รายงานการวิจัย

เรื่อง

เพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง

Pectin Production from The Pod Without Seed of *Parkia speciosa* Hassk. and *Parkia timoriana* Merr.

ยุทธนา พงษ์พิริยะเดชะ
พัชรินทร์ นวลศรีทอง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
งบประมาณเงินผลประโยชน์ประจำปีงบประมาณ 2549
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทคัดย่อ

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง โดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด คือ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก กรดแล็กติก และโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต พบว่า โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตมีประสิทธิภาพสูงสุดในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง โดยให้ปริมาณของเพคตินเท่ากับ 19.02 และ 26.80 % ตามลำดับ สำหรับการศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต ที่ 2, 4 และ 6 % พบว่า ที่ความเข้มข้นของตัวทำละลาย 6 % จะให้ปริมาณของเพคตินสูงที่สุด ทั้งที่สกัดจากเปลือกสะตอและเหรียง คือ 30.24 และ 54.56 % ตามลำดับ ทำนองเดียวกันเมื่อสกัดโดยใช้กรดซิตริกความเข้มข้น 2, 4, และ 6 % พบว่าที่ความเข้มข้น 6 % จะให้ปริมาณเพคตินสูงสุดทั้งจากเปลือกสะตอและเหรียงคือ 12.48 และ 21.11 % ตามลำดับ สำหรับของผลของอุณหภูมิ (70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส) ต่อการสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียงเมื่อใช้ตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตและกรดซิตริก พบว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณเพคตินสูงที่สุด คือ 23.76 และ 21.11 % ตามลำดับ นอกจากนี้จากการศึกษาฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนูของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียงพบว่า ที่ความเข้มข้นของเพคติน 500 mg/kg (*p.o.*) สามารถยับยั้งแผลกระเพาะอาหารในหนูได้ เท่ากับ 32.5 และ 21.6 % ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าเปลือกสะตอและเหรียงจัดเป็นวัตถุดิบแหล่งใหม่ที่ใช้ในการสกัดเพคตินได้ดีและสามารถนำไปใช้ในการยับยั้งแผลกระเพาะอาหารได้

คำสำคัญ : เพคติน, สะตอ, เหรียง, โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต, กรดซิตริก

ABSTRACT

To investigate the optimal condition for pectin extraction from the pod without seed of *Parkia speciosa* and *Parkia timoriana* by vary condition of solvent (sulfuric acid, hydrochloric acid, citric acid, lactic acid and sodiumhexametaphosphate), concentration of solvent (2, 4 and 6 %, v/v), and temperature (70, 80 and 90 °C). It was found that sodiumhexametaphosphate is the best solvent for pectin extraction from *P. speciosa* and *P. timoriana* which gave yield of pectin as 19.02 and 26.80 %, respectively. For the best concentration of solvent, 6% (v/v) of sodiumhexametaphosphate gave the highest yield of pectin from *P. speciosa* and *P. timoriana* as 30.24 and 54.56 %, respectively. Similarity, 6% (v/v) of citric acid gave the highest yield of pectin from *P. speciosa* and *P. timoriana* as 12.48 and 21.11 %, respectively. In addition, it is revealed that the optimal temperature for pectin extraction is 70 °C. Furthermore, pectin (500mg/kg, *p.o.*) from *P. speciosa* and *P. timoriana* showed slightly inhibit the gastric lesions induced by ethanol as 32.5 and 21.6 %, respectively. These results suggest that the pod without seed from *P. speciosa* and *P. timoriana* are the new sources of pectin and may be useful for the new anti-ulcer drug. For my best knowledge, this is the first report for pectin production from these plants.

Keywords : pectin, *Parkia speciosa* , *Parkia timoriana*, sodiumhexametaphosphate, citric acid

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้ ต้องอาศัยการช่วยเหลือจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งนางสาวซีตีมัรยัม หะยีอับดุลเล๊าะ และนางสาวนันทพร แท่นทอง ที่เก็บตัวอย่างและช่วยเหลือด้านการสกัดเพคติน นอกจากนี้ขอขอบคุณ นางอ้อยอุไร ชุมบัวจันทร์ นางสาวประมวล สังคะโห และ นายดำรงค์ ทองมาก ผู้ช่วยปฏิบัติงานวิจัยที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการค้นคว้าเอกสารต่างๆ

ท้ายที่สุดขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุน จากงบประมาณผลประโยชน์ ประจำปีงบประมาณ 2549 เพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้

ยุทธนา พงษ์พิริยะเดชะ
พัชรินทร์ นวลศรีทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์การทดลอง	2
1.3 ขอบเขตการทดลอง	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. การตรวจเอกสาร	3
2.1 สารประกอบเพคติน (Pectin substances)	3
2.2 พืชที่ใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการสกัดเพคติน	8
3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	12
4. ผลการทดลอง	16
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเพคติน	28
ภาคผนวก ข การเตรียมเพคตินเพื่อศึกษาฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนู	32
ภาคผนวก ค การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ Yield	32

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณเพคตินในเนื้อเยื่อพืชบางชนิด	5
2	ระดับเมทิลเอสเทอร์ของเพคตินในพืชชนิดต่าง ๆ	7
3	ผลของตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง	16
4	ผลของระดับความเข้มข้นของโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง	19
5	ผลของระดับความเข้มข้นของกรดซิตริกต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง	19
6	ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกเหรียง เมื่อใช้ตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต	22
7	ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกเหรียงเมื่อใช้ตัวทำละลายกรดซิตริก	23
8	ฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนูของสารสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียงเมื่อเหนี่ยวนำด้วยเอธานอล	24

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างของเพคติน	4
2	ลักษณะและสีของสารสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอที่ใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ	17
3	ลักษณะและสีของสารสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียงที่ใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ	18
4	ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกสะตอที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	20
5	ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	20
6	ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกสะตอที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้น ต่าง ๆ	21
7	ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้น ต่าง ๆ	21
8	ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตความเข้มข้น 6% ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	22
9	ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้กรดซิตริกความเข้มข้น 6% ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	23
10	ผลของสารสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอต่อการยับยั้งแผลกระเพาะอาหาร	25
11	ผลของสารสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียงต่อการยับยั้งแผลกระเพาะอาหาร	25

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันสะตอและเหรียงจัดเป็นพืชผักเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญและมีพื้นที่ปลูกหลายพันไร่ (http://www.doae.go.th/stat/newpage/page.go.htm) ในการบริโภคส่วนใหญ่ทั้งสะตอและเหรียงจะใช้ส่วนของเมล็ดเป็นหลัก อย่างไรก็ตามภายหลังจากที่เรานำเมล็ดสะตอหรือเหรียงออกจากฝักแล้ว ส่วนของฝักที่เอาเมล็ดออกแล้วเราก็จะทิ้งโดยไม่นำมาใช้ประโยชน์ จากการทดสอบในเบื้องต้น พบว่าเมื่อเอาเปลือกมาขยี้กับน้ำสามารถนำมาทำเป็นวุ้นได้ เป็นไปได้ว่าอาจจะมีพอลิแซ็กคาร์ไรด์ที่เป็นพวกเพคติน กัม หรือคาราจีแนน เป็นต้น

เพคติน (pectin) เป็นสารประกอบโพลีแซ็กคาร์ไรด์ โดยทั่วไปจะพบในชั้นของมิดเดิลลาเมลลาของเซลล์พืชทุกชนิด เพคตินที่เกิดขึ้นครั้งแรกเป็นเพคตินชนิดที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งเรียกว่าโปรโตเพคติน (protopectin) จะมีในผลไม้ที่ดิบ แต่พอผลไม้เริ่มสุกโปรโตเพคติน จะเปลี่ยนเป็นเพคตินที่สามารถละลายน้ำได้ จึงทำให้ผลไม้สุกอ่อนนิ่ม สารประกอบเพคตินจะประกอบด้วยหน่วยของกรดกาแล็กทูโรนิกต่อเชื่อมกันด้วยพันธะ α- 1,4 glycosidic โดยที่หมู่คาร์บอกซิล (carboxyl groups) ของกรดกาแล็กทูโรนิก จะถูกแทนที่ด้วยหมู่ เมทิล (methyl groups) ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเอสเทอร์หรือเรียกว่าการเกิดกระบวนการ เมทิลเลชั่น (methylation) นอกจากนี้ในโมเลกุลของเพคตินยังมีน้ำตาลหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ เช่น กลูโคส กาแล็กโทส แมนโนส แรมโนส หรืออะราบิโนส ในปริมาณเล็กน้อย อย่างไรก็ตามถ้ามีปริมาณของน้ำตาลมากจะทำให้เพคตินมีคุณภาพลดลง เพคตินทางการค้าสกัดได้จากผิวส้ม, องุ่นที่เหลือจากการผลิตน้ำผลไม้ (พิเชษฐ์, 2546) ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้เพคตินจำนวนมากแต่ต้องนำเข้าเพคตินจากต่างประเทศคิดเป็นมูลค่ากว่า 200 ล้านบาทต่อปี เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา

ปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายในการเพิ่มศักยภาพของการผลิต ส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากสู่ชุมชน ดังนั้นการนำส่วนเหลือทิ้งจากพืชมาใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากจะเป็นการลดปัญหาสภาพแวดล้อมแล้วยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพืชนั้นๆ ที่ผ่านมายังไม่มีรายงานการวิจัยการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียงเลย ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง โดยศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสม ตลอดจนอุณหภูมิ และเวลา ที่ใช้ในการสกัดเพคติน เพื่อให้ได้ปริมาณสารเพคตินในปริมาณที่สูงที่สุด และทดสอบผลของเพคตินต่อการป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนู

1.2 วัตถุประสงค์การทดลอง

1.2.1 เพื่อศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

1.2.2 เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

1.2.3 เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

1.2.4 เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ของสารสกัดเพคตินในการป้องกันโรคกระเพาะอาหาร

1.3 ขอบเขตการทดลอง

1.3.1 ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน ใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด คือ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก กรดแล็กติก และโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต

1.3.2 ศึกษาระดับความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน หลังจากทราบชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว ทำการทดลองต่อโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของตัวทำละลายต่าง ๆ คือความเข้มข้นที่ 2, 4 และ 6 % (v/v)

1.3.3 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดต่างกันดังนี้ คือ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

1.3.4 ศึกษาการใช้ประโยชน์ของสารสกัดเพคตินในการป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนู โดยใช้เอธานอลเป็นสารเหนี่ยวนำให้เกิดโรคกระเพาะ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินได้ในปริมาณสูงที่สุด

1.4.2 ทราบระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเพคติน

1.4.3 ทราบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน

1.4.4 ทราบการใช้ประโยชน์ของสารสกัดเพคติน

1.4.5 ทราบแหล่งใหม่ของเพคตินเพื่อใช้ในการสกัดเพคตินต่อไป

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 สารประกอบเพคติน

สารประกอบเพคติน เป็นกลุ่มของโพลีแซ็กคาไรด์ที่พบอยู่ในชั้นของมิดเดิลลาเมลลาของผนังเซลล์ของพืชโดยรวมตัวอยู่กับเซลลูโลสทำหน้าที่ยึดเกาะผนังเซลล์ให้ติดกัน สารประกอบเพคตินที่ถูกสร้างขึ้นในพืช คือ โปรโตเพคติน พบมากในผักและผลไม้โดยเฉพาะในผลไม้ดิบ

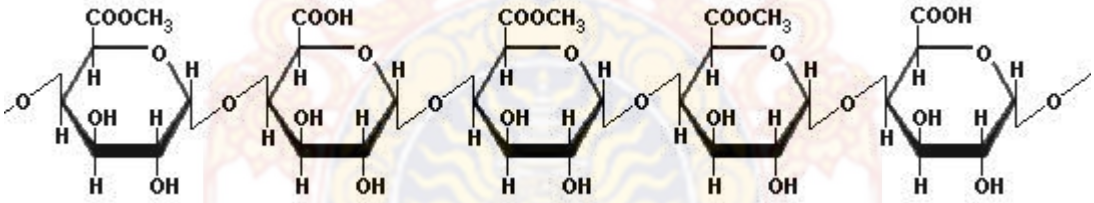
เพคตินเป็นพอลิเมอร์สายยาวของกรดกาแล็กทูนิก (D-galacturonic acid หรือ α - D-galactopyranosyl uronjc acid) ต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิกที่ตำแหน่ง α - (1- 4) โดยหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ในโมเลกุลของกรดกาแล็กทูโรนิกบางส่วนจะเกิดเอสเทอรีไฟด์ด้วยหมู่เมทิล ได้เป็นเมทอกซิลเอสเทอร์และมีบางส่วนยังคงเหลือเป็นหมู่คาร์บอกซิลอิสระนอกจากนั้นหมู่ไฮดรอกซิล (- OH) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 และ 3 อาจถูกอะเซทิเลต (acetylated) ได้ ในโมเลกุลของสารประกอบเพคตินที่สกัดได้จากธรรมชาติ ยังมีน้ำตาลชนิดอื่นๆปนอยู่ด้วย เช่น น้ำตาลไซโลส กาแล็กโตส อะราบิโนส และแรมโนส โดยโมเลกุลของน้ำตาลจะเกาะอยู่เป็นสายแขนง น้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบเพคตินอยู่ในช่วงประมาณ 10,000-400,000 ดาลตัน ขึ้นกับแหล่งของเพคติน และมีกรดกาแล็กทูโรนิกประมาณ 300-800 หน่วยต่อโมเลกุลของสารประกอบเพคติน (นิธิยา, 2545)

เราสามารถสกัดเพคตินได้จากเปลือกผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล พืชตระกูลส้ม และมะนาว เป็นต้น เพคตินจัดเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่งซึ่งเอนไซม์ในลำไส้เล็กไม่สามารถย่อยสลายได้ เพคตินมีประโยชน์ คือเป็นใยอาหาร (Dietary Fiber) ที่มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ (Water Soluble Fiber) ใยอาหารประเภทละลายน้ำได้มักจะเป็นใยอาหารที่มีขนาดโมเลกุลไม่ใหญ่หรือไม่ซับซ้อนมากนักเป็นใยอาหารกลุ่มที่พบได้ในผลไม้แทบทุกชนิด และพบได้ในธัญญาพืชบางชนิด เช่น ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ส่วนข้าวเจ้ามีค่อนข้างน้อย ใยอาหารประเภทนี้มีส่วนทำให้อาหารเหล่านั้นมีรสสัมผัสเหนียวน้ำมากขึ้น ใยอาหารประเภทละลายน้ำ ที่รู้จักกันดีนอกเหนือจากเพคตินแล้วก็มีสารเบต้ากลูแคนที่พบในธัญพืช สารประกอบพวกนี้เมื่อละลายในน้ำตัวมันเองเป็นคาร์โบไฮเดรตจึงเท่ากับว่ามันช่วยพยุงน้ำไว้ในผลไม้ (เข้าได้จาก www.nestlethai.com, 8/11/48)

สารประกอบเพคติน สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. โปรโตเพคติน เป็นสารประกอบเพคตินที่ไม่ละลายน้ำและพบมากในผลไม้ดิบ ในโมเลกุลของโปรโตเพคตินมีหมู่เมทอกซิลอยู่ประมาณ 9-12% หากเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชั่นอย่างสมบูรณ์ จะมีหมู่เมทอกซิลอยู่ในโมเลกุลของโปรโตเพคตินประมาณ 16% จัดว่ามี degree of methoxylation เป็น 100% แต่จะไม่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ระหว่างกระบวนการสุกของผลไม้โปรโตเพคตินจะถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์หรืออาจจะใช้ด่างทำให้หมู่เมทิลถูกแยกออกไปบางส่วนได้เป็นหมู่คาร์บอกซิลอิสระ เรียกว่า กรดเพคตินิก (pectinic acid) ซึ่งเป็นสารประกอบเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (นิธิยา, 2545)

