

## การสกัดเพคตินจากจาวตาล

### Extraction of Pectin from *Borassus abellifer* L. cotyledon

สุธิดา ทองคำ และพูนศิริ ทิพย์เนตร

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากจาวตาลและสมบัติของเพคตินที่สกัดได้ จากการศึกษาพบว่าสามารถสกัดเพคตินได้มากที่สุดร้อยละ 14.25 โดยน้ำหนัก ที่ค่าพีเอช 2 อัตราส่วนระหว่างจาวตาลและน้ำ 1 : 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เวลาที่ใช้ในการสกัด 40 นาที และที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เมื่อนำเพคตินที่สกัดไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีพบว่า มีความชื้นและเถ้าร้อยละ 12.13 และ 1.31 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ น้ำหนักสมมูล 845.11 ปริมาณหมู่เมทอกซิลร้อยละ 1.74 ปริมาณกรดพอลิกลาลแลคทูโรนิกร้อยละ 10.87 และระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชันร้อยละ 27.90

**คำสำคัญ:** เพคติน จาวตาล

#### Abstract

The objective of this research was to study the optimum extraction conditions and properties of pectin from *Borassus abellifer* L. cotyledon by using water. We found that the highest yeild of extracted pectin was 14.25 % by weight. The optimum extraction conditions were at pH 2, the ratio of *Borassus abellifer* L. cotyledon to water at 1:3 wt/vol, temperature at 95°C and extraction time for 40 mins. The pectin was precipitated and washed by using 95% ethanol. The extracted pectin contained the moisture at 12.13% wt, ash at 1.31% wt, equivalent weight at 845.11, methoxyl contents at 1.74% wt, content of polygalacturonic acid at 10.87% wt and degree of esterification at 27.9%, respectively.

**Keywords:** pectin, *Borassus abellifer* L. cotyledon



## บทนำ

จังหวัดเพชรบุรีมีการปลูกต้นตาลมากที่สุดในประเทศไทย บางส่วนของต้นตาล เช่น ใบตาล และต้นตาล สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในครัวเรือน และวัสดุในการก่อสร้าง นอกจากนี้ส่วนผลยังสามารถนำมารับประทานและแปรรูปเป็นอาหารที่หลากหลาย เช่น ลูกตาลลอยแก้ว ลอนตาลเชื่อม ขนมตาล ข้าวเหนียวลูกตาล และที่สำคัญจาวตาล (Figure 1) ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอาหาร เช่น จาวตาลเชื่อม และจาวตาลแช่อิ่ม เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าในพืชผักผลไม้ทุกชนิดมีเพคตินเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่แตกต่างกัน เพคตินเป็นสารสกัดที่ได้จากพืชและจัดเป็นสารประกอบในกลุ่มของไฮโดรคอลลอยด์หรือไฮโดรฟิลิกคอลลอยด์ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสายยาวและมีน้ำหนัก

โมเลกุลสูง [1] มักพบได้ในผนังเซลล์ (cell wall) ของเซลล์พืช ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์และเป็นสารที่สำคัญในบริเวณชั้นผนังเชื่อมยึดระหว่างเซลล์ (middle lamella) ที่ยึดเหนี่ยวเซลล์เข้าด้วยกันโดยจับกับเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และไกลโคโปรตีนของผนังเซลล์พืช เพคตินช่วยเสริมผนังเซลล์ให้หนา แข็งแรง และยืดหยุ่นได้เล็กน้อย โดยเฉพาะบริเวณที่มีเนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม เช่น ต้นอ่อน ใบ และผลไม้ เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymer) หรือพอลิเมอร์ธรรมชาติ (natural polymer) ที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มโดยใช้เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด สารก่อเจลในผลิตภัณฑ์แยม เจลลี่ และสารเพิ่มความคงตัวของระบบคอลลอยด์ในเครื่องดื่มน้ำผลไม้และผลิตภัณฑ์ที่มี



Figure 1. *Borassus abellifer* L. cotyledon.

