สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสกัดเพคตินโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก

Pectin extraction form fruits using hydrochloric acid

โดย

นางสาวกานดา สุจรรยา

ปพ.
ก A32 ก
A521
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33226
วัน, เดือน, ปี 15 ก.ค. 2542

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2541

ชื่อเรื่อง การสกัดเพคตินโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก

Pectin extractions form fruits using hydrochloric acid

ชื่อ - สกุล นางสาวกานดา สุจรรยา

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา**ครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

ในการสกัดเพคตินจากผลไม้ 4 ชนิด คือ มะขามเปียก มะขามป้อม ฝรั่ง และเปลือกส้มโอ โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดเพคตินจากผลไม้ จากนั้นตรวจสอบปริมาณของเพคตินที่สกัดได้โดยใช้เอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบปริมาณเพคตินที่สกัดได้ โดยเทียบหน่วยของผลผลิตเป็นกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

จากการสกัดเพคตินพบว่าลักษณะของเพคตินที่ได้แต่ละชนิดมีลักษณะดังนี้เพคตินจากมะขามเปียก มีลักษณะเป็นวุ้นสีน้ำตาลเข้ม เพคตินจากฝรั่งเป็นวุ้นสีขาว เพคตินจากมะขามป้อมเป็นวุ้นสีขาว และเพคตินจากเปลือกส้มโอมีลักษณะสีขาวเหลือง ผลการตรวจสอบเพคตินด้วยเอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ให้ปริมาณเพคตินในปริมาณที่สูงกับวัตถุดิบ 4 ชนิด คือ มะขามเปียก ให้ปริมาณเพคติน 0.32 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ฝรั่งให้ปริมาณเพคติน 0.39 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง มะขามป้อมให้ปริมาณเพคติน 0.84 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง และเปลือกส้มโอให้ปริมาณเพคติน 0.38 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

จากปริมาณเพคตินที่พบในมะขามเปียก ฝรั่ง มะขามป้อม และเปลือกส้มโอจะเห็นได้ว่ามีปริมาณอยู่ในเกณฑ์สูงซึ่งผลไม้ดังกล่าวเป็นผลไม้ที่พบทั่วไปตามท้องถิ่น ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการใช้ประโยชน์จากผลไม้และผลผลิตพลอยได้จากผลไม้ในการผลิตสารที่มีคุณค่าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับคำแนะนำจาก อาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษซึ่งท่านอาจาย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง ได้กรุณาชี้แนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ ตักเตือนและชี้แนะแนวทางแก้ไขที่ถูกต้อง ด้วยความเมตตา กรุณา ขอขอบพระคุณอาจารย์วันชัย สุทธินุ่น และอาจารย์ลินจง สุขลำภู อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตลอดจนอาจารย์ปราณี อ่านเปรื่อง อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำและแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ความดีและสิ่งที่ผู้ทดลองตั้งใจทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบให้อาจารย์ปิ่นมณี ขวัญเมือง และผู้กล่าวมาข้างต้น ตลอดจน บิดา มารดา และเพื่อน ๆ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ ขอให้ท่านทั้งหลายประสบความสำเร็จในหน้าที่การงาน และการดำเนินชีวิต ซึ่งท่านที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ทำการวิจัยทำปัญหาพิเศษลุล่วงไปได้ด้วยดี

กานดา สุจรรยา

กุมภาพันธ์ 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ..... ก

กิตติกรรมประกาศ..... ข

สารบัญ..... ค

สารบัญตาราง..... จ

สารบัญภาพ..... ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของปัญหา..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างของเพคติน..... 3

2.2 เพคตินในพืช..... 4

2.3 คุณสมบัติของเพคติน..... 5

2.4 การเปลี่ยนแปลงของเพคตินในพืช..... 8

2.5 การสกัดเพคตินจากพืช..... 10

2.6 ชนิดของเพคตินที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร..... 10

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย..... 12

3.2 วิธีการ..... 13

3.3 สถานที่ทำการวิจัย..... 18

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย..... 18

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการศึกษา..... 19

4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ -

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 22

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 22

บรรณานุกรม..... 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงปริมาณเพคตินในผลไม้ 6
2. แสดงปริมาณเพคตินในผัก 7
3. แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากมะขามเปียก 19
4. แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากฝรั่ง 19
5. แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากมะขามป้อม 20
6. แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอ 20
7. แสดงปริมาณเพคตินจากวัตถุดิบ 4 ชนิดที่ตรวจสอบปริมาณ
   โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	สูตรโครงสร้างของเพคติน	3
2.	โมเลกุลของ pectic substance	4
3.	ส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช	8
4.	การเปลี่ยนแปลงของ Protopectin ใน Middle lamella และ Primary cell wall	9
5.	การเตรียมวัตถุดิบ	13
6.	การกรองวัตถุดิบที่ต้มกับน้ำกลั่น	14
7.	การกรองวัตถุดิบด้วยเครื่องกรองสูญญากาศ	14
8.	น้ำผลไม้ที่ระเหยจนเหลือ 25 มล.	15
9.	วัตถุดิบที่ใส่เอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ หลังแช่ไว้ 30 นาที	16
10.	วัตถุดิบที่ผ่านการกรองหลังจากแช่เอทานอล 30 นาที	17
11.	เพคตินที่ผ่านการอบหลังจาก 12 ชั่วโมง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ผลไม้และสารที่สกัดจากผลไม้หรือผักบางชนิด มีคุณสมบัติในการทำให้เกิดเจล เรียกสารนี้ว่า เพคติน (pectin) ซึ่งพบครั้งแรกในปี พ.ศ. 2368 (ค.ศ. 1825) ที่ประเทศฝรั่งเศษ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532 : 100) จากคุณสมบัติของสารเพคตินในการเกิดเจล ทำให้มีการศึกษาถึงสารเพคตินเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม เช่น นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อทำให้เกิดเจลทำให้อาหารเกิดความข้นหนืด และความคงตัวของผลิตภัณฑ์ (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2540 : 13)

เพคตินเป็นสารพวก pectic substance พบในเนื้อเยื่อพืชมีอยู่ในผลไม้ตามธรรมชาติ สารเพคตินมี 3 รูปแบบด้วยกันคือ หนึ่งโปรโตเพคติน (protopectin) ซึ่งเป็นตัวเริ่ม (precursor) ของเพคตินไม่ละลายน้ำและจับตัวกันเป็นวุ้น สองเพคติน (pectin) และสามกรดเพคตินิค (pectinic acid) ซึ่งเปลี่ยนมาจากเพคตินโดยเอนไซม์โปรโตเพคติเนส ถ้าผลไม้สุกมากเกินไป สารเพคตินจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดเพคตินิค สำหรับเพคตินที่สกัดได้และมีการผลิตคือเพคตินผงทำจากเปลือกและแกนผลไม้ที่เหลือจากการบรรจุกระป๋องเช่น แอปเปิ้ล (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 56) เพคตินจากผลไม้พวกส้มได้จากส่วนเนื้อเยื่อขาวติดเปลือกของมะนาว เพคตินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลไม้กระป๋อง หรือน้ำผลไม้ ซึ่งเพคตินจะทำให้ส่วนผสมเข้มข้นขึ้น และทำให้เกิด Curd และ Whey ช้อสบาร์บีคิว ลูกกวาด ผลิตภัณฑ์มะเขือ และใช้ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่มีแยมและเยลลี่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งการใช้เพคตินเป็นส่วนผสมดังกล่าวมีความปลอดภัยในการบริโภค เพราะเพคตินเป็นสารที่สังเคราะห์โดยธรรมชาติ

