RMUTP Research Journal Special Issue
The 5th Rajamangala University of Technology National Conference

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากวัสดุทางการเกษตร

The optimum conditions of extracting pectin from agricultural materials.

ชินานาฏ วิทยาประภากร[1*] และ สมัชญ์ ทวีเกษมสมบัติ[1]

[1]อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
จังหวัดเชียงใหม่ 50300

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากผักและผลไม้ที่ คือ แอปเปิ้ล ส้มโอ มะนาว และกล้วย พบว่าเมื่อเปรียบเทียบลักษณะของเพคตินที่ได้จากเปลือกส้มโอมีลักษณะทางกายรูปที่ดี สีขาว และมีร้อยละผลผลิตที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะเลือกเปลือกส้มโอเป็นวัตถุดิบในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินต่อไป ในขั้นตอนของการสกัดเพคติน ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ดังนี้ คือ ที่อุณหภูมิ 50 60 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกและใช้เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง โดยพบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด และมีปริมาณผลผลิตของเพคตินสูงสุดเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเท่ากับ 80 และ 90 องศาเซลเซียสได้ผลที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาชนิดของกรดที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ดังนี้ คือ กรดไฮโดรคลอริก ,กรดไนตริก และกรดอะซิติก เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง (1,440 นาที) พบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีค่าสูงสุดเมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริกปรับสภาวะความเป็นกรดในการสกัด ขั้นสุดท้ายได้ทำการศึกษาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ดังนี้ คือ 30 60 90 120 และ 1,440 นาที โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ที่อุณหภูมิในการสกัด 80 องศาเซลเซียส โดยพบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีค่าสูงสุดเมื่อใช้เวลาในการสกัดเท่ากับ 90 นาที เมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดมากขึ้น พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณเพคตินที่สกัดได้ จากงานวิจัยครั้งนี้ได้ผลที่น่าพอใจสามารถเป็นใช้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อปรับปรุงการสกัดเพคตินต่อไป

Abstract

The optimum conditions of extracting pectin from vegetables and fruits are apples, grapefruit, lemons and bananas were studied. It was found that pectin from grapefruit peel gave good physical property, white and has a relatively highest yield. Therefore, in this study was interested to choose grapefruit peel as raw materials to optimum the conditions of pectin extraction. In the process of pectin extraction, the temperatures of the extraction were studied at various 50, 60, 70, 80 and 90 ℃ by using hydrochloric acid for 24 hours. It was found that, when the temperature increased the pectin extract was increased while at 80 and 90 ℃ have a similar effect. After that, pH conditions of the extraction were studied by various acids such as hydrochloric acid, nitric acid and acetic acid at the same concentration of 1.0 molar at 80 ℃ for 24 hours (1,440 minutes). The results found that hydrochloric acid gave maximum pectin extracted yield. Finally, the extraction times were studied at 30, 60, 90, 120 and 1440 minutes using 1.0 M hydrochloric acid. From this work can optimized the pectin extraction condition as of 80 ℃ and the extraction time was 90 minutes that gave maximum yield of pectin. At the otherwise, the times of extraction have no effect to the amount of pectin. The potential from this study had satisfactory results can be used to improve the extraction of pectin system.

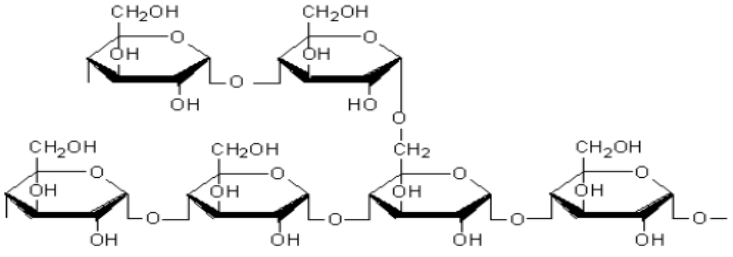
คำสำคัญ : เพคติน การสกัด การวิเคราะห์เชิงปริมาณ
Keywords : pectin, extracting

