21718

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว

(Extraction of Mucilage from Okra)

T096998

จัดทำโดย

นางสาวพนิดา สมบัติสุวรรณ รหัสนักศึกษา 46041103

นางสาวสุนทรี แก้วศรี รหัสนักศึกษา 46041118

นางสาวสุรีย์พร คุปตานนท์ รหัสนักศึกษา 46041119

วพ
พ1997
2549
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96998
วัน,เดือน,ปี - 5 JUN 2009

b 11278660
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว

(Extraction of Mucilage from Okra)

จัดทำโดย

นางสาวพนิดา	สมบัติสุวรรณ	รหัสนักศึกษา 46041103
นางสาวสุนทรี	แก้วศรี	รหัสนักศึกษา 46041118
นางสาวสุรีย์พร	คุปตานนท์	รหัสนักศึกษา 46041119

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21/ธ.ค./50 ..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร. พอใจ ถามมากร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวพนิดา สมบัติสุวรรณ นางสาวสุนทรี แก้วศรี และนางสาวสุรีย์พร คุปตานนท์
การสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว (Extraction of Mucilage from Okra)
สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พอใจ ถามากร

บทคัดย่อ

กระเจี๊ยบเขียวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Abelmochus esculentus L. Moench* จัดได้ว่าเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินและแร่ธาตุและยังประกอบด้วยสารจำพวกกัมและเพคตินในปริมาณสูง ซึ่งสารเหล่านี้เรียกว่าสารเมือกซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของสารเมือกที่สกัดได้จากฝักกระเจี๊ยบเขียวประกอบไปด้วยโปรตีนและโพลีแซคคาร์ไรด์ โดยในส่วนของโพลีแซคคาร์ไรด์พบว่ามีองค์ประกอบของ galacturonic acid, galactose, rhamnose และglucose โดยสารเมือกนี้มีคุณสมบัติทำให้อาหารมีความข้นหนืดสูง นิยมใช้เป็น emulsifier ในการทำเนยและน้ำสลัด ใช้เป็นตัวสมานและใช้แทน foam stabilizing ในอาหารหลายชนิด ดังนั้นจึงทำการศึกษาการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ศึกษาขั้นตอนการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว พบว่าการสกัดด้วยวิธีการไม่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านการ deprotine เป็นขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด ตอนที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนของสารที่เหมาะสม พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของตัวทำละลายมากขึ้นทำให้ได้ปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและตอนที่ 3 ศึกษาคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้ โดยทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของสารเมือก 3 ปัจจัยคือ ศึกษาความเข้มข้นของสารเมือก ผลของอุณหภูมิที่มีและผลของ pH ที่มีต่อความหนืดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารเมือกเพิ่มขึ้นทำให้ความหนืดสูงขึ้น แต่ในทางกลับกันเมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้นทำให้ความหนืดลดลง และพบว่าสารเมือกมีความหนืดมากที่สุดในช่วง pH เป็นกลางและมีความหนืดน้อยลงเมื่อ pH เป็นกรด-ด่าง

พนิดา สมบัติสุวรรณ
สุนทรี แก้วศรี
สุรีย์พร คุปตานนท์ .... 21 มี.ค. 50

ลายชื่อนักศึกษา (ผศ.ดร. พอใจ ถามากร) วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. พอใจ ถามากร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาให้คำแนะนำและคำปรึกษาต่างๆ ด้วยความดูแลเอาใจใส่ในการทำปัญหาพิเศษรวมทั้งช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและช่วยให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจ กำลังทรัพย์และอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอดรวมทั้งขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์และสารเคมีระหว่างการทำปัญหาพิเศษจนทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวพนิดา สมบัติสุวรรณ
นางสาวสุนทรี แก้วศรี
นางสาวสุรีย์พร คุปตานนท์

13 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ข

สารบัญ ..... ค

สารบัญตาง ..... ง

สารบัญรูป ..... จ

บทที่ 1 บทนำ – วัตถุประสงค์ 1

บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์ 2

2.1 กระเจี๊ยบเขียว 2

2.2 สารให้ความหนืด 6

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว 14

2.4 ประโยชน์ของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว 14

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง 15

3.1 วัตถุดิบ 15

3.2 อุปกรณ์ 15

3.3 สารเคมี 15

3.4 วิธีการทดลอง 16

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 19

4.1 ศึกษาขั้นตอนการสกัดสารเมือก 19

4.2 ศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดที่เหมาะสม 20

4.3 ศึกษาคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้ 21

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 26

บรรณานุกรม 28

ภาคผนวก ก 30

ภาคผนวก ข 32

ภาคผนวก ค 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ปริมาณเพกตินในผลไม้ต่างๆ 9
ตารางที่ 2.2 ปริมาณเพกตินในเนื้อเยื่อพืชต่างๆ 9
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของกัมชนิดต่างๆ 11
ตารางที่ 4.1 แสดงผลขั้นตอนการสกัดสารเมือก 20
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย % yield ของอัตราส่วนที่ใช้ในการสกัดสารเมือกจาก
กระเจี๊ยบเขียว 4 อัตราส่วน 21

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะของฝักกระเจี๊ยบเขียว 2

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกระเจี๊ยบเขียว 3

2.3 ลักษณะของกระเจี๊ยบเขียวฝักสด 5

2.4 ลักษณะของกระเจี๊ยบเขียวก่อนนำไปแช่แข็ง 5

2.5 ลักษณะของกระเจี๊ยบเขียวสำหรับแปรรูป 6

4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของตัวทำละลายต่อสารเมือกและ % yield ของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว 22

4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความหนืดของสารเมือกที่ได้จากกระเจี๊ยบเขียว 23

4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนืดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว (spindle เบอร์ 63) 24

4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนืดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว(spindle เบอร์ 62) 24

4..5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH และความหนืดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว ... 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

กระเจี๊ยบเขียวเป็นผักส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ทำรายได้ปีละมากกว่า 200 ล้านบาท การส่งออกมีตลาดหลักคือ ประเทศญี่ปุ่น ในรูปผักสด และแช่แข็ง ประเทศไทยมีสัดส่วนการตลาดสูงที่สุด และมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นตลอดมา ในการผลิตกระเจี๊ยบเขียวนั้นมีทั้งผลผลิตที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้มาตรฐานจะใช้เพื่อการส่งออก ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ไม่ได้มาตรฐานจะขายไม่ได้ราคาและมีมูลค่าน้อย ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว เนื่องจากกระเจี๊ยบเขียวมีสารจำพวกกัม (gum) และเพคติน (pectin)ในปริมาณสูงทำให้อาหารที่ประกอบขึ้นจากฝักกระเจี๊ยบมีลักษณะเป็นเมือก ซึ่งสารเมือกดังกล่าวมีคุณสมบัติทำให้อาหารข้นหนืด อิมัลซิฟายเออร์และอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีผลดีต่อสุขภาพโดยทำหน้าที่เป็นใยอาหารที่ช่วยป้องกันอาการหลอดเลือดตีบตัน สามารถป้องกันโรคความดันโลหิต บำรุงสมอง ลดอาการโรคกระเพาะอาหารเนื่องจากสารนี้มีคุณสมบัติช่วยหล่อลื่น ฉาบ เคลือบ และบรรเทาอาการระคายเคืองของเนื้อเยื่อที่อักเสบ กระเจี๊ยบเขียวยังเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะวิตามินซี และแคลเซียมสูง เมื่อเทียบกับผักชนิดอื่นๆ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

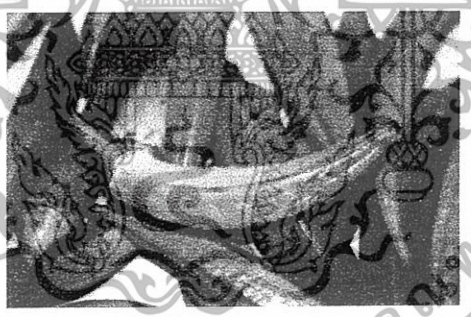
ศึกษาวิธีการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวและตรวจสอบคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 กระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียวรู้จักกันดีในชื่อสามัญ *Okra, Gumbo, Lady's finger, Quimbamto* (อัฟริกา) ในประเทศไทยจะพบกระเจี๊ยบได้ทั่วไป โดยในแต่ละพื้นที่ที่พบก็จะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้ ในแถบจังหวัดสมุทรสาคร, สมุทรปราการเรียกว่า กระต้าด ส่วนในภาคกลาง ใช้เรียกกันว่า มะเขือมอญ ภาคเหนือเรียก มะเขือมื่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียก ถั่วเละ กระเจี๊ยบเขียวเดิมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus esculentus* L. และปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนชื่อเป็น *Abelmoschus Esculentus* L. Moench. เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Malvaceae

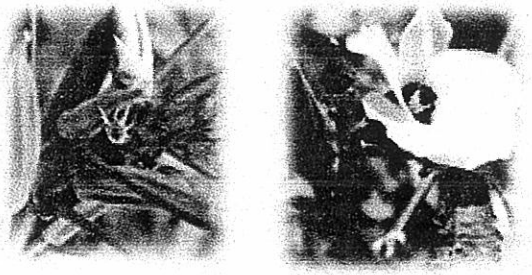


รูปที่ 2.1 ลักษณะของฝักกระเจี๊ยบเขียว
ที่มา : www.doa.go.th

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักยืนต้น อายุประมาณ 1 ปี มีความสูง 40 เซนติเมตร ถึง 2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกระเจี๊ยบเขียว

