



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

การสกัด การทำให้บริสุทธิ์และสมบัติของเพคตินจากจาวตาล
Comparison of different extraction methods for the extraction of pectin from
Borassus flabelifer L. Cotyledon

เวธกา เข้าเจริญ¹

Email: w.chaocharoen@gmail.com

สุธิดา ทองคำ¹

Email: suthida_chem@hotmail.com

นิชนันท์ พุ่มพวง¹

Email: mic03423@gmail.com

แพรวพรรณ เพชรประดับ¹

Email: praeopun.phe@mail.pbru.ac.th

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

บทคัดย่อ

จังหวัดเพชรบุรีมีการปลูกต้นตาลเป็นจำนวนมากเพื่อลดปริมาณการนำเข้าเพคตินและเพิ่มมูลค่าจากจาวตาล งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดเพคตินจากจาวตาลด้วยความร้อนและไม่โครเวฟ ภายใต้สภาวะการสกัดเดียวกัน ยกเว้นกระบวนการให้ความร้อน การสกัดด้วยความร้อนจะให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ในขณะที่การสกัดด้วยไมโครเวฟจะใช้กำลังที่ 700 วัตต์ ผลการสกัดพบว่าเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี มีปริมาณเพคตินร้อยละ 35.55 ± 1.55 และ 35.22 ± 1.78 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการศึกษาสมบัติของเพคตินที่สกัดได้พบว่า การสกัดด้วยความร้อนและไม่โครเวฟมีปริมาณความชื้นร้อยละ 8.98 ± 0.31 และ 8.91 ± 0.21 โดยน้ำหนัก ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.21 ± 0.06 และ 0.80 ± 0.06 โดยน้ำหนัก น้ำหนักสมมูล 4140.53 ± 113.03 และ 3509.44 ± 135.50 ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกร้อยละ 15.00 ± 3.37 และ 9.65 ± 0.09 โดยน้ำหนัก ปริมาณหมู่เมทอกซี ร้อยละ 2.40 ± 0.53 และ 1.54 ± 0.02 โดยน้ำหนัก และระดับเอสเทอร์ฟิเคชันร้อยละ 5.54 ± 1.43 และ 2.09 ± 0.09 ตามลำดับ และเพคตินที่สกัดได้จัดเป็นเพคตินที่มีหมู่เมทอกซีต่ำ

คำสำคัญ เพคติน จาวตาล การสกัดด้วยไมโครเวฟ

Abstract

Petchaburi province have abundance of *Borassus flabellifer* L. Trees. To reduce the amount of pectin imports and increase value of *Borassus flabellifer* L. Cotyledon. The purposes of this research was to compare the extraction method between the conventional heating extraction (CV) and the Microwave assisted extraction (MAE) from *Borassus flabellifer*



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

L. under the same extraction condition except the heating process CV using heating at 95 °C whereas, MAE using microwave power of 700 watt. The results show that the extraction yield of extracted pectin were $35.55 \pm 1.55\%$ and $35.22 \pm 1.78\%$, respectively. This result revealed that the both extraction methods was not significantly different. The study of properties of pectin including moisture were $8.98 \pm 0.31\%$ (w/w) and $8.91 \pm 0.21\%$ (w/w), ash were $1.21 \pm 0.06\%$ (w/w) and $0.80 \pm 0.06\%$ (w/w), equivalent weight were $4,140.53 \pm 113.03$ and $3,509.44 \pm 135.50$, galacturonic acid content were $15.00 \pm 3.37\%$ (w/w) and $9.65 \pm 0.09\%$ (w/w), methoxy contents were $2.40 \pm 0.53\%$ (w/w) and $1.54 \pm 0.02\%$ (w/w) and degree of esterification were $5.54 \pm 1.43\%$ and $2.09 \pm 0.09\%$, respectively. In addition, the extracted pectin was low methoxy pectin.

