้ในการทำแยม เพื่อลดของเสียเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งจะเป็นแนวทางในการสกัดเพคตินและประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

### วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกถั่วลิสง โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงหรืออัลตราโซนิก (Ultrasonic)
2. เพื่อประยุกต์ใช้เพคตินที่สกัดได้นำมาใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร (แยม)

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างถั่วที่ใช้ในงานวิจัยคือ ถั่วลิสง พันธุ์ไททานิก 9 ได้จากการปลูกของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดลำปาง นำถั่วลิสงที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวแล้ว ไปตากแห้งเพื่อไล่ความชื้นภายในถั่วออก กะเทาะเปลือกถั่วลิสงออกจากเมล็ด นำเปลือกถั่วที่ไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดแล้วเก็บรักษาในถุงซิปล เพื่อเตรียมสกัดเพคตินในขั้นตอนต่อไป

2. การสกัดเพคตินจากเปลือกถั่วลิสงด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ (ดัดแปลงจากศิวัชเทพ และกิตติชัย, 2557)

จากตัวอย่างถั่วลิสงบดละเอียดนำมาสกัดเพคติน 3 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีทำทั้งหมด 3 ซ้ำดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่ 2 การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่ 3 การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

ซึ่งเปลือกถั่วลิสงบดปริมาณ 33 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนสารคนให้เข้ากัน ปรับ pH ของเปลือกถั่วลิสงบด ให้เท่ากับ 2 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.25 โมลาร์ หลังจากนั้นนำเปลือกถั่วลิสงบดไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พร้อมคนทุก ๆ 30 นาที ใช้ผ้าขาวบางกรองทันทีขณะร้อน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เย็น เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้ววัด pH ของสารละลายที่กรองได้ แล้วปรับ pH ให้เท่ากับ 2 ด้วยไฮโดรคลอริก 0.25 โมลาร์ ทำการตกตะกอนสารละลายเพคตินด้วยเอซิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วน 1 : 3 (สารละลายเพคติน : เอซิลแอลกอฮอล์) กรองเพคตินด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ แล้วล้าง

ด้วยเอซิลแอลกอฮอล์ 70 % ปริมาตร 300 มิลลิลิตร โดยการล้างผ่าน และล้างด้วยเอซิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 300 มิลลิลิตร โดยการล้างผ่าน หลังจากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งตัวอย่างแห้งสนิทแล้ววัดให้เป็นผง ชั่งน้ำหนักเพคตินที่ได้และคำนวณเป็น % yield [ร้อยละผลผลิต (% yield) = (น้ำหนักที่ได้/น้ำหนักที่ใช้) X 100]

### 3.การสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยสีงด้วยความร้อนร่วมกับอัลตราโซนิค (Ultrasonic-Assisted Extraction; UAE) (ดัดแปลงจาก Bayar et al., 2017)

ชั่งเปลือกกล้วยสีงสดปริมาณ 33 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนสารคนให้เข้ากัน ปรับ pH ของเปลือกกล้วยสีงสด โดยปรับ pH ให้เท่ากับ 2 ด้วย กรดไฮโดรคลอริก 0.25 โมลาร์ หลังจากนั้นนำเปลือกกล้วยสีงสดไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พร้อมคนทุกๆ 30 นาที หลังจากนั้น นำไปสกัดร่วมกับอัลตราโซนิคที่ความถี่ 40 กิโลเฮิรท์ หรือ 1,500 วัตต์ 3 กรรมวิธี แต่กรรมวิธีทำทั้งหมด 3 ขั้นตอนต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสร่วมกับอัลตราโซนิค 10 นาที

กรรมวิธีที่ 2 การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสร่วมกับอัลตราโซนิค 20 นาที

กรรมวิธีที่ 3 การสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสร่วมกับอัลตราโซนิค 30 นาที