จากแหล่งของเพคตินที่พบในพืชหลายชนิดโดยเฉพาะในผลไม้ จึงได้มีการศึกษาถึงการสกัดเพคตินจากผลไม้ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การใช้กรดไฮโดรคลอริก และการตรวจสอบสารเพคตินโดยใช้แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบปริมาณของเพคตินจากผลไม้ชนิดต่างๆ ในท้องถิ่นอันเป็นแนวทางคัดเลือกผลไม้ที่มีคุณสมบัติในการผลิตเพคตินระดับครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็กอย่างหนึ่ง เพราะเพคตินบริสุทธิ์มีราคาแพง ต้องซื้อครั้งละจำนวนมาก นอกจากนั้นยังเป็นการใช้ผลผลิตในกลุ่มพืชผัก ผลไม้ให้เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของเพคตินที่สกัดได้จากธรรมชาติ โดยเฉพาะจากผลไม้ที่มีอยู่ในท้องถิ่น ดังนั้นจึงได้ศึกษาปริมาณของเพคตินจากผลไม้เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกผลไม้ที่จะนำมาสกัดเพคตินต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสกัดเพคตินจากผลไม้บางชนิดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)
2. เพื่อตรวจสอบปริมาณของเพคตินโดยใช้เอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากผลไม้แต่ละชนิด

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ทำการสกัดเพคตินจากผลไม้ 4 ชนิดคือ มะขามเปียก มะขามป้อม เปลือกส้มโอ และฝรั่ง
2. ตรวจสอบปริมาณของสารเพคตินจากตัวอย่างผลไม้ที่สกัดโดยใช้เอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์
3. เปรียบเทียบปริมาณของสารเพคตินที่สกัดได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงวิธีการสกัดเพคตินจากผลไม้โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก
2. ทราบถึงความเข้มข้นของเอทานอลที่เหมาะสมในการแยกเพคติน
3. ข้อมูลที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการเลือกและส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในประเทศให้เกิดประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมอาหารโดยเฉพาะผักและผลไม้

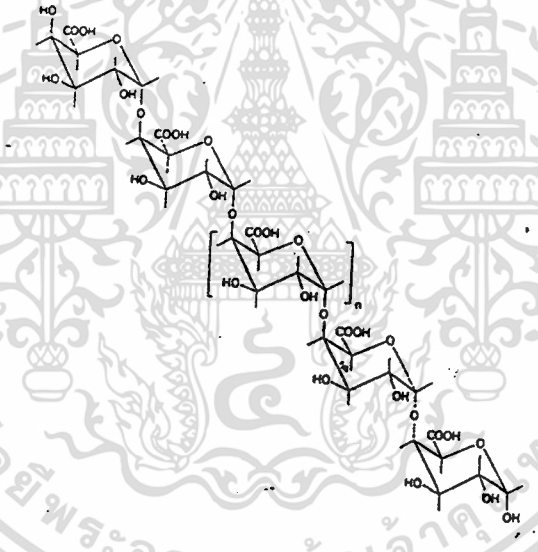
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างของเพคติน

เพคติน หรือ pectic substance เป็น polymer ของ monosaccharide เพคตินประกอบด้วย เมทิลเอสเทอร์ของ ∝- 1,4 linked D - galacturonopyranose units ที่มีหมู่คาร์บอกซิล ประมาณร้อยละ 75 ถูกทำให้เป็นเอสเทอร์ด้วยเมธานอล เพคตินเป็นสารพวก colloidal carbohydrate ที่ทำให้เกิดเจลระหว่างน้ำตาลและกรดได้ดี



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของเพคติน

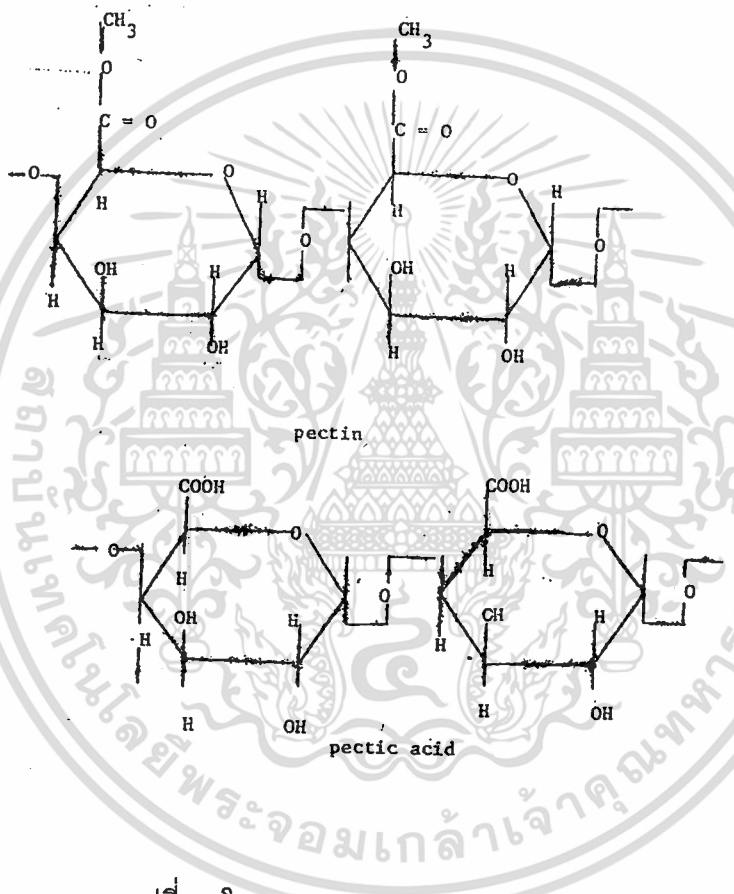
ที่มา : ปราณี อ่านเปรื่อง (2525 : 162)

เพคตินที่ได้จากพืชมีลักษณะเป็นของผสมที่มีสารอื่นอยู่ด้วย เช่น อาราบาน ประกอบด้วย ∝ - 1,5 linked L - arabinofuranose units และยังมี ∝ - 1,3 - cross linkage กาแลคตาน ประกอบด้วย β - 1,4 - linked D - galactupyranose units (ปราณี, 2532 : 38) นอกจากนี้โมเลกุลของเพคตินก็มีขนาดต่างๆ กัน อีกทั้งกลุ่มเมทอกซิล (-OCH_3) ที่เกาะอยู่ก็มีจำนวนแตกต่างกัน เพคตินที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีกลุ่มเมทอกซิลมากจะเกิดเจลได้เร็วแม้จะมีกรดเพียงเล็กน้อย เพคตินที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงกว่าเพคตินที่มีโมเลกุลขนาดเล็กกว่า (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 56)

เพคตินแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ หนึ่ง pectic acid สอง pectin และสาม protopectin ในโมเลกุลของ pectic acid จะประกอบด้วย galacturonic acid ราว 100 โมเลกุล แต่ละโมเลกุลจะเชื่อมต่อกันที่ตำแหน่ง α - 1,4 - linkage



รูปที่ 2 โมเลกุลของ pectic substance

ที่มา : สัมพันธ์ คัมภิรานนท์ (2539 : 117)

สารเหล่านี้จะพบใน middle lamella ของผลส้มและมักทำปฏิกิริยากับเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียมกลายเป็นสารพวก pectate ซึ่งไม่ละลายน้ำ ส่วนเพคตินนั้นเป็นสารที่คล้ายกับ pectic acid มาก โดยที่หมู่คาร์บอกซิลของ galacturonic acid จะถูก esterified โดยหมู่เมทิล - เพคตินมีขนาดของโมเลกุลที่ใหญ่กว่า pectic acid และละลายได้ในน้ำร้อน แหล่งของเพคตินได้แก่ ผนังเซลล์ ไซโตพลาสซึม และ middle lamella สำหรับ protopectin นั้นพบว่าอยู่ในผนังเซลล์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลส้มและแอปเปิ้ลที่กำลังอ่อนอยู่ เมื่อผลเริ่มสุก protopectin จะค่อยๆ หายไปส่วนเพคตินจะค่อยๆเพิ่มขึ้น (สัมพันธ์ คัมภิรานนท์, 2539 : 116-117)

2.2 เพคตินในพืช

เพคตินพบมากในผักผลไม้ พืชที่กำลังเจริญเติบโต โมเลกุลของเพคตินแทรกอยู่ระหว่างเซลลูโลสแต่ส่วนมากจะอยู่ระหว่างบริเวณ 2 เซลล์ที่เรียกว่า middle lamella ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์เข้าด้วยกัน และควบคุมการซึมผ่านของน้ำ (จริงแท้ ศิริพานิช , 2538 : 78-90) ในผลไม้จะมีเพคตินอยู่มากในชั้นในตอนกลาง โดยทั่วไปเพคตินจะอยู่ตรงส่วนเนื้อผลไม้ มิใช่น้ำผลไม้ อย่างไรก็ตามน้ำผลไม้บางอย่างอาจมีเพคตินปริมาณมากพอ เช่น แอปเปิ้ล จะมีเพคตินปริมาณมากที่สุดที่แกนและเปลือก ผลไม้จำพวกส้มจะมีเพคตินมากในส่วนเนื้อเยื่อสีขาวถัดจากเปลือกผลไม้ห่าม หรือแก่เต็มที่จะมีเพคตินมากที่สุด (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 98)

2.3 คุณสมบัติของเพคติน

สารเพคตินมีคุณสมบัติพิเศษเมื่อรวมตัวกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสม อัตราส่วนสารละลายเพคติน ร้อยละ 1 กับสารละลายน้ำตาลร้อยละ 68.5 ที่ pH 3.2 ให้เกิดลักษณะวุ้น ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารได้ใช้คุณสมบัติของเพคติน ในการทำแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด นักวิทยาศาสตร์การอาหารจัดเพคตินอยู่ในสารพวกเจือปน และจัดรวมอยู่ในกลุ่มสเตบิไลเซอร์ ซึ่งเป็นสารที่เติมในอาหารแล้วจะช่วยให้ส่วนผสมของอาหารสำเร็จรูปรวมตัวกันไม่แยกตัวชั้น (ยุวดี กาญจนัษฐิติ และคณะ, 2530 : 638) ดังที่ วราภรณ์ ชัยโอภาส (อ้างโดย เลิศวุฒิโสภณ, 2535 : 87) กล่าวถึงคุณค่าทางโภชนาการเพคตินสามารถลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือดได้ และควบคุมโรคเบาหวานได้ นอกจากนั้นเพคตินยังสามารถลดการอักเสบของแผลในลำไส้หลังจากผ่าตัด และรักษาโรคท้องร่วงในเด็กได้ เพคตินจะตกตะกอนในแอลกอฮอล์หรือสารอีเล็คโตรไลต์ การตกตะกอนด้วยสารอีเล็คโตรไลต์ทำได้ยากถ้าละลายน้ำได้ดี ถ้าโมเลกุลเพคตินมีกลุ่มเมทอกซิลเกาะอยู่บนกรดกาแลคตูโรนิคครบทุกหน่วย จะไม่ตกตะกอนด้วยสารอีเลคโตรไลต์ กลุ่มเมทอกซิลร้อยละ 20 ตกตะกอนด้วยสารโซเดียมคลอไรด์ กลุ่มเมทอกซิลร้อยละ 50 ตกตะกอนด้วยสารแคลเซียมคลอไรด์ กลุ่มเมทอกซิลร้อยละ 70 ตกตะกอนด้วยสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์หรือสารละลายคอปเปอร์คลอไรด์ เพคตินยังตกตะกอนด้วยตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น อาซีโตน เมทิลแอลกอฮอล์ โปรปิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ใช้ตกตะกอนจะเพิ่มขึ้นเมื่อโมเลกุลของเพคติน มีกลุ่มเมทอกซิลเพิ่มขึ้น เพคตินที่มีกลุ่มเต็มทั้งหมดจะเกิดเจลได้ในอาหารที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีกรดหรือมีสารอีเล็คโตรไลต์ เพคตินที่มีกลุ่มเมทอกซิลมากจะเกิดเจลได้เร็วแม้จะมีกรดเพียงเล็กน้อย เพคตินที่มีกลุ่มเมทอกซิลน้อยจะเกิดเจลได้ช้าและต้องการพีเอชที่เหมาะสมมากขึ้นซึ่งเป็นพีเอชที่ต่ำลง (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 60) อ้างโดย Pomeranz, 1991 การเกิดเจลจะง่ายขึ้นถ้ามีเกลือแคลเซียมอยู่ด้วยทำให้เจลอยู่ตัวไม่ขึ้นอยู่กับพีเอชและความเข้มข้นของน้ำตาล เพคตินที่มีโมเลกุลใหญ่จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงกว่าเพคตินที่มีโมเลกุลเล็กที่ความเข้มข้นเท่ากัน การลดจำนวนกลุ่มเมทอกซิลทำให้ความหนืดลดลง ความหนืดจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาณสารอีเล็คโตรไลต์ที่มีอยู่ ณรงค์ นิยมวิทย์ (2538 : 60-61) ปริมาณเพคตินในผักและผลไม้แสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณเพคตินในผลไม้

ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	แคลเซียมเพกเตต (กรัม / 100 กรัม)	เพกติน (กรัม / 100กรัม)
กระท้อน	*Sandoricum indicum* Mers.	2.44254 ± 0.1760	2.07982 ± 1.6874
น้อยหน่า	*Annona squamosa* Linn.	0.64148 ± 0.2023	2.6398 ± 0.51479
ฝรั่ง	*Psidium guajava* Linn.	0.70802 ± 0.2485	2.2213 ± 0.2855
มะกอก	*Spondias cytherea* Sonn.	2.01200 ± 0.4947	2.67572 ± 0.4917
มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica* Linn.	3.90428 ± 0.5635	2.0611 ± 0.91587
มังคุด	*Garcinia mangostana* Linn.	0.04920 ± 0.0399	3..829 ± 0.95034
ละมุด	*Achras zapota* Linn.	1.44118 ± 0.1709	1.83117 ± 0.71797
ลำไย	*Euphobia longana* Lamk	0.22649 ± 0.1308	2.43683±0.6355
ลองกอง	*Lansium domesticum* Correa	0.39782 ± 0.0994	2.65540 ±0.73226

ที่มา : วราภรณ์ ชัยโอภาส (2538 : 46)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณเพคตินในผัก

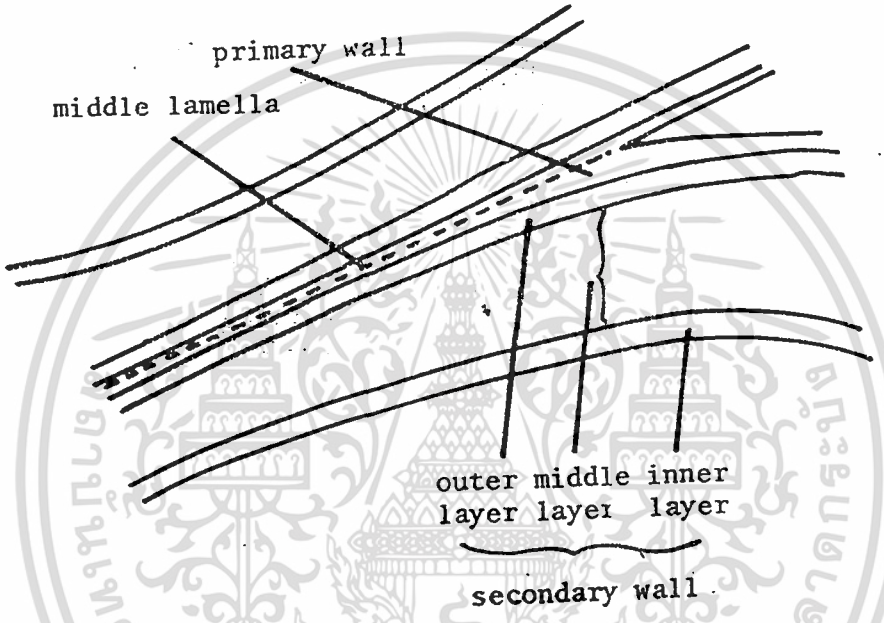
ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	แคลเซียมเพกเตต (กรัม / 100 กรัม)	เพกติน (กรัม / 100กรัม)
มะขามเปียก	*Tamarindus indica* Linn.	8.73858 ± 0.67429	5.77220 ±1.35546
มะขามอ่อน	*T. indica* Linn.	5.02694 ± 0.54356	4.20068 ±0.65560
มะนาว	*Citrus aurantifolia* Swing.	3.87460 ± 0.77259	1.59620 ± 0.24020
มะกรูด	*Citrus hystrix* DC.	1.96708 ± 0.49734	2.60264±0.74386
หอมแดง	*Alium ascalonicum* Linn.	0.556915 ± 0.07376	1.22800 ± 0.55141
มะละกอ	Carica papaya Linn	0.52294 ± 0.27741	0.44800 ± 0.14469
ใบมะระ	*Momordica charantia* Linn.	0.50598±0.30088	0.44800 ± 0.14469
ผักโขม	*Amaranthus caudatus* Linn.	0.50362 ± 0.05197	0.46110 ± 0.29100
แมงลัก	*Ocimum canu* Linn.	0.49710 ± 0.03581	0.44400 ±0.51822
กะเพรา	*Ocimum asnctum* Linn.	0.45362 ± 0.15607	0.51822 ±0.10928

ที่มา : วราภรณ์ ชัยโอภาส (2538 : 73)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเปลี่ยนแปลงของเพคตินในพืช

การเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการอ่อนตัวของผักและผลไม้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมผนังเซลล์ด้านนอกให้ติดกัน (Intercellular cement หรือ Middle lamella) ผนังเซลล์ชั้นที่หนึ่ง (Primary cell wall) และผนังเซลล์ชั้นที่สอง (Secondary cell wall) ตามรูปที่ 3

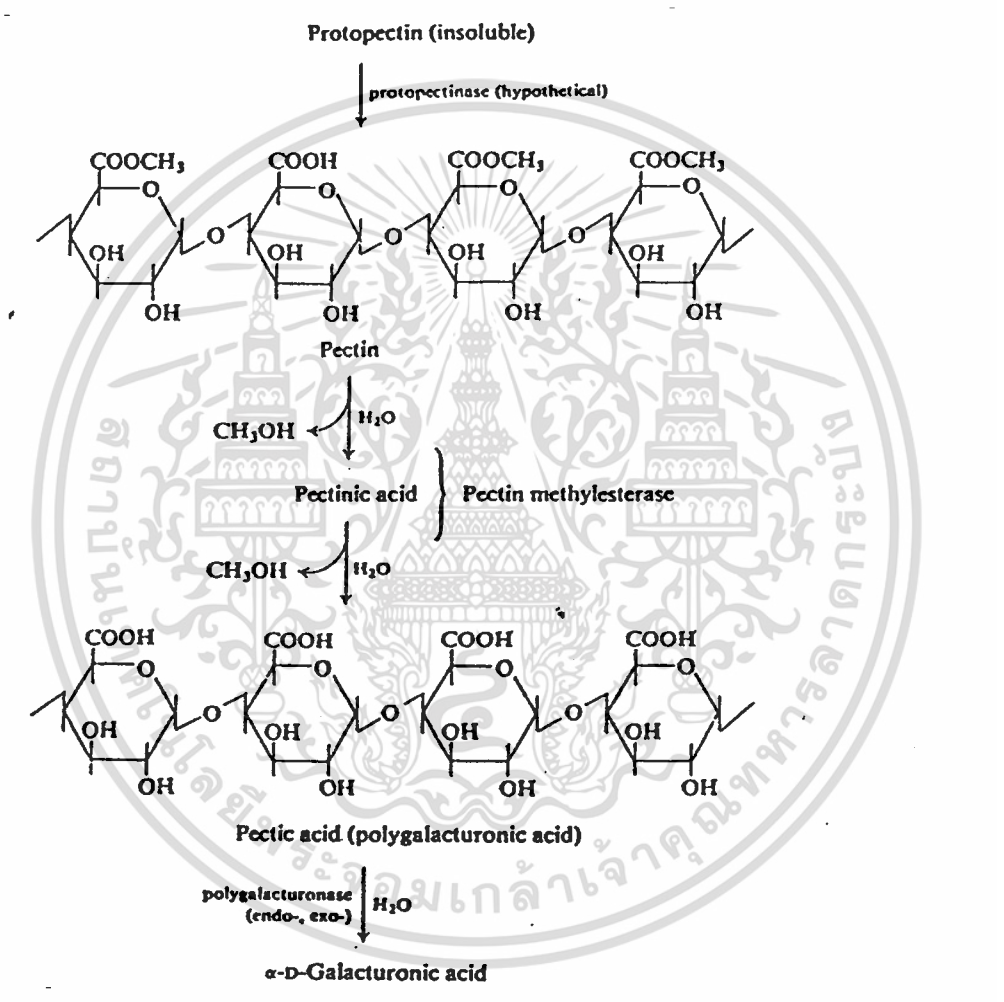


รูปที่ 3 ส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช
ที่มา : สายชล เกตุษา (2538 : 148)
อ้างโดย Eskin et al (1979)