ที่มา : www.doa.go.th/pl_data/index.html

2.1.1.1 ลำต้น มีขนสั้น ๆ มีหลายสี แตกต่างตามพันธุ์

2.1.1.2 ใบ มีลักษณะกว้างเป็นแฉกคล้ายใบละหุ่ง แต่ก้านใบจะสั้นกว่า

2.1.1.3 ดอก มีสีเหลือง โคนดอกด้านในสีม่วง เมื่อบานคล้ายดอกฝ้าย มีเกสรตัวผู้ตัวเมียอยู่ ในดอกเดียวกัน

2.1.1.4 ฝัก มีรูปเรียวยาว ปลายฝักแหลม มีทั้งชนิดฝักกลมและฝักเหลี่ยม ซึ่งมีเหลี่ยม 5-10 เหลี่ยม ขึ้นกับพันธุ์ ในแต่ละฝักมีเมล็ด 80-200 เมล็ด

2.1.1.5 ฝักแก่ สีฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และจะแตกออกตามแนวรอยสันเหลี่ยม ทำให้เห็นเมล็ดที่อยู่ข้างใน

2.1.1.6 เมล็ด มีลักษณะกลมรี ขนาดเดียวกับถั่วเขียว เมล็ดอ่อนมีสีขาว เมื่อแก่มีสีเทา

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของกระเจี๊ยบเขียว

จากที่ได้กล่าวถึงลักษณะภายนอกของกระเจี๊ยบเขียวแล้วลักษณะภายในที่พบก็คือมีสารเมือก(mucilage)ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญที่มีอยู่ในกระเจี๊ยบเขียว แต่ในกระเจี๊ยบเขียวก็ยังมีองค์ประกอบอื่นๆที่สำคัญจึงได้มีการวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบทางเคมีของกระเจี๊ยบเขียวดังนี้

2.1.2.1 ปริมาณของแข็งแห้ง พบมากที่สุดถึง 11.94% และปริมาณสารเมือกที่พบมากที่สุด 0.63 %

2.1.2.2 ปริมาณสารเยื่อใย มีปริมาณ 1.15% ระยะที่มีสารเยื่อใยปริมาณเพิ่มขึ้นคือช่วงหลังออกดอก 8 วันในกระเจี๊ยบเขียวที่มีปริมาณสารเยื่อใยสูงจะนิยมนำมาบริโภคสดๆไม่นิยมนำมาใช้ในการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 ปริมาณโปรตีน พบปริมาณ 2.09% ปริมาณโปรตีนในกระเจี๊ยบเขียวส่วนใหญ่จะอยู่ในเมล็ดจึงมีการพยายามนำเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวมาเป็นแหล่งโปรตีน

2.1.2.4 ปริมาณแร่ธาตุ สรุปปริมาณเหล็ก ฟอสฟอรัส และแคลเซียม โดยมีปริมาณเหล็กอยู่ในช่วง 1.9-3.6 mg/100g ตามมาตราฐานน้ำหนักสด ปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด 62 mg/100g และปริมาณแคลเซียมอยู่ในระหว่าง 39.0-87.0 mg/100g

2.1.2.5 สารประกอบฟีโนลิค ปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงสุด 0.095% และorthodihydroxy phenols (8.28 mg/100g) ถ้ามีปริมาณฟีโนลิคสูง จะเป็นตัวยับยั้งเห็ดรา และโรคจากไวรัสที่ไม่ต้องการในขบวนการแปรรูป

2.1.2.6 ฟลาโวนอยด์ มีปริมาณสูงสุด 65.67 mg/100g ที่ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นในการต่อต้านกลไกการทำงานโรคพืช

2.1.3 ประโยชน์ของกระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชอาหารประเภทผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินซีและแคลเซียมสูงกว่าผักทุกชนิดในประเทศไทยสารสกัดจากกระเจี๊ยบเขียวเป็นสาร hydrocolloid ซึ่งมีโปรตีนสูงในรูปกรดอะมิโนจำเป็น คือ asparagines, glutamine, threonine และserine ซึ่งนิยมใช้เป็น emulsifier ในการทำเนยและน้ำสลัดใช้เป็นสารป้องกันการเหม็นหืนในน้ำมันหมูและน้ำมันพืช และใช้เป็นตัวควบคุมผลึกผลึกน้ำตาลในกระบวนการผลิตน้ำตาลจากอ้อยและสารประเภทกัม (okra gum) และเพคติน(pectin)ในปริมาณสูง ซึ่งนิยมใช้ผสมอาหารและเครื่องดื่มเพื่อให้มีความข้นหนืดสูงขึ้น ใช้เป็นสารปรุงแต่งในไข่ขาวแห้งใช้เป็นตัวสมานได้ดี เนื่องจากเป็นพืชที่มีประโยชน์แก่มนุษย์หลายด้านได้แก่ เป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินซีและแคลเซียมสูงกว่าผักทุกชนิดในประเทศไทย มีปริมาณเส้นใยอาหารในปริมาณสูงซึ่งช่วยกระตุ้นการบีบรัดตัวของลำไส้ใหญ่ทำให้ขับถ่ายง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังมีสารขับพยาธิตัวจี๊ดได้ด้วย และมีศักยภาพเป็นแหล่งให้โปรตีนโดยมีปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซนต์ เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวประกอบด้วยน้ำมันถึง 14 % ลำต้นของกระเจี๊ยบเขียวใช้ทำเชือกตาข่ายหรือกระดาษได้ ปัจจุบันกระเจี๊ยบเขียวกลายเป็นพืชผักเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยส่งออกในรูปของฝักสด ฝักแช่แข็งและรูปของฝักบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ลักษณะคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียวที่ตลาดต่างประเทศต้องการ

2.1.4.1 กระเจี๊ยบเขียวฝักสด

2.1.4.1.1 ฝักอ่อนสด มีเส้นใยน้อย

2.1.4.1.2 ปราศจากโรค แมลง หรือตำหนิจากโรคแมลง

2.1.4.1.3 รูปร่างฝักเป็น 5 เหลี่ยม ตรง ไม่คดงอ

2.1.4.1.4 ฝักต้องมีสีเขียวเข้มสม่ำเสมอทั้งฝัก

2.1.4.1.5 ความยาวฝัก 5-12 เซนติเมตร

รูปที่ 2.3 ลักษณะของกระเจี๊ยบเขียวฝักสด

ที่มา : www.doa.go.th

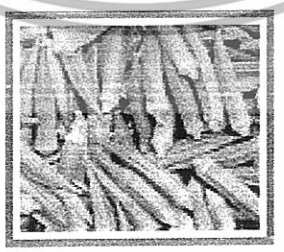
2.1.4.2 กระเจี๊ยบเขียวแช่แข็ง

2.1.4.2.1 ฝักอ่อนสด มีเส้นใยน้อย

2.1.4.2.2 ปราศจากโรคแมลงหรือตำหนิจากโรคแมลง

2.1.4.2.3 ฝักเป็น 5 เหลี่ยม สีเขียว

2.1.4.2.4 ความยาวฝัก 5-9 เซนติเมตร



รูปที่ 2.4 ลักษณะของกระเจี๊ยบเขียวก่อนนำไปแช่แข็ง

ที่มา : www.doa.go.th/pl_data/index.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 กระเจี๊ยบเขียวสำหรับแปรรูป

2.1.4.3.1 ฝักอ่อนสด อายุ 2-3 วัน หลังจากผสมเกสร

2.1.4.3.2 ปราศจากโรคแมลง หรือตำหนิจากโรคแมลง

2.1.4.3.3 สีเขียว

2.1.4.3.4 ความยาวฝัก 2.5-5 เซนติเมตร

2.1.4.3.5 รูปร่างฝักมีจำนวน 8 เหลี่ยม

รูปที่ 2.5 ลักษณะของกระเจี๊ยบเขียวสำหรับแปรรูป
ที่มา : www.doa.go.th/pl_data/index.html

2.2 สารให้ความหนืด

2.2.1 กัม (Gums)

กัม (gums) หรือเรียกว่าไฮโดรฟิลิกคอลลอยด์ (hydrophilic colloid)หรือเรซิน(Resin) คือสารซึ่งสามารถละลายหรือกระจายตัวได้ในน้ำร้อนหรือน้ำเย็นแล้วให้สารละลายที่มีความข้นหนืด องค์ประกอบที่อยู่ในกัมเป็นสารประกอบโพลีแซคคาร์ไรด์ ตัวอย่างของกัม ได้แก่ tree exudates seaweed extracts เพกติน (pectin) สตาร์ช (starch) อนุพันธ์ทางเคมีของเซลลูโลส นอกจากนี้ยังรวมถึง polyvinylpyrolindime (PVP) หรือ ethylene oxide polymers (ศิวาพร, 2524) กัมที่ผลิตขึ้นในการค้าสามารถจำแนกตามคุณสมบัติการละลายจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ละลายได้ในน้ำเย็น ได้แก่ แอลจิน (Algin) คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) กัวกัม (Guar gum) กัมอารบิก(Gum Arabic) กัมคารายา(Gum karya) โลคัสบีนกัม(Locust bean gum) เมธิลเซลลูโลส (Methylcellulose) และกัมทรากาแคนท์ (Gum tragacant)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ละลายในน้ำร้อน ได้แก่ อาการ์ ไอริช มอสส์ เพคติน รวมทั้งเจลาตินซึ่งไม่ใช่กัม แต่เป็นโปรตีนจากสัตว์ซึ่งผลผลิตขึ้นกับการใช้ร่วมกับกัมเนื่องจากเป็นสารให้ความคงที่คล้ายกัน (อรอนงค์ , 2539)