จากนั้นใช้ผ้าขาวบางกรองสารละลายเพคตินทันที ที่งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เย็นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้ววัด pH ของสารละลายที่กรองได้ แล้วปรับ pH ให้เท่ากับ 2 ด้วยไฮโดรคลอริก 0.25 โมลาร์ หลังจากนั้นทำการตกตะกอนสารละลายเพคตินด้วยเอซิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วน 1 : 3 (สารละลายเพคติน : เอซิลแอลกอฮอล์) กรองเพคตินด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ แล้วล้างด้วยเอซิลแอลกอฮอล์ 70 % ปริมาตร 300 มิลลิลิตร โดยการล้างผ่าน และล้างด้วยเอซิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 300 มิลลิลิตร โดยการล้างผ่านเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้ววัดให้เป็นผง ชั่งน้ำหนักเพคตินที่ได้และคำนวณเป็น % yield [ร้อยละผลผลิต (% yield) = (น้ำหนักที่ได้/น้ำหนักที่ใช้) X 100]

#### 4. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.1 การวิเคราะห์ระดับการเกิดเอสเทอร์ (degree of esterification, DE%) (Rangana, 1977)

ชั่งน้ำหนักเพคตินที่สกัดได้ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ขวดละ 0.5 กรัม เติมเอทานอลลงในขวดรูปชมพู่ ขวดละ 2 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำที่ปราศจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ขวดละ 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในขวดรูปชมพู่ ขวดละ 5 หยด นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นปริมาตรที่ 1 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าแรง ๆ ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าจนสีชมพูหายไป หยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในขวดรูปชมพู่ ขวดละ 5 หยด นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นปริมาตรที่ 2 แล้วคำนวณหาค่า Degree of esterification (DE%) =  $(\text{NaOH vol}2/\text{NaOH vol}1+ \text{NaOH vol}2) \times 100$

4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคทูโรนิก (Galacturonic acid, GA%) (Rangana, 1977)

ชั่งเพคติน 0.01 กรัม นำมาละลายด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล (N) ในบีกเกอร์ 100 มิลลิลิตรตั้งทิ้งไว้ 25 นาที ปิเปตสารละลาย 2 มิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายที่เตรียมไว้ 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองและเติมคาร์บาซอล (Carbazole) ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมกรดกำมะถันเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 12 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกกับกราฟมาตรฐาน

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture) (ปรินทร, 2551)

วิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของตัวอย่างโดยอุ่นเตาเผาให้ร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส อบด้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งเพคติน 1.0 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง แล้วอบสารจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณความชื้นในตัวอย่าง

#### 4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Ash) (ปริญทร, 2551)

วิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของเพคตินตัวอย่างโดยวิธีการเผาด้วยกระบะเบี่ยงที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งเพคติน 1.0 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระบะเบี่ยง เผาเพคตินที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (เปิดฝาถ้วยกระบะเบี่ยงขณะเผา) นำไปคำนวณปริมาณเถ้าในตัวอย่าง

#### 5. การทำแยมด้วยเพคตินที่สกัดได้ต่อคุณภาพของแยมแก้วมังกร

นำแก้วมังกรสีแดงมาล้างให้สะอาดแล้วปอกเปลือกออกชั่งเนื้อแก้วมังกรสีแดง ปริมาณ 230 กรัม ชั่งน้ำตาลทรายขาว 115 กรัม ชั่งเพคตินที่สกัดได้ 1.84 กรัม นำเนื้อแก้วมังกรสีแดงที่ได้ใส่ลงในหม้อ ทำการเคี่ยวที่ไฟอ่อน แล้วเทน้ำตาลและเพคตินลงในหม้อทำการเคี่ยวจนเป็นเนื้อเดียวกันที่มีความหนืดเป็นเวลา 30 นาที ใส่โหลแก้วปิดฝาสนิทเปรียบเทียบกับการทำแยมด้วยเพคตินทางการค้า หลังจากนั้นไปเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