ส่วนที่เชื่อมให้ผนังเซลล์ติดกันมีลักษณะเป็นวุ้น (Jelly) ถูกสร้างขึ้นในขณะที่มีการแบ่งตัวของเซลล์ และเชื่อมผนังเซลล์ติดกัน ผนังเซลล์ชั้นที่หนึ่งประกอบด้วยเพคติน เป็นส่วนที่สำคัญ polysaccharide ที่สำคัญของเพคตินคือ rhamnogalacturonan เป็นโพลีเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ซึ่งประกอบด้วย 1,2 - linked - D - galacturonopyranose ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของไฮโดรเจนในกลุ่มคาร์บอกซิล (-COOH) ถูกแทนที่ (Esterification) โดยเมทิล ($-CH_3$) rhamnogalacturonan เกิดเป็นเพคติน ในรูปทั้งที่ไม่ละลายน้ำ (Protopectin) และเกิดอยู่ในรูปของสารที่ละลายน้ำคือ pectinic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acid และ pectic acid กลุ่มของ -COOH ใน rhamnogalacturonan จะทำปฏิกิริยากับแคลเซียม (Ca) เกิด Ca-pectate ซึ่งไม่ละลายน้ำและอยู่ในชั้นที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน และยังอยู่ในรอบนอกของผนังเซลล์ด้วย เพคตินที่ไม่ละลายน้ำมีอยู่ในผลไม้ที่ยังไม่สุก เมื่อผลไม้เริ่มสุกเพคตินที่ไม่ละลายน้ำจะลดลง และเพคตินที่ละลายน้ำจะเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นโดยกระบวนการเอนไซม์ 2 ชนิดคือ pectin methylesterase (pectinesterase) และ polygalacturonase



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลง Protopectin ใน Middle lamella และ Primary cell wall โดยเอนไซม์ในเนื้อเยื่อของผลไม้ขณะสุก

ที่มา : สายชล เกตุษา (2528 : 150) อ้างโดย Eskin et al (1975)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้เกิดขึ้นระหว่างที่เริ่มกระบวนการสุก ขั้นตอนปฏิกิริยาทั้งหมดของเอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้ ทำให้ผักและผลไม้อ่อนตัว การเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของเพคตินที่ไม่ละลายน้ำให้เป็น galacturonic acid ซึ่งละลายน้ำทำให้เซลล์ซึ่งเคยยึดเกาะกันแน่นในผลไม้ดิบกลับมาอยู่ในสภาพที่เกาะกันหลวมๆ ในผลไม้สุก ดังนั้นผลไม้สุกจึงอ่อนตัว นอกจากเอนไซม์ 2 ชนิดนี้ที่ทำให้ pectin ที่ไม่ละลายน้ำเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่ละลายน้ำ ยังมีเอ็นไซม์ชนิดอื่น ๆ คือ pectin depolymerase, polymethyl galacturonase และ pectin traseliminase ซึ่งสามารถทำให้ pectin เกิดการเปลี่ยนแปลง (สายชล เกตุษา, 2528 : 148-150)

2.5 การสกัดเพคตินจากพืช

เพคตินที่ได้จากพืชมีลักษณะเป็นของผสมที่มีสารอื่นประปนอยู่ เช่น อาราบาน และกา-แลคตาน เพคตคินที่สกัดได้แต่ละครั้งมีจำนวนอาราบาน กาแลคตานไม่เท่ากัน โมเลกุลมีขนาดแตกต่างกันมาก และกลุ่มเมทอกซิล ($-OCH_3$) ที่เกาะอยู่มีจำนวนแตกต่างกัน เพคตินมาจากแหล่งกำเนิดต่างกันจะมีคุณภาพต่างและความสามารถการเกิดเจลต่างกัน เพคตินจะตกตะกอนในแอลกอฮอล์หรือสารอีเล็คโตรไลต์ การตกตะกอนด้วยสารอีเล็คโตรไลต์ทำได้ยากถ้าละลายน้ำได้ดี

สำหรับในเมืองไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงอุตสาหกรรมได้ทดลองและแนะ-นำผลิตเพคตินจากเปลือกส้มโอ ทั้งยังเป็นการนำของเหลือมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย วิธีสกัดเพคตินอย่างง่ายทำในครัวเรือนคือโดยใช้ กรดเจือจางต้มกับน้ำผลไม้เพื่อทำให้ protopectin สลายตัวให้เพคตินแล้วตกตะกอนเพคตินด้วย alcohol 95 เปอร์เซ็นต์ หรืออาซีโตน (ศิริลักษณ์, 2525 : 115) หรือสกัดด้วยน้ำร้อนโดยมีสาร chelating agent อยู่ด้วย เช่น แอมโมเนียมออกซาเลตหรือ EDTA (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 55)

