

## สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียว

เพ็ญวรัตน์ พันธภัทรชัย<sup>1\*</sup>, อัจฉรา ไชยยา<sup>1</sup>, โบว์ ถิ่นโพธิ์วงศ์<sup>2</sup>

<sup>1,1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, จังหวัดเชียงใหม่, 50300

<sup>2</sup>วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, จังหวัดเชียงใหม่, 50220

ผู้เขียนติดต่อ: เพ็ญวรัตน์ พันธภัทรชัย E-mail: khimpenwarat@gmail.com

### บทคัดย่อ

กระเจี๊ยบเขียวจัดเป็นพืชที่มีสารประกอบเพคตินสูง มีสมบัติเป็นสารที่ให้ความหนืด และนิยมนำมาใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านอาหารและทางการแพทย์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียว ด้วยน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 60 80 และ 95 °C โดยใช้เวลา 60 90 และ 120 min จากผลการวิจัยพบว่า การสกัดเพคตินที่อุณหภูมิ 95 °C เวลา 90 min มีปริมาณเพคตินที่สกัดได้เท่ากับ 16.15% นอกจากนี้ยังพบว่าเพคตินที่สกัดได้มีค่าเมธอกซิล และปริมาณน้ำหนักรวมสูงกว่า เพคตินทางการค้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.70% และ 5555.56 mg ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบค่าความชื้น พบว่าเพคตินที่สกัดได้จากกระเจี๊ยบเขียวมีแนวโน้มของความชื้นที่ใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า มีความชื้นอยู่ในช่วงระหว่างความชื้นที่ 3.50– 6.09% ส่วนค่าสีและค่าความหนืดมีความแตกต่างกันตามสภาวะในการสกัด โดยเพคตินที่สกัดได้จัดเป็นเพคตินชนิดที่มีเมธอกซิลสูง ซึ่งสามารถเกิดเจลได้อย่างรวดเร็ว

คำสำคัญ: เพคติน, กระเจี๊ยบเขียว, การสกัด

## Optimum Conditions for Pectin Extraction from Okra

Penwarat Panphattharachai<sup>1\*</sup>, Atchara Chaiya<sup>1</sup>, Bow Tinpovong<sup>2</sup>

<sup>1,1</sup>Department of Agricultural and Bio Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang mai, 50300.

<sup>2</sup>College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, 50220.

Corresponding author: Penwarat Panphattharachai. E-mail: khimpenwarat@gmail.com

### Abstract

Okra is one of the pectin rich vegetables. It contains a viscous substance and is commonly used in food and pharmaceutical applications. The objective of this research was to study the optimum conditions of pectin extraction from Okra by using distilled water. In this study, the pectin extraction conditions at 60 80 and 95 degree celsius for 60 90 and 120 minutes were investigated. The result showed that the optimum condition for pectin extraction was at 95 degree celsius for 90 minutes with 16.15% pectin yield on a dry weight basis. In addition, the methoxyl degree and the equivalent weight were 10.70% and 5555.56 mg respectively, which were higher than commercial pectin. Furthermore, the moisture content of pectin extracted from okra was within the range of the commercial pectin at 3.50– 6.09%. The finding showed that color and viscosity varied according to the extraction conditions. The extracted pectin is classified as a high methoxyl pectin as gelatinization of the pectin occurred rapidly.

Keywords: Pectin, Okra, Extraction.

### 1. บทนำ

เพคติน (Pectin) เป็นสารประกอบของพอลิเมอร์ของ โพลีแซ็กคาไรด์ที่พบในพืชจากธรรมชาติและเป็นสารตั้งต้น (substrate) ของ เอนไซม์เพคติเนส ในทางการค้าจะสกัดเพคติน จากเปลือกผลไม้ ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานของผนังเซลล์ของพืชชั้นสูง โดยมีสมบัติพิเศษคือ เมื่อละลายน้ำจะพองตัวเป็นเจลทำหน้าที่เป็นสารก่อสภาพเจล (Gelling agent) สารเพิ่มความเข้มข้นของของเหลว (Thickness) และสารให้ความคงตัว (Stabilizer) จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน