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ chinanatw@hotmail.com โทร. 0 5392 1444 ต่อ 2830

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้าเพคติน (Pectin) จากต่างประเทศ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา รวมทั้งใช้ผลิตอาหารประเภทเจล เยลลี่ และอาหารเสริมประเภทต่างๆ โดยราคาของเพคตินขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ผลิตและเกรดของเพคติน ซึ่งในทางการค้านิยมสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้ตระกูล ส้มและกากแอปเปิ้ล การสกัดเพคตินทางการค้าเริ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 และพัฒนาเรื่อย ๆ มาจนถึงปัจจุบัน เพคตินที่นำเข้าประเทศไทยเป็นเพคตินระดับอุตสาหกรรม ราคาประมาณ 3,800 บาท/กิโลกรัม และระดับเภสัชกรรม ราคา 6,650 –10,161 บาท/กิโลกรัม (บริษัท Fluka ประเทศเยอรมัน, 2552) และไม่แบ่งจำหน่ายในปริมาณน้อยๆ ดังนั้นจึงมีความต้องการอย่างเร่งด่วนที่จะผลิตเพคตินภายในประเทศเพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดอุตสาหกรรมอาหารและยาตลอดจนในระดับธุรกิจขนาดเล็กและครัวเรือน เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตและรักษาสมดุลในทางเศรษฐศาสตร์องค์รวมของประเทศ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีวัตถุดิบทางการเกษตรและของเหลือใช้ทางการเกษตรหลากหลายชนิดที่จะสามารถนำมาสกัดเป็นเพคตินได้ เช่น เปลือกส้ม เปลือกส้มโอ เปลือกทุเรียน แอปเปิ้ล กากเมล็ดทานตะวัน กากมันฝรั่ง ผักกาดขาว และเปลือกถั่วเหลือง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะสกัดเพคตินจากผักและผลไม้และของเหลือใช้ทางการเกษตรให้ได้ผล เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพิ่มร้อยละผลผลิตในการสกัดเพคตินในอนาคตและเมื่อสามารถสกัด เพคตินได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะนำไปสู่การศึกษาทางการประยุกต์ใช้ต่อไป

เพคตินมาจากภาษากรีกคำว่า Braconnot หมายถึง ตัวประสานหรือตัวทำให้แข็ง (congeal or solidity) ในทางการค้าจะสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม และกากแอปเปิ้ล (Fishman and Chau, 2000; Zareey et al., 2002) เนื่องจากเพคตินเป็น สารประกอบโพลิเมอร์ที่พบในพืช โดยจับกับเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และไกลโคโปรตีนของผนังเซลล์พืช สารประกอบเพคตินทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์ และเป็นสารที่สำคัญในบริเวณผนังบางชั้นกลาง (middle lamella) ที่ยึดเหนี่ยวเซลล์เข้าด้วยกัน โดยเฉพาะบริเวณที่มี เนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม เช่น ต้นอ่อน ใบ และผลไม้ เพคตินเป็นสารโพลีแซคคาไรด์มีองค์ประกอบ 2 ส่วนใหญ่ ได้แก่ ส่วนของ homogalacturonan (1-4) linked ซึ่งเป็นกรดกาแลคตูโรนิคเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α-1,4-glycosidic linkage และกลุ่มเมทิลเอสเตอร์ และส่วน rhamnogalactunan (1-2) repeating linked ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อกันซ้ำๆ ของน้ำตาลแรมโนสและ กรดกาแลคตูโรนิค ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแสดงโครงสร้างของเพคติน

เพคติน (pectin) เป็นโพลีเมอร์ที่พืชสร้างขึ้น เป็นโพลีเมอร์ที่ซับซ้อนประกอบด้วยหน่วยสารเคมีหลายชนิด เพคตินเป็นสารมีขั้วจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายมีขั้ว เช่น น้ำ หรือสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด-ด่าง แต่ไม่ละลายในสารละลายพวกน้ำมันซึ่งไม่มีขั้ว นอกจากนี้อุณหภูมิสูงยังช่วยให้เพคตินละลายได้ดีขึ้น เพคตินเป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบมาก ใน