2. กรดเพคตินิก เป็นสารประกอบเพคตินที่ละลายน้ำได้ ประกอบด้วยกรดกาแล็กทูโรนิกที่มีหมู่เมทิลเอสเทอร์อยู่ โดยเพคตินที่มีหมู่เมทิลเอสเทอร์มากกว่า 8.6% จะสามารถเกิดเจล (gel) ในสภาวะที่มีน้ำตาลและความเป็นกรดในปริมาณที่เหมาะสม แต่ถ้าเพคตินมีหมู่เมทิลเอสเทอร์ต่ำกว่า 8.16 % จะเกิดเจลได้เมื่อมีไอออนของโลหะอยู่ด้วย เช่น แคลเซียมไอออน สำหรับโครงสร้างของเพคติน แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของเพคติน

3. กรดเพคติก เป็นสารประกอบของกรดกาแล็กทูโรนิกที่ไม่มีหมู่เมทิลเอสเทอร์อยู่ในโมเลกุล ในโครงสร้างจะประกอบด้วยหน่วยของกรดกาแล็กทูโรนิกที่ต่อเชื่อมกันอย่างเดียว ซึ่งกรดเพคติกนี้จะไม่สามารถเกิดเจลได้ทุกสภาวะ

ดังนั้นสารประกอบเพคตินหรือเพคติก เป็นการเรียกชื่อรวมๆของกรดเพคตินิกที่มีเปอร์เซ็นต์ของหมู่เมทอกซิล หรือ degree of methoxylation แตกต่างกัน ปริมาณของเพคตินในเนื้อเยื่อพืชบางชนิดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณเพคตินในเนื้อเยื่อพืชบางชนิด

ชนิดของพืช	เพคติน (%)
มันฝรั่ง	2.3
มะเขือเทศ	3.0
แอปเปิ้ล	5-7
แครอท	7-10
กากแอปเปิ้ลที่เหลือจากการคั้นน้ำ	15-18
Sugar beet pulp	25-30
เปลือกส้ม	30-40
เลมอน	30-35

ที่มา : นิธิยา (2545)

นอกจากนี้เพคตินยังเป็น gelling agent ที่ดี สมบัติในการเกิดเจลของเพคตินขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ความยาวของสายพอลิเมอร์และ degree of methoxylation และจะเกิดเจลได้ในสภาวะที่มีกรดและน้ำตาล โครงสร้างโมเลกุลของเพคตินจะเป็นเกลียว (coiled) มากกว่าสายตรงและมีพันธะไฮโดรเจนน้อยกว่าพวกพอลิเมอร์สายยาว เช่น เซลลูโลส สาเหตุอาจเนื่องมาจากลักษณะและรูปร่างของสาย คือ หมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง C_2 และ C_3 ซึ่งมีประจุจะไม่เกิดแรงดึงต่อกันกับหมู่ -OH หรือ $-CH_2$ และประจุที่เกิดจากการแตกตัวของหมู่คาร์บอกซิล

การเกิดเจลของเพคตินจะต้องมีสารช่วยดูดน้ำออกจากโมเลกุล (dehydration agent) เช่น น้ำตาล จะช่วยลดการละลายของเพคตินให้น้อยลงและมีกรดในปริมาณที่เหมาะสม โดยไฮโดรเจนไอออนจากกรดจะช่วยลดจำนวนประจุลบของหมู่คาร์บอกซิลให้น้อยลงทำให้ลดการผลักกันระหว่างประจุลบที่หมู่คาร์บอกซิล ทำให้สายของเพคตินโมเลกุลเข้ามาใกล้กันได้และเกาะตัวกันเป็นตาข่าย เพคตินที่เกิดเจลดีที่สุด คือ เพคตินที่มีหมู่เมทอกซิลในโมเลกุลประมาณ 8% คือมี degree of methoxylation ประมาณ 50% (นิธิยา, 2545)

ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของสารละลายเพคติน คือ

1. น้ำหนักโมเลกุลของเพคติน เพคตินที่มีน้ำหนักของโมเลกุลสูงจะมีความหนืดสูง

2. degree of methoxylation เพคตินที่มีหมู่เมทอกซิลมากเรียกว่า high-methoxyl pectin จะมี degree of methoxylation มากกว่า 50% ขึ้นไป ซึ่งจะให้สารละลายที่มีความหนืดสูง

3. ความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ การเติมแคลเซียมไอออน(Ca^{2+}) หรืออะลูมิเนียมไอออน (Al^{3+}) จะทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกับเพคตินชนิด low-methoxyl pectin

4. พีเอช พีเอชที่ให้ความหนืดสูงสุดขึ้นอยู่กับ degree of methoxylation

การเกิดเจลของเพคตินจะได้เป็นเจลที่มีความคงตัวดี จึงนำมาใช้ประโยชน์ในการเติมลงไปในแยม เจลลี่ และมามาร์เลด

การแบ่งเกรดของเพคตินอาจพิจารณาจากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการทำให้เกิดเจลต่อ 1 ส่วนของเพคติน เช่น high sugar gel จะเกิดเจลที่พีเอช 3.2-3.5 ใช้น้ำตาล 65-70% และใช้เพคติน 0.2-1.5% แต่ low sugar gel หรือแคลเซียมเพคติเนตเจล ใช้ปริมาณน้ำตาลต่ำประมาณ 45% เหมาะกับแยมหรือเยลลี่ ที่ให้พลังงานต่ำ

นอกจากนี้การแบ่งเกรดของเพคติน ยังกำหนดตามระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดเจล เช่น

1. Rapid - set pectin เป็นเพคตินที่มี degree of methoxylation 70% ขึ้นไปจะเกิดเจลกับน้ำตาลและกรดที่พีเอช 3.0-3.4 ความแข็งแรงของเจลขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลของเพคติน เพคตินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะให้เจลที่มีความแข็งแรงมากและความแข็งแรงของเจลไม่ขึ้นกับ degree of methoxylation

2. Slow - set pectin เป็นเพคตินที่มี degree of methoxylation ประมาณ 50-70% จะเกิดเจลเมื่อมีกรดและน้ำตาลที่พีเอช 2.8-3.2 และที่อุณหภูมิต่ำกว่าชนิด Rapid - set pectin เพคตินที่มีหมู่เมทอกซิลต่ำกว่า 50% จะไม่เกิดเจลกับน้ำตาลและกรดแต่จะเกิดเจลกับแคลเซียมไอออน และความแข็งแรงของเจลจะขึ้นอยู่กับ degree of methoxylation แต่ไม่ขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุล

เพคตินที่มีค่า degree of methoxylation ต่ำ กลไกการเกิดเจลจะเกิดจากการ cross-link ระหว่างหมู่คาร์บอกซิลอิสระกับแคลเซียมไอออน เจลที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นต้องมีน้ำตาลและเกิดเจลได้ในช่วงพีเอชกว้างกว่าพวกที่มีค่า degree of methoxylation สูง ดังนั้นพวกที่มี degree of methoxylation ต่ำจึงมีประโยชน์ใช้สำหรับการทำแยมหรือเจลลี่ที่ให้พลังงานหรือแคลอรี่ต่ำ และเตรียมได้จากปฏิกิริยาการไฮโดรไลซีสที่ควบคุมอัตราการไฮโดรไลซ์หมู่เมทิลออกจากโมเลกุลของเพคตินด้วยกรด ด่าง หรือเอนไซม์เพคตินเอสเทอเรส (นิธิยา, 2545)

เพคตินแต่ละชนิดจะมีหมู่ของคาร์บอนิลของกรดกาแล็กทูโรนิกที่ถูกเอสเทอริไฟด์ ด้วยหมู่เมทิลได้ต่างกันอัตราส่วนของหมู่เมทิลที่ถูกเอสเทอริไฟด์จะแสดงในรูปของระดับการเกิดเอสเทอริฟิเคชั่น (degree of esterification) หรือเรียกย่อ ๆ ว่าค่า DE ซึ่งค่า DE จะเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ของตัวกรดกาแล็กทูโรนิก ที่ถูกเอสเทอริไฟด์ต่อจำนวนกรดกาแล็กทูโรนิกทั้งหมด ค่า

DE เป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของเพคติน จะมีผลต่อการเกิดเจลและการละลายของเพคตินและใช้ค่า DE เป็นเกณฑ์ในการแบ่งเพคตินซึ่งสามารถแบ่งเพคตินได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. High Methoxyl Pectin (HMP) เพคตินชนิดนี้จะมีค่า DE มากกว่า 50% หรือปริมาณเมทิลเอสเทอร์มากกว่า 8.16% สามารถเกิดเจลได้ในสภาวะที่มีน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสม กล่าวว่าเพคตินชนิดที่มีเมทิลเอสเทอร์สูงจะใช้น้ำตาลในการเกิดเจลสูงประมาณ 60-65%