##### 5.1 การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี

การวิเคราะห์วิตามินซีด้วยปฏิกิริยา Redox Titration กับ Potassium Iodate ( $KIO_3$ ) และ Potassium Iodide (KI) โดยมีน้ำแ่่งเป็น Indicator โดยใช้ Pipette ดูดตัวอย่างมา 20 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นจนครบ 150 มิลลิลิตร เติม KI 5 มิลลิลิตร เติม 1 โมล/ลิตร Hydrochloric Acid ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และเติมน้ำแ่่ง 1 มิลลิลิตร ไทเทรตตัวอย่างด้วย 0.05 โมล/ลิตร ของสารละลายไอโอดีนจนถึงจุดยุติ (สารละลายตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน) บันทึกปริมาตรที่ไทเทรตได้ แล้วเปรียบเทียบกับกราฟรูดแอสคอร์บิกมาตรฐาน

##### 5.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solids; TSS) โดยนำเนื้อแยมแก้วมังกร หยดลงบนเครื่อง Hand Refractometer และรายงานผลเป็น องศาบริกซ์

##### 5.3 การวิเคราะห์ pH

การวิเคราะห์หา pH ของแยมแก้วมังกรด้วยเครื่องวัดค่ากรดต่างดิจิตอล โดยทำการเจือจาง แยม:น้ำกลั่น อัตราส่วน 1:2 แล้วนำไปวัดค่า pH บันทึกผล

#### 5.4 การประเมินคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น และรส

ในการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยการให้กลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 20 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของแยมแก้วมังกรจากเพศดินสั๊กตัวเอง และแยมแก้วมังกรจากเพศดินทางการค้า โดยประเมินสี กลิ่น และการชิมรสเพื่อหาความพึงพอใจ ด้านสี กลิ่น และรสชาติของแยมแก้วมังกรจากเพศดินสั๊กตัวเองและเปรียบเทียบกับแยมแก้วมังกรจากเพศดินทางการค้า โดยมีคะแนนการประเมินดังนี้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่ชอบ

คะแนน 1 หมายถึง ชอบ

คะแนน 2 หมายถึง ชอบมาก

คะแนน 3 หมายถึง ชอบมากที่สุด

#### 6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 17 จากการวิเคราะห์แบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

#### ผลการวิจัย

##### การสกัดเพศดินจากเปลือกกล้วยสีงดด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

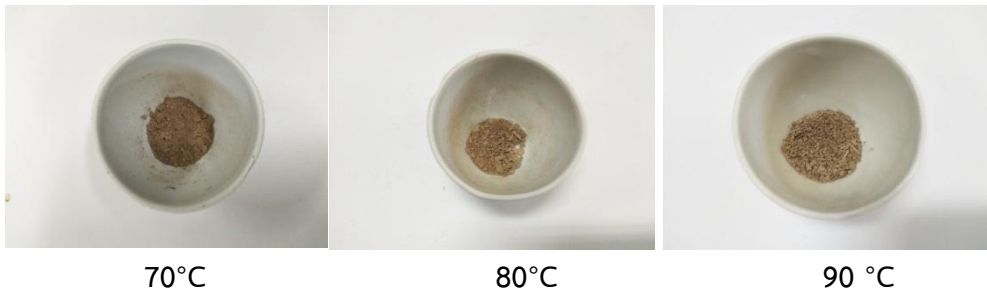
ปริมาณเพศดินที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส ได้ผลการทดลองดังนี้ ผลการวิเคราะห์หาปริมาณผลผลิต คือร้อยละ 1.19, 1.56 และ 0.72 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หาระดับการเกิดเอสเทอร์ (%DE) คือร้อยละ 29.35, 70.41 และ 66.37 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์กรดแลคทูโรนิก (%GA) คือร้อยละ 24.85, 24.18 และ 24.18 ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิเคราะห์ความชื้น (%Moisture) คือร้อยละ 7.00, 8.00 และ 8.30 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (%Ash) คือร้อยละ 13.00, 28.20 และ 20.10 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของเพศดินที่สกัดได้ พบว่ามีสีน้ำตาลเข้มในทุกชุดการทดลอง



ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดจากเปลือกกล้วยสีงด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Characteristic	Commercial pectin	70 °C	80 °C	90 °C
Yield (% w/w)	-	1.19 <sup>b</sup>	1.56 <sup>a</sup>	0.72 <sup>c</sup>
DE%	83.10 <sup>a</sup>	29.35 <sup>b</sup>	70.41 <sup>a</sup>	66.37 <sup>a</sup>
GA (% w/w)	30.36 <sup>a</sup>	24.85 <sup>a</sup>	24.18 <sup>a</sup>	24.18 <sup>a</sup>
Moisture(%wb)	9.10 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	8.30 <sup>a</sup>
Ash (% wb)	8.70 <sup>a</sup>	13.00 <sup>a</sup>	28.20 <sup>c</sup>	20.10 <sup>b</sup>

หมายเหตุ \*ค่าเฉลี่ยในแถวตามอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)



ภาพที่ 1 เพคตินที่สกัดจากเปลือกกล้วยสีงเหลือทิ้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ

### การสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยสีงด้วยความร้อนร่วมกับอัลตราโซนิก (Ultrasonic-Assisted Extraction ;UAE)

ปริมาณเพคตินที่ได้จากการสกัดวิธีให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ร่วมกับวิธีให้อัลตราโซนิกความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ กำลัง 1,500 วัตต์ ในระยะเวลา 10, 20 และ 30 นาที ได้ผลการทดลองดังนี้ ผลการวิเคราะห์หาปริมาณผลผลิต คือร้อยละ 1.67, 1.37 และ 1.21 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หาระดับการเกิดเอสเทอร์ (%DE) คือ ร้อยละ 88.64, 62.25 และ 79.35 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์กรดแลคทอโรนิก (%GA) คือ ร้อยละ 57.12, 56.96 และ 58.58 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความชื้น (%Moisture) คือ ร้อยละ 9.40, 9.3 และ 12.7 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (%Ash) คือร้อยละ 13.50, 27.80 และ 24.10 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ร่วมกับอัลตราโซนิกความถี่ 40 กิโลเฮิร์ต กำลัง 1,500 วัตต์ ที่เวลาต่าง ๆ

Characteristic	Commercial pectin	10 min	20 min	30 min
Yield(% w/w)	-	1.67 <sup>a</sup>	1.37 <sup>b</sup>	1.21 <sup>b</sup>
DE%	83.10 <sup>a</sup>	88.64 <sup>a</sup>	62.25 <sup>b</sup>	79.35 <sup>a</sup>
GA(% w/w)	30.36 <sup>b</sup>	57.12 <sup>a</sup>	56.96 <sup>a</sup>	58.58 <sup>a</sup>
Moisture(%wb)	9.10 <sup>a</sup>	9.40 <sup>a</sup>	9.30 <sup>a</sup>	12.70 <sup>a</sup>
Ash(% wb)	8.70 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	27.80 <sup>b</sup>	24.10 <sup>b</sup>

หมายเหตุ \*ค่าเฉลี่ยในแถวตามอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 2 เพคตินที่สกัดได้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ร่วมกับอัลตราโซนิกความถี่ 40 กิโลเฮิร์ต กำลัง 1,500 วัตต์ ที่เวลาต่าง ๆ

### การทำแยมด้วยเพคตินที่สกัดได้ต่อคุณภาพของแยมแก้วมังกร

เพคตินที่สกัดได้ นำมาใช้ประโยชน์ในการทำแยมแก้วมังกรสีแดง ทำการเก็บรักษาแยมแก้วมังกรเป็นระยะเวลา 14 วัน และวัดค่า pH ปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด และปริมาณวิตามินซี บันทึกผลทุก 3 วัน พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา pH ของแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้าและเพคตินที่สกัดได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้ามีค่าเท่ากับ 75.80 °Brix และแยมแก้วมังกรจากเพคตินสกัดมีค่าเท่ากับ 72.46 °Brix ปริมาณวิตามินซีของแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้ามีแนวโน้มลดลงจากวันแรกคือ 23.96 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคือ 18.91 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และปริมาณวิตามินซีของแยมแก้วมังกรจากเพคตินสกัดเองมีแนวโน้มลดลงจากวันแรกคือ 23.56 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคือ 18.56 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ดังตารางที่ 3, 4 และ 5