ผักและผลไม้ที่กำลังเจริญเติบโต โดยเกาะกับผนังเซลล์ที่เรียกว่าผนังบางชั้นกลางและสะสมเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เพคตินบางส่วนจะเกาะอยู่กับเซลลูโลส โดยทำหน้าที่เชื่อมเข้าด้วยกันและควบคุมการซึมผ่านของน้ำ เพคตินเป็นสารที่มีคุณสมบัติพิเศษคือสามารถทำให้เจลคงรูปได้ สารประกอบเพคตินจัดเป็นกรดเพคตินิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นสารผสมอาหารเพื่อสร้าง ให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อละลายน้ำจะพองตัวเป็นเจลทำหน้าที่ได้ทั้งการเป็นสารที่ทำให้เกิดเจล(gelling agent) สารข้น(thickener) และสารที่ทำให้เกิดความเสถียร(stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม และยา เพื่อทำให้กระบวนการผลิตสะดวกขึ้น และช่วยปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น เช่น ในอุตสาหกรรมทำแยม เยลลี่ ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดความเสถียรในผลิตภัณฑ์นมและโยเกิร์ต ใช้เป็นสารข้นของซอส เครื่องปรุง น้ำเชื่อมเข้มข้น น้ำสลัด เครื่องดื่ม เป็นต้น ใช้ผลิตอาหารเด็ก เพราะเพคตินช่วยลดการระคายเคือง นอกจากเพคตินจะใช้ในอุตสาหกรรมเป็นสารผสมอาหารโดยตรงแล้ว ยังนำมาใช้เป็นเส้นใยในรูปของอาหารเสริมสุขภาพ เช่น ช่วยลด คลอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือด ใช้เป็นเส้นใยอาหารป้องกันโรคระบบทางเดินอาหาร และ ใช้ในด้านเภสัชกรรมช่วยเพิ่มการทำงานของยา เป็นต้น

รูปที่ 2 แสดงการนำสารสกัดเพคตินจากวัสดุทางการเกษตรไปใช้ประโยชน์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสกัดเพคตินเองในประเทศ ด้วยการใช้ผลผลิตทางการเกษตรและของเหลือใช้ทางการเกษตร โดยไม่ต้องส่งเปลือกผลไม้ไปสกัดในต่างประเทศ แล้วเสียเงินนำเข้าเพคตินในราคาสูง ซึ่งสอดคลองกับงานวิจัยที่สกัดเพคตินจากเปลือกฝรั่ง เปลือกมะละกอ เปลือกและกากผลส้ม (ขจรศักดิ์ และ สันติ, 2541; ชวนิฏฐ์ และคณะ, 2548; พัชรีย์ และคณะ, 2548) โดยนอกจากจะช่วยลดปริมาณของเสียแล้ว อาจทำให้ได้เพคตินที่มีราคาถูกกว่า เพคตินที่มีจำหน่ายทางการค้า สามารถผลิตใช้เอง และอาจเป็นแนวทางในการช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีในการผลิตเพคตินเพื่อการค้าอีกด้วย การสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้ หรือกากผลไม้ทำได้โดยใช้กรดชนิดต่าง ๆ แล้วตกตะกอนด้วยเอธิลแอลกอฮอล์หรือเมธิลแอลกอฮอล์ ล้างตะกอนด้วยเอธิลแอลกอฮอล์หรืออะซิโตน ทำให้แห้ง บดให้เป็นผงโดยให้มีความชื้น ต่ำกว่าร้อยละ 10และจัดเก็บไว้ในถุงที่สามารถกันความชื้นได้ แล้วเก็บรักษาไว้ที่เย็นและแห้ง โดยวิธีการสกัดเพคตินนั้นค่อนข้าง ยุ่งยากและใช้เวลานาน (Fishman and Chau, 2000) จึงเสนอการใช้ไมโครเวฟและความดันสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดเพคติน ซึ่งการใช้ไมโครเวฟเพื่อระเหยน้ำและอบแห้งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง จึงมีการศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้ม กากแอปเปิ้ล (apple pomace, apple poace) และเปลือกมะนาว รวมถึงคุณสมบัติของเพคตินที่สกัดได้ (Fishman et al., 2006; Sijin et al., 2007; Zareey et al., 2002)