2. Low Methoxyl Pectin (LMP) เพคตินชนิดนี้จะมีค่า DE น้อยกว่า 50% หรือปริมาณเมทิลเอสเทอร์น้อยกว่า 8.16% เพคตินชนิดนี้เกิดเจลได้เมื่อมีไอออนของโลหะอยู่ด้วยกัน เช่น แคลเซียมไอออน (พิเชษฐ์, 2546)

สำหรับน้ำหนักสมมูลนั้นขึ้นอยู่กับระดับการเกิดเอสเทอริฟิเคชั่น และสามารถที่จะบอกจำนวนกรัมของกรดกาแล็กทูโรนิกซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนหมู่คาร์บอกซิล ถ้าระดับการเกิดเอสเทอริฟิเคชั่น = X% เราสามารถที่จะคำนวณน้ำหนักสมมูลได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{Equivalent Weight} = \frac{176(100 - x)}{(100 - x)}$$

ปริมาณหมู่เมทิลเอสเทอร์ในเพคตินจากแหล่งต่างๆมีปริมาณแตกต่างกันดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับเมทิลเอสเทอร์ของเพคตินในพืชชนิดต่างๆ

เพคตินจากพืชชนิดต่างๆ	ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ (%)
แอปเปิ้ล	10.0-11.4
หัวบีท	8.3
ดอกฮอพ	3.7-7.8
ส้ม	9.4-9.6
ใบกรุงเขมา	8.13
ส้มมะงั่ว	6.1
มะละกอ	5.21

ที่มา : พิเชษฐ์ (2546)

ประโยชน์ของเพคติน

1. สามารถลดคอเลสเตอรอลในเลือด
2. นำมาแปรรูปเป็นฟรุตสลัดหรือเยลลี่
3. พัฒนาเป็นรูปแบบของอาหารเสริมชนิดอื่น ๆ
4. คุณสมบัติทางยาสามารถเป็นยาแก้ปวดท้อง แก้โรคกระเพาะ แก้ร้อนใน (พิเชษฐ์, 2546)

2.2 พืชที่ใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการสกัดเพคติน

1. สะตอ

สะตอมีชื่อทางท้องถิ่น คือ กะตอ (กลาง , ใต้) ปะตา, ปัตเต๊าะ (มาเลย์ , ยะลา , ปัตตานี) ปาไต (มาเลย์ , สตูล) ตอ (ระนอง) (กัญจนา, 2542) และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Parkia speciosa* Hassk. จัดอยู่ในวงศ์ Mimosaceae ลักษณะเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ มีความสูงเฉลี่ย 30 เมตร ต้นสูงชะลูดขึ้นไปแล้วแตกกิ่งก้านเป็นพุ่ม แผ่กว้าง ลำต้นเรียบ ลอกเป็นสะเก็ดเล็กน้อยมีสีน้ำตาลอ่อน ใบเป็นใบประกอบคล้ายขนนก ในแขนงมี 14-18 คู่ ใบย่อยมีขนาดเล็ก กว้าง 1.5-2.2 มิลลิเมตร ยาว 5-9 มิลลิเมตร ปลายใบบนฐานใบด้านนอกเบี้ยวเป็นติ่ง ดอกเป็นดอกช่อรวมกัน เป็นกระจุกคล้ายกระถิน มีขนาดเล็กมากติดเป็นช่อกลม ช่อดอกห้อย แต่ละดอกมีก้านดอกและมีใบประดับรอง ดอกจะออกเดือนเมษายนหลังจากนั้น 70 วัน จะสามารถเก็บฝักได้ ฝักกว้าง 3-5 เซนติเมตร ยาว 35-45 เซนติเมตร ฝักบิดเป็นเกลียวห่าง ฝักอ่อนมีสีเขียว พอแก่จะเป็นสีดำ เมล็ดรูปรีเกือบกลมเรียงตามขวางกับฝัก เมล็ดมีขนาด 22-25 มิลลิเมตร ยาว 15-20 มิลลิเมตร ส่วนลักษณะทางภูมิศาสตร์ชอบเจริญตามเชิงเขาที่มีสภาพป่าสมบูรณ์ มีความชื้นในอากาศสูงสามารถเจริญร่วมกับพืชอื่นได้ดี และแหล่งที่พบทั่วไปในภาคใต้และภาคตะวันออก (กัญจนา, 2542)

ประโยชน์ทางยา

1. ส่วนที่ใช้ คือ เมล็ดกับยอด

2. สรรพคุณ คือ เมล็ดช่วยขับปัสสาวะ ช่วยลดน้ำตาลในเลือด กินเป็นประจำช่วยป้องกันโรคเบาหวานและใช้กินเป็นผักเคียง ยอดก็จะใช้รับประทานเป็นผักเคียง (กัญจนา, 2542)

3. สารประกอบทางเคมี เมล็ดจะประกอบไปด้วย 1,2,4–trithiolane, 1,2,4,6–tetrathiepane, 1,2,3,5,6–pentethiepane (lenthionine), 1,2,4,5,7,8 hexathionane, 1,2,4,6,7-pentethiocane (tentatively assigned), dichrostachinic acid, lectin (Suvachittanont and Peutpaiboon, 1992), thaimin (Taungbodhitham, 1995), hioprolin (thiazolidine-4-carboxylic acid; พบในเมล็ดต้มสุก แต่ไม่พบในเมล็ดดิบ), stigmast-4-en-3-one จะพบในฝักที่แกะเมล็ดออก (Jamaluddin *et al.*, 1995)

4. รส เมล็ดจะมีรสจืดและมัน (กัญจนา, 2542)

5. ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดโปรตีนจากเมล็ดสะตอมีผลลดอัตราการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดของหนู ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานโดย Alloxan นอกจากนั้นยังมีผลเป็นยาระบายในหนูโดยทำให้อุจจาระหนูอ่อนนิ่มขึ้นและมีผลกระตุ้นสำไส้ส่วน duodenum ของหนู (Suvachittanont and Peutpaiboon, 1992) เลคตินจากเมล็ดสะตอมีฤทธิ์ทำให้เกิดการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงในหนูแต่ไม่มีผลต่อเม็ดเลือดแดงในคน นอกจากนี้ยังมีผลกระตุ้นการแบ่งตัวของลิมโฟไซต์ แต่ผลกระตุ้นนี้มีฤทธิ์ค่อนข้างอ่อนเมื่อเปรียบกับค่าที่เคยมีการรายงานไว้ (Jaranchavana and Suvachittanont,1995) สำหรับคุณค่าทางอาหารของสะตอ กองโภชนาการ กรมอนามัย ได้ทำการวิเคราะห์เมล็ดสะตอแล้ว ปรากฏว่าสะตอ 100 กรัมให้คุณค่าทางอาหารดังนี้ คือ

1. โปรตีน	8.0	กรัม
2. ไขมัน	8.1	กรัม
3. คาร์โบไฮเดรต	11.4	กรัม
4. แคลเซียม	76.0	มิลลิกรัม
5. ฟอสฟอรัส	83.0	มิลลิกรัม
6. เหล็ก	0.7	มิลลิกรัม
7. วิตามินเอ	734.0	หน่วยสากล I.U.
8. วิตามินบี1	0.11	มิลลิกรัม
9. วิตามินบี2	0.01	มิลลิกรัม
10. ไนอาซีน	1.00	มิลลิกรัม