พวกกัมสังเคราะห์ (Synthetic Gums) และกัมกึ่งสังเคราะห์(Semi-Synthetic Gums)นั้นส่วนมากยังไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร พวกที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้แก่ คาร์บอนซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) เป็นต้น สำหรับกัมธรรมชาติ (Natural Gums) จะได้รับอนุญาตให้ใช้ในอุตสาหกรรมได้

กัมธรรมชาติสามารถแบ่งได้เป็น 3 พวก คือ

1. กัมที่สกัดได้จากยางไม้ (Tree exudates) ซึ่งได้แก่ กัมอารบิก กัมทรากาแคนท์ กัมคารายา เป็นต้น

2. กัมที่ได้จากเมล็ดหรือรากพืช(Seed or Root gum) ซึ่งได้แก่ โลคัสบีนกัม กัวกัม ทารากัม เป็นต้น

3. กัมที่สกัดได้จากสาหร่าย (Seaweed extracts) ซึ่งได้แก่ อาการ์ แอลจิน คาราจีแนน เป็นต้น (ศิวาพร, 2524)

คุณสมบัติของกัมโดยทั่วไป

1. กัมแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันบ้าง เช่นเดียวกับชนิดของสตาร์ชที่แตกต่างกัน โดยจะให้ความคงทนต่อกรดไม่เท่ากัน มีลักษณะหนืดข้นและเป็นเจลต่างกัน

2. กัมมีคุณสมบัติที่อุ้มน้ำได้ถึง 5 เท่าที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ความเข้มข้นเท่ากับสตาร์ช

3. กัมมีความหนืดน้อยกว่าสตาร์ชในขณะร้อน

4. กัมละลายได้น้อยกว่าน้ำตาลและสตาร์ชดังนั้นในการใช้กัมก่อนที่จะใส่น้ำตาลจนมีความเข้มข้นถึง 40%และถ้าใช้ร่วมกับสตาร์ชต้องละลายกัมในน้ำก่อน แยกสตาร์ชมาต้มกับน้ำแล้วจึงนำส่วนทั้งสองมาผสมกัน

5. กัมที่ละลายในน้ำเย็นต้องผสมให้เข้ากันกับน้ำตาลหรือส่วนผสมแห้งอื่นๆอย่างดีก่อนเติมน้ำเนื่องจากกัมนี้จะดูดน้ำได้เร็วกว่าของแห้งอื่น ถ้าผสมไม่ดีจะทำให้กัมจับเป็นก้อนกับน้ำแยกจากส่วนผสมอื่นได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เพคติน (Pectin)

เพคตินเป็นสารประกอบโพลิเมอร์ที่พบในพืช จัดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต (Christensen, 1981) เช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส โครงสร้างของเพคตินค้นพบในศตวรรษที่ 18 ทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล ผู้ที่ตั้งชื่อและริเริ่มศึกษากรรมวิธีการสกัดเพคตินคือ Braconnot ในปี ค.ศ. 1825 ได้มีผู้กล่าวว่าเพคตินมาจากภาษากรีกแปลว่าตัวประสานหรือตัวให้แข็ง (congeal or solidify) ในทางการค้าจะสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้ตระกูลส้มและกากแอปเปิ้ล การสกัดเพคตินทางการค้าเริ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 และพัฒนาเรื่อยๆจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่สกัดจากเปลือกด้านใน (albedo) ของผลไม้ตระกูลส้ม สารประกอบเพคตินทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์และเป็นสารที่สำคัญในบริเวณชั้น middle lamella เพื่อทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวเซลล์เข้าด้วยกัน โดยจับกับเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และไกลโคโปรตีนของผนังเซลล์พืช โดยเฉพาะบริเวณที่มีเนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม เช่น ต้นอ่อน ใบ และผลไม้ การสกัดเพคตินนั้นจะใช้วิธีการสกัดด้วยกรด แล้วตกตะกอนด้วยเอธิลหรือเมธิลแอลกอฮอล์ จากนั้นทำให้แห้ง บดให้เป็นผงให้มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 เก็บไว้ในถุงที่สามารถกันความชื้น นอกจากนี้ควรเก็บไว้ในที่เย็นและแห้ง

เพคตินเป็นสารเชิงซ้อนโพลีแซคคาไรด์ของกรดกาแลกทูโรนิกโดยกลุ่มของคาร์บอกซิล (carboxyl group) บางส่วนถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยหมู่เมทิล (methyl group) ปริมาณการเอสเทอริไฟด์ของกลุ่มกรดกาแลคทูโรนิกจะมีผลต่อคุณสมบัติของเพคติน เพคตินที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดนั้นจะมีทั้งเพคตินที่มีหมู่เอสเทอร์สูงและต่ำ การเกิดเจลของเพคตินที่มีหมู่เอสเทอร์สูง จะต้องประกอบด้วยกรดและน้ำตาลที่เพียงพอจึงจะสามารถเกิดเจลได้ (Rolin and Devries, 1990)โดยน้ำตาลจะไปทำหน้าที่ลดค่า a_w (water activity) ของระบบส่วนเพคตินที่มีหมู่เอสเทอร์ต่ำในการเกิดเจลจะต้องมีสารที่มีประจุ 2+ ร่วมด้วยเช่น Ca^{2+}

เพคตินที่ได้จากสกัดไปใช้ในประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอาหารมีอย่างแพร่หลาย อาทิ สารก่อให้เกิดลักษณะเจล (gelling agent) สารให้ความข้นหนืด (thickener) สารให้ลักษณะเนื้อสัมผัส (texturizer) สารที่ก่อให้เกิดอิมัลชั่น (emulsition) สารเสริมความคงตัว (Stabilizer) และอื่นอีกมากมาย ปริมาณเพคตินในผลไม้และเนื้อเยื่อพืชชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณเพกตินในผลไม้ต่างๆ

ผลไม้	เปอร์เซนต์เพกติน (น.น./น.น.)
แอปเปิ้ล	0.5 – 1.6
กากแอปเปิ้ล	1.5 – 2.5
กล้วย	0.7 – 1.2
หัวบีท	1
แครอท	0.2 – 0.5
ฝรั่ง	0.77 – 0.99
มะนาว	2.5 – 4.0
ลิ้นจี่	0.42
ส้ม	3.5 – 5.5
มะละกอ	0.66 – 1.0
เสาวรส	0.5
สับปะรด	0.04 – 0.13

ที่มา : ปิยะนุช , 2541

ตารางที่ 2.2 ปริมาณเพกตินในเนื้อเยื่อพืชต่างๆ

ชนิดของพืช	เปอร์เซ็นต์เพกติน
มันฝรั่ง	2.3
มะเขือเทศ	3.0
แอปเปิ้ล	5.0 – 7.0
แครอท	7.0 – 10.0
กากแอปเปิ้ล	15 – 18
Sugar beet pulp	25 – 30
เปลือกส้ม	30.0 – 40.0
เลมอน	30.0 – 35.0
เกรฟฟรุต	1.6 – 4.5

ที่มา: นิธิยา , 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 อัลจิเนต (Algenate)

อัลจิเนต คือ สารโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล ซึ่งมีอยู่หลายชนิดเจริญในเขตน้ำตื้นบริเวณเขตอบอุ่น อัลจิเนตถูกแบ่งแยกออกจากสารสกัดจากสาหร่ายชนิดอื่นๆ จำพวก agar และคาร์ราจีแนน ซึ่งสกัดได้จากสาหร่ายสีแดง โดยองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติของอัลจิเนตมีความแตกต่างกับ agar และคาร์ราจีแนน

ในอุตสาหกรรมอาหารจะนำอัลจิเนตมาใช้เป็น Gelling agent, Thickening agent และ Stabilizing agent ในอาหารชนิดต่างๆ เช่น เนื้อสัตว์และน้ำผลไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำอัลจิเนตไปใช้ในรูปของฟิล์มที่สามารถรับประทานได้ ซึ่งเริ่มมีการใช้กันอย่างกว้างขวางในการเคลือบผิวผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ และยังมีผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่นๆ อีกมาก การใช้ฟิล์มจากอัลจิเนตต่างกับฟิล์มชนิดอื่นๆ ที่ปริมาณแคลอรี่ที่ได้รับจะต่ำกว่า

2.2.4 คาราจีแนน (Carrageenan)

คาราจีแนน เป็นโพลีเซคคาไรด์ซัลเฟตชนิดหนึ่งที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง คารจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ แคปปา-คารจีแนน, ไอโอตา-คาราจีแนน และแลมดา-คารจีแนน ในสาหร่ายส่วนใหญ่มีคาราจีแนนอย่างน้อย 2-3 ชนิดผสมกันอยู่ แคปปา-คารจีแนน และไอโอตา-คาราจีแนนเท่านั้นที่มีสมบัติเกิดเจลได้เมื่อมีโปแตสเซียมไอออน ส่วนแลมดา-คารจีแนนเกิดเจลไม่ได้

คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของคาราจีแนน คือ สามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนบางชนิด โดยเฉพาะโปรตีนในนม ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างเคซีน และคาราจีแนน เรียกว่า Milk reactive ปัจจุบันมีการนำคาราจีแนนไปใช้ประโยชน์กับอาหารที่มีน้ำนมเป็นส่วนผสม หรือผลิตภัณฑ์นมได้ เช่น ใช้คาราจีแนนในส่วนผสมของไอศรีม เพื่อเป็นสารเพิ่มความคงตัว ช่วยให้ส่วนผสมของไอศรีมผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ง่าย และไม่มีส่วนที่เป็นของเหลวแยกตัวออกมาระหว่างการเก็บรักษา ช่วยให้ผงโกโก้ที่ใส่ในผลิตภัณฑ์นมช็อกโกแลตแขวนลอยอยู่ได้ และใช้เป็นสารที่ช่วยให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น dessert gels, baby food gels, freezable dessert gels เป็นต้น นอกจากนั้นยังใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์เนื้อกระป๋อง และปลากระป๋อง มีการใช้คาราจีแนนเพื่อให้เนื้อและปลาจับกันได้ดี