2. วิธีการทดลอง

2.1 การสกัดเพคติน

การเตรียมวัตถุดิบ

นำพืชสดมาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง เก็บใส่ในถุงพลาสติกหรือภาชนะที่ปิดมิดชิด เก็บในตู้เย็น จนกว่าจะนำมาใช้ในการทดลอง

การเตรียมน้ำพืช

หั่นพืชประมาณ 100 กรัมให้ละเอียด นำไปแช่น้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร แล้วทำการปั่นให้เข้ากันประมาณ 5 นาที นำน้ำและกากพืชที่ปั่นแล้วมาต้มจนเดือด นานประมาณ 5 นาที นำไปกรองขณะร้อน ด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำพืชออกมา ทำการวัดค่าพีเอช บันทึกผล

การสกัดเพคตินด้วยเอทานอล

นำน้ำพืชที่ได้วัดปริมาตร (ประมาณ 200-250 มิลลิลิตร) ปรับค่า pH ด้วยกรดให้มีค่าประมาณ 3-4 จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำไปต้มให้น้ำระเหย ให้เหลือปริมาตรประมาณ 25 มิลลิลิตร เติมเอทานอล ในอัตราส่วน 1:1 นำไปตั้งทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง จะได้ตะกอนเพคตินออกมา (ถ้ายังไม่ได้ให้นำไปแช่เย็นอีกประมาณ 30 นาที) กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ล้างตะกอนด้วยเอทานอลเย็น 2 ครั้งๆ ละ 5 มิลลิลิตร นำตะกอนที่ได้ไปทำให้แห้งโดยการอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักตะกอนที่ได้ เพื่อนำมาหาร้อยละผลผลิต

2.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิในการสกัด

ทำการทดลองสกัดที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ 50, 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาว่าที่อุณหภูมิใดจะให้ปริมาณเพคตินมากกว่า

การศึกษาอิทธิพลของกรดในการสกัด

โดยในการทดลองนี้ จะลองใช้กรดแตกต่างกัน คือ กรดไฮโดรคลอริก(HCl) กรดไนตริก(HNO_3) และกรดอะซิตริก(CH_3COOH) เพื่อศึกษาว่ากรดชนิดใดจะให้ปริมาณเพคตินมากกว่า

การศึกษาอิทธิพลของเวลาในการสกัด

ทำการทดลองสกัดที่เวลาที่แตกต่างกัน คือ 30, 60 ,90, 120 และ 1440 นาที เพื่อศึกษาว่าที่เวลาในการสกัดเท่าใดจะให้ปริมาณเพคตินมากกว่า

2.3 เครื่องมือการวิจัย

ในการสกัดเพคตินจะแช่วัตถุดิบในตัวทำละลาย เพื่อให้เพคตินละลายแยกออกจากวัตถุ ซึ่งที่จริงแล้วสามารถใช้ตัวทำละลายใดก็ได้ที่มีขั้ว เช่น น้ำ เอธิลแอลกอฮอล์ กรดไฮโดรคลอริก กรดอะซิติก กรดซิตริกฯลฯ

สาเหตุที่เลือกใช้แอลกอฮอล์และมีการเติมกรดในการสกัดเพราะ โมเลกุลเพคตินมีความเสถียรสูงที่ pH 2.5-4.5 หาก pH สูงกว่า 4.5 โมเลกุลของเพคตินจะค่อยๆ สลายตัวระหว่างสกัด เพคตินที่สกัดได้จะไม่ค่อยมีคุณภาพ เมื่อนำไปใช้จะเกิดเจลได้น้อย ในการสกัดเพคตินจึงนิยมใช้ pH ต่ำกว่า 3.5 ซึ่งได้ศึกษามาแล้วว่าเพคตินไม่สลายตัวแม้จะสัมผัสกับอุณหภูมิสูง(ที่ช่วยในให้ละลายได้ดีขึ้น)ก็ตาม