2. เหรียง

เหรียงมีชื่อทางท้องถิ่นคือ กะเหรี่ยง, เรียง, สะเหรี่ยง (ใต้) นะกิง, นะริง (มาเลย์, ใต้) สะตือ (ใต้) (กัญจนา, 2542) และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Parkia timoriana* Merr. (เต็ม, 2523) จัดอยู่ในวงศ์ Mimosaceae ลักษณะเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ สูงประมาณ 30-50 เมตร ไม่ค่อยมีกิ่งก้านที่ลำต้น เปลือกเรียบและหนาสีเทาปนเขียวอ่อนและมีกลิ่นฉุน ลักษณะทั่วไปคล้ายสะตอแต่พุ่มใบแน่นและเขียวทึบกว่า ใบใหญ่และหนากว่าสะตอ ใบเป็นแบบช่อ ใบประกอบมี 18-33 คู่ ใบแคบปลายแหลม ใบแก่จะเป็นสีเหลืองร่วงเกือบหมดต้น และผลิตใบใหม่แทนดอกเป็นดอกช่อแบบสะตอออกที่ปลายยอด เป็นก้านยางสีเขียวสลับน้ำตาล ผลเป็นฝักกว้างประมาณ 3-4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร เมล็ดรูปไข่ประมาณ 15-20 เมล็ดต่อฝัก ฝักแก่เต็มที่มีสีดำ เมล็ดในสีดำ เนื้อในเมล็ดมีสีเขียวเข้ม และมีกลิ่นฉุน (กัญจนา, 2542) ส่วนลักษณะทางภูมิศาสตร์ คือ จะขึ้นในที่มีอากาศชื้น และแหล่งที่พบได้ทั่วไปในป่าเบญจพรรณและป่าดงดิบรวมทั้งที่ราบป่าเชิงเขา (กัญจนา, 2542)

การขยายพันธุ์จะขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด เหรียงโตเร็วในสภาพอากาศชื้นสูงและเริ่มให้ผลผลิต เมื่อมีอายุ 4-6 ปีขึ้นไป (มนัส, 2543)

ประโยชน์ทางยา :

1. ส่วนที่ใช้ คือ เมล็ด เปลือกต้น
2. สรรพคุณ คือ เปลือกและต้นเป็นยาสมานแผล ลดน้ำเหลือง เมล็ดเมื่อแก่ตัดส่วนปลายนำไปเพาะแตกรากสั้นๆรับประทานสดหรือดอง
3. รส (รสทางยา) มัน ฝาด (กัญจนา, 2542)

เภสัชวิทยา:

- เลคติน (lectin) ที่สกัดได้จากเมล็ดเหรียงที่เพาะให้งอกได้ 7 วัน มีฤทธิ์ทำให้เม็ดเลือดแดงของกระต่ายและหนูจับกลุ่มได้ แต่ไม่มีผลต่อเม็ดเลือดแดงของคน แกะ และห่าน ผลการทำให้เม็ดเลือดแดงจับกลุ่มนี้ ยับยั้งได้โดย methyl-alpha-D-mannosamine และ mannose ความเข้มข้น 3 มิลลิโมลาร์(Akkayanont and Utarabhand,1995)

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัสดุ

3.1.1 วัตถุดิบ

- เปลือกสะตอ
- เปลือกเหรียง

3.1.2 สารเคมี

- กรดซัลฟิวริก
- กรดไฮโดรคลอริก
- กรดแล็กติก
- กรดซิตริก
- โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต
- เอธานอล

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 ผ้าลินินสีขาว 1×1 เมตร

3.2.2 ถาดอลูมิเนียม

3.2.3 ถุงพลาสติกขนาด 14×22

3.2.4 กรองพลาสติก

3.2.5 ตู้อบลมร้อน(Hot Air Oven)

3.2.6 เครื่องบด

3.2.7 เครื่องต้ม (Hot Plate Sterer)

3.2.8 แม็กเนติกบาร์ขนาดใหญ่

3.2.9 ขวดพลาสติกปากกว้างพร้อมฝา

3.2.10 ถุงปากปิด

3.2.11 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.12 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.3 วิธีการทดลอง

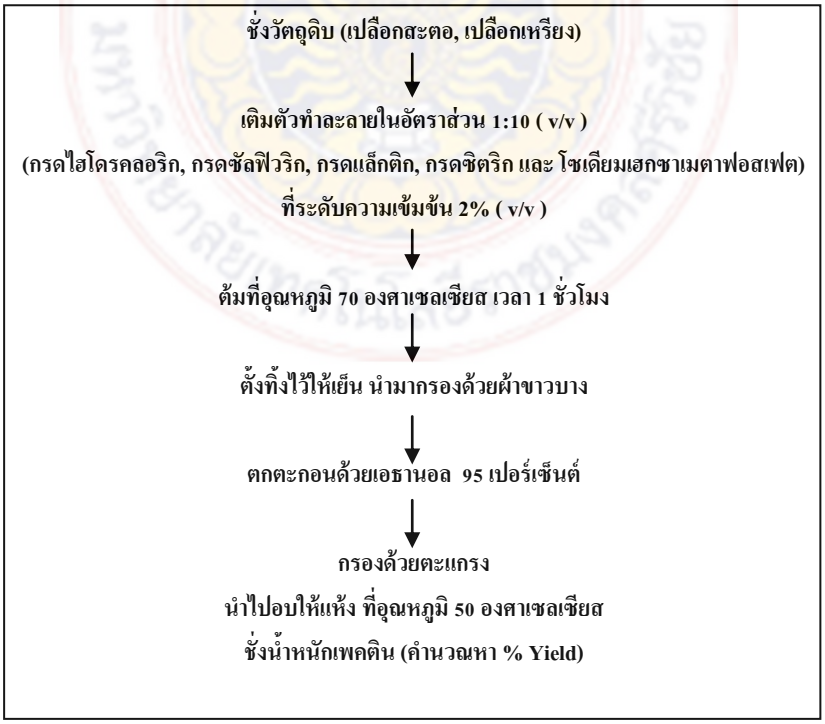
3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำสะตอ และ เหรียง มาแกะเมล็ดออกเอาเฉพาะเปลือกแล้วล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว นำไปตากแดดหรืออบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน เมื่อแห้งดีแล้วนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด เก็บตัวอย่างใส่ขวดพลาสติก ปิดฝาให้สนิท

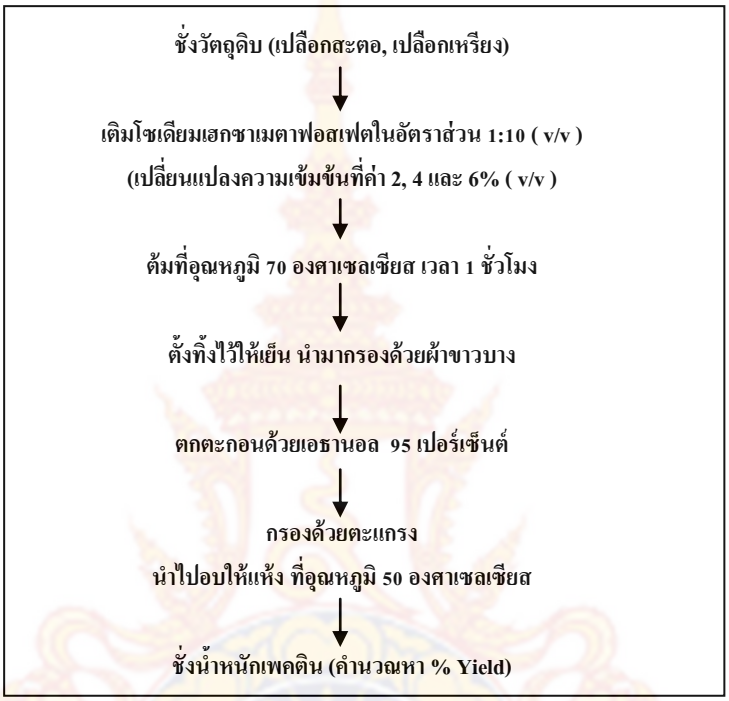
3.3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง

3.3.2.1 ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน เปลี่ยนแปลงชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ ได้แก่ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก กรดแล็กติก และโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต ที่ความเข้มข้น 2% (v/v) ที่อัตราส่วนระหว่างเปลือกสะตอและเหรียงต่อตัวทำละลาย คือ 1:10 ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้ตั้งไว้ให้เย็น กรองด้วยผ้าขาวบาง (ผ้าลินิน) 1 ชั้น และ 2 ชั้น ตามลำดับ จากนั้นนำไปตกตะกอนด้วย 95 % เอธานอลโดยใช้เอธานอล 1 เท่า ตั้งทิ้งไว้โดยให้เพคตินรวมตัวกันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อตกตะกอนเพคตินเรียบร้อยแล้วก็นำมากรองด้วยกรองพลาสติกและนำเพคตินที่ได้จากการกรองไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจนแห้งคำนวณหาร้อยละของเพคตินที่ได้ (% yield)