Keywords: Pectin, *Borassus flabellifer* L. Cotyledon, Microwave assisted extraction

บทนำ

เพคตินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร จำพวกโยเกิร์ต เยลลี่ แยม ไอศกรีมและอาหารเพื่อสุขภาพ ในแต่ละปีประเทศไทยมีการนำเข้าเพคตินเป็นจำนวนมาก เพคตินประกอบไปด้วยพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่พบในพืชจัดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส ประกอบด้วยกรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) เป็นหลัก (siamchemi, 2560) คุณสมบัติของเพคตินเมื่อละลายน้ำจะพองตัวเป็นเจล ทำหน้าที่เป็นสารก่อเจล (Gelling agent) สารเพิ่มความเข้มข้นของของเหลว (thickener หรือ thickening agent) และสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) จึงถูกนำไปใช้ในการประกอบอาหารและเครื่องดื่ม

เพคตินสามารถสกัดได้จากพืชหลายชนิด เช่น จาวตาล ใบผักกุ่ม ใบเครือหมาน้อย และแก้วมังกร เป็นต้น ในการสกัดเพคตินจากพืชสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสกัดแบบดั้งเดิม(ด้วยความร้อน) การสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤต การสกัดด้วยไมโครเวฟและการสกัดด้วยอัลตราโซนิก (อดิศักดิ์ สีนโสภา, 2557) เช่น จากงานวิจัยของสุธิดา ทองคำและพูนศิริ ทิพย์เนตร (2555) ศึกษาการสกัดเพคตินจากจาวตาลโดยวิธีสกัดด้วยความร้อนพบว่าเพคตินที่สกัดจัดเป็นเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซีต่ำ (LMP) และจากงานวิจัยของ Nudthapong Tongkham (2017) ศึกษาการสกัดเพคตินจากเปลือกแก้วมังกร โดยใช้วิธีสกัดด้วยไมโครเวฟเวลาที่ใช้ในการสกัดน้อยกว่าการสกัดด้วยความร้อนซึ่งได้เพคตินชนิดเมทอกซิลสูง เป็นต้น

เนื่องจากจังหวัดเพชรบุรีมีการปลูกต้นตาลเป็นจำนวนมาก และมีการศึกษาการสกัดเพคตินจากจาก โดยสุธิดา ทองคำและพูนศิริ ทิพย์เนตร (2555) ศึกษาการสกัดเพคตินจากจาวตาลได้โดยใช้น้ำและกรดซิตริกด้วยความร้อนที่อุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส โดยมีระยะเวลาในการสกัด 40 นาที พบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ร้อยละ 14.25 โดยน้ำหนัก คณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสกัดเพคตินจากจาวตาลที่ให้ปริมาณเพคตินมากขึ้นและสามารถลดระยะเวลาในการสกัดเพคตินได้



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดเพคตินจากจาวตาลด้วยกรดร่วมกับความร้อนและการสกัดด้วยกรดร่วมกับไมโครเวฟ
2. เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของเพคตินที่สกัดได้จากจาวตาล

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร

เก็บตัวอย่างจาวตาล ในเขตตำบลโรงเข้ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาทำการเปรียบเทียบวิธีการสกัดสกัดเพคตินจากจาวตาล 2 วิธี คือการสกัดด้วยกรดร่วมกับความร้อน และการสกัดด้วยกรดร่วมกับไมโครเวฟ เพื่อดูปริมาณเพคตินที่สกัดได้ และสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพคตินที่สกัดได้ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

ตัวแปรในการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ วิธีการสกัดด้วยความร้อน วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณเพคติน ความชื้น เถ้า น้ำหนักสมมูล ปริมาณหมู่เมทอกซี ระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน (DE) และปริมาณกรดแลคทูโรนิก

ตัวแปรควบคุม อัตราส่วนที่ใช้ในการสกัด อุณหภูมิ เวลา การตกตะกอนและล้างตะกอน

3. ขอบเขตด้านเวลา

ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 - ธันวาคม 2561

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างจาวตาล

นำจาวตาลมาล้างน้ำให้สะอาดเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่นและสิ่งสกปรก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ และนำไปตากแดดให้แห้งจากนั้นปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่น นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนให้แห้งสนิท เก็บใส่ถุงซิปล็อคนำไป เก็บในโถดูดความชื้น จนกว่าจะนำมาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป (สุธิดา ทองคำ และพูนศิริ ทิพย์เนตร, 2555)