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกัมชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของกัมชนิดต่างๆ

กัม	แหล่งกำเนิด	ชนิด	การละลายน้ำ	คุณสมบัติ	ชนิดของอาหารที่นิยมใช้
แซนแทนกัม	การหมัก	Microbial polysaccharide	สูง	1. มีคุณสมบัติเป็น pseudoplastic 2. มีความหนืดสูง 3. อุณหภูมิไม่มีผลต่อความหนืด 4. pH ไม่มีผลต่อความหนืด 5. ละลายได้ในสารละลายที่มีเกลือ	1. เป็นสารคงตัวในสารละลายและอิมัลชั่นต่างๆ 2. เป็นสารให้ความหนืด
Carboxyl methyl cellulose (CMC)	อนุพันธ์ของเซลลูโลส	Modified cellulose	สูง	1. ใส 2. มีความคงตัวสูง	1. ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน 2. เป็นสารให้ความข้นหนืดในซอส 3. เป็นสารให้ความข้นหนืดในเค้ก 4. เป็นสารให้ความข้นหนืดในไซรัป
กัวกัม	เมล็ดกัว	Modified cellulose	สูง	1. คงตัวสูง 2. มีความหนืดสูง	ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งในไอศกรีม โดยมักจะใช้คู่กับโลคอสบีนกัมและคาราจีแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัม	แหล่งกำเนิด	ชนิด	การละลายน้ำ	คุณสมบัติ	ชนิดของอาหารที่นิยมใช้
โลคอสบีนกัม	เมล็ดโลคอสบีนกัม	Seed galactomannan	ละลายในน้ำร้อนเท่านั้น และจะละลายได้อย่างสมบูรณ์เมื่อน้ำมีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสขึ้นไป	1. มักใช้คู่กับแซนแทนกัม หรือคาจีแนนเพื่อให้เกิดเจลได้เร็วขึ้น 2. ไม่นิยมนำมาใช้เดี่ยวๆ	เพิ่มความรู้สึกหนืบๆ ในไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่แข็งต่าง ๆ
คาราจีแนน	สาหร่ายแดง	Seaweed extracs Sulfate galactans	ละลายในน้ำที่ค่อนข้างร้อนและมี Na^+ หรือ Ca^+ ละลายอยู่ด้วย	เกิดเจลโดยจะสร้างพันธะกับ K^+ หรือ Na^+	1. เป็นสารทำให้เกิดความคงตัวที่ 2 ในไอศกรีม 2. ใช้ผสมในผลิตภัณฑ์นมและช็อคโกแลต 3. ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อสัตว์ 4.เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่นของเนื้อสัตว์ 5.ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัม	แหล่งกำเนิด	ชนิด	การละลายน้ำ	คุณสมบัติ	ชนิดของอาหารที่นิยมใช้
อัลจิเนต	สาหร่ายสีน้ำตาล	Seaweed extrac Poly (uronic acid)	ละลายน้ำได้ 1. สารละลายโซเดียมอัลจิเนต 2. สารละลายกรดอัลจินิค	1. เกิดเจลโดยสร้างพันธะกับ Ca^{+} 2. เจลมีความหนืดต่ำ	1. ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน 2. ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทผลไม้ 3. ผลิตภัณฑ์อาหารธัญพืช
เพคติน	เปลือกผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล	Plant extrac Poly (uronic acid)	ละลายได้ดี	เกิดเจลในสภาวะที่ต้องมี น้ำตาล กรด และ Ca^{+}	1. ใช้ในการผลิตแยมผลไม้ 2. ใช้ในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว
กัมอะราบิค	ต้น Acacia	Exudate gum	ละลายได้ดีมาก	1. เป็นอิมัลซิไฟเออร์และสารที่ทำให้เกิดความคงตัวในสารละลายอิมัลชั่น 2. ใช้ได้ดีกับสารละลายที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง 3. ความหนืดจะลดลงเมื่อปริมาณของกัมอราบิคสูง	1. ป้องกันการเกิดผลึกของน้ำตาลซูโครสในขนมหวาน 2. เป็นอิมัลซิเออร์ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน

ที่มา : Oven (1996)

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว

Woolte และคณะ (1977) รายงานว่าองค์ประกอบทางเคมีของสารเมือกที่สกัดได้จากฝักกระเจี๊ยบเขียว ประกอบด้วยโปรตีน(protine) และโพลีแซคคาไรด์(polysaccharide)และในส่วนของโพลีแซคคาร์ไรด์พบว่ามีองค์ประกอบ galacturonic acid, galactose, rhanose และglucoseใน อัตราส่วน 1.3 : 1.0 : 0.1 : 0.1

Tomoda และคณะ(1977) รายงานการศึกษาการทดลองสกัดสารเมือกจากใบของกระเจี๊ยบเขียว (Hibiscus-mucilage) และศึกษาโครงสร้างของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวนี้ไว้พบว่าในสารเมือกเป็นองค์ประกอบของเปปติโดลกลัยแคน(Peptidoglycan) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 180000 สารมือกประกอบด้วยโพลีแซคคาร์ไรด์(polysaccharide) 90.6% โดยโพลีแซคคาร์ไรด์ (polysaccharide)มีองค์ประกอบของ L-rhamnose (26.7%), D-galactose (19.7%), D-glucose (1.7%), D-galacturonic acid (21.5%), D-glucuronic acid (19.7%), O-acetyl group (1.3%)ใน อัตราส่วน 18:12:1:12:11:13 Mol/L และเพปไทด์(peptide) 8.6% ประกอบด้วย Amino acid ต่างๆ ในหน่วยของ mol% คือAsp (13.5), Thr (8.2), Ser (5.2), Glu (14.7), Pro (9.2), Gly (16.7), Ala (9.5), Val (7.5), He (4.2), Leu (5.7), Phe (2.9) และLys (2.7)

Whistler และ Conrad (1954) พบว่าสารเมือกที่สกัดได้จากกระเจี๊ยบเขียวเป็นโพลีแซคคาไรด์ชนิดกรด (acidic polysaccharide) ซึ่งประกอบไปด้วย galactose, rhamnose และ galacturonic acid และ Amin ค้นพบว่าสารเมือกนี้ มีคาร์โบไฮเดรต 3 ชนิด และมี arabinose รวมอยู่ด้วย

Kelkar และคณะ (1962) ได้นำสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวไปทำการ hydrolysis พบว่ามี glucose, glucosamine และ กรดอะมิโนจำนวน 6 ตัวเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ประโยชน์ของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว

2.4.1 สารสกัดจากกระเจี๊ยบเขียวเป็นสาร hydrocolloid ซึ่งมีโปรตีนสูงในรูปกรดอะมิโนจำเป็นคือ asparagine, glutamine threonine และ serine ซึ่งนิยมใช้เป็น emulsifier ในการทำเนยและน้ำสลัด ใช้เป็นสารป้องกันการเหม็นหืนในน้ำมันหมูและน้ำมันพืช และใช้เป็นตัวควบคุมผลิตผลึกน้ำตาลในกระบวนการผลิตน้ำตาลจากอ้อย

2.4.2 สารประเภทกัม (okra gum) และ pectin ในปริมาณสูง ซึ่งนิยมใช้ผสมอาหารและเครื่องดื่มเพื่อให้มีความข้นหนืดสูงขึ้น ช่วยลดการจับตัวของคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ช่วยป้องกันหลอดเลือดตีบตันและลดความดันในกระแสเลือดได้ นอกจากนี้ยังช่วยเคลือบกระเพาะอาหาร ลดอาการเจ็บเนื่องจากแผลในกระเพาะอาหารลงได้ และยังออกฤทธิ์เคลือบผนังลำไส้เพื่อช่วยในการดักจับสารอาหารต่างๆ ช่วยในการดูดซึมอาหารเข้าสู่ผนังลำไส้ได้เร็วขึ้น

2.4.3 ใช้เป็นสารปรุงแต่งในไข่ขาวแห้ง ใช้เป็นตัวสมานได้ดี และใช้แทน foam stabilizing ในอาหารหลายชนิด ใช้เป็นสารผสมสีเพื่อเพิ่มปริมาตรใน serum albumin

2.4.4 ใบ ผล และลำต้นมีปริมาณสารเมือกเป็นวัตถุดิบในการทำอาหารหลายชนิด ในทางการแพทย์ใช้เป็นส่วนที่ทำให้อาหารเคี่ยวและสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ฝักกระเจี๊ยบเขียว

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.2.1 บีกเกอร์
3.2.2 แท่งแก้วคน
3.2.3 หลอดหยด
3.2.4 กระบอกตวง
3.2.5 ช้อนตักสาร
3.2.6 กรวยแก้ว
3.2.7 ขวดวัดปริมาตร
3.2.8 กระบอกน้ำกลั่น
3.2.9 หลอดทดลอง
3.2.10 Hot plate
3.2.11 เครื่องวัด pH
3.2.12 อ่างควบคุมอุณหภูมิ
3.2.13 เครื่องชั่งละเอียด (2-4 ตำแหน่ง)
3.2.14 เครื่อง Centrifuge
3.2.15 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer)
3.2.16 เครื่องอบแห้ง Hot air oven