2.6 ชนิดของเพคตินที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

เพคตินผงทำมาจากเปลือกและแกนของผลไม้ที่เหลือจากการบรรจุกระป๋อง เช่น แอปเปิ้ล เพคตินจากผลไม้ พวกส้มได้มาจากส่วนเนื้อเยื่อขาวถัดเปลือก ติดเปลือกมะนาว เพคตินที่ทำกันในรูปของเหลวและเป็นผง เพคตินเหลวเมื่อเปิดใช้แล้วจะเสื่อมคุณภาพได้ง่ายจึงต้องใช้ทันที เพคตินผงไม่มีรสชาติแรงพอกลบรสชาติผลไม้ที่นำไปใช้ เพคตินที่มีขายแบบที่ต้องใช้รวมกับน้ำตาลมาก (high sugar pectin) ต้องใช้น้ำตาล 50-65 เปอร์เซ็นต์ จึงจะจับตัวกันเป็นวุ้นได้ ปัจจุบันมีการผลิตเพคตินที่ใช้ร่วมกับน้ำตาลน้อย หรือไม่ใช้น้ำตาลเลย (Low-sugar pectin) อนุมูลแคลเซียม (Ca^{++}) สามารถช่วยการจับตัวเป็นวุ้นของเพคตินชนิดนี้โดยไม่ต้องมีน้ำตาล อาจใช้ทำสลัด ผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลไม้ และใช้ร่วมกับอาหารที่ใช้น้ำตาลเทียม (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 115) สำหรับปัจจุบัน เพคตินมีราคาแพง หาซื้อได้ยาก และต้องซื้อจำนวนมาก ประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อนำมาทำแยม เยลลี่ และใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท ดังที่ ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก (2532 : 101) อ้างโดย Meyer (1968) กล่าวว่า ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ของกรดเพคตินิก ก็มีผลกระทบกระเทือนต่อกำลังการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์ เจลที่ดีอาจเตรียมได้จากเพคตินที่มีปริมาณเมทิลมากซึ่งปกติสูงสุดประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์กลุ่มคาร์บอกซิลประมาณครึ่งหนึ่งถูกเอสเทอริไฟด์ไป สำหรับเพคตินที่มีเอสเทอร์ต่ำ คือประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถเกิดเจลได้ ถ้ามีไอออนชนิดมีเวเลนซีสอง แม้จะมีปริมาณของแข็งต่ำ เพคตินนี้ได้มีการผลิตออกจำหน่ายแล้ว เพคตินชนิดนี้มีเอสเทอร์ต่ำ ไม่ต้องการน้ำตาลในการสร้างเจล สิ่งสำคัญจะต้องมีไอออนชนิดมีเวเลนซีสองที่จะไปทำปฏิกิริยา กลุ่มคาร์บอกซิลสองโมเลกุลของกรดเพคติก แล้วสร้างเป็นสะพานระหว่างทั้งสองขึ้น เพคตินชนิดนี้ใช้เตรียมสลัดที่มีปริมาณของแข็งต่ำ และพวกของหวาน หรือใช้เติมในผลไม้ก่อนทำการแช่เยือกแข็ง หรือใช้เคลือบผลไม้ เนื้อสัตว์ และลูกกวาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

1. มะขามป้อม	25	กรัม
2. มะขามเปียก	25	กรัม
3. เปลือกส้มโอ	25	กรัม
4. ฝรั่ง	25	กรัม

ข. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องกรองสูญญากาศ (Vaccum filter)	1	ชุด
2. เตาอบแห้ง (Hot air oven)	1	ชุด
3. แผ่นความร้อน (Hot plate)	1	ชุด
4. บีกเกอร์ (Beaker)	36	ใบ
5. ปิเปต (Pipet)	2	อัน
6. เครื่องดูดความชื้น (Disicator)	2	ชุด
7. หม้อแสตนเลส	1	ใบ
8. มีด	3	อัน
9. เขียง	3	อัน
10. ผ้าขาวบาง	1	ผืน
11. ผ้าฝ้าย	2	ผืน
12. กระชอน	1	อัน
13. แท่งแก้วใช้สำหรับคน	2	อัน
14. กระดาษกรองเบอร์ 4	1	กล่อง
15. กระดาษอลูมินัมฟอยด์	1	กล่อง
16. เครื่องปั่นผสม (Blender)	1	ชุด
17. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)	18	คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

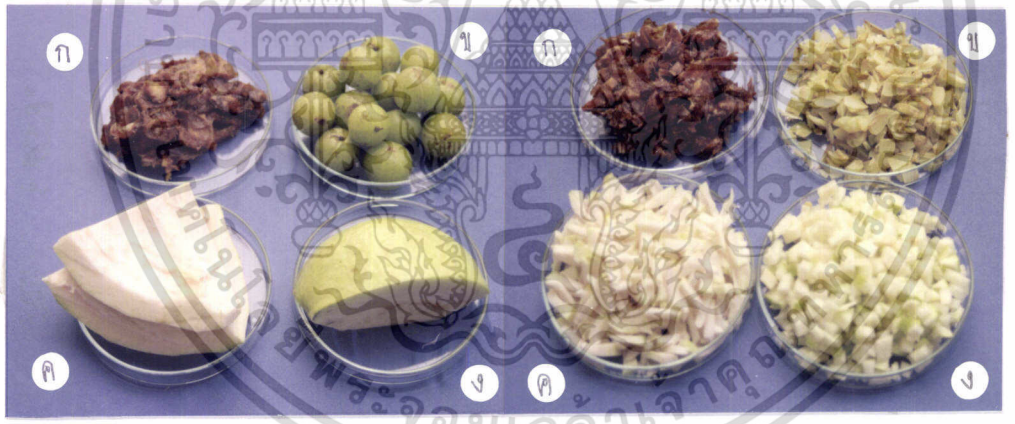
18. สำลี	1	กล่อง
19. ลูกยาง	1	ลูก
20. กระดาษวัด pH	1	กล่อง
21. ฟลาสก์	4	ใบ

ค. สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1. เอทานอล	95	เปอร์เซ็นต์
2. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)		
3. น้ำกลั่น		

3.2 วิธีการ

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ นำวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิดคือ มะขามเปียก มะขามป้อม เปลือกส้มโอ ฝรั่ง หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนัก 25 กรัม



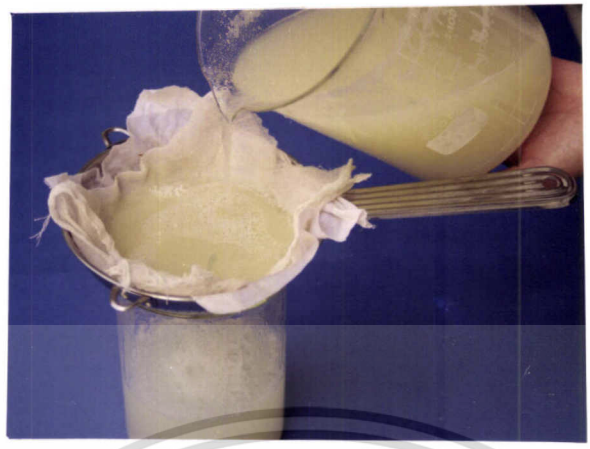
รูปที่ 5 การเตรียมวัตถุดิบ

ก. มะขามเปียก ข. มะขามป้อม

ค. เปลือกส้มโอ ง. ฝรั่ง

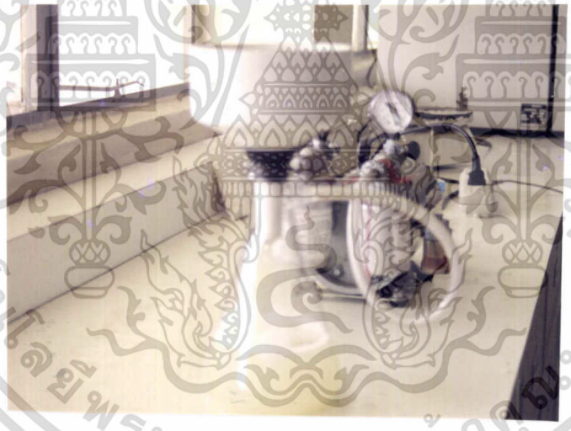
3.2.2 นำวัตถุดิบไปต้มกับน้ำกลั่นให้เดือดอ่อนๆ และนำไปกรองขณะที่ยังร้อนด้วยผ้าขาวบางที่มีช่องถี่ 95-100 ต่อ ตร. ซม. พับทบ 2 ชั้น บนผ้าฝ้ายที่มีขนาด 50 x 50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 การกรองวัตถุดิบที่ต้มกับน้ำกลั่น