อุตสาหกรรมอาหารประเภทเครื่องดื่มน้ำผลไม้ โยเกิร์ต และแยมอย่างกว้างขวาง แต่ในปัจจุบันเพคตินที่มีขายทางการค้าได้มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศและมีราคาค่อนข้างสูง เพื่อเป็นการทดแทนการนำเข้าและเพิ่มมูลค่าของผลิตผลทางการเกษตร ยังพบว่าเพคตินสามารถพบได้ในชั้นเนื้อเยื่อของพืชทางธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระเจี๊ยบเขียวซึ่งจัดเป็นพืชที่มีสารประกอบคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ โดยจะมีลักษณะเป็นเมือกที่ขับออกมาจากฝัก ซึ่งพบว่าเมือกที่

ถูกขับออกมีลักษณะโครงสร้างหลักเป็นแรมโนกาแล็กทูโรแนน คล้ายลักษณะโครงสร้างของ เพคติน Tornoda *et al.* (1989) อีกด้วย

ปัจจุบันพบว่าบางช่วงกระเจียบเขียวมีราคาค่อนข้างถูก อาจเนื่องมาจากอุตสาหกรรมแปรรูปจะรับซื้อและให้ราคาสูงเฉพาะวัตถุดิบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเท่านั้นเพื่อทำการส่งออก จึงทำให้กระเจียบเขียวที่ฝักไม่ผ่านมาตรฐานมีราคาค่อนข้างถูก ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบทางการเกษตร ในงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกระเจียบเขียวโดยใช้น้ำกลั่นเพื่อที่จะสามารถนำเพคตินที่สกัดได้มาพัฒนาและนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารได้

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การเตรียมกระเจียบเขียวแห้ง

กระเจียบเขียวฝักสดจะถูกนำมาแกะเอาเมล็ดออกและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำมาล้างทำความสะอาด จากนั้นทำการต้มกับเอทานอลความเข้มข้น 95% อัตราส่วน 1:1 (w/v) ที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 10 min นำมาล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งพร้อมกับบีบเพื่อเอาเอทานอลออก หลังจากนั้นทำการเข้าอบด้วย hot air oven ที่อุณหภูมิ 65°C เวลา 24 h จนกระเจียบเขียวแห้ง เก็บไว้ในภาชนะปิดสนิท

### 2.2 สภาวะการสกัดเพคติน โดยใช้วิธีการสกัดด้วยน้ำกลั่น

กระเจียบเขียวแห้งถูกนำมาสกัดด้วยน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:2 (w/v) โดยการต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 60, 80 และ 95°C เวลา 60, 90 และ 120 mins ตามลำดับ นำมากรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น พร้อมทั้งทำการสกัดเช่นเดิมจนครบ 2 ครั้ง จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 ครั้งมาผสมกัน แล้วเติมเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:1 (v/v) คนผสมสารละลายให้เข้ากันอย่างแรง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 h จากนั้นทำการกรองแยกตะกอนเพคตินผ่านผ้าแก้ว 2 ชั้นด้วย Buchner funnel พร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอล 95% จำนวน 3 ครั้ง และล้างด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 50% จำนวน 3 ครั้ง แล้วนำตะกอนเพคตินที่สกัดได้อบด้วย hot air oven ที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 24 h จนแห้งแล้วบดให้เป็นผง

### 2.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียว

งานวิจัยนี้ได้มีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ดังนี้ การวัดค่าความชื้น การวัดความหนืด การวัดค่าสี การหาปริมาณสมมูลของเพคตินและการวิเคราะห์โครงสร้างของเพคตินด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer

#### 2.3.1 การวัดค่าความชื้น (moisture content)

เพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวจะถูกนำมาวัดค่าความชื้นด้วยเครื่อง moisture analyzer (OHAUS, USA) ซึ่งทำได้โดยการชั่งเพคตินหนัก 1g แล้วนำมาวางไว้บนเครื่องวัดความชื้น โดยเลือก