2.4 การเก็บข้อมูล

เป็นการเก็บข้อมูลจากปริมาณเพคตินที่สกัดได้ โดยการชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ทำการคำนวณเปรียบเทียบออกมาเป็นค่าร้อยละผลผลิต (% yield)

สมการในการคำนวณ

ร้อยละผลผลิต = (น้ำหนักที่ได้/น้ำหนักที่ใช้) x 100

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การสกัดเพคติน

จากการศึกษาประเภทของผักและผลไม้ที่แตกต่างกัน คือ แอปเปิ้ล ส้มโอ มะนาว และกล้วย ได้ผลดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบเพคตินที่สกัดได้จากผักและผลไม้ที่แตกต่างกัน

ชนิด	สี	ร้อยละผลผลิต
แอปเปิ้ล	เหลือง	12.42
เปลือกส้มโอ	ขาว	12.34
เปลือกมะนาว	ขาว-เหลืองอ่อน	8.73
เปลือกกล้วย	น้ำตาลเข้ม	4.81

*สภาวะในการสกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล ใช้กรดไฮโดรคลอลิก ระยะเวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง

จากการเปรียบเทียบลักษณะของเพคตินที่ได้ พบว่าเพคตินที่ได้จากเปลือกส้มโอมีลักษณะทางกายรูปที่ดี สีขาว และมีร้อยละผลผลิตที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะเลือกเปลือกส้มโอเป็นวัตถุดิบในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินต่อไป

3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ

3.2.1 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

ในขั้นตอนของการสกัดเพคติน ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ดังนี้ คือ ที่อุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกและใช้เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง (1,440 นาที) พบว่าได้ปริมาณเพคตินในการสกัดดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 3 โดยพบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด และมีปริมาณผลผลิตของเพคตินสูงสุดเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเท่ากับ 80 และ 90 องศาเซลเซียส ได้ผลที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้ที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ (%)
50	3.42
60	5.78
70	6.34
80	10.69
90	10.38

3.2.2 การศึกษาชนิดของกรดที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

ในขั้นตอนของการสกัดเพคติน ได้ทำการศึกษาชนิดของกรดที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ดังนี้ คือ กรดไฮโดรคลอริก ,กรดไนตริก และกรดอะซีติก เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 24

ชั่วโมง (1,440 นาที) พบว่า ได้ปริมาณเพคตินในการสกัดดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 4 โดยพบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีค่าสูงสุดเมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริกปรับสภาวะความเป็นกรดในขั้นตอนของการสกัด

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้โดยใช้กรดต่างชนิดกัน

ชนิดของกรดที่ใช้	ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ (%)
กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	11.61
กรดไนตริก (HNO_3)	5.52
กรดอะซิติก (CH_3COOH)	3.78

3.2.3 การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

ในขั้นตอนของการสกัดเพคติน ได้ทำการศึกษาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ดังนี้ คือ 30, 60 ,90, 120 และ 1,440 นาที โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ที่อุณหภูมิในการสกัด 80 องศาเซลเซียส พบว่าได้ปริมาณเพคตินในการสกัดดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 5 โดยพบว่าปริมาณเพคตินที่สกัดได้มีค่าสูงสุดเมื่อใช้เวลาในการสกัดเท่ากับ 90 นาที เมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดมากขึ้น พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณเพคตินที่สกัดได้อย่างนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้โดยใช้เวลาในการสกัดแตกต่างกัน

เวลา(นาที)	ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ (%)
30	2.79
60	4.88
90	10.56
120	10.32
1,440	10.78