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"



รูปที่ 1 จาวตาล

ที่มา : ฐานข้อมูลจาก oknationblog. “จาวตาล”. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก
www.oknation.nationtv.tv/blog/sekyicy/2010/11/10/entry-1

2. การสกัดเพคติน

2.1 การสกัดเพคตินด้วยความร้อน (ดัดแปลงมาจากสุธิดา ทองคำ และพูนศิริ ทิพย์เนตร, 2555)

นำผงจาวตาล 2.5 กรัม เติมน้ำกลั่นในอัตราส่วนผงจาวตาล:น้ำที่ 2.5:100 จากนั้นปรับ pH ด้วยกรดซิตริกจนได้ pH เท่ากับ 2 แล้วนำไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำสารไปกรองด้วยผ้าขาวบางกรองขณะร้อน (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง) จากนั้นทิ้งสารละลายที่กรองได้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วตกตะกอนด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วนระหว่างสารละลายกับเอทานอล คือ 1:2 โดยปริมาตร จากนั้นทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นล้างตะกอนด้วยเอทานอล 95% 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร จากนั้นล้างด้วยอะซิโตน 1 ครั้ง 25 มิลลิลิตร ออบในตู้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นำเพคตินที่สกัดได้เก็บในโถดูดความชื้นจนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ขั้นตอนต่อไป

2.2 การสกัดเพคตินด้วยไมโครเวฟ (ดัดแปลงมาจาก Tongkham et al., 2017)

นำผงจาวตาล 2.5 กรัม เติมน้ำกลั่นในอัตราส่วนผงจาวตาล:น้ำที่ 2.5:100 จากนั้นปรับ pH ด้วยกรดซิตริกจนได้ pH เท่ากับ 2 แล้วนำไปเข้าเครื่องเตาอบไมโครเวฟ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำสารไปกรองด้วยผ้าขาวบางกรองขณะร้อน (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง) จากนั้นทิ้งสารละลายที่กรองได้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วตกตะกอนด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วนระหว่างสารละลายกับเอทานอลคือ 1:2 โดยปริมาตร จากนั้นทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นล้างตะกอนด้วยเอทานอล 95% 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร แล้วล้างด้วยอะซิโตน 1 ครั้ง 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำเพคตินที่ได้ไปอบในตู้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นำเพคตินที่สกัดได้เก็บในโถดูดความชื้นจนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ขั้นตอนต่อไป

3. ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพคตินที่สกัดได้จากจาวตาล

3.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพเพคตินที่สกัดได้

การหาปริมาณความชื้น (moisture) (AOAC, 2000)

อบถ้ำหาความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นชั่งผงเพคตินประมาณ 3.0 กรัม แล้วนำไปอบต่อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักจากนั้นนำไปอบต่อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที อบจนน้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

การหาปริมาณเถ้า (ash) (AOAC, 2000)

อบครุชีเบิลในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ (a) จากนั้นซึ่งผงเพคตินประมาณ 1.5 กรัม หยดด้วยกรดไนตริก (HNO_3) อัตราส่วน 1:1 จำนวน 2 มิลลิลิตร นำไปเผาบนแผ่นให้ความร้อน แล้วนำไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วชั่งน้ำหนักจากนั้นนำไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ทำซ้ำๆ จนน้ำหนักคงที่ (b) คำนวณปริมาณเถ้าเป็นร้อยละ โดยคิดเป็นน้ำหนักแห้งคำนวณปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (คิดเป็นร้อยละ)} = 100 \times \frac{(b-a)}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การหาน้ำหนักสมมูล (equivalent weight) (ดัดแปลงมาจาก สุธิดา ทองคำ และ พูนศิริ ทิพย์เนตร, 2555)