รูปแบบการให้ความร้อนแบบมาตรฐานที่อุณหภูมิ 105°C เวลา 30 min ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

#### 2.3.2 การวัดความหนืด (Viscosity Measurement)

นำเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวมาผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:50 (w/v) คนให้เพคตินละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำมาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer (HADV-I-Prime, USA) โดยใช้หัวสปรินเดอร์ขนาด 02 และความเร็รรอบ 100 rpm เป็นเวลา 3 min ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

#### 2.3.3 การวัดค่าสี (Color Measurement)

นำเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวมาวัดค่าสี โดยสุ่มตัวอย่างประมาณ 2 g จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้เครื่องวัดสี (ColorFlex A60-1010-615, USA) ใช้มาตรฐานสีแบบ CIE L\*a\*b\*

#### 2.3.4 การหาปริมาณน้ำหนัสมมูลของเพคติน

ชั่งผงเพคติน 0.5 g ใส่ลงในขวดรูปชมพูนขนาด 250 ml ผสมน้ำกลั่นลงในขวดรูปชมพูนปริมาตร 100 ml ใช้แท่งแก้วคนให้ เพคตินละลายเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 g หยดฟีนอลเรดจำนวน 6 หยดเป็นอินดิเคเตอร์ (Indicator) จากนั้นนำสารละลายไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งสารละลายถึงจุดยุติ ปรากฏ (2556) จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณสมมูลจากสูตร

$$\text{น้ำหนัสมมูล} = \frac{1000 \times S}{NV} \quad (1)$$

โดย S = น้ำหนักผงเพคตินที่ใช้ (g)

N = จำนวนนอร์มอลิตีของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (Normality; N)

V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (ml)

#### 2.3.5 การหาปริมาณเมธอกซิลของเพคติน

นำสารละลายที่ผ่านการหาน้ำหนัสมมูลมาเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.25 N จำนวน 25 ml เขย่าให้เข้ากันสารละลายจะเป็นสีม่วงจากนั้นปิดปากขวดรูปชมพูนด้วยอะลูมิเนียมแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 min เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.25 N จำนวน 25 ml เขย่าจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลืองนำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึงจุดยุติ ปรากฏ (2556) จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณเมธอกซิล (%) จากสูตร

$$\text{ปริมาณเมธอกซิล (\%)} = \frac{NVE}{1000 S} \times 100 \quad (2)$$

โดย N = จำนวนนอร์มอลิตีของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (Normality; N)

- V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (ml)
- E = น้ำหนักสมมูลของเมธอกซิลเป็นค่าคงที่เท่ากับ 31
- S = น้ำหนักผงเพคตินที่ใช้ (g)

### 2.3.6 การวิเคราะห์โครงสร้างของเพคตินด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrophotometer; FTIR)

ใช้การเตรียมสารตัวอย่างแบบ KBr disc โดยจะเริ่มจากการบดสารตัวอย่างที่เป็นของแข็งประมาณ 1–2 mg ผสมกับผง KBr ปริมาณ 100 mg จากนั้นนำเข้าเครื่องอัดจนได้แผ่นกลมแบนใส โดยทั้งสารตัวอย่างและ KBr ควรผ่านการอบให้แห้งก่อนที่จะนำมาบดรวมกัน หลังจากอัดเป็นแผ่นแบนแล้วนำแผ่น KBr disc ใส่ที่ยึดพิเศษแล้ววางบนลำรังสีเพื่อวัดโครงสร้างของเพคติน