3.2.3 นำวัตถุดิบที่ผ่านการกรองด้วยผ้าขาวบางและผ้าฝ้ายกรองด้วยเครื่องกรองสูญญากาศ (Vaccum filter)

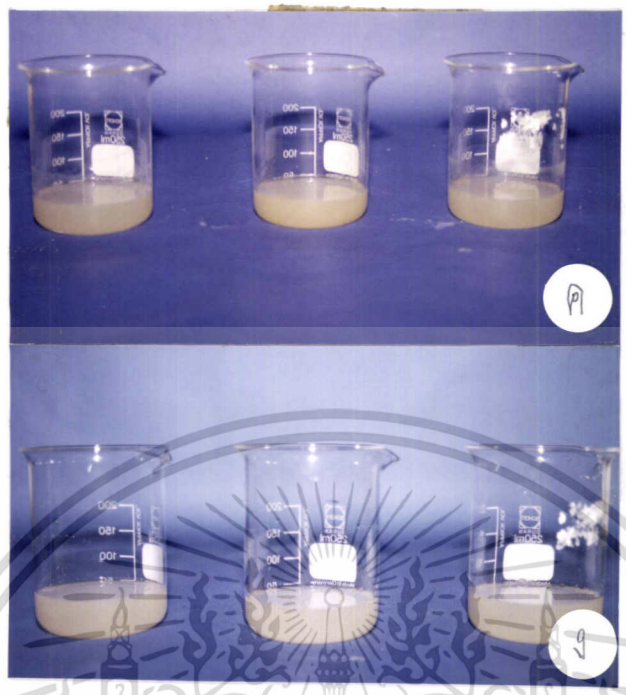


รูปที่ 7 การกรองวัตถุดิบด้วยเครื่องกรองสูญญากาศ

3.2.4 ตวงน้ำผลไม้ที่ผ่านการกรองปริมาตร 125 มล. ใส่บีกเกอร์ทนความร้อน

3.2.5 นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส น้ำจะระเหยไปจนเหลือ 25 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

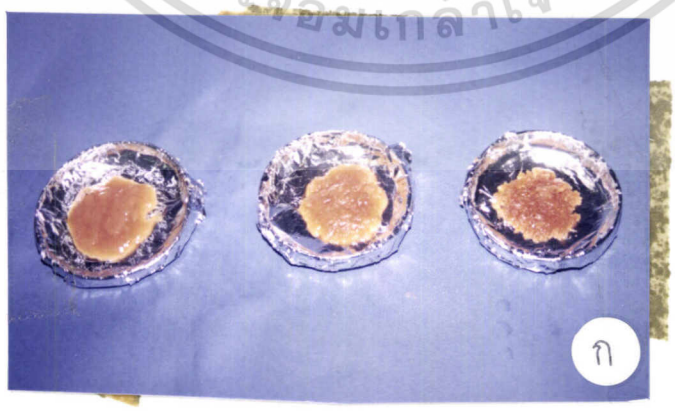


รูปที่ 9 วัตถุดิบที่ใส่เอทานอล 60 75 และ95 เปอร์เซ็นต์ หลังแช่ไว้ 30 นาที

ก. มะขามเปียก ข. มะขามป้อม

ค. เปลือกส้มโอ ง. ฝรั่ง

3.2.7 นำวัตถุดิบที่แยกด้วยเอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ กรองและล้างที่ กรองด้วย 75 เปอร์เซ็นต์เอทานอล 2 ครั้ง และ 95 เปอร์เซ็นต์เอทานอล 1 ครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รูปที่ 10 วัตถุดิบที่ผ่านการกรอง หลังจากแช่เอทานอล 30 นาที
ก. มะขามเปียก ข. มะขามป้อม
ค. เปลือกส้มโอ ง. ฝรั่ง

3.2.8 นำตะกอนที่กรองได้ไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33226

รูปที่ 11 เพคตินที่ผ่านการอบหลังจาก 12 ชั่วโมง
ก. มะขามป้อม ข. เปลือกส้มโอ
ค. มะขามเปียก ง. ฝรั่ง

3.2.9 ชั่งน้ำหนักและเปรียบเทียบปริมาณเพคตินที่ได้จากวัตถุดิบแต่ละชนิด

3.2.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

3.2.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่มต้นเดือนเมษายน 2541- เดือนกุมภาพันธ์ 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการศึกษา

นำมะขามเปียก ฝรั่ง มะขามป้อม และเปลือกส้มโอ มาสกัดเพคตินโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก จากนั้นนำมาตรวจสอบเพคตินโดยใช้เอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์แล้วนำไปอบจนได้น้ำหนักแห้ง ผลผลิตเพคตินแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณเพคตินที่สกัดได้จากมะขามเปียก

เปอร์เซ็นต์เอทานอล	น้ำหนักเพคติน (กรัม/กรมน้ำหนักแห้ง)				ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
60	0.11	0.27	0.10	0.06	0.54	0.14
75	0.12	0.37	0.17	0.07	0.73	0.18
95	0.24	0.39	0.18	0.45	1.26	0.32

การสกัดเพคตินจากมะขามเปียกจะเห็นได้ว่าที่เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณเพคตินสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 0.32 กรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนที่ความเข้มข้นเอทานอล 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.14 กรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง และที่ความเข้มข้นของเอทานอล 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.18 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณของเพคตินที่สกัดได้จากฝรั่ง

เปอร์เซ็นต์เอทานอล	น้ำหนักเพคติน (กรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง)				ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
60	-	-	-	-	-	-
75	0.09	0.05	0.65	0.25	1.04	0.26
95	0.35	0.23	0.56	0.42	1.56	0.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดเพคตินจากฝรั่งจะเห็นได้ว่าที่เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ให้ปริมาณเพคตินสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 0.39 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนที่ความเข้มข้นเอทานอล 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถตรวจสอบปริมาณได้ และที่ความเข้มข้นเอทานอล 75 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ย 0.26 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณของเพคตินที่สกัดได้จากมะขามป้อม

เปอร์เซ็นต์เอทานอล	น้ำหนักเพคติน (กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)				ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
60	0.26	0.32	0.29	0.08	0.95	0.24
75	0.88	0.19	0.21	1.08	2.36	0.59
95	0.74	0.44	0.48	1.71	3.37	0.84

การสกัดเพคตินจากมะขามป้อมจะเห็นได้ว่าที่เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณเพคตินสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 0.84 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้งส่วนที่ความเข้มข้นเอทานอล 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.24 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง และที่ความเข้มข้นเอทานอล 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.59 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอ

เปอร์เซ็นต์เอทานอล	น้ำหนักเพคติน (กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)				ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
60	0.07	0.05	0.08	0.10	0.30	0.08
75	0.09	0.23	0.37	1.18	0.87	0.22
95	0.11	0.85	0.31	0.26	1.53	0.38

การสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ จะเห็นได้ว่าที่เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณเพคตินสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 0.38 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้งส่วนที่ความเข้มข้นเอทานอล 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.08 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง และที่ความเข้มข้นเอทานอล 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.22 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

การเปรียบเทียบปริมาณเพคตินโดยใช้เอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นเอทานอลที่มีผลต่อการตกตะกอนของเพคตินมากที่สุดคือ เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ วัตถุดิบที่ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเพคตินมากที่สุดคือ มะขามป้อม มีค่าเฉลี่ย 0.84 กรัม/กรัมน้ำหนัก รองลงมาคือ ฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 0.39 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง เปลือกส้มโอ มีค่าเฉลี่ย 0.38 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้งและมะขามเปียก มีค่าเฉลี่ย 0.32 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณเพคตินจากวัตถุดิบ 4 ชนิด ที่ตรวจสอบปริมาณโดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์

ชนิดของวัตถุดิบ	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
ฝรั่ง	1.56	0.39
มะขามเปียก	1.26	0.32
มะขามป้อม	1.56	0.84
เปลือกส้มโอ	1.53	0.38

4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองการสกัดเพคตินโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) จากมะขามเปียก มะขามป้อม ฝรั่ง เปลือกส้มโอ สามารถให้ปริมาณเพคตินในระดับสูงเมื่อทดสอบปริมาณเพคตินโดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อการตกตะกอนของเพคติน ดังที่ ศิริลักษณ์ (2525 : 115) กล่าวว่า สำหรับในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงอุตสาหกรรม ได้สกัดเพคตินโดยใช้กรดเจือจางต้มกับน้ำผลไม้และตกตะกอนเพคตินด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการสกัดเพคตินโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก และเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้ปริมาณเพคตินมากกว่าการตรวจสอบปริมาณเพคตินด้วยเอทานอล 60 และ 75 เปอร์เซ็นต์ (ดังแสดงในตารางที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการสกัดเพคตินจากผลไม้ 4 ชนิด คือ มะขามเปียก มะขามป้อม ฝรั่ง และเปลือกส้มโอ โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดเพคตินจากผลไม้จากนั้นตรวจสอบปริมาณของเพคตินที่สกัดได้โดยใช้เอทานอล 60 75 และ 95เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบปริมาณเพคตินที่สกัดได้ โดยเทียบหน่วยของผลผลิตเป็นกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

จากการสกัดเพคตินลักษณะของเพคตินที่ได้แต่ละชนิดมีลักษณะดังนี้ เพคตินจากมะขามเปียก มีลักษณะเป็นวุ้นสีน้ำตาลเข้ม เพคตินจากฝรั่งเป็นวุ้นสีขาว เพคตินจากมะขามป้อมเป็นวุ้นสีขาว และเพคตินจากเปลือกส้มโอมีลักษณะเป็นวุ้นสีขาวเหลือง จากการตรวจสอบเพคตินด้วยเอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ให้ปริมาณเพคตินในปริมาณที่สูงกับวัตถุดิบ 4 ชนิด คือ มะขามเปียก ให้ปริมาณเพคติน 0.32 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ฝรั่งให้ปริมาณเพคติน 0.39 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง มะขามป้อมให้ปริมาณเพคติน 0.84 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง และเปลือกส้มโอให้ปริมาณเพคติน 0.38 กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง

จากปริมาณเพคตินที่พบในมะขามเปียก ฝรั่ง มะขามป้อม และเปลือกส้มโอจะเห็นได้ว่ามีปริมาณอยู่ในเกณฑ์สูงซึ่งผลไม้ดังกล่าวเป็นผลไม้ที่พบทั่วไปตามท้องถิ่น ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการใช้ประโยชน์จากผลไม้และผลผลิตพลอยได้จากผลไม้ในการผลิตสารที่มีคุณค่าต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากสรุปผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ตรวจสอบปริมาณเพคติน จะให้ปริมาณเพคตินที่มากกว่า เอทานอล 60 และ 75 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่นำไปสู่ความสำเร็จคือ

1. ฝรั่งที่นำมาสกัดเพคตินควรเป็นฝรั่งที่สุก เพราะมีปริมาณเพคตินมาก
2. ผลไม้ที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณเพคตินไม่อาจวิเคราะห์เพคตินจากความแก่อ่อนของผลไม้ได้ เพราะปริมาณเพคตินขึ้นอยู่กับความแก่อ่อนของผลไม้ ต้องวิเคราะห์ตามช่วงอายุต่าง ๆ จึงจะได้เพคตินที่มีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มะขามเปียกที่นำมาสกัดเพคตินควรใช้แต่เนื้อมะขามเปียก
4. การสกัดด้วยเอทานอล 60 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ จะได้เพคตินธรรมชาติที่เป็นวุ้นหรือเหนียวหนืด ดังนั้นอาจทำให้บริสุทธิ์โดยการพาสเจอร์ไรซ์แทนการอบ แต่การสกัดด้วยเอทานอลจะทำให้ทราบว่าเพคตินที่ได้มีคุณภาพดีหรือไม่
5. ควรมีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ทำการทดลองอย่างละเอียด
6. ควรมีการวางแผนการทดลองก่อนที่จะทำการทดลองจริงทุกครั้ง เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นหรือมีการผิดพลาดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีระวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. 332 น.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. กรุงเทพมหานคร : ฟอร์แมทพริ้นติ้งเฮ้าส์. 237 น.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2532. เอนไซม์ทางอาหารตอนที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 188 น.

_____. 2535. เอนไซม์ทางอาหารตอนที่ 1. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 305 น.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร : โอ. เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์. 302 น.

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด และคณะ. 2540. อาหารโภชนาการและการแปรรูป. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กองเกษตรสัมพันธ์. กรมส่งเสริมการเกษตร. 22 น.

ยุวดี กาญนัษฐิติ และคณะ. 2530. อาหารและโภชนาการ. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร : บริษัทนวกนก. 1066 น.

วราภรณ์ ชัยโอภาส. "การสกัดเพคตินในผักที่เป็นอาหาร" วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 (3) (กันยายน- ธันวาคม 2538) น. 68-78

_____. "การสกัดเพคตินในผลไม้" วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 (2) (พฤษภาคม-สิงหาคม 2538) น. 43-48

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2540. บทปฏิบัติการเคมีอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต-ลำปาง. 127 น.

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์. 211 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหารเล่ม 2. นนทบุรี : บริษัทวราวุฒิการพิมพ์. 270 น.

_____. 2522. ทฤษฎีอาหารเล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร. นนทบุรี : บริษัทวราวุฒิการพิมพ์. 257 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายชล เกตุษา. 2528. สรีระวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิยาเขตกำแพงแสน : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. 364 น.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2539. สรีระวิทยาของพืช. กรุงเทพมหานคร. 330 น.

เสาวณีย์ จักรพิทักษ์. 2532. เคมีประยุกต์ในคหกรรมศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. 130 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้