นำผงเพคตินหนัก 0.5 กรัม (S) เติมน้ำกลั่นที่ไล่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วจากนั้นผสมให้เข้ากัน เติมโซเดียมคลอไรด์ 1 กรัม หยดฟีนอลเรด 6 หยด นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (N) จนกระทั่งสารละลายถึงจุดยุติ นำปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (V) มาคำนวณน้ำหนักสมมูลจากสูตร

$$\text{น้ำหนักสมมูล} = \frac{1000 \times S}{NV}$$

3.2 ศึกษาสมบัติทางเคมีเพคตินที่สกัดได้ (ดัดแปลงมาจาก สุธิดา ทองคำ และ พูนศิริ ทิพย์เนตร, 2555)

นำผงเพคติน 500 มิลลิกรัม เติมหาทานอล 2 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่นที่ปราศจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิลิตร คนจนเพคตินละลายหมด เติมนีโอฟทาซีน 5 หยด จากนั้นไทเทรตด้วย 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ จนถึงจุดยุติ (สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน) บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นปริมาตรเริ่มต้น (V_1) จากนั้นนำสารละลายที่ได้เติมด้วย 10 มิลลิลิตร 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เขย่าทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นเติม 10 มิลลิลิตร 0.5 โมลาร์ กรดไฮโดรคลอริก เขย่าจนกระทั่งสีชมพูจางหายไปจากนั้นเติมนีโอฟทาซีนอีก 5 หยด แล้วนำไปไทเทรตด้วย 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนอีกครั้งบันทึกปริมาตรของ 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นปริมาตรสุดท้าย (V_2) ทุกๆ 1 มิลลิลิตรของ 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

เท่ากับ 15.52 มิลลิกรัมหมู่เมทอกซีและ 97.07 มิลลิกรัมกรดกาแลคทูโรนิก คำนวณหาระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน จากสูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณหมู่เมทอกซี (\%w/w)} = \frac{V_{\text{รวม}} \times 15.52}{\text{ตัวอย่าง(mg)}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน (\%DE)} = \frac{V_2}{V_1 + V_2 + 10} \times 100$$

$$\text{ร้อยละกรดกาแลคทูโรนิก (\%w/w)} = \frac{V_{\text{รวม}} \times 97.07}{\text{ตัวอย่าง(mg)}} \times 100$$

ผลการวิจัย

นำจาวตาลสดมา 6 กิโลกรัม มานำทำให้แห้งได้ 1,244.67 กรัม คิดเป็นร้อยละ 20.74 โดยน้ำหนัก ของตัวอย่างจาวตาลสด เมื่อนำไปสกัดเพคตินด้วยความร้อนและไม่โครเวฟ พบว่า ปริมาณเพคตินจากจาวตาลที่สกัดด้วยความร้อนมีปริมาณเพคตินร้อยละ 35.55 ± 1.55 โดยน้ำหนัก และเพคตินจากจาวตาลที่สกัดด้วยไมโครเวฟมีปริมาณเพคตินร้อยละ 35.22 ± 1.78 โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณเพคตินที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 1 และลักษณะของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ แสดงดังรูปที่ 2 (ก) และ (ข)

ตารางที่ 1 ปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากวิธีสกัดด้วยความร้อนและวิธีสกัดด้วยไมโครเวฟ

วิธีการสกัด	ปริมาณของเพคตินที่สกัดได้ (%w/w)
ด้วยความร้อน	$35.55^a \pm 1.55$
ด้วยไมโครเวฟ	$35.22^a \pm 1.78$

*ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 (ก) เพคตินผงจากจาวตาลที่สกัดด้วยความร้อน
 (ข) เพคตินผงจากจาวตาลที่สกัดด้วยไมโครเวฟ

จากรูปที่ 2 (ก) และ (ข) แสดงรูปของเพคตินผงจากจาวตาลที่สกัดด้วยความร้อนและไมโครเวฟตามลำดับ พบว่า ลักษณะของเพคตินที่สกัดได้เป็นผงสีขาวมีกลิ่นหอมเหมือนน้ำตาลสดซึ่งเพคตินที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธีมีลักษณะเหมือนกัน

สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น เถ้า น้ำหนักสมมูลและระดับเอสเทอร์ฟิเคชันของเพคติน ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพคตินที่สกัดด้วยกรดร่วมกับความร้อนและกรดร่วมกับไมโครเวฟ