ลักษณะเนื้อคล้ายเยลลี่ ในช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา มีการนำเพคตินมาใช้ประโยชน์ในทางเภสัชกรรมและอุตสาหกรรมยาเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเพคตินมีสมบัติเฉพาะที่ทำให้สามารถนำมาใช้เก็บกักหรือนำส่งยา โปรตีน และเปปไทด์ เป็นต้น นอกจากนี้เพคตินจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทเส้นใยอาหาร (dietary ber) ที่ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบการย่อยของมนุษย์ ซึ่งได้รับความสนใจจากนักโภชนาการมากขึ้น เพราะจากการวิจัยพบว่าอาหารที่มีไฟเบอร์สูงจะช่วยป้องกันการเกิดโรคต่างๆ หรือในทางกลับกันคนที่กินอาหาร

ที่มีไฟเบอร์น้อยก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคต่างๆ ได้ง่ายขึ้น เพคตินที่นิยมใช้ในทางการค้าส่วนมากเป็นเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกมะนาวและกากแอปเปิ้ล เพื่อเป็นแนวทางการลดการนำเข้าเพคติน ของอุตสาหกรรมในประเทศไทยและเป็นการเพิ่มมูลค่าตาลของจังหวัดเพชรบุรี ผู้วิจัยจึงสนใจนำจาวตาลซึ่งเป็นส่วนที่นิยมนำมาบริโภค เป็นส่วนของเมล็ดของตาลที่แก่จัดมาศึกษา มีรายงานการศึกษาตัวทำละลาย 3 ชนิด ในการสกัดเพคตินคือ แอลกอฮอล์ น้ำ และกรดไฮโดรคลอริก ในการสกัดเพคตินจากจาวตาลและลอนตาลอ่อนพบว่า เพคตินจากลอน



ตาลอ่อนสามารถสกัดได้โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก และ เพคตินจากจาวตาลสามารถสกัดได้โดยใช้น้ำและกรด ไฮโดรคลอริกซึ่งให้ปริมาณเพคตินไม่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแอลกอฮอล์ไม่สามารถสกัดเพคติน จากลอนตาลอ่อนและจาวตาลได้ [2] ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงเลือกใช้น้ำเป็นตัวทำละลายในการสกัดเพคติน เนื่อง จากน้ำเป็นตัวทำละลายที่หาง่าย ราคาถูก และที่สำคัญ น้ำเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีอันตรายและไม่ตกค้างในเพ คตินที่สกัดได้ และของเสียจากกระบวนการสกัดเพคติน ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม มีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสม ในการสกัดเพคตินจากจาวตาลเช่นกัน โดยใช้กรด ไฮโดรคลอริกตัวทำละลาย พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการ สกัดเพคตินจากจาวตาล คือ ความเข้มข้นของกรด ไฮโดรคลอริก 0.02 นอร์มัล อัตราส่วนระหว่างจาวตาล และน้ำคือ 1 : 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เวลาที่ใช้ใน การสกัด 40 นาที และอุณหภูมิในการสกัดที่ 95 องศา เซลเซียส ได้เพคตินร้อยละ 31.64 โดยน้ำหนัก [3] ผู้ วิจัยจึงสนใจศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน จากจาวตาลโดยใช้น้ำ และศึกษาสมบัติทางกายภาพและ ทางเคมีของเพคตินที่สกัดได้

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

### วัสดุและอุปกรณ์

1. จาวตาล
2. เครื่องอังน้ำ (water bath)
3. เครื่องอบลมร้อน (hot air oven)
4. เตาเผา (furnace)

**วิธีการ** ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพ คตินจากจาวตาลโดยใช้น้ำมี 2 ตอน คือ

**ตอนที่ 1** ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด เพคตินจากจาวตาลโดยใช้น้ำ

1. นำจาวตาลมาทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้น เล็กๆ ตากแดดให้แห้งสนิท แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก [4, 5]
2. ศึกษาผลของ pH ที่เหมาะสมในการสกัด โดยชั่งน้ำหนักจาวตาลแห้ง 100 กรัม เติมน้ำและปรับ