## 3. ผลและวิจารณ์

### 3.1 ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวด้วยน้ำกลั่น

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกระเจียบเขียว 9 สภาวะ คือ สภาวะที่อุณหภูมิ 60 80 และ 95 องศาเซลเซียส และที่เวลา 60 90 และ 120 mins ตามลำดับ จาก Figure 1 จะเห็นว่าเมื่อมีการใช้อุณหภูมิที่ 80°C เวลา 120 min หรือสภาวะสูงกวานั้นจะมีแนวโน้มของการสกัดเพคตินได้ในปริมาณที่สูงขึ้น อยู่ในช่วง 26.13 – 35.43 g โดยสภาวะการสกัดที่ใช้อุณหภูมิ 95°C เวลา 120 min ให้ปริมาณเพคตินสูงที่สุดเท่ากับ 35.43 g ต่อกระเจียบเขียวแห้ง 156 g ปริมาณเพคตินที่สกัดได้คิดเป็น 22.71% และการสกัดที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 60 min ให้ปริมาณเพคตินน้อยที่สุดเท่ากับ 6.95 g ในสภาวะที่ทำการสกัดโดยใช้อุณหภูมิในการสกัดที่ต่ำและใช้เวลาในการสกัดน้อยจะได้ปริมาณเพคตินที่น้อยกว่าการสกัดที่ใช้อุณหภูมิในการสกัดที่สูงและใช้เวลาในการสกัดมาก อาจเนื่องมาจากเพคตินเป็นสารประกอบที่แทรกตัวอยู่ในชั้นเนื้อเยื่อของพืชและละลายน้ำได้ยากที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60°C จึงต้องอาศัยเวลาและอุณหภูมิที่สูงขึ้นในการสกัด ธนาวรรณ (2556) พบว่าเมื่อเพิ่ม

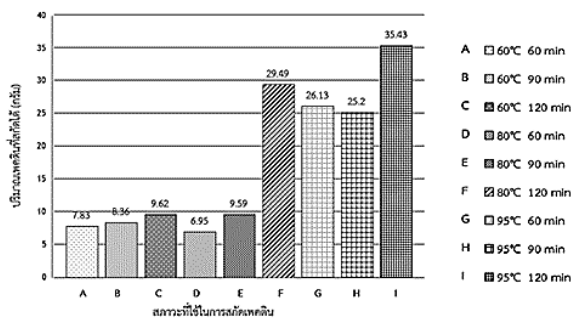


Figure 1 Percentage of pectin extracted from okra by distilled water.

อุณหภูมิในการสกัดมากขึ้นปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากพืชก็จะมากขึ้นด้วย Pagan et al. (2001) และเมื่อเปรียบเทียบการสกัดที่ใช้อุณหภูมิเดียวกัน แต่ระยะเวลาต่างกัน จะพบว่าปริมาณของเพคตินจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดซึ่งเมื่อใช้อุณหภูมิสูงในการสกัดจะช่วยเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ทำให้สามารถสกัดเพคตินออกมาจากพืชได้เพิ่มมากขึ้น ศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว (2546)

### 3.2 ผลการหาค่าความชื้นของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียว

จากการทดสอบความชื้นของเพคตินทางการค้าและเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวทั้ง 9 สภาวะที่แตกต่างกัน จาก Figure 2 พบว่าความชื้นที่วัดได้จากเพคตินที่สกัดในสภาวะต่างๆ มีแนวโน้มของความชื้นที่ใกล้เคียงกัน โดยมีความชื้นอยู่ในช่วงระหว่าง 5.21–6.09% ในขณะที่เพคตินทางการค้ามีความชื้นอยู่ที่ 3.5% ซึ่งเป็นค่าความชื้นที่อยู่ในช่วงของมาตรฐานความชื้นของเพคติน คือเพคตินจะต้องมีความชื้นที่ต่ำกว่า 10% Fishman et al. (2000)

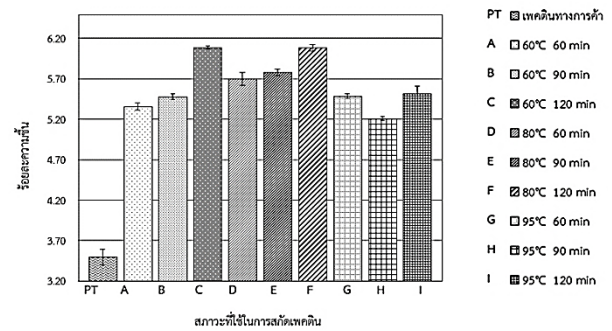


Figure 2 Moisture content of pectin extracted from okra by distilled water.