3.3. สารเคมี

3.3.1 น้ำกลั่น
3.3.2 Ethanol 95 %
3.3.3 Acetone
3.3.4 $ZnSO_4 .7H_2O$
3.3.5 $Ba(OH)_2.8H_2O$
3.3.6 NaOH (Sodium hydroxide)
3.3.7 HCl (Hydrochloric)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4. วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาขั้นตอนการสกัดสารเมือก

3.4.1.1 การเตรียมสารเคมี

3.4.1.1.1 เตรียมสารละลาย 5% $ZnSO_4.7H_2O$ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยการชั่ง $ZnSO_4.7H_2O$ 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

3.4.1.1.2 เตรียมสารละลาย 0.3 N $Ba(OH)_2$ - 5% $ZnSO_4.7H_2O$ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยการชั่ง $Ba(OH)_2.8H_2O$ 4.732 กรัม นำมาละลายในสารละลาย 5% $ZnSO_4.7H_2O$ แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร เขย่าจนเข้ากัน

3.4.1.2 การสกัดสารเมือก

3.4.1.2.1 นำฝักกระเจี๊ยบเขียวมาแยกเอาเม็ดออก จากนั้นนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ

3.4.1.2.2 นำกระเจี๊ยบที่หั่นแล้วมาปั่นผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 ต่อ 50 จำนวน 2 ชุด

3.4.1.2.3 นำชุดที่ 1 มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองเอากากออก และนำชุดที่ 2 มาตั้งทิ้งไว้ 1 คืน แล้วจึงนำมากรองเอากากออก

3.4.1.2.4 นำสารละลายกระเจี๊ยบเขียวที่เตรียมในแต่ละชุดมาแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน

3.4.1.2.5 นำส่วนที่ 1 ไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็วรอบ 8000 rpm เป็นเวลานาน 20 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำส่วนใสมาตกตะกอนด้วยเอธานอลในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร แล้วล้างตะกอนด้วยอะซิโตนนำตะกอนที่ได้มาทำให้แห้งและบดเป็นผง

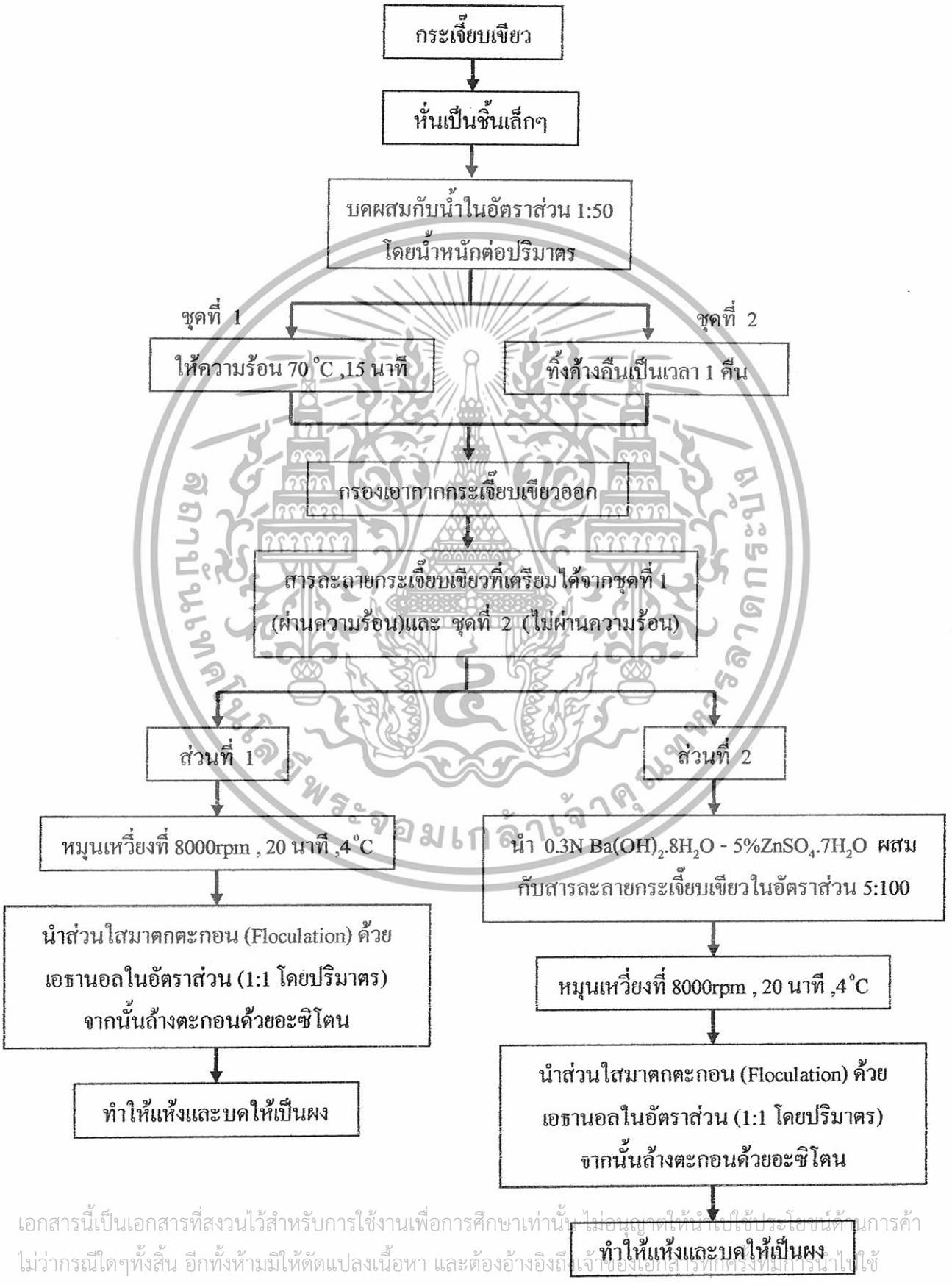
3.4.1.2.6 นำส่วนที่ 2 มาผ่านกระบวนการ deproteinization โดยนำไปทำปฏิกิริยากับสารละลาย 0.3 N $Ba(OH)_2$ - 5% $ZnSO_4.7H_2O$ ที่เตรียมได้ จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็วรอบ 8000 rpm เป็นเวลา 20 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำส่วนใสมาตกตะกอนด้วยเอธานอลในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร ล้างตะกอนด้วยอะซิโตนนำตะกอนที่ได้มาทำให้แห้งและบดเป็นผง

3.4.1.3 นำผงเมือกที่ได้จาก 8.1.2.5 และ 8.1.2.6 ไปละลายน้ำ แล้วตรวจสอบคุณสมบัติการละลาย pH และความหนืด เพื่อคัดเลือกขั้นตอนการสกัดสารเมือกที่เหมาะสม

96998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังขั้นตอนการสกัดสารเมือก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดที่เหมาะสม

3.4.2.1 นำกระเจี๊ยบที่หั่นแล้วมาปั่นผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 5 , 1 :10 , 1 : 20 และ 1 : 30

3.4.2.2 ดำเนินการสกัดตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้ใน 3.4.1

3.4.2.3 ตรวจสอบคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้ในด้านปริมาณผลผลิต (yield) ความสามารถในการละลาย และความหนืด

3.4.3 ศึกษาคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้

นำผงเมือกที่สกัดได้ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจาก 3.4.2 ละลายน้ำและวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยทำการแปรปัจจัยต่างๆ ดังนี้

3.4.3.1 อุณหภูมิ : ทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 10^0C, 20^0C, 30^0C, 40^0C, 50^0C,60^0C, 70^0C และ 80^0C

3.4.3.2 ความเป็นกรด-ด่าง : ทำการศึกษาที่ pH 2, 4, 6, 8 และ 10

3.4.3.3 ความเข้มข้นของสารเมือก : ทำการศึกษาที่ความเข้มข้น 0.5 %, 1 % และ 1.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาขั้นตอนการสกัดสารเมือก

จากการทดลองใช้อัตราส่วนกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1 : 50 (กระเจี๊ยบเขียว 20 กรัม ต่อ น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร) ค่า pH ของสารละลายกระเจี๊ยบเขียวเริ่มต้นเท่ากับ 4.18 ซึ่งจากการทดลองนี้ได้แบ่งปัจจัยที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 ปัจจัยใหญ่ๆ ด้วยกันคือ การให้ความร้อนและการ deprotenization แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันในด้าน % yield, pH , ความหนืด การละลายน้ำกลับคืนและลักษณะปรากฏหลังการละลายน้ำกลับคืนของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว โดยแสดงผลดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลของการสกัดสารเมือก

ตัวแปรที่ทำการวัด	ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง			
	ไม่ผ่านความร้อน		ผ่านความร้อน	
	ไม่ผ่านการ deprotein	ผ่านการ deprotein	ไม่ผ่านการ deprotein	ผ่านการ deprotein
% yield	1.225	1.3625	0.7625	0.8275
pH	5.09	6.25	5.56	6.67
ความเร็วในการไหล(m/s)	5.59×10^{-3}	9.03×10^{-3}	10.39×10^{-3}	12.79×10^{-3}
การละลายน้ำ	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ
ลักษณะปรากฏหลังการละลายน้ำ	ใส และรวมเป็นเนื้อเดียวกัน	ใส แต่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด	ไม่ใส แต่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน	ไม่ใสและไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 เห็นได้ว่าการให้ความร้อนมีผลทำให้ % yield และความหนืดของสารเมือกลดลง เนื่องจากความร้อนเข้าไปทำลายโครงสร้างของสารประกอบโพลีแซคคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารเมือกให้แตกออกเป็นโครงสร้างเล็กๆ ทำให้คุณสมบัติทางด้านความหนืดลดลง และการรวมตัวเกิดขึ้นได้น้อยลงด้วย มีผลทำให้เมื่อนำไปละลายน้ำกลับคืนลักษณะที่ปรากฏจึงไม่ใสและยังมีบางส่วนจับตัวกันเป็นก้อนไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด

ส่วนการกำจัดโปรตีน หรือการ deprotenization มีผลทำให้ % yield ของสารเมือกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีผลทำให้ความหนืดลดลง เนื่องจากในฝักกระเจี๊ยบเขียวที่นำมาสกัดสารเมือกมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณน้อย โดยโปรตีนส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณเมล็ดซึ่งเราไม่ได้นำมาใช้ในการสกัด ดังนั้นการ deprotenization จึงส่งผลน้อยมากต่อปริมาณ % yield ของสารเมือก นอกจากนี้การ deprotenization ยังใช้ด่างในการตกตะกอนซึ่งด่างที่ใช้ได้เข้าไปทำลายโครงสร้างของสารเมือกจึงส่งผลให้ความหนืดของสารเมือกลดลง และทำให้ pH ของสารเมือกเพิ่มขึ้นเมื่อนำไปละลายน้ำกลับคืน

4.2 ศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดที่เหมาะสม

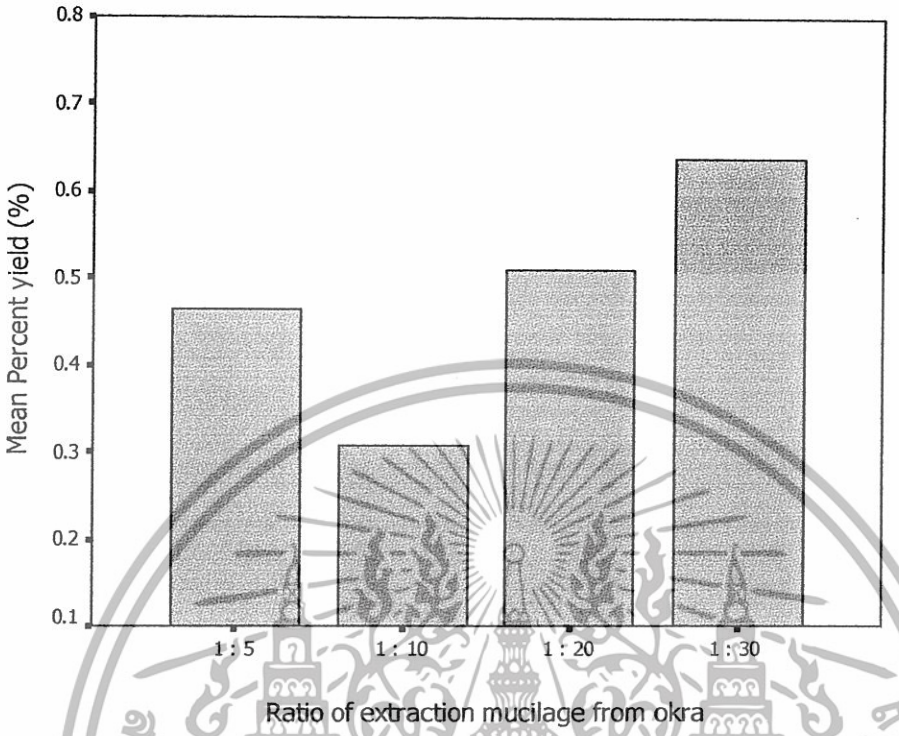
จากการทดลองใช้กระเจี๊ยบเขียวสด 50 กรัมต่อน้ำกลั่นหรือตัวทำละลายที่อัตราส่วนต่าง ๆ กัน คือ 1 : 5 , 1 : 10 , 1 : 20 และ 1 : 30 จากนั้นดำเนินการสกัดตามขั้นตอนที่เลือกไว้ในการศึกษาวิธีการสกัดที่เหมาะสม คือ วิธีการไม่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านการ deprotenization โดยแสดงผลดังในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย % yield ของอัตราส่วนที่ใช้ในการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว 4 อัตราส่วน

Ratio of extraction mucilage from okra	Mean *
1 : 5	0.46340ab
1 : 10	0.30770a
1 : 20	0.50945b
1 : 30	0.63780b

* ตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของตัวทำละลายต่อสารเมือกและ % yield ของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว

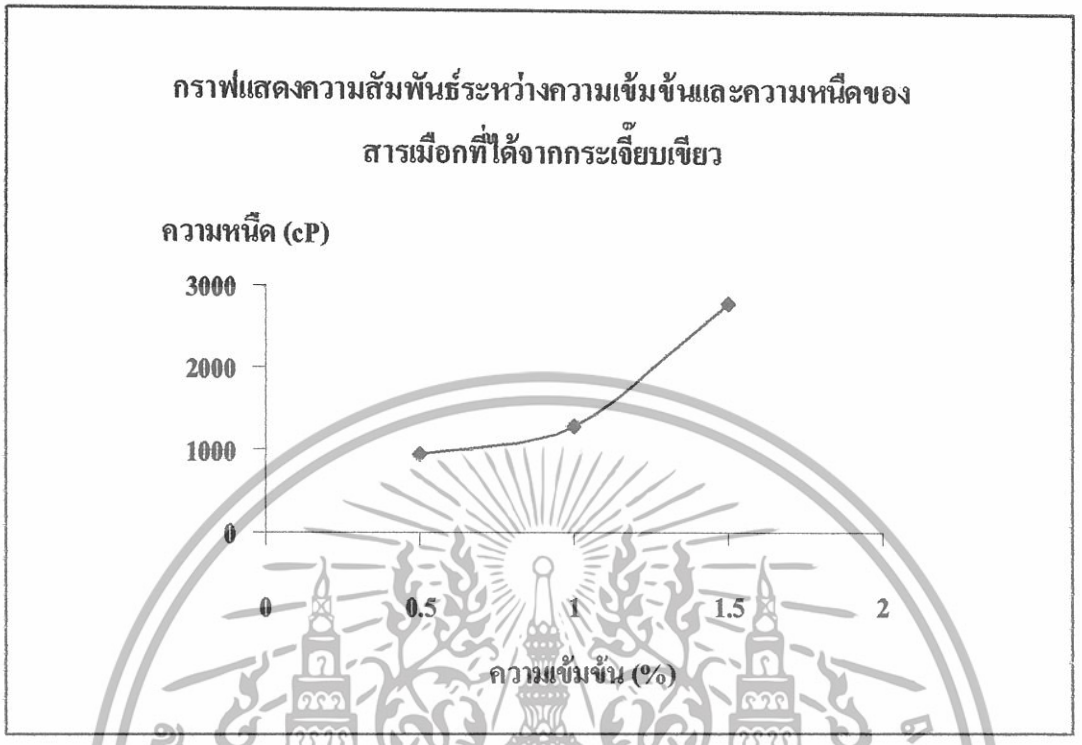
จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 พบว่า อัตราส่วนที่ใช้ในการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวทั้ง 4 อัตราส่วน ทำให้ % yield มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การเพิ่มอัตราส่วนจาก 1 : 10 ไปเป็น 1 : 20 และ 1 : 30 ทำให้ค่า % yield เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ศึกษาคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้

4.3.1 ผลของความเข้มข้นต่อความหนืดของสารเมือกที่ได้จากกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดลองศึกษาความเข้มข้นของสารเมือกจากการกระเจี๊ยบเขียวที่มีผลต่อความหนืด โดยการนำผงสารเมือกที่สกัดได้ไปละลายน้ำที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน คือ 0.5 % , 1% และ 1.5 % จากกนั้นนำไปวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer แสดงผลดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



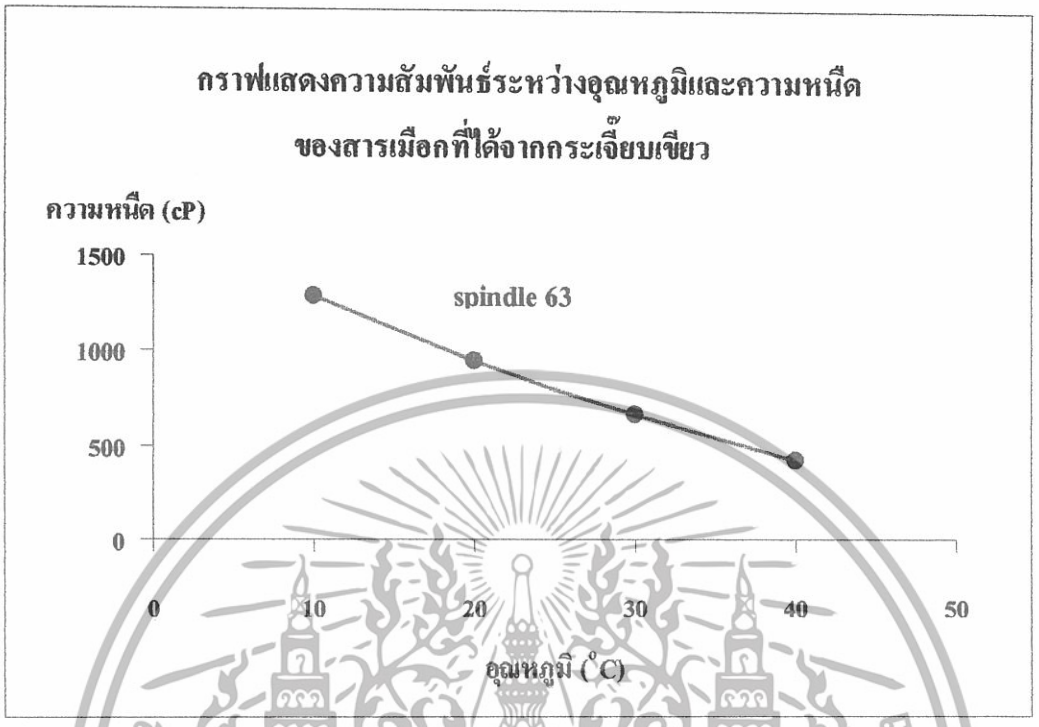
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความหนืดของสารเมือกที่ได้จากกระเจี๊ยบเขียว