สมบัติของเพคติน	วิธีการสกัด	
	การสกัดด้วยความร้อน	การสกัดด้วยไมโครเวฟ
ปริมาณความชื้น (%w/w)	8.98 ^a ± 0.31	8.91 ^a ± 0.21
ปริมาณเถ้า (%w/w)	1.21 ^a ± 0.06	0.80 ^b ± 0.06
น้ำหนักสมมูล	4140.53 ^a ± 113.03	3509.45 ^b ± 135.50
ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก (%w/w)	15.00 ^a ± 3.38	9.65 ^b ± 0.09
ระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน (%)	5.45 ^a ± 1.43	2.09 ^b ± 0.09
ปริมาณหมู่เมทอกซี (%w/w)	2.40 ^a ± 0.54	1.54 ^b ± 0.02

*ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า เพคตินจากจาวตาลที่สกัดด้วยความร้อน มีปริมาณความชื้น เถ้า กรดกาแลคทูโรนิกและปริมาณหมู่เมทอกซี ร้อยละ 8.98 1.21 15.00 และ 2.40 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ น้ำหนักสมมูล 4,140.53 และระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน ร้อยละ 5.45

เพคตินจากจาวตาลที่สกัดด้วยไมโครเวฟ มีปริมาณความชื้น เถ้า กรดกาแลคทูโรนิกและปริมาณหมู่เมทอกซี ร้อยละ 8.91 0.80 9.65 และ 1.54 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ น้ำหนักสมมูล 3,509.44 และระดับ เอสเทอร์ฟิเคชัน ร้อยละ 2.09



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณความชื้นของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปริมาณเถ้า กรดกาแลคทูโรนิก ปริมาณหมู่เมทอกซี และระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

การเปรียบเทียบการสกัดเพคตินจากจาวตาลด้วยความร้อนและไม่โครเวฟ พบว่า เพคตินที่สกัดได้มีปริมาณร้อยละ 35.55 และ 35.22 โดยน้ำหนัก จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี นั้น ไม่มีผลต่อปริมาณเพคตินที่สกัดได้และปริมาณเพคตินที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี มีปริมาณมากกว่าเพคตินสกัดได้จากงานวิจัยของ (สุธิดา ทองคำและพูนศิริ ทิพย์เนตร, 2555) เนื่องจากอัตราส่วนที่ใช้ในการสกัดและเวลาที่มีผลต่อปริมาณเพคตินและเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้กับเพคตินที่สกัดได้จากพืชอื่นๆ พบว่ามีปริมาณมากกว่า เช่น การสกัดเพคตินจากกะหล่ำปลีจากภูทับเบิกร้อยละ 15.80 โดยน้ำหนัก (ธนาวรรณ สุขเกษม, 2556) การสกัดเพคตินจากใบผักกุ่มบกร้อยละ 32.50 โดยน้ำหนัก (ปรียานุช เจริญศิริ และคณะ, 2558)

จากการสกัดเพคตินจากจาวตาลด้วยความร้อน พบว่า ร้อยละโดยน้ำหนักปริมาณความชื้น เถ้า หมู่เมทอกซี และกรดกาแลคทูโรนิก 8.98 1.21 2.40 15.00 ตามลำดับ ระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน และน้ำหนักสมมูล 5.45 4,140.53 ตามลำดับ สำหรับการสกัดเพคตินจากจาวตาลด้วยไมโครเวฟ พบว่า ร้อยละโดยน้ำหนักปริมาณความชื้น เถ้า หมู่เมทอกซี และกรดกาแลคทูโรนิก 8.91 0.80 1.54 9.65 ตามลำดับ ระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน และน้ำหนักสมมูล 2.09 3,509.44 ตามลำดับจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณความชื้น ของเพคตินที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณเถ้า หมู่เมทอกซี กรดกาแลคทูโรนิก ระดับเอสเทอร์ฟิเคชัน และน้ำหนักสมมูล ของเพคตินที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความชื้น (moisture) เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง ถ้ามีน้ำอยู่ในปริมาณมากจะทำให้มีสถานะที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย แสดงให้เห็นว่าวิธีของการสกัดเพคตินจากจาวตาลทั้ง 2 วิธี ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น และลักษณะทางกายภาพของเพคตินที่ได้เป็นของแข็งสีขาว มีกลิ่นหอมคล้ายน้ำตาลสด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า 2 ชนิด คือ UnipeptineTM AYD 250 และ PECTIN APC 102 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 11.87 และ 11.48 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับใบรับรองคุณสมบัติของเพคติน UnipeptineTM AYD 250 และ PECTIN APC 102 มีปริมาณความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 12 พบว่า เพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี มีปริมาณความชื้นน้อยกว่าเพคตินทางการค้า ซึ่งส่งผลให้เพคตินที่สกัดได้นี้สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าเพคตินทางการค้าทั้ง 2 ชนิด