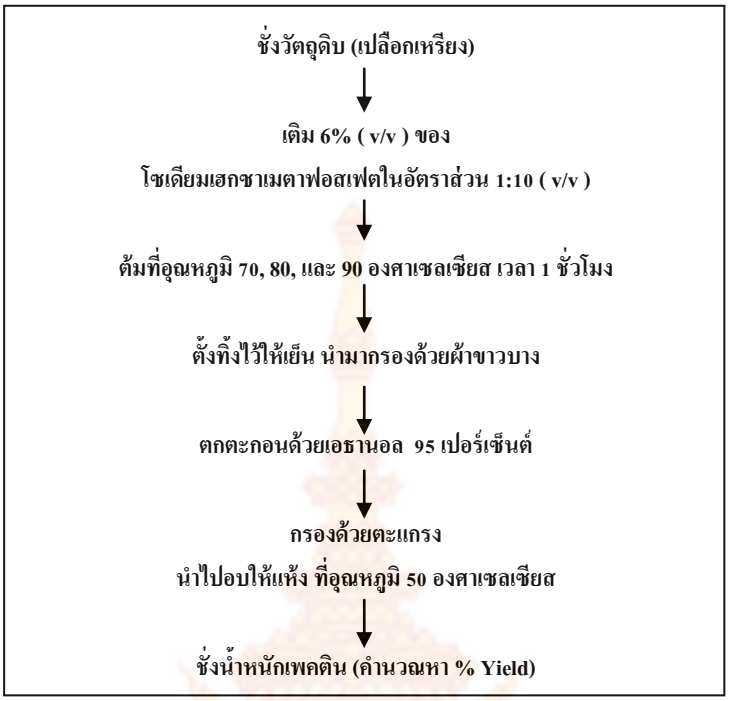
$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{น้ำหนักของเพคตินจากเปลือกสะตอ หรือเหรียง} \times 100}{\text{น้ำหนักเปลือกสะตอ หรือเหรียง เริ่มต้น}}$$



3.3.2.2 ในการศึกษาระดับความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน เมื่อทราบชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว ทำการทดลองต่อโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของตัวทำละลายดังกล่าว ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6 % (v/v) และทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.3.2.1 คำนวณหาปริมาณร้อยละของเพคตินที่ได้



3.3.2.3 ในการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเพคติน เมื่อทราบความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว ทำการทดลองตามขั้นตอนในข้อ 3.3.2.1 แต่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของการสกัดที่อุณหภูมิต่างๆกัน คือ 70, 80, และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ คำนวณหาปริมาณร้อยละของเพคตินที่ได้



3.3.2.4 ฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนูของสารสกัดเพคติน

ศึกษาฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนูของสารสกัดเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกสะตอและเหรียง เมื่อใช้เอธานอลเป็นสารเหนี่ยวนำให้เกิดโรคกระเพาะ โดยประยุกต์วิธีการของ Robert และคณะ (1979) และ Pongpiriyadacha และคณะ (2003) กล่าวโดยย่อคือ ให้เอธานอลทางปากกับหนูที่อดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม) หลังจากให้เอธานอล 1 ชั่วโมง ฆ่าหนู เปิดหน้าท้องเอากระเพาะออกมา และผ่ากระเพาะตามแนวโค้งยาว คำนวณหาความยาวทั้งหมดของบาดแผลโดยใช้โปรแกรม Image J 3.2, และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สารควบคุมและสารสกัดเพคตินให้หนูทางปาก 1 ชั่วโมงก่อนให้เอธานอล การทดลองทั้งหมดใช้หนูสายพันธุ์ Sprague-Dawley น้ำหนักประมาณ 220-240 กรัม จากสำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง

4.1.1 ผลของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดต่อปริมาณเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง เมื่อใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด คือ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก กรดแล็กติก และโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต พบว่าโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตมีประสิทธิภาพสูงสุดในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง โดยให้ Yield (%) เท่ากับ 19.02 และ 26.80 ตามลำดับ ส่วนกรดแล็กติก เป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพต่ำสุดในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง ซึ่งจะให้ปริมาณของเพคตินเท่ากับ 5.48 และ 18.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง

ตัวทำละลาย	Yield (%)	
	เปลือกสะตอ	เปลือกเหรียง
กรดซัลฟิวริก	13.35	19.52
กรดไฮโดรคลอริก	10.24	18.81
กรดซิตริก	6.21	18.66
กรดแล็กติก	5.48	18.40
โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต	19.02	26.80

หมายเหตุ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง

รูปที่ 2 ลักษณะและสีของสารสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอ ที่ใช้ตัวทำละลายชนิดต่างๆ

รูปที่ 3 ลักษณะและสีของสารสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียง ที่ใช้ตัวทำละลายชนิดต่างๆ

4.2 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเพคติน

4.2.1 โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต

การศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของตัวทำละลาย (โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต) ที่ 2, 4 และ 6 % พบว่า ที่ความเข้มข้นของตัวทำละลาย 6 % จะให้ค่า % Yield ของเพคตินสูงที่สุด ทั้งที่สกัดจากเปลือกสะตอและเหรียง คือ 30.24 และ 54.56 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลของระดับความเข้มข้นของโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง

ระดับความเข้มข้นของตัวทำละลาย	Yield(%)	
	เปลือกสะตอ	เปลือกเหรียง
2 %	19.02	26.80
4 %	26.80	34.72
6 %	30.24	54.56

หมายเหตุ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบ:ตัวทำละลาย (1:10)

4.2.2 กรดซิตริก

การศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของตัวทำละลาย (กรดซิตริก) ที่ 2, 4 และ 6 % พบว่า ที่ความเข้มข้นของตัวทำละลาย 6 % จะให้ค่า % Yield ของเพคตินสูงที่สุด ทั้งที่สกัดจากเปลือกสะตอและเหรียง คือ 12.48 และ 21.11 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

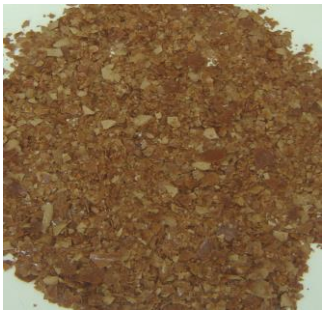
ตารางที่ 5 ผลของระดับความเข้มข้นของกรดซิตริกต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง

ระดับความเข้มข้นของตัวทำละลาย	Yield(%)	
	เปลือกสะตอ	เปลือกเหรียง
2 %	6.21	18.66
4 %	7.61	19.24
6 %	12.48	21.11

หมายเหตุ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบ:ตัวทำละลาย (1:10)

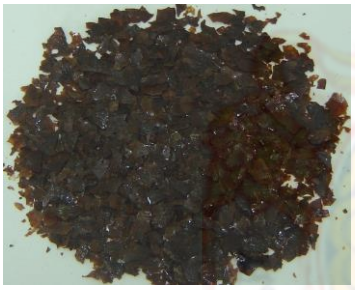
ระดับความเข้มข้น 2 %

ระดับความเข้มข้น 4 %



ระดับความเข้มข้น 6 %

รูปที่ 4 ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกสะตอที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ



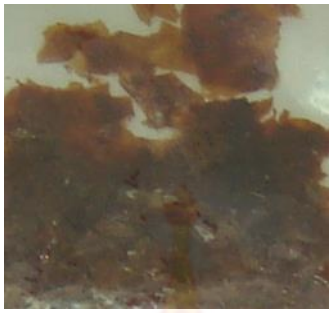
ระดับความเข้มข้น 2 %

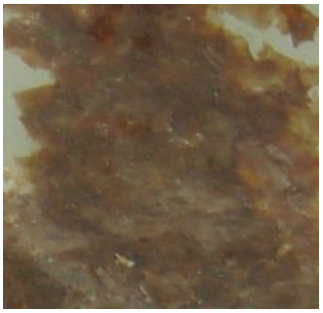
ระดับความเข้มข้น 4 %

ระดับความเข้มข้น 6 %

รูปที่ 5 ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น 2 %


ความเข้มข้น 4 %


ความเข้มข้น 6 %

รูปที่ 6 ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกสะตอที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น 2 %