จากรูปที่ 4.2 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสารเมือกเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืดเพิ่มสูงขึ้น โดยการเพิ่มความเข้มข้นจาก 0.5 % ไปเป็น 1 % มีผลทำให้ความหนืดของสารละลายสารเมือกเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการเพิ่มความเข้มข้นจาก 1 % ไปเป็น 1.5 % โดยสังเกตได้จากความชันของกราฟ ซึ่งการเพิ่มความเข้มข้นของสารเมือกมีผลทำให้ปริมาณอัตราส่วนของตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ความหนืดของสารละลายเพิ่มมากขึ้น

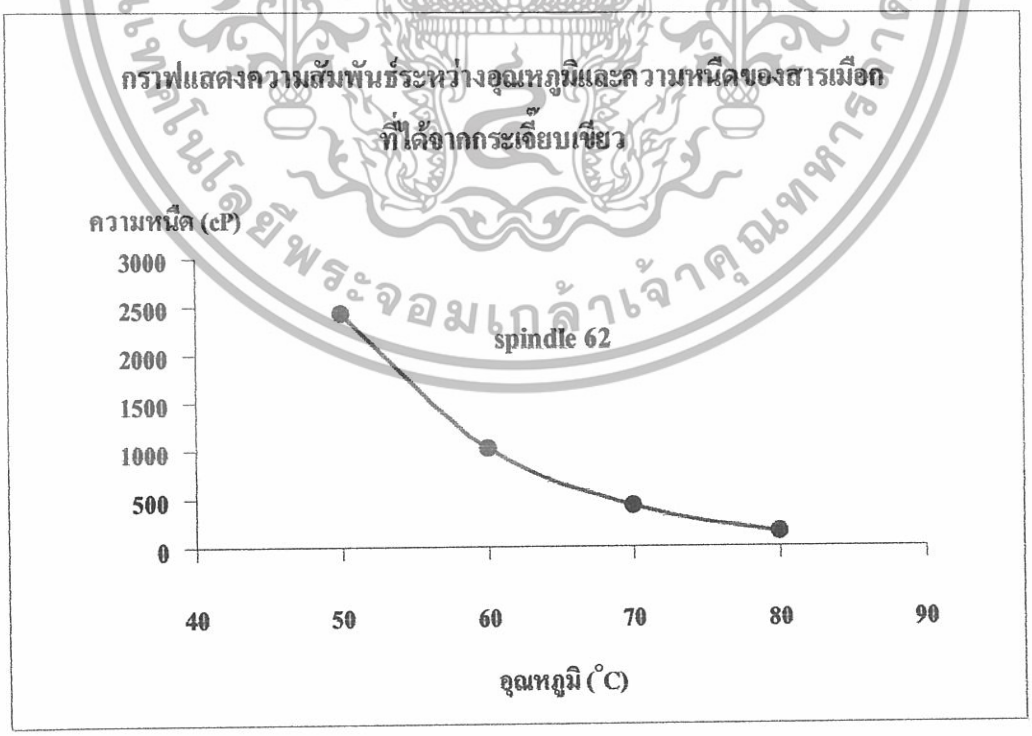
4.3.2 ผลของอุณหภูมิต่อความหนืดของสารเมือกที่ได้จากกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดลองศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อความหนืดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว โดยการนำผงสารเมือกที่สกัดได้ไปละลายน้ำที่ความเข้มข้น 1 % แล้วนำไปวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 10 – 80 องศาเซลเซียส ซึ่งควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) โดยที่อุณหภูมิ 10 – 40 องศาเซลเซียส ใช้ spindle เบอร์ 63 ในการวัด และอุณหภูมิ 50 – 80 องศาเซลเซียสใช้ spindle เบอร์ 62 ในการวัด ดังแสดงผลในรูปที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนืดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว (spindle เบอร์ 63)



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนืดของสารเมือกจากการเจี๊ยบเขียว (spindle เบอร์ 62)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 และ 4.4 พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ความหนืดของสารละลายสารเมือกลดลง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความร้อนเข้าไปทำลายโครงสร้างโพลีแซคคาไรด์ของสารเมือกให้แตกออกเป็นโครงสร้างเล็กๆ จึงทำให้ความหนืดลดลง

4.3.3 ผลของ pH ต่อความหนืดของสารเมือกที่ได้จากกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดลองศึกษาผลของ pH ที่มีต่อความหนืดของสารเมือก โดยนำผงเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวไปละลายน้ำที่ความเข้มข้น 0.5 % จากนั้นนำไปวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดที่ pH ต่างๆ กันคือ 2, 4, 6, 8 และ 10 โดย pH ที่เป็นด่างใช้สารละลาย NaOH ในการปรับ และ pH ที่เป็นกรดใช้สารละลาย HCl ในการปรับ แสดงผลดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4..5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH และความหนืดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว

จากรูปที่ 4.5 พบว่า pH ที่เป็นกรดและเป็นด่างความหนืดของสารละลายสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวมีแนวโน้มที่ต่ำลง และความหนืดของสารละลายสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวมีค่าสูงเมื่อ pH มีค่าเป็นกลาง เนื่องจากสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวเป็นสารประกอบโพลีแซคคาไรด์หลายชนิดซึ่งถูกทำลายได้ด้วยกรดและด่าง ดังนั้นที่ pH เป็นกรดและด่างจึงทำให้ความหนืดของสารเมือกลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาขั้นตอนการสกัดสารเมือก

จากการทดลองพบว่าการให้ความร้อนมีผลต่อ %yeild และความหนืดของสารเมือกโดยการให้ความร้อนมีผลทำให้ %yeild และความหนืดของสารเมือกลดลง สีของสารละลายที่ได้ไม่ใส และไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด ส่วนการ deprotein ไม่มีผลต่อ %yeild และความหนืดของสารเมือก

ตอนที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดที่เหมาะสม

จากการทดลองศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งได้ทำการสกัดตามขั้นตอนการศึกษาวิธีการสกัดที่เหมาะสมและได้ทำการเลือกวิธี ไม่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านการ deprotein จากนั้นทำการสกัดที่อัตราส่วน 1 : 5 , 1 : 10 , 1 : 20 และ 1 : 30 พบว่าปริมาณผลผลิตของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น แต่ที่อัตราส่วน 1 : 5 ได้ปริมาณผลผลิตมากกว่าที่อัตราส่วน 1 : 10

ตอนที่ 3 ศึกษาคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้

จากการทดลองศึกษาคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้เมื่อนำไปละลายน้ำ โดยแปรตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ผลของความเข้มข้นของสารเมือกต่อความหนืด

โดยทำการทดลองที่ความเข้มข้น 0.5 , 1 และ 1.5 % พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสารเมือกเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืดเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลของอุณหภูมิต่อความหนืด

โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 10 20 30 40 50 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความหนืดลดลง

3. ผลของ pH ต่อความหนืด

pH มีผลต่อความหนืดของสารละลายสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว โดยที่ pH ที่เป็นกรดและเป็นด่างความหนืดของสารละลายสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวมีแนวโน้มที่ต่ำลง และความหนืดของสารละลายสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวมีค่าสูงเมื่อ pH อยู่เป็นกลาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 นอกจากฝักกระเจี๊ยบเขียวจะมีสารเมือกแล้ว ในส่วนของใบ ก้าน และลำต้นยังมีสารเมือกเป็นองค์ประกอบจำนวนมาก จึงควรมีการพัฒนาการสกัดสารเมือกจากส่วนต่างๆ ต่อไปเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการสกัด

5.2.2 ขั้นตอนการเตรียมกระเจี๊ยบเขียว การหั่นกระเจี๊ยบเขียวให้ละเอียดหรือนำมาปั่นจะทำให้สามารถเพิ่มพื้นที่ผิวให้กระเจี๊ยบสัมผัสกับตัวทำละลายได้มากขึ้น มีผลทำให้สกัดสารเมือกได้ในปริมาณเพิ่มมากขึ้น

5.2.3 ขั้นตอนการล้างด้วยอะซิโตน ควรนำสารละลายกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์มาล้างด้วยอะซิโตนเลย หลังจากนั้นจึงนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง เพราะการกรองก่อนล้างด้วยอะซิโตนมีผลทำให้สารเมือกบางส่วนติดอยู่บริเวณผ้าขาวบาง และยังมีสารเมือกบางส่วนละลายติดไปกับแอลกอฮอล์ที่กรองทิ้งไป ทำให้ได้ % yield ลดน้อยลง