ตารางที่ 3 pH ของแยมแก้วมังกร

Jam	Day 0	Day 4	Day 8	Day 11	Day 14
Commercial pectin	4.52	4.57	4.65	4.75	4.80
Pectin extracted	4.66	4.84	4.5	5.12	5.20

ตารางที่ 4 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ( $^{\circ}$ Brix) ของแยมแก้วมังกร

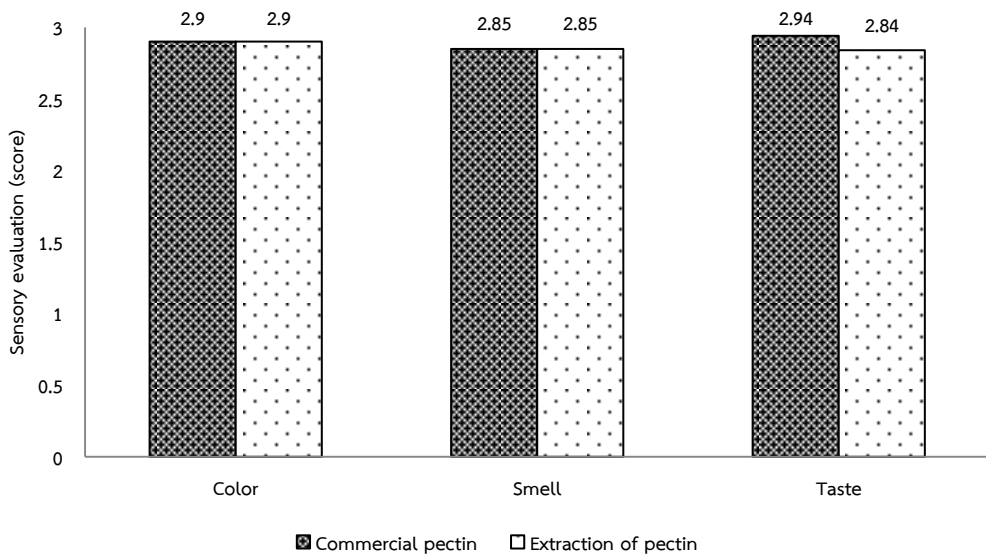
Jam	Day 0	Day 4	Day 8	Day 11	Day 14
Commercial pectin	75.80	76.86	77.76	78.06	78.80
Pectin extracted	72.46	73.96	74.93	76.16	77.96

ตารางที่ 5 ปริมาณวิตามินซี (mg/100 mL) ของแยมแก้วมังกร

Jam	Day 0	Day 4	Day 8	Day 11	Day 14
Commercial pectin	23.96	21.70	21.23	19.96	18.91
Pectin extracted	23.56	22.90	21.40	19.13	18.56

### การประเมินคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส สี กลิ่น และรส

ในการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยการให้กลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 20 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของแยมแก้วมังกรจากเพคตินสกัดเอง และแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้า โดยประเมินสี กลิ่น และการชิมรสเพื่อต้องการหาความพึงพอใจในสี กลิ่น และรสชาติของแยมแก้วมังกรจากการเพคตินสกัดเองและเปรียบเทียบกับแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้า คะแนนสีของแยมแก้วมังกรจากเพคตินสกัดเองและแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้ามี คะแนน 2.9 เท่ากัน และมีคะแนนของกลิ่นอยู่ที่ 2.85 เท่ากัน แยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้ามี คะแนนของรสชาติ 2.94 และแยมแก้วมังกรจากเพคตินสกัดเองมีคะแนนของรสชาติ 2.84 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้าและเพคตินสกัดเอง