ความเข้มข้น 4 %

ความเข้มข้น 6 %

รูปที่ 7 ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเพคติน

4.3.1.โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต

การศึกษาผลของอุณหภูมิ (70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส) ต่อการสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียง พบว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะให้ค่า % Yield สูงที่สุด คือ 23.76 แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกเหรียง เมื่อใช้ตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Yield (%)
70	23.76
80	22.94
90	18.20

หมายเหตุ ควบคุมเวลา 1 ชั่วโมง อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบ : ตัวทำละลาย (1 : 10), ความเข้มข้นของตัวทำละลายเท่ากับ6% (v/v)

อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส **อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส** **อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส**

รูปที่ 8 ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต ความเข้มข้น 6 % ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

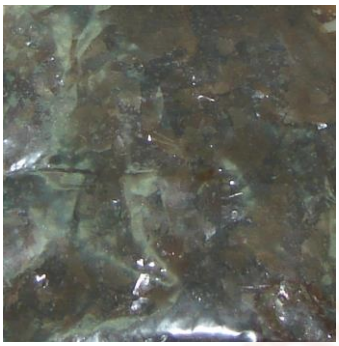
4.3.2 กรดซิตริก

การศึกษาผลของอุณหภูมิ (70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส) ต่อการสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียง พบว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะให้ค่า % Yield สูงที่สุด คือ 21.11 แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณของเพคตินจากเปลือกเหรียง เมื่อใช้ตัวทำละลายกรดซิตริก

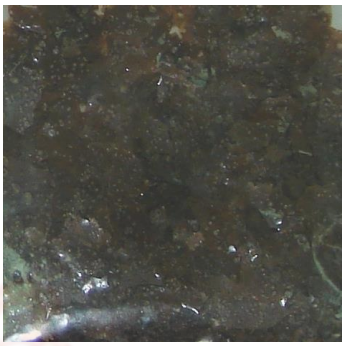
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	Yield (%)
70	21.11
80	18.08
90	16.62

หมายเหตุ ควบคุมเวลา 1 ชั่วโมง, อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบ : ตัวทำละลาย (1 : 10), ความเข้มข้นของตัวทำละลายเท่ากับ6% (v/v)



อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส



อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

รูปที่ 9 ลักษณะและสีของเพคตินจากเปลือกเหรียงที่สกัดโดยใช้กรดซิตริก ความเข้มข้น 6% ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

4.4 ผลของสารสกัดเพคตินต่อการยับยั้งแผลกระเพาะอาหารในหนู

การศึกษาฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนูของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง พบว่า ที่ความเข้มข้นของเพคติน 500 mg/kg (*p.o.*) สามารถยับยั้งแผลกระเพาะอาหารในหนูได้เท่ากับ 32.5 และ 21.6% ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

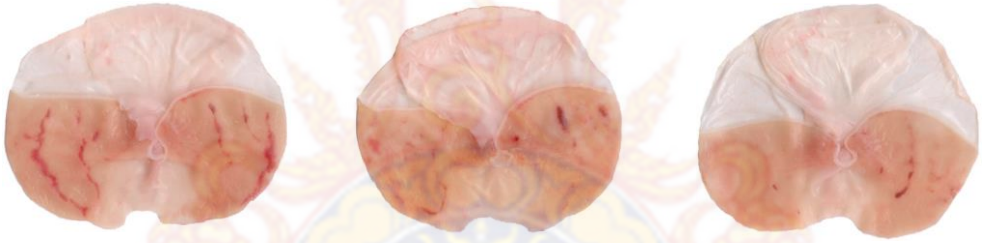
ตารางที่ 8 ฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนูของสารสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียงเมื่อเหนี่ยวนำด้วยเอธานอล

Treatment	Dose (mg/kg, *p.o.*)	*n*	Gastric Lesions	
			Length(mm)	Inhibition (%)
Control	-	5	101.4 ± 6.0	0
Parkia speciosa ext.	250	5	82.5 ± 7.6	18.6
	500	5	68.4 ± 5.4**	32.5
Parkia timoriana ext.	250	5	86.9 ± 4.3	14.3
	500	5	79.5 ± 9.8	21.6

Mean±S.E.M., Significantly different from the control group, *p<0.05, **p<0.01

กลุ่มควบคุม **250 mg/kg, *p.o.*** **500 mg/kg, *p.o.***

รูปที่ 10 ผลของสารสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอต่อการยับยั้งแผลกระเพาะอาหาร



กลุ่มควบคุม **250 mg/kg, *p.o.*** **500 mg/kg, *p.o.***

รูปที่ 11 ผลของสารสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียงต่อการยับยั้งแผลกระเพาะอาหาร

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง โดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด คือ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก กรดแล็กติก และโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต พบว่า โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตมีประสิทธิภาพสูงสุดในการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง โดยให้ %Yield เท่ากับ 19.02 และ 26.80 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของตัวทำละลาย ในการศึกษาครั้งนี้คัดเลือกตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตและกรดซิตริก เพราะจากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าเมื่อใช้ โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต จะให้ %Yield ของเพคตินสูงสุด ส่วนกรดซิตริก เป็นตัวทำละลายที่มีผลข้างเคียงน้อยต่อร่างกาย และให้ลักษณะของเพคตินที่ดี จากการศึกษา เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตัวทำละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตเป็น 2, 4 และ 6 % พบว่าที่ความเข้มข้นของตัวทำละลาย 6 % จะให้ค่า % Yield ของเพคตินสูงที่สุด ทั้งที่สกัดจากเปลือกสะตอและเหรียง คือ 30.24 และ 54.56 ตามลำดับ ส่วนกรดซิตริกก็ให้ผลในทำนองเดียวกันคือ ที่ความเข้มข้นของตัวทำละลาย 6 % จะให้ค่า % Yield ของเพคตินสูงที่สุด ทั้งที่สกัดจากเปลือกสะตอและเหรียง คือ 12.48 และ 21.11 ตามลำดับ ในส่วนของผลของอุณหภูมิ (70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส) ต่อการสกัดเพคตินจากเปลือกเหรียง พบว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะให้ค่า % Yield สูงที่สุด ทั้งที่สกัดด้วยโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตและกรดซิตริก คือ 23.76 และ 21.11 ตามลำดับ นอกจากนี้จากการศึกษาฤทธิ์ป้องกันแผลกระเพาะอาหารในหนูของเพคตินจากเปลือกสะตอและ เหรียง พบว่า ที่ความเข้มข้นของเพคติน 500 mg/kg (*p.o.*) สามารถยับยั้งแผลกระเพาะอาหารในหนูได้ เท่ากับ 32.5 และ 21.6 % ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าเปลือกสะตอและเหรียง จัดเป็นวัตถุดิบแหล่งใหม่ที่ใช้ในการสกัดเพคตินได้ดี

เอกสารอ้างอิง

กัญจนา ดีวิเศษ. 2542. ผักพื้นบ้านภาคใต้. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ. หน้า244.

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพันธ์ไม้แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. หน้า 253.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร.โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 181-184.

พิเชษฐ์ เทบำรุง. 2546. การหาปริมาณและคุณภาพของเพคตินจากใบกรุงเขมา, วิทยานิพน์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มนัส กิจนุกูล. 2543. ไม้ผลพื้นบ้าน.สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ. หน้า 157.

Akkayanont, P. and Utarabhand, P. (1995). *Phytochemistry*, **38**, 281-285.

Jamaluddin. F., Mohamed, S., and Lajis M.N. (1995). *Food Chem*., **54**, 9-13.

Jaranchavana, P. and Suvachittanont, W. (1995). Activation of lymphocytes proliferation by Parkia speciosa seed lectin. Presented in 21st Congress on Sci. and Tech. Of Thailand, 25-27 October, Chonburi, Thailand.

Pongpiriyadacha, Y. Matsuda, H. Morikawa, T., Asao, Y., and Yoshikawa, M. (2003). Protective effects of polygodial on gastric mucosal lesions induced by necrotizing agents in rats and the possible mechanisms of action. *Biol. Pharm. Bull*., **26**, 651-657.