อย่างไรก็ตามสภาวะที่ใช้ในการสกัดไม่ได้มีผลต่อความชื้นที่เพิ่มขึ้นของเพคติน เนื่องจากหลังจากที่สกัดได้เพคตินแล้วจะต้องเอาเพคตินที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลานาน 24 h จนน้ำหนักของเพคตินที่สกัดได้คงที่ เพื่อลดปริมาณความชื้นและป้องกันการจับตัวกันเป็นก้อนของเพคตินในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากปริมาณความชื้นมีผลต่อคุณภาพของเพคตินหากเพคตินมีความชื้นที่สูงจะมีผลทำให้เพคตินที่สกัดได้มีลักษณะที่จับตัวกันเป็นก้อนและมีผลต่อน้ำหนักสุดท้ายของเพคติน งามอาจ (2553)

### 3.3 ผลการหาค่าความหนืดของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียว

จากการทดสอบความหนืดของเพคตินทางการค้าและ เพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวทั้ง 9 สภาวะที่แตกต่างกัน จาก Figure 3

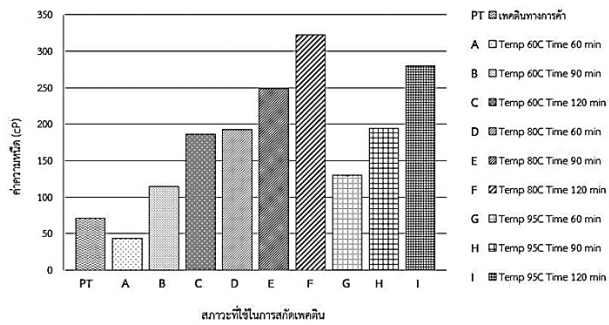


Figure 3 Viscosity of pectin extracted from okra by distilled water.

พบว่าความหนืดของเพคตินที่สกัดได้มีแนวโน้มไม่คงที่ในช่วงระหว่าง 43.2–323 cP โดยมีความสัมพันธ์กับการเกิดเจล เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการเกิดเจลจะเกิดได้เร็วขึ้น ซึ่งมีผลต่อแรงระหว่างพันธะ คือ เพคตินจะถูกดึงน้ำออกจากสายเพคตินทำให้แรงระหว่างพันธะลดลงการเกิดเจลก็เพิ่มมากขึ้นด้วย May (1977) โดยการสกัดเพคตินที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 120 min ให้ค่าความหนืดสูงสุดเท่ากับ 323±0.01 cP และอุณหภูมิ 60°C เวลา 60 min ให้ค่าความหนืดต่ำสุดเท่ากับ 43.2±0.13 cP ส่วนเพคตินทางการค้ามีค่าความหนืดเท่ากับ 71.2 cP แต่ผลที่ได้จากการวัดความหนืดจะเห็นว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อค่าความหนืดของเพคตินที่สกัดได้ คือเพคตินที่สกัดในสภาวะที่ใช้อุณหภูมิและเวลาที่น้อยจะมีค่าความหนืดที่น้อยกว่าเพคตินที่สกัดในสภาวะที่ใช้อุณหภูมิและเวลาที่สูง ธนาวรรณ (2556) ซึ่งหากเพคตินที่สกัดได้มีปริมาณของน้ำหนกสมมูลที่สูงก็จะส่งผลให้ เพคตินมีค่าความหนืดที่สูงขึ้นด้วย และปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดคือ ค่าของปริมาณเมธอกซิล หากเพคตินมีปริมาณเมธอกซิลที่สูงจะทำให้เพคตินมีความหนืดที่สูงขึ้นตามไปด้วย ธนาวรรณ (2556)