ค่า pH ของสารละลายโดยใช้กรดซัลฟิวริกให้มีค่า pH 1 2 3 4 5 และ 6 ในอัตราส่วนระหว่างจาวตาลต่อน้ำ เท่ากับ 1:3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เวลาที่ใช้ในการสกัด 40 นาที อุณหภูมิที่ใช้ 95 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 5 ซ้ำ

3. นำสารสกัดทั้งหมดที่ได้จากข้อที่ 2 มากรอง และตกตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วน ระหว่างสารสกัดที่กรองได้และเอทานอล 1:2 โดยปริมาตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองและล้างตะกอนเพคตินด้วยเอทานอลร้อยละ 75 และอะซีโตน ตามลำดับ

4. นำเพคตินที่ได้ไปทำแห้งในเตาอบลมร้อนที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่

5. ศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างจาวตาลและ น้ำ 1:3 1:4 1:5 1:6 และ 1:7 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยใช้ค่า pH ที่ให้ปริมาณเพคตินมากที่สุด เวลา 40 นาที อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด 95 องศาเซลเซียส ทำการ ทดลอง 5 ซ้ำ จากนั้นตกตะกอนและทำเพคตินให้แห้ง ในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่

6. ศึกษาผลของเวลาในการสกัดที่ 40 60 80 และ 100 นาที โดยใช้ค่า pH และอัตราส่วนที่ให้ ปริมาณเพคตินมากที่สุด ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 5 ซ้ำ จากนั้นตกตะกอนและทำเพคตินให้ แห้งในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จน ได้น้ำหนักคงที่

7. ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส โดยใช้ค่า pH อัตราส่วนของ จาวตาลต่อน้ำและเวลาในการสกัดที่ให้ปริมาณเพคติน มากที่สุด ทำการทดลอง 5 ซ้ำ จากนั้นตกตะกอนและ ทำเพคตินให้แห้งในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศา เซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่

**ตอนที่ 2** ศึกษาสมบัติของเพคตินที่สกัดได้ การ วิเคราะห์สมบัติของเพคตินที่สกัดจากจาวตาล ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น เถ้า น้ำหนักสมมูล ปริมาณหมู่ เมทอกซิล ปริมาณกรดพอลิกลาแลคทอโรนิก และระดับ การเกิดเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้

1. ปริมาณความชื้น [6] อบอุ่นด้วยความชื้นที่

อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ ซึ่งผงเพคตินประมาณ 3.0-3.5 กรัม ใส่ลงในถ้วยหาคความชื้น นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำออกจากตู้อบ ใส่ลงในเดซิเคเตอร์จนกระทั่งเย็นถึงอุณหภูมิห้อง นำไปชั่งหาน้ำหนักที่หายไป ทำการทดลอง 5 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณความชื้นเป็นร้อยละ

2. ปริมาณเถ้า [6] อบครุชชีเบิ้ลในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 1 คืน ซึ่งผงเพคติน 5 กรัม ใส่ลงในครุชชีเบิ้ล นำไปเผาบนตะเกียงเบนซิน จนหมดควัน เผาต่อจนได้เถ้าสีขาว นำเถ้าที่ได้เผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ทำการทดลอง 5 ซ้ำ คำนวณปริมาณเถ้าเป็นร้อยละ

3. น้ำหนักสมมูล ซึ่งผงเพคติน 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เทน้ำกลั่นที่ใส่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วลงในขวดรูปชมพู่ 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เพคตินละลาย เติมโซเดียมคลอไรด์ 1 กรัม หยดฟีนอลเรด 6 หยด นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งสารละลายถึงจุดยุติ คำนวณหาน้ำหนักสมมูล

4. ปริมาณหมู่เมทอกซิล กรดกาแลคทูโรนิก และระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชัน ซึ่งผงเพคติน 500 มิลลิกรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมเอทานอล 2 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิลิตร คนจนเพคตินละลายหมด เติมฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยด จากนั้นไทเทรตด้วย 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ จนถึงจุดยุติ สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นปริมาตรเริ่มต้น จากนั้นนำสารละลายมาเติมด้วย 10 มิลลิลิตร 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เขย่า ทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นเติม 10 มิลลิลิตร 0.5 โมลาร์ ไฮโดรคลอริก เขย่า จนกระทั่งสีชมพูจางหายไป นำสารละลายมาเติมฟีนอล์ฟทาลีนอีก 5 หยด แล้วนำไปไทเทรตด้วย 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนอีกครั้ง บันทึกปริมาตรของ 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ เป็นปริมาตรสุดท้าย