Robert, A., Nezamis, J.E., Lancaster, C., Hanchar, A.J. (1979) *Gastroenterology* **77**, 433-443.

Suvachittanont, W. and Peutpaiboon, A. 1992. Lectin from Parkia speciosa seeds. *Phytochemistry*., **31**, 4065-4070.

Taundbodhitham, A.K. 1995. Thiamin content and activity of antithiamin factor in vegetables of southern Thailand. *Food Chem*., **52**, 285-288.

www.doae.go.th/stat/newpage/page.go.htm 1/11/49

www.nestlethai.com, 8/11/48

www.msds.pcd.go.th, 23/11/48

ภาคผนวก

1. ภาคผนวก ก ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดเพคติน

1. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) มีชื่อทางเคมีทั่วไปว่า Hydrochloric และมีชื่อพ้องอื่นๆว่า Muriatic acid ; Chlorohydric acid ; Spirits of salts ; Hydrogen chloride acid ; Hydrogen chloride ; Hydrogen chloride Gas only ซึ่งมีสูตรโมเลกุล HCL และมีสูตรโครงสร้าง คือ H - Cl

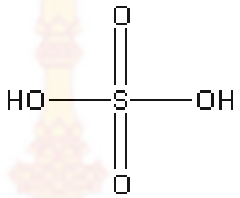
การใช้ประโยชน์ ใช้เป็นสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chamical Properties)

- สถานะ เป็นของเหลว ก๊าซ
- ไม่มีสี
- กลิ่นฉุน
- น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 36.46
- จุดเดือด เท่ากับ 53 องศาเซลเซียส
- จุดหลอมเหลว จุกเยือกแข็งเท่ากับ -74 องศาเซลเซียส
- ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ = 1) เท่ากับ 1.18
- ความหนาแน่นไอ (อากาศ = 1) เท่ากับ 1.3
- ความหนืด (mPa.sec) เท่ากับ 0.0148
- ความดันไอ (มม. ปรอท) เท่ากับ 190 ที่ 25 องศาเซลเซียส
- ความสามารถในการละลายน้ำที่ (กรัม / 100มล.) ละลายได้
- ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่นๆสามารถละลายได้ในเอธานอล (เข้าได้ถึง www.msds.pcd.go.th, 23/11/48)

2. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid)

มีชื่อทางเคมีทั่วไปว่า Sulfuric acid และมีชื่อพ้องอื่นๆว่า Oil of vitriol; BOU; Dipping Acid; Vitriol Brown oil; Sulfuric; Acid Mist; Hydrogen sulfate ; Sulfer acid ; Sulfuric acid ; spent ; ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ H_2SO_4 และมีสูตรโครงสร้าง คือ



รูปที่ 14 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดซัลฟิวริก

ที่มา : www.msds.pcd.go.th, 23/11/48)

การใช้ประโยชน์ (Uses)

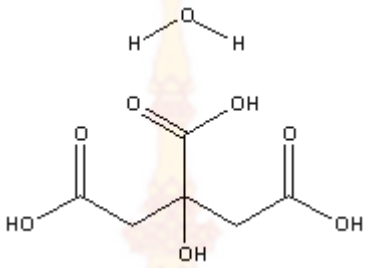
ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นสารละลายอิเล็กโตรไลต์ เป็นตัวชะล้างถ่านหิน เป็นตัวแลกเปลี่ยนไอออน

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and chemical Properties)

- สถานะเป็นของเหลว
- ไม่มีสี
- ไม่มีกลิ่น
- น้ำหนักโมเลกุล คือ 98
- จุดเดือด คือ 276 องศาเซลเซียส
- จุดหลอมเหลว / จุดเยือกแข็ง คือ (-1) ถึง (-30) องศาเซลเซียส
- ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ = 1) เท่ากับ 1.84
- ความหนาแน่นไอ (อากาศ = 1) เท่ากับ 3.4
- ความหนืด (mPa.sec) เท่ากับ 26.9
- ความดันไอ (มม. ปรอท) เท่ากับ 0.001 ที่ 20 องศาเซลเซียส
- ความสามารถในการละลายน้ำที่ (กรัม / 100มล.) ละลายน้ำได้ที่ 20 องศาเซลเซียส

3. กรดซิตริก (Citric acid)

มีชื่อทางเคมีทั่วไป คือ Citric acid monohydrate และมีชื่อพ้องอื่นๆว่า Hydrous citric acid ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $C_6H_{10}O_8$ และมีสูตรโครงสร้าง คือ



รูปที่ 15 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดซิตริก

ที่มา : www.msds.pcd.go.th, 23/11/48)

การใช้ประโยชน์ (Uses)

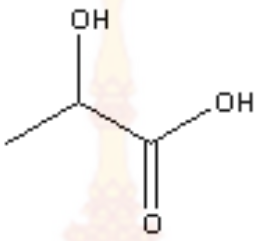
ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม ใช้ในการผลิตยา ใช้เป็นสารทำความสะอาด

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and chemical Properties)

- สถานะเป็นผงของแข็ง
- สีขาว
- ไม่มีกลิ่น
- น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 210.14
- จุดเดือด เท่ากับ 135-153 องศาเซลเซียส
- จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็งเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส
- ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ = 1) เท่ากับ 1.542
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 1.8 ที่ 20 องศาเซลเซียส

4. กรดแล็กติก (Lactic acid)

มีชื่อทางเคมีทั่วไปว่า Lactic acid และมีชื่อพ้องอื่นๆว่า 2- Hydroxypropanoic acid; Lactic acid , 85% ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $C_3H_6O_3$ และมีสูตรโครงสร้าง คือ



รูปที่ 16 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดแล็กติก

ที่มา : www.msds.pcd.go.th, 23/11/48)

การใช้ประโยชน์ (Uses)

เป็นสารในห้องปฏิบัติการ

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and chemical Properties)

- สถานะเป็น ของแข็ง ผลึก และของเหลว
- สีใสหรือเหลืองอ่อน
- กลิ่นฉุน
- น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 90.08
- จุดเดือด เท่ากับ 122 องศาเซลเซียส
- จุดหลอมเหลว/จุกเยือกแข็งเท่ากับ 17 องศาเซลเซียส
- ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ = 1) เท่ากับ 1.2

(เข้าได้ถึง www. msd.pcd.go.th, 23/11/48)

2. ภาคผนวก ข การเตรียมเพคตินเพื่อศึกษาฤทธิ์ป้องกันแผลในกระเพาะอาหารของหนู

ตัวอย่าง ความเข้มข้น 500 mg/kg

วิธีการเตรียม นำเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกสะตอ และ เหรียง บดให้ละเอียดผสมกับ Arabic gum (AG) และน้ำโดยมีอัตราส่วนดังนี้ คือ

ความเข้มข้น AG ที่ต้องการใช้ 5g /100 ml

วิธีการคำนวณ 100 ml ใช้ AG 5g

ถ้า 10 ml ใช้ AG (5*10)/100 = 0.5 g

ความเข้มข้นสารสกัด ที่ต้องการใช้ ใช้ 500 mg/kg/5ml

วิธีการคำนวณ 5 ml ใช้ สมุนไพร 500 mg

ถ้า 10 ml ใช้สมุนไพร (500*10)/5 = 1000 mg (1g)

เพราะฉะนั้นในการเตรียมเพคตินเพื่อศึกษาฤทธิ์ป้องกันแผลในกระเพาะอาหารของหนูที่ความเข้มข้น 500 mg/kg สามารถเตรียมได้โดยชั่งเพคติน 1 g ผสมกับ AG 0.5 g และ ละลายในน้ำ 10 ml

3. ภาคผนวก ค การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ Yield

สูตรการหา % Yield

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{น้ำหนักของเพคตินจากเปลือกสะตอและเหรียง} \times 100}{\text{น้ำหนักเปลือกสะตอและเหรียง เริ่มต้น}}$$

ตัวอย่าง จากการสกัดเพคตินจากเปลือกสะตอ 100 g ได้เพคตินจากเปลือกสะตอ 18.66 g คำนวณ % Yeild ได้ดังนี้

$$\% \text{ Yield} = \frac{18.66 \times 100}{100} = 18.66\ \%$$