### 3.4 ผลการทดสอบค่าสีของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดสอบค่าสีของเพคตินทางการค้าและเพคตินที่สกัดได้จากกระเจี๊ยบเขียว ทั้ง 9 สภาวะที่แตกต่าง พบว่าค่าสีของ เพคตินที่สกัดได้จากกระเจี๊ยบเขียวทั้งในส่วนของคุณค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  มีค่าที่มากกว่าค่าสีของเพคตินทางการค้า ซึ่งค่าสีของเพคตินที่สกัดได้มีแนวโน้มที่คงที่ โดยค่า  $L^*$  มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 31.79–39.2 ค่า  $a^*$  มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.41–2.88 ค่า  $b^*$  ค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 16.98–24.74 โดยสภาวะที่มีค่า  $L^*$  ที่ใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้ามากที่สุด คือ สภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 90 min มีค่าสีอยู่ที่ 31.79±0.02 สภาวะที่มีค่า  $a^*$  ที่ใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้ามากที่สุด คือ สภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 95°C เวลา 60 min มีค่าสีอยู่ที่ 1.41±0.05 และสภาวะที่มีค่า  $b^*$  ที่ใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้ามากที่สุด คือ สภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 60 min มีค่าสีอยู่ที่ 16.98±0.01 ค่าสีในการทดลองจะดูในส่วนของคุณค่า  $L^*$  เนื่องจากค่า  $L^*$  เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของเพคตินที่สกัดได้ ซึ่งค่า  $L^*$  ในการทดลองพบว่ามีความมากกว่าเพคตินทางการค้า จาก Figure

4 จะเห็นว่าเพคตินที่สกัดได้จะมีสีเข้มกว่าเพคตินทางการค้า คือมีสีเขียวซึ่งเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะล้างสีของเพคตินที่สกัดได้ด้วยวิธีการใช้เอทานอล 95% และอะซิโตนความเข้มข้น 50% ล้างจำนวนหลายๆ ครั้งเพื่อให้สีของวัตถุดิบที่ใช้ในการสกัดจางลงหรือกำจัดสีใน เพคตินออกให้มากที่สุด ชวนิภูมย์ และคณะ (2548)

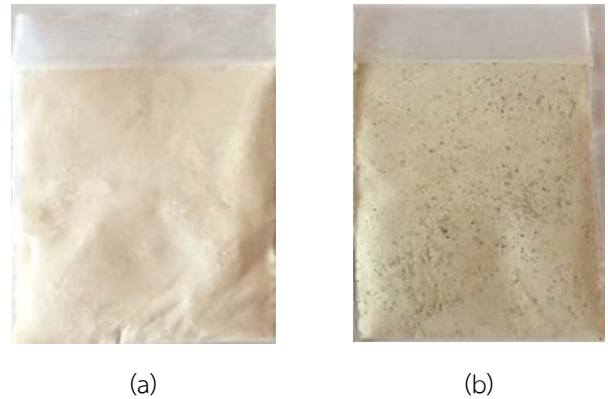


Figure 4 (a) commercial pectin (b) pectin extracted from okra.

### 3.5 ผลการหาน้ำหนกสมมูลของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจี๊ยบเขียว

ผลจากการคำนวณหาปริมาณน้ำหนกสมมูลของเพคตินจากสูตรที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำหนกสมมูลมีแนวโน้มไม่คงที่ แสดงดัง Table 1

Table 1 Show Equivalent weight and Methoxyl content of pectin extracted from okra by distilled water and commercial pectin.