4. สรุป

จากการศึกษาการสกัดเพคตินจากผักและผลไม้ในครั้งนี้ พบว่าวัตถุดิบที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินคือ เปลือกส้มโอ เพราะได้เพคตินที่มีสีขาว และมีร้อยผลผลิตค่อนข้างสูง และในการสกัดเพคติน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินคือ 80 องศาเซลเซียส จะได้เพคตินออกมาปริมาณมากที่สุด สำหรับกรดที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินคือ กรดไฮโดรคลอริก เพราะขนาดโมเลกุลของกรดไฮโดรคลอริกมีขนาดเล็ก และสามารถปรับให้มีค่า pH ที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินประมาณ 3-4 จึงมีความเหมาะสมกับที่จะใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดเพคตินกว่ากรดชนิดอื่น และเวลาที่เหมาะสมในการสกัดคือ 90 นาที เพราะถ้าใช้เวลาน้อยกว่า 90 นาทีจะได้ปริมาณเพคตินน้อย แต่ถ้าใช้เวลามากกว่า 90 นาทีก็ได้ปริมาณเพคตินใกล้เคียงกับการใช้เวลา 90 นาที ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัด สะดวก และรวดเร็ว จึงไม่จำเป็นต้องใช้เวลานานกว่า 90 นาที

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเป็นการทำการศึกษาเชิงพื้นฐาน เพื่อทำการสำรวจวัตถุดิบที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน เพื่อให้ได้เพคตินที่มีลักษณะทางกายรูปที่ดีและมีปริมาณที่สูง แต่ทั้งนี้ผลการทดลองที่ได้ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมและปรับปรุงขั้นตอนการสกัดต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่ ที่ได้อนุมัติทุนวิจัยประเภทเงินงบประมาณผลประโยชน์ ประจำปีงบประมาณ 2555 และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพเชียงใหม่ ที่ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

ขจรศักดิ์ ศรีประสิทธิ์และสันติ ทาจวง. 2541.**การสกัดเพคตินจากเปลือกมะละกอและการนำไปใช้ประโยชน์.**คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.พิษณุโลก.

ชวนิฏฐ์ สิทธิดิลกรัตน์, พิลาณี ไวถนอมสัตย์, วราพร เชื้อกูล และปริศนา สิริอาชา. 2548. **การผลิตเพคตินจากเปลือกและกากผลส้มเหลือทิ้ง.เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ** ม.เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, 469-480.

ปรียา สุขเกษม. 2549. การสกัดและคุณสมบัติของเพคตินจากเปลือกเสาวรส, โครงงานวิจัยคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พัชรีย์ พัฒนากุล, สุภเวท มานิยม, นภาพร จรุงล้ำเลิศ, ศศิประภา แสงฉาย, สุกัญญา เชี่ยงจง, และหงส์ ลีลาศุภกร. 2548. สภาวะที่เหมาะสมสาหรับการสกัดเพคตินจากเปลือกฝรั่ง. วารสารอาหาร, 35 (1), 63-71.

วรนงค์ ทองสมบัติ. 2541. การผลิตใยอาหารและน้ำฝรั่งพร้อมดื่มเติมใยอาหาร, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วาสนา อ่อนหวาน. 2534. การศึกษาจลนศาสตร์ในการสกัดเพคตินจากเปลือกเสาวรส, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Bemiller, J. N. 1986.Chemistry and Functions of Pectin. In Fishman, M.L., Jen, J. J., Eds.; J ACS Symposium Series., pp 2-12.

Fishman, M. L. and Chau H. K. 2000. Extraction of pectin by microwave heating under pressure. U.S. Patent 6,143,337.Fishman, M. L., Chau, H. K., Hoagland, P. D., and Hotchkiss, A. T. 2006.Microwave-assisted extraction of lime pectin. Food Hydrocollois. 20, pp 1170–1177.

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. pp 323, 126-138.

Rolin, C. De. and Vries, J. D. 1990. Pectin. In Food Gels, Harris P., Ed.; Elsevier Applied Science: London, pp 401-434.

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. J Food Eng. 78, pp 693-700.

Zareey, M., Ahmadi-Zenouz, A., Gassemzadeh, H.R., and Valizadeh, M. 2002. Effect of microwave on extraction yield and pectin quality from apple poace and lemon peel. J Agr Sci. 12, pp 79-90.