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

เถ้า (ash) หมายถึง ส่วนของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งเหลืออยู่ภายหลังจากการเผาไหม้หรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ในอาหารก็บออกซิเจนได้เป็นสารประกอบออกไซด์ที่ระเหยได้ เถ้าที่เหลืออยู่เป็นออกไซด์ของแร่ธาตุต่างๆ ที่ระเหยไม่ได้ วิธีการสกัดมีผลต่อปริมาณเถ้าของเพคติน ซึ่งอาจเกิดเนื่องมาจากในกระบวนการสกัดด้วยความร้อนมีการมีการเจือปนของสารอื่นที่ไม่ถูกเผาไหม้ทำให้ได้ปริมาณเถ้าสูงกว่า อย่างไรก็ตามเพคตินที่สกัดได้มีปริมาณเถ้าไม่เกินมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาที่กำหนดโดยมาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 10%

น้ำหนักสมมูล (equivalent weight) เป็นค่าที่สามารถบ่งบอกถึงน้ำหนักโมเลกุลของเพคติน เพคตินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงโดยปกติจะมีเป็นพอลิเมอร์สายยาว ทำให้มีความหนืดสูง วิธีการสกัดมีผลต่อน้ำหนักสมมูลของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ การสกัดด้วยความร้อนให้เพคตินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าเป็นพอลิเมอร์ที่สายยาวกว่าเพคตินที่สกัดด้วยไมโครเวฟ อาจเนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนโดยเฉพาะการสกัดด้วยไมโครเวฟ เนื่องจากการให้ความร้อนภายใต้ระบบปิดทำให้รักษาอุณหภูมิขณะสกัดได้ดีกว่าการสกัดด้วยความร้อนภายใต้ระบบเปิดสายพอลิเมอร์ของเพคตินจึงอาจถูกทำให้สลายได้ง่ายกว่าและอาจเนื่องมาจากอันตรกิริยา (interaction) ของคลื่นไมโครเวฟจึงทำให้สายพอลิเมอร์ของเพคตินสั้นลงได้

ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกของเพคตินจากจาวตาล วิธีการสกัดมีผลต่อปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า 2 ชนิด คือ UnipectineTM AYD 250 มีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกร้อยละ 24.46 โดยน้ำหนัก และ PECTIN APC 102 มีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกร้อยละ 38.05 โดยน้ำหนัก ดังนั้น เพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี มีปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกน้อยกว่าเพคตินทางการหรือมีความบริสุทธิ์น้อยกว่าเพคตินทางการค้าทั้ง 2 ชนิด เนื่องจากเพคตินทางการค้ามีการผลิตขึ้นมาเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานในด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและด้านอื่นๆ ซึ่งเพคตินที่ได้จากการทดลองนั้นอาจจะต้องทำการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดต่อไป