Conditions	Chemical properties	
	Equivalent weight (mg)	Methoxyl content (%)
commercial pectin 60 °C 60 min	1260.50±1.84	5.63±0.21
60 °C 60 min	3191.49±1.53	6.56±0.17
60 °C 90 min	5172.41±3.10	9.25±0.64
60 °C 120 min	3846.15±2.05	10.28±0.83
80 °C 60 min	5357.14±3.20	5.63±0.12
80 °C 90 min	5357.14±3.25	6.36±0.13
80 °C 120 min	6000.00±3.76	7.23±0.28
95 °C 60 min	4166.67±2.31	7.54±0.34
95 °C 90 min	5555.56±3.41	10.70±0.90
95 °C 120 min	7142.86±4.67	5.37±0.05

ซึ่งมีน้ำหนกสมมูลอยู่ระหว่าง 3191.49–7142.86 mg โดยการสกัดที่อุณหภูมิ 95°C เวลา 120 min มีน้ำหนกสมมูลมากที่สุดเท่ากับ 7142.86±4.67 mg และการสกัดที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 60 min มีน้ำหนกสมมูลน้อยที่สุดเท่ากับ 3191.49±1.53 mg โดยเพคตินทางการค้ามีน้ำหนกสมมูลเท่ากับ 1260.50±1.84 mg ซึ่งเพคตินที่มีน้ำหนกสมมูลมากจะมีโครงสร้างของเพคตินที่ใหญ่กว่าเพคตินที่มีน้ำหนกสมมูลน้อย นอกจากนี้ปริมาณน้ำหนกสมมูลยังบ่งบอกถึงค่า

น้ำหนักโมเลกุลสูงและความสามารถในการเกิดเจลได้ดี ธนาวรรณ (2556) และเมื่อระยะเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นมีผลทำให้น้ำหนักสมมูลเพิ่มขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณของกรดพอลิกลาคติกโพรนิค (Polygalacturonic) บริสุทธิ์

### 3.6 ผลการทดสอบปริมาณเมธอกซิลของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียว

จาก Table 1 จะเห็นว่าปริมาณเมธอกซิลของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวมีแนวโน้มที่ไม่คงที่ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัด ซึ่งพบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันแต่ระยะเวลาในการสกัดต่างกันจะมีผลทำให้ปริมาณเมธอกซิลที่ได้ต่างกัน ธนาวรรณ (2556) โดยเพคตินที่มีค่าเมธอกซิลตั้งแต่ 5% ขึ้นไปจัดเป็นเพคตินชนิด HMP (High methoxy pectin) ส่วนเพคตินที่มีค่าเมธอกซิลต่ำกว่า 5% จัดเป็นเพคตินชนิด LMP (Low methoxy pectin) Yapo et al. (2008) จากการศึกษาพบว่า เพคตินจากกระเจียบเขียวที่ได้จากการสกัดและเพคตินทางการค้ามีปริมาณเมธอกซิลมากกว่า 5% จึงจัดเป็นเพคตินชนิดที่มีเมธอกซิลสูง HMP (High methoxy pectin)

### 3.7 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของเพคตินด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrophotometer; FTIR)

ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของเพคตินด้วยเครื่อง FTIR เพื่อเป็นการยืนยันผลของการวิเคราะห์ซึ่งได้จากหมู่ฟังก์ชัน C=O ของเพคตินทางการค้าเปรียบเทียบกับเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียว ซึ่งแสดงในกราฟจะเป็นช่วงที่บอกว่าสารที่สกัดได้ คือ เพคติน เนื่องจาก C=O เป็นหมู่ฟังก์ชันที่เป็นองค์ประกอบของเพคติน โดยแสดงค่าความถี่ในช่วงความกว้าง 1650–1850  $\text{cm}^{-1}$  Figure 5 แสดงเส้นกราฟของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวมีแนวโน้มของกราฟในทิศทางเดียวกันกับกราฟของเพคตินทางการค้า เมื่อศึกษาหมู่ฟังก์ชันและตำแหน่งที่เกิดความถี่ของหมู่ฟังก์ชันของสารที่สกัดได้กับเพคตินทางการค้า

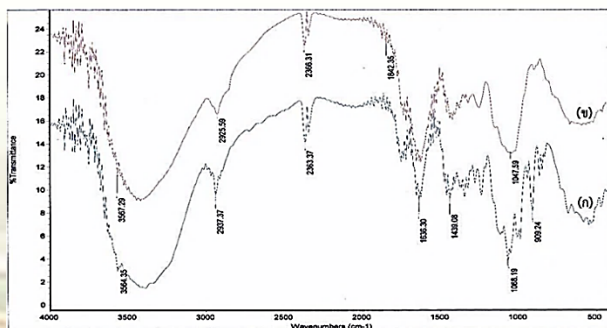


Figure 5 Infrared Spectrum of (a) commercial pectin (b) pectin extracted from okra.