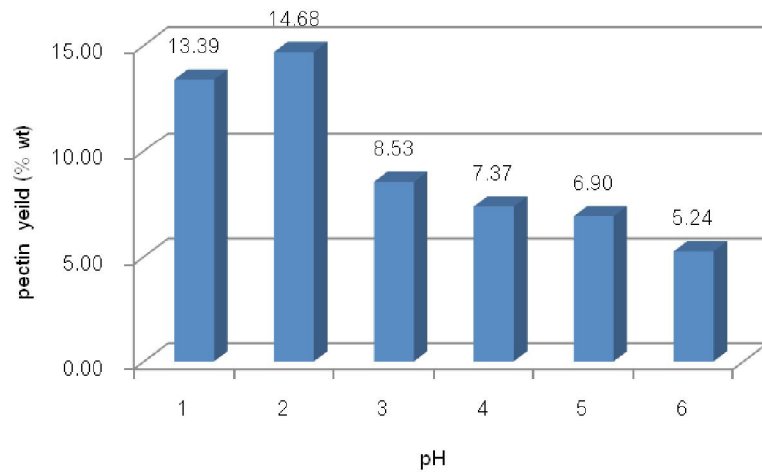
ทุก 1 มิลลิลิตรของ 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้เท่ากับ 15.52 มิลลิกรัมหมู่เมทอกซี และ 97.07 มิลลิกรัมกรดกาแลคทูโรนิก คำนวณหาร้อยละของการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชัน

## ผลการศึกษา

**ตอนที่ 1** ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากจาวตาลโดยใช้น้ำ

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากจาวตาลโดยใช้น้ำ ผลการศึกษาพบว่า ค่า pH อัตราส่วนระหว่างจาวตาลและน้ำ เวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดให้ปริมาณเพคติน ได้ผลดังต่อไปนี้

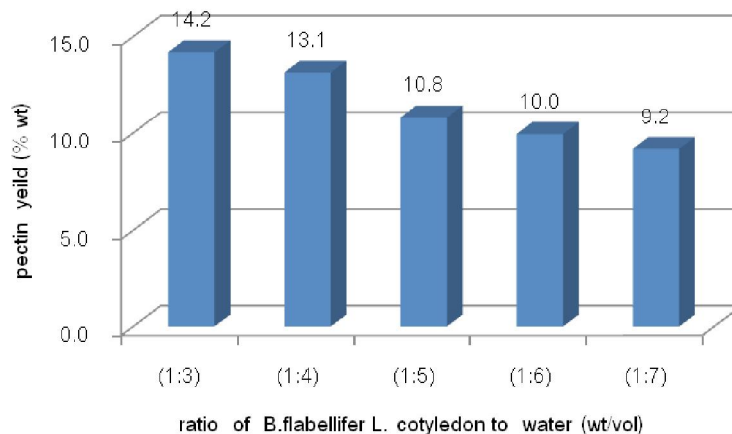




**Figure 2.** Pectin yield at different pH

จากการศึกษาผลของค่า pH พบว่าที่ pH 2 ให้ปริมาณเพคตินมากที่สุดร้อยละ 14.68 โดยน้ำหนัก (Figure 2) ซึ่งพบว่าปริมาณเพคตินมีแนวโน้มลดลงใน

ช่วง pH ตั้งแต่ 2 – 6 จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ที่ pH ต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0