ปริมาณหมู่เมทอกซี (methoxy content) เป็นค่าที่ใช้บอกปริมาณหมู่เมทิลเอสเทอร์ที่ถูกขจัดออกจากเพคติน สามารถใช้จำแนกเพคตินออกได้เป็น 2 ประเภท 1) เพคตินที่มีปริมาณหมู่เมทอกซีต่ำ (low methoxy pectin) 2) เพคตินที่มีปริมาณหมู่เมทอกซีสูง (high methoxy pectin) ปริมาณหมู่เมทอกซีของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดด้วยความร้อนและด้วยไมโครเวฟ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุธิดา ทองคำ และพูนศิริ ทิพย์เนตร (2555) ที่มีปริมาณหมู่เมทอกซี (methoxy content) ร้อยละ 1.74 จัดเป็นเพคตินชนิดที่มีปริมาณหมู่เมทอกซีต่ำ (low methoxy pectin) วิธีการสกัดมีผลต่อปริมาณหมู่เมทอกซีของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้

ระดับเอสเทอร์ฟิเคชันของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดด้วยความร้อนและไมโครเวฟ วิธีการสกัดมีผลต่อระดับเอสเทอร์ฟิเคชันของเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้และระดับเอสเทอร์ฟิเคชันน้อยกว่าร้อยละ 50 แสดงให้



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

เห็นว่าเพคตินจากจาวตาลที่สกัดด้วยความร้อนและไม่โครเวฟจัดเป็นเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซีต่ำ (low methoxy pectin) ซึ่งร้อยละของระดับเอสเทอร์ฟิเคชันสอดคล้องกับปริมาณหมู่เมทอกซี

จากการสกัดเพคตินจากจาวตาลด้วยความร้อนและไม่โครเวฟ พบว่าวิธีการสกัดไม่มีผลต่อปริมาณของเพคตินที่ได้และเพคตินจากจาวตาลที่สกัดได้ทั้ง 2 วิธี เป็นเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซีต่ำ (low methoxy pectin) ซึ่งเป็นเพคตินชนิดนี้จะมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม วิธีการสกัดเพคตินจากจาวตาลด้วยความร้อนและไม่โครเวฟมีปริมาณเพคตินมากกว่างานวิจัยของสุธิดา ทองคำ และพูนศิริ ทิพย์เนตร(2555) ซึ่งมีปริมาณเพคตินเพียงร้อยละ 14.25 โดยน้ำหนัก

ข้อเสนอแนะ

1. เพคตินที่สกัดได้จากจาวตาลเป็นเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซีต่ำ เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น โยเกิร์ต นมรสช็อกโกแลต หรืออาหารที่มีผิวสัมผัสที่อ่อนนุ่ม จึงควรมีการนำเพคตินที่ได้ไปทำผลิตภัณฑ์ด้านอาหารต่อไป
2. ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการสกัดที่ให้เพคตินที่มีความบริสุทธิ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ชนาวรรณ สุขเกษม และขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา. (2556). ศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกะหล่ำปลี (*Brassica oleracea* L.var.capitata) ฤทธิ์ขับเบิก อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. 10(2): 262-268.
- ปริญานุช เจริญศิริ พิมพ์พรรณ ปลื้มสูตร และ สาวิตรี พอกกลาง. (2558). การศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากใบผักกุ่มบก. ปริญาญาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต โปรแกรมวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- เพคติน (Pectin)ประโยชน์และสรรพคุณเพคติน(ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2562. จาก <https://www.siamchemi.com/> เพคติน/.
- สุธิดา ทองคำ และพูนศิริ ทิพย์เนตร. (2555). การสกัดเพคตินจากจาวตาล. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. 1:3-11.
- อดิศักดิ์ สินโสภณ. (2557). การเปรียบเทียบวิธีสกัดเพคตินจากเปลือกมะนาวแป้นโดยใช้วิธีการสกัดแบบดั้งเดิม วิธีการสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤต วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ และวิธีการสกัดด้วยอัลตราโซนิก : ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- A.O.A.C (2000). **Official methods of analysis**. Association of Official Analytical Chemists International. Maryland, USA.



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

Sekyicy. (2553). มีจาวตาลมาฝากครับ. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2562, จาก

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://oknation.nationtv.tv/blog/sekyicy/2010/11/10/entry-1>.

Tongkham, N., Juntasalay, B., Lasunon, P., and Sengkhampan, N. (2017). **Dragon fruit peel pectin: Microwave-assisted extraction and fuzzy assessment.** *Agriculture and Natural Resources*. 51(4): 262-267.