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การสกัดเพคตินจากเปลือกกล้วยสีง เพคตินที่สกัดได้ด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ได้ให้ปริมาณผลผลิตร้อยละมากที่สุดคือ 1.56 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ชินานากู และคณะ (2557) ที่ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากผักและผลไม้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกันดังนี้ ที่อุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส โดยพบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด และมีปริมาณผลผลิตของเพคตินสูงสุดเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเท่ากับ 80 และ 90 องศาเซลเซียส ได้ผลที่ใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ น้ำทิพย์ และคณะ (2550) ที่สกัดเพคตินจากพืชที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่า ช่วงของอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเพคตินอยู่ที่ 80-100 องศาเซลเซียส ทำให้ได้เพคตินปริมาณมาก และปริมาณระดับการเกิดเอสเทอร์ที่ได้จากการสกัดเพคตินด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณระดับการเกิดเอสเทอร์อยู่ที่ร้อยละ 29.35 ซึ่งเป็นชนิดเพคตินที่มีเมทอกซิลต่ำ เนื่องจากมีระดับของการเกิดเอสเทอร์น้อยกว่าร้อยละ 50 ที่เกิดเจลได้โดยไม่ต้องมีของแข็งที่ละลายได้ การเกิดเอสเทอร์หรือเอสเทอร์พีเคชั่นสามารถบ่งบอกถึงชนิดของเพคตินที่ใช้ในการทำอาหาร นอกจากนี้ปริมาณระดับการเกิดเอสเทอร์เป็นค่าที่บอกถึงเปอร์เซ็นต์ของกรดกาแลคทูโรนิคยูนิตที่อยู่ในรูป Methyl ester การสกัดเพคตินด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณระดับการเกิดเอสเทอร์สูงที่สุดจากการการสกัดด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูง

การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงร่วมกับการให้อัลตราโซนิก พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ร่วมกับการให้อัลตราโซนิกที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ต หรือ 1,500 วัตต์ เป็นเวลา 10 นาที ได้ให้ปริมาณผลผลิตร้อยละมากที่สุดคือร้อยละ 1.67 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cibele et al. (2016) ที่ได้ทำการสกัดเพคตินที่ด้วยเทคนิคอัลตราซาวนด์ ในช่วงเวลาที่ต่างกัน พบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้จะเพิ่มขึ้นใน 10 นาทีแรก และจะผลผลิตจะชะลอลดด้วยลง หรือลดลงเมื่อเวลาที่ให้อัลตราโซนิกนานขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Xu et al. (2014) ที่กล่าวไว้ว่า การสกัดเพคตินด้วยเทคนิคอัลตราโซนิกเป็นเวลานาน จะเกิดการทำลายเพคติน ดังนั้นเวลาที่ให้อัลตราโซนิกที่ 10 นาที เพียงพอที่จะสกัดเพคตินด้วยเทคนิคอัลตราโซนิก เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตร้อยละของเพคตินจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง พบว่า ปริมาณผลผลิตร้อยละเพิ่มขึ้น ปริมาณระดับการเกิดเอสเทอร์มีค่าสูง ซึ่งปริมาณระดับการเกิดเอสเทอร์ที่ได้สูงกว่าร้อยละ 50 ทำให้เพคตินที่ได้จากการสกัดเป็นเพคตินที่ชนิดเมทอกซิลสูงทั้งหมด ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกมีค่าใกล้เคียงมากที่สุดตามองค์การอาหารและเกษตรแห่งชาติ ที่กำหนดให้ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 เพคตินที่สกัดด้วยความร้อนร่วมกับอัลตราโซนิกเป็นเวลา 10 นาที ได้ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกใกล้เคียงที่สุด ซึ่งมีความบริสุทธิ์มากกว่าเพคตินที่สกัดได้จากอุณหภูมิสูงและเพคตินทางการค้า

จากการนำเพคตินที่สกัดด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ร่วมกับการ อัลตราโซนิกที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ต หรือ 1,500 วัตต์ เวลา 10 นาที มาใช้ในการทำแยมแก้วมังกรสีแดง ที่ให้ปริมาณผลผลิตร้อยละที่ดีที่สุดเปรียบเทียบกับแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้า แล้วทำการเก็บรักษาตัวอย่างแยมแก้วมังกรไว้เป็นเวลา 14 วัน ทำการตรวจ pH ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณวิตามินซี ในวันแรกที่ทำ และทุกๆ 3 วัน พบว่า pH ของแยมแก้วมังกรจากเพคตินทางการค้าและแยมแก้วมังกรจากเพคตินสกัดเอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า เพคตินที่สกัดได้ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของแยมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษารวมทั้งคะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น และรสชาติ มีคะแนนที่ใกล้เคียงกัน

## เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย สังข์ผุด จีราภรณ์ สังข์ผุด และ นพรัตน์ ผาสุข. 2548. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเพคตินที่สกัดจากผลส้มโอ. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. [เชียงใหม่]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชินานาฏ วิทยาประชากร และ สมัชญ์ ทวีเกษมสมบัติ. 2557. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากวัสดุทางการเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. เชียงใหม่.
- น้ำทิพย์ นาเชียงใต้ และยุภา ทศบุตร. 2550. ผลของ pH และอุณหภูมิต่อคุณภาพของเพคตินที่สกัดได้จากใบหมาน้อย. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. [ขอนแก่น]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปรินทร์ เต็มญารศิลป์. 2551. การเตรียมและการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของถ่านกัมมันต์จากไผ่ตงและไผ่หมาจู้. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. [กรุงเทพฯ]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรีชา สุขเกษม. 2549. การสกัดและคุณสมบัติของเพคตินจากเปลือกเสาวรส. วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รายงานเศรษฐกิจและการเงินภาคเหนือ 2559. 2559. รายงานเศรษฐกิจและการเงินภาคเหนือไตรมาส 2 ปี 2559 ดัชนีผลผลิตหลักของภาคเหนือผลผลิตตระกูลถั่ว. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล:[https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Northern/รายงานรายปี\\_2559.pdf](https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Northern/รายงานรายปี_2559.pdf).
- ศิวะเทพ เรืองพรหม และ กิตติชัย บรรจง. 2557. การเปรียบเทียบคุณลักษณะและผลผลิตของเพคตินจากเปลือกतालดิบที่ใช้แอลกอฮอล์นำกลับมาใช้ใหม่ทดแทนเอธิลแอลกอฮอล์ 95% ในขั้นตอนการตกตะกอนและการล้าง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 32: 50-58.
- Bayar, N., Bouallegue T., Achour, M., Kriaa, M. and Bougatef, A. 2017. Ultrasonic Extraction of Pectin from *Opuntia ficus indica* Cladodes after Mucilage removal: Optimization of Experimental Condition and Evaluation of Chemical and Functional Properties. Food Chemistry. 235 : 275-282.
- Cibele, F., Oliveiraa D., Giordania R., Lutckemiera, P. Deyse, G., Florencia C., Ligia, D. and Ferreira, M. 2016. Extraction of pectin from passion fruit peel assisted by ultrasound. LWT-Food Science and Technology. 71: 110-115.

- Fishman, M. L., Chau, H. K., Hoagland, P. D. and Hotchkiss, A. T. 2006. Microwave-assisted extraction of lime pectin. *Food Hydrocolloids*. 20: 1170–1177.
- Rangana, M. 1997. *Manual of analysis of fruit and vegetable products*. New Delhi: MacGraw Hill, p.643.
- Rungrodnimitchai, S. 2011. Novel source of pectin from young sugar palm by microwave assisted extraction. *Procedia Food Science*. 1: 1553-1559.
- Sijin, W., Fang, C., Jihong, W., Zhengfu, W. and Xiaojun, L. 2007. Optimization of pectin extraction assisted by microwave from apple pomace using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*. 78: 693-700.
- Xu, Y. L., Zhang, Y., Bailina, Z., Ge, T., Ding, X. and Ye. 2014. Effects of ultrasound and/or heating on the extraction of pectin from grapefruit peel. *Journal of Food Engineering*, 126: 72-81.
- Zareey, M., Ahmadi-Zenouz, A., Gassemezadeh, H. R. and Valizadeh, M. 2002. Effect of microwave on extraction yield and pectin quality from apple pomace and lemon peel. *The Journal of Agricultural Science*. 12: 79-90.