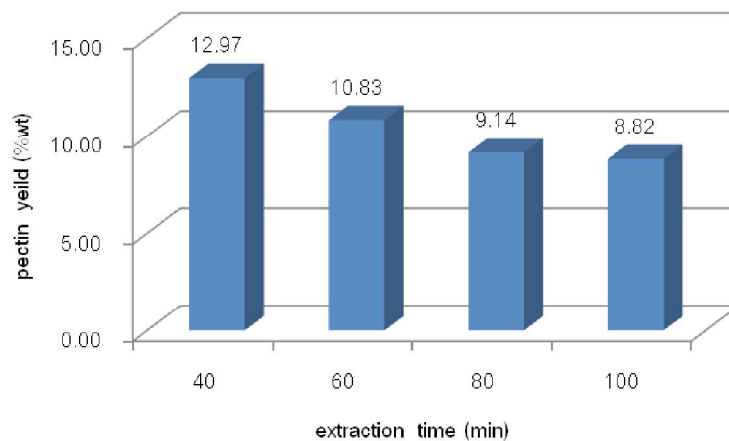


**Figure 3.** Pectin yield at different ratio of *B. abellifer* L. and water (wt/vol)

จากการศึกษาผลอัตราส่วนระหว่างจาวตาล และน้ำที่ใช้ในการสกัดพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนระหว่างจาวตาลและน้ำ ปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีแนวโน้มลดลง และอัตราส่วนระหว่างจาวตาลและน้ำที่ให้ปริมาณเพคตินมากที่สุดคือ อัตราส่วน 1 : 3 โดยน้ำหนักต่อ

ปริมาตร ให้ปริมาณเพคตินมากที่สุดร้อยละ 14.20 (Figure 3) จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้อัตราส่วนต่าง ๆ ระหว่างจาวตาลและน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

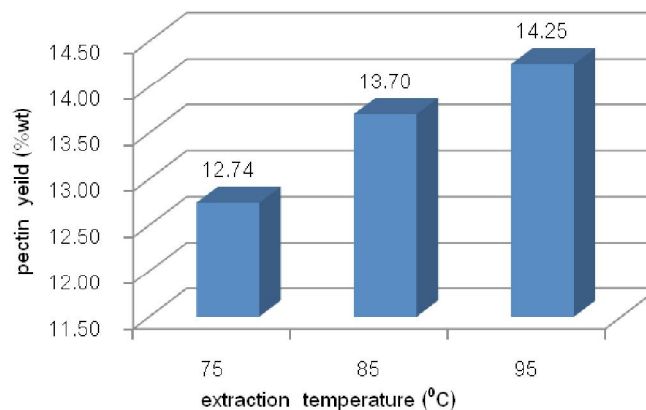




**Figure 4.** Pectin yield at different extraction time

เวลาที่ใช้ในการสกัดเพคตินจากจาวตาลคือ 40 60 80 และ 100 นาที พบว่าเมื่อใช้เวลาในการสกัด 40 นาที ให้ปริมาณเพคตินมากที่สุดร้อยละ 12.97 (Figure 4)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ที่เวลาต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



**Figure 5.** Pectin yield at different temperatures (degree celcius)

ผลการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเพคตินพบว่า ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณมากที่สุดร้อยละ 14.25 (Figure 5) จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเพคตินที่สกัดได้เป็นของแข็งสีขาวและเมื่อทำให้แห้งจะได้เพคตินที่มีสีน้ำตาลและมีกลิ่นคล้ายน้ำตาล (Figure 6)







**Figure 6.** The extracted pectin from *B. abellifer* L. cotyledon; (a) extracted pectin before drying (b) dried pectin (pectin powder)

**Table 1** Optimal extraction conditions of pectin from *B. abellifer* L. cotyledon by using water

Optimal extraction condition	Highest Pectin yield (% wt)
pH 2	14.68a + 0.18
ratio of <i>B. abellifer</i> cotyledon and water 1 : 3 wt/vol	14.19a + 0.19
extraction time (40 minutes)	12.97a + 0.13
temperature (950C)	14.25a + 0.10

จาก Table 1 พบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ที่สภาวะต่างๆ ให้ปริมาณเพคตินที่แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล พบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ที่สภาวะต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ตอนที่ 2** ศึกษาคุณสมบัติของเพคตินที่สกัดได้ คุณสมบัติของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดที่ศึกษาประกอบด้วย ความชื้น ปริมาณเถ้า น้ำหนักสมมูล