พบว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าสารที่สกัดได้ คือ เพคติน โดยเส้นอินฟราเรดสเปกตรัมของเพคตินที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวแห่งเกิดความถี่ในช่วงความถี่ 2400–3400

$\text{cm}^{-1}$  ซึ่งเป็นช่วงของหมู่ฟังก์ชัน O–H ความถี่ในช่วงความถี่ 2800–3000  $\text{cm}^{-1}$  เป็นช่วงของหมู่ฟังก์ชัน C–H ความถี่ในช่วงความถี่ 1650 – 1850  $\text{cm}^{-1}$  เป็นช่วงของหมู่ฟังก์ชัน C=O และความถี่ในช่วงความถี่ 1000–1300  $\text{cm}^{-1}$  เป็นช่วงของหมู่ฟังก์ชัน C–O วัชระ (2549)

### 4. สรุป

สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกระเจียบเขียวด้วยวิธีการสกัดโดยใช้น้ำกลั่น คือ สภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 95°C เวลานาน 90 min โดยมีปริมาณของเพคตินที่สกัดได้สูงที่สุดเท่ากับ 8.4 g คิดเป็น 16.15% โดยเพคตินที่สกัดได้จัดเป็น เพคตินชนิดที่มีเมธอกซิลสูง (High methoxyl pectin; HMP) ซึ่งเป็นเพคตินชนิดที่สามารถเกิดเจลรวดเร็วมาก (Ultra- rapid set pectin) เช่นเดียวกับเพคตินทางการค้า

### 5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้สนับสนุนงบประมาณที่ใช้ในการทำวิจัย รวมทั้งสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ

### 6. เอกสารอ้างอิง

- ชวนัญญ์ สิทธิดิลรัตน์, พิลาณี ไถถนอมสัจย์, จิราพร เชื้อกุล, ปริศนา สิริอาชา. 2548. การผลิตเพคตินจากเปลือกและกากส้มเหลืองทิ้ง. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 ประจำปี 2548, 469-480. กรุงเทพฯ: สาขาสัตว สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 1-4 กุมภาพันธ์ 2548, กรุงเทพมหานคร.
- ธนาวรรณ สุขเกษม. 2556. การสกัดเพคตินจากกะหล่ำปลีภูทับเบิก. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 10(2), 262-268.
- วัชระ เวียงแก้ว. 2551. การสกัดเพคตินด้วยไอน้ำจากเปลือกส้มโอ. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 3(2), 22-33
- ศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว. 2546. การสกัดและสมบัติของเพคตินจากกากฝรั่งพันธุ์กลมสาเลี. แหล่งข้อมูล: <http://www-phtnet.org/download/FullPaper/pdf/ndSeminarKKU-af083.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2560.
- องอาจ เต็ดดวง. 2553. การเปรียบเทียบเพคตินสกัดจากฝรั่งสามชนิดกับเพคตินมาตรฐาน. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- 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.



- May, C.D. 1997. Industrial pectins: Source, production and application. *Carbohydrate Polymer* 12, 79–84.
- Pagan, J., Ibarz, A., Lorca. M., Pagan, A., Barbosa, C.G.V. 2001. Extraction and Characterization of Pectin from Stored Peach Pomace. *Food Research international* 24, 605-612.
- Tornoda, A., Tsuji, A., Yoneyama, Y. 1989. Involvement of superoxide anion in the reaction mechanism of haemoglobin oxidation by nitrite. *Journal of Biochem* 193, 169-179.
- Yapo, B.M., Robert, C., Etienne, I., Wathelet, B., Paquot, M. 2007. Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts. *Food Chemistry* 100, 1356–1364.