ปริมาณหมู่ เมทอกซิล ปริมาณกรดพอลิกลาแลคทูโรนิก และระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชัน ผลการศึกษาพบว่ามีความชื้นและเถ้าร้อยละ 12.13 และ 1.31 โดยน้ำหนักตามลำดับ น้ำหนักสมมูล 845.11 ปริมาณหมู่เมทอกซิลร้อยละ 1.74 ปริมาณกรดพอลิกลาแลคทูโรนิกร้อยละ 10.87 และระดับการเกิดเอสเทอร์ฟิเคชันร้อยละ 27.90 (Table 2)

**Table 2** The characteristics of pectin from *B. abellifer* L. cotyledon

Properties of pectin from <i>Borassus abellifer</i> L. cotyledon					
Moisture (% wt)	ash (% wt)	equivalent weight	methoxyl contents (% wt)	polygalacturonic acid (% wt)	DE (%)
12.13	1.31	845.11	1.74	10.87	27.90

## อภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากจาวตาลโดยใช้ น้ำ คือ ค่าพีเอชของสารละลาย 2 อัตราส่วนระหว่างจาวตาลและน้ำ 1 : 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เวลา 40 นาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของพลอยไพลิน พวงเพ็ญและพรพิมล คล้ายพันธ์ [3] ที่ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากจาวตาลโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก พบว่า สภาวะที่ทำให้ปริมาณเพคตินมากที่สุดคือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก 0.02 นอร์มัล อัตราส่วนระหว่างจาวตาลและกรดไฮโดรคลอริก 1 : 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เวลาที่ใช้ในการสกัด 40 นาที อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณเพคตินร้อยละ 31.64 โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเพคตินที่สกัดจากจาวตาลโดยใช้ น้ำ ได้ปริมาณเพคตินร้อยละ 14.25 โดยน้ำหนัก ซึ่งน้อยกว่าพลอยไพลิน พวงเพ็ญและพรพิมล คล้ายพันธ์ อาจเนื่องจากการใช้กรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล มีความเป็นกรดที่แรงกว่า จึงทำให้ความสามารถในการสกัดดีกว่าการใช้ น้ำ เป็นตัวทำละลาย จากการทดลองพบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ที่สภาวะต่างๆ มีปริมาณเพคตินแตกต่างกันทั้งที่การศึกษาสภาวะต่างๆ เป็นสภาวะเดียวกันทั้งหมด จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แม้ว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้จะไม่มากนัก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ เพคตินที่สกัดได้จากพืชชนิดอื่นๆ พบว่า มีปริมาณมากกว่า เช่น S. Yeoh, J. Shic และ T.A.G. Langrish [7] สกัดเพคตินจากเปลือกส้มได้ปริมาณเพคตินร้อยละ 5.27 โดยน้ำหนัก Wong Weng Wai, Abbas F.M. Alkarkhi และ Azhar Mat Easa [8] สกัดเพคตินจากเปลือกทุเรียนพบว่าได้ปริมาณเพคตินร้อยละ 2.1 – 10.3 โดยน้ำหนัก

ผลที่ได้จากการวิจัย พบว่า เพคตินที่สกัดได้จากจาวตาลในงานวิจัยนี้เป็นเพคตินที่มีปริมาณหมู่เมทอกซี (methoxy content) ร้อยละ 1.74 และระดับการเกิดเอสเทอร์ (degree of esterification ; DE) ร้อยละ 27.9 จัดเป็น เพคตินชนิดที่มีปริมาณหมู่เมทอกซีต่ำ (low methoxy pectin; LMP) คือ มีปริมาณหมู่เมทอกซีน้อยกว่าร้อยละ 8.16 และมีระดับการเกิดเอสเทอร์น้อย

กว่าร้อยละ 50 และงานวิจัยของ Maria F. Basanta, Nora M.A. Poncea, Ana M. Rojasb และ Carlos A. Stortza [9] สกัดเพคตินจากพลัมญี่ปุ่นได้เพคตินชนิดที่มี DE ร้อยละ 40 M.T. Iglesias และ J.E. Lozano [10] สกัดเพคตินจากดอกทานตะวันได้เพคตินที่มี DE ร้อยละ 11 ส่วนเพคตินทางการค้าเป็นเพคตินที่มี DE มากกว่าร้อยละ 50 จัดเป็นเพคตินที่มีหมู่เมทอกซีสูง (high methoxy pectin ; HMP)

ในการสกัดเพคตินต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของเพคตินที่สกัดได้ สิ่งบ่งบอกความบริสุทธิ์ของเพคตินคือ ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกในเพคติน โดยในการหาปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกต้องเปลี่ยนหมู่เมทอกซีของกาแลคทูโรนิก ให้เป็นกรดกาแลคทูโรนิกก่อนโดยการทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จึงจะได้ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกทั้งหมด ทำให้ทราบว่าเพคตินที่สกัดจากจาวตาลมีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกร้อยละ 10.87 โดยน้ำหนัก

จากการศึกษาปริมาณความชื้นในเพคตินที่สกัดจากจาวตาลร้อยละ 12.13 อาจเนื่องมาจากในกระบวนการสกัดใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย เมื่อนำเพคตินที่ได้มาทำให้แห้งอาจจะยังคงมีน้ำแทรกอยู่ในโมเลกุลของเพคตินก็เป็นได้ ปริมาณเถ้าหรือของแข็งอนินทรีย์ในเพคตินที่สกัดจากจาวตาลร้อยละ 1.31 เพคตินที่สกัดได้จากจาวตาลเป็นเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซีต่ำ (LMP) เพคตินชนิดนี้จะมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มกว่า จึงสามารถทำให้อาหารมีลักษณะเนื้อผิวที่ตื้นใช้เติมลงในโยเกิร์ต นมรสช็อกโกแลต ส่วนเพคตินทางการค้าทั้งสองชนิดเป็นเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซีสูง (HMP) จะมีความคงตัว ความหนืดสูง ทำให้เกิดรูปทรงจึงเติมในอาหารจำพวกแยม เยลลี่และผลไม้กวน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเคมีและหน่วยวิจัยเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีเป็นอย่างยิ่งที่ให้การสนับสนุนในเรื่องอุปกรณ์และสารเคมี รวมทั้งคำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้





## เอกสารอ้างอิง

1. นิธิยา รัตนานนท์. 2549. เคมีอาหาร *Food Chemistry*. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
2. สุริดา ทองคำ. 2552. การสกัดเพคตินจากจาวตาล และเมล็ดตาลอ่อน. *วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*. 8(1): 45-51.
3. พลอยไพลิน พวงเพ็ญ และพรพิมล คล้ายพันธ์. 2554. สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากจาวตาล โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
4. ชวนิษฐ์ ลิขิตติติก และคณะ. 2548. การผลิตเพคตินจากเปลือกและกากพลัมเหลืองแห้ง. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. เยาวลักษณ์ ทรัพย์ศิริ และวัชรรงค์ ยั่งยืน. 2551. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มเขียวหวาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. ลำปาง
6. Horwitz, W. 2001. *Chemistry International*. Gaithersburg, USA .
7. Yeoh, S., Shi, J. and Langrish, T.A.G. 2008. Comparisons between different techniques for water-based extraction of pectin from orange peels. *Desalination*. 218: 229–237.
8. Wong, W.W., Abbas, F.M., Alkarkhi and Easa, A. M. 2010. Effect of extraction conditions on yield and degree of esterification of durian rind pectin: An experimental design. *Food and bioproducts processing*. 88: 209–214.
9. Maria, F., Basanta, N. M. A., Ponce, A. M. R. and Carlos, A. S. 2012. Effect of extraction time and temperature on the characteristics of loosely bound pectins from Japanese plum. *Carbohydrate Polymers*. 89: 230– 235
10. Iglesias, M.T. and Lozano, J.E. 2004. Extraction and characterization of sunower pectin. *Journal of Food Engineering*. 62: 215–223.