5.2.4 ขั้นตอนการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมควรทำการศึกษาอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นและละเอียดมากขึ้น เพื่อสามารถดูแนวโน้มของ % yield ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกศินี สุระนาถ และสพสวัสดิ์ คำโพนทัน. 2544. **การศึกษาการผลิตแซนแทนกัมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดโดย *Xanthomonas camperstris* TISTR 110.** ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 3-6

ข้อมูลพืช กรมวิชาการเกษตร. 2549. กระเจี๊ยบเขียว. . [online] . เข้าถึงได้จาก : www.doa.go.th/pl_data/index.html

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 181-185

บวรพรรณ ชูโชติรส. 2542. **กัม อารบิกและการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเกษตร.** สัมมนา. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 1

ปิยะนุช เอกฉัตร. 2541. **เพคตินและการนำไปใช้ประโยชน์.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 1-17

วระชิ ส่งจิตร. 2542. **อัลจิเนต : โครงสร้าง การผลิต และการนำไปใช้ประโยชน์.** สัมมนา. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 1

ศิวาพร ศิวเกช. 2524. **วัตถุเจือปนอาหาร(เล่ม 1).** กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 162

สุพรรษา ภู่อมร. 2545. **คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมของโลคอสบีนกัม.** สัมมนา. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 2-3

อรอุมา มธุรสพรวัฒนา. 2547. **องค์ประกอบทางเคมี และปัจจัยที่มีผลต่อสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. หน้า 1-12

Anuradha Mishra. 2006. Polyacrylonitrile-grafted Okra mucilage : A renewable reservoir to olymeric materials. **Journal of Carbohydrate Polymers.**

Amin, EI. S. J. AM. 1956. **Chem Soc.** Page 78, 828.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Christensen, P.E. 1954. **Methods of Grading Pectin in Relation to the Molecular Weight (intrinsic viscosity) of Pectin.** Food Research, 19, 163

Kelkar G. M. ; Ingle, T.R.; Bhide, B.V.J. 1962. **Indian Chem.** Soc. Page 39, 557.

Oven. R.F. 1996. **Food Chemistry**, Marcel Dekker Inc. Newyork. 157 – 223 pp.

Tomoda, Masashi; Gonda, Ryoko; Shimizu, Noriko; Nakaishi, Satomi; Hikino, Hiroshi. 1987. "A Mucilage from *Hibiscus Moscheutus* Leaves". **Journal of Phytochemistery.** 26(8): 2297-2300

Whistler, R. L.; Conrad, H.E.J. Am. 1954. **Chem. Soc.** 1954. 76, 1673 , 3544.

Woolf, M.L. ; Chaplin, M.F. ; Otchere, G. 1977. "Studies on the Mucilage Extrcted from Okra Fruits(*Hibiscu esculentus L.*) and Baobab Leaves (*Adamhonia digitata L.*)" .**Journal of science of food and Agriculture.** 28 : 519-529

Y.P. Girase, U.D. Chavan and J.K. Chava. 2003. "*Mucilage from okra (Abelmoschus esculentus)* Cortex-Extraction and Cultivar Evalution". **Journal of Food Science&Technology.** 40(1) : 118-119

Australian Bureau of Statistics. Orange Juice Production. 2003. [online] http://www.pc.gov.au, accessed July 2005.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณ % yield

$$\% \text{ yield} = \frac{\text{น้ำหนักสารเมือกที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักกระเจี๊ยบสดที่ใช้}} \times 100$$

ตัวอย่างการคำนวณ % yield

จากตารางที่ 4.1 ใช้อัตราส่วน กระเจี๊ยบเขียว 20 กรัม ต่อ น้ำ 1000 มิลลิลิตร
น้ำหนักสารเมือกที่สกัดได้ 0.049 กรัม
แต่คิดจากสารละลายกระเจี๊ยบเขียว 200 มิลลิลิตร ดังนั้น
สารละลายกระเจี๊ยบเขียว 1000 มิลลิลิตร มีกระเจี๊ยบเขียว 20 กรัม
ถ้าสารละลายกระเจี๊ยบเขียว 200 มิลลิลิตร จะมีกระเจี๊ยบเขียว 4 กรัม
ดังนั้น % yield = (0.049/4)* 100 = 1.225

จากตารางภาคผนวกที่ 1 เริ่มต้นจากกระเจี๊ยบเขียว 50 กรัม
คิดจากสารละลายกระเจี๊ยบเขียว 160 กรัม ได้สารเมือก 0.2392 กรัม
พิจารณาที่อัตราส่วน 1 : 5 ครั้งที่ 1 ใช้กระเจี๊ยบเขียว 50 กรัม ต่อน้ำ 250 มิลลิลิตร
หลังจาก centrifuge เหลือปริมาตร 170 มิลลิลิตร ดังนั้น
สารละลายกระเจี๊ยบเขียว 160 กรัม ได้สารเมือก 0.2392 กรัม
ถ้าสารละลายกระเจี๊ยบเขียว 170 กรัม จะได้สารเมือก 0.2542 กรัม
ดังนั้น % yield = (0.2542 / 50)* 100 = 0.5084 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดที่เหมาะสม

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลของการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสม

อัตราส่วนที่ใช้ในการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว		น้ำหนักหลังอบ (g)	% yield
1 : 5	ครั้งที่ 1	0.2542	0.5084
	ครั้งที่ 2	0.2092	0.4184
	เฉลี่ย	0.2317	0.4634
1 : 10	ครั้งที่ 1	0.1843	0.3780
	ครั้งที่ 2	0.1187	0.2374
	เฉลี่ย	0.151	0.3077
1 :20	ครั้งที่ 1	0.2659	0.5318
	ครั้งที่ 2	0.2436	0.4871
	เฉลี่ย	0.2548	0.5095
1 : 30	ครั้งที่ 1	0.3417	0.6834
	ครั้งที่ 2	0.2961	0.5922
	เฉลี่ย	0.3189	0.6378

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oneway

Descriptives

Percent yield (%)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 : 5	2	.463400	.0636396	.0450000	-.108379	1.035179	.4184	.5084
1 : 10	2	.307700	.0994192	.0703000	-.585546	1.200946	.2374	.3780
1 : 20	2	.509450	.0316077	.0223500	.225466	.793434	.4871	.5318
1 : 30	2	.637800	.0644881	.0456000	.058397	1.217203	.5922	.6834
Total	8	.479587	.1365663	.0482835	.365415	.593760	.2374	.6834

ANOVA

Percent yield (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.111	3	.037	7.784	.038
Within Groups	.019	4	.005		
Total	.131	7			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Percent yield (%)

	(I) Ratio of extraction mucilage from okra	(J) Ratio of extraction mucilage from okra	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1 : 5	1 : 10	.155700	.0690868	.087	-.036116	.347516
		1 : 20	-.046050	.0690868	.542	-.237866	.145766
		1 : 30	-.174400	.0690868	.065	-.366216	.017416
	1 : 10	1 : 5	-.155700	.0690868	.087	-.347516	.036116
		1 : 20	-.201750*	.0690868	.043	-.393566	-.009934
		1 : 30	-.330100*	.0690868	.009	-.521916	-.138284
	1 : 20	1 : 5	.046050	.0690868	.542	-.145766	.237866
		1 : 10	.201750*	.0690868	.043	.009934	.393566
		1 : 30	-.128350	.0690868	.137	-.320166	.063466
	1 : 30	1 : 5	.174400	.0690868	.065	-.017416	.366216
		1 : 10	.330100*	.0690868	.009	.138284	.521916
		1 : 20	.128350	.0690868	.137	-.063466	.320166

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง LSD ข้างบนเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับปัจจัย 4 ระดับ คือ ค่าอัตราส่วนที่ใช้ในการสกัดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20 และ 1: 30 การอ่านผลดูในช่อง Sig. ของปัจจัยทีละคู่ คู่ใดมีความแตกต่างกันทางสถิติ จะมีค่า Sig. < α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

Homogeneous Subsets

Percent yield (%)

	Ratio of extraction mucilage from okra	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	1 : 10	2	.307700	
	1 : 5	2	.463400	.463400
	1 : 20	2		.509450
	1 : 30	2		.637800
	Sig.		.087	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตาราง Duncan ข้างบนนี้วิเคราะห์ที่ระดับ alpha = 0.05 แสดงค่าเฉลี่ย และความแตกต่างทางสถิติของปัจจัยที่ระดับต่างๆ โดยที่ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่อยู่ใน Subset เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาคุณสมบัติของสารเมือกที่สกัดได้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ความเข้มข้นของสารเมือกที่มีผลต่อความหนืด

ความเข้มข้น	ครั้งที่	RPM	% ทอร์ก	เฉลี่ย	ความหนืด (cP)	เฉลี่ย	Spindle
0.5 %	1	30	97.0	96.27	953	958.00	62
	2		95.5		957		
	3		96.3		964		
1 %	1	81	89.6	90.30	1296	1292.00	63
	2		90.8		1275		
	3		90.5		1305		
1.5 %	1	38	87.9	87.87	2763	2779.33	63
	2		86.2		2778		
	3		89.5		2797		
2 %	1	230	76.6	77.10	1843	1852.33	64
	2		77.2		1852		
	3		77.5		1862		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 อุณหภูมิที่มีผลต่อความหนืด

อุณหภูมิ (°C)	ครั้งที่	RPM	% ทอร์ก	เฉลี่ย	ความหนืด (cP)	เฉลี่ย	Spindle
10 ± 1	1	80	87.8	85.23	1308	1284.33	63
	2		83.5		1281		
	3		84.4		1264		
20 ± 1	1	110	87.7	86.43	958	951.00	63
	2		86.4		936		
	3		85.2		959		
30 ± 1	1	150	83.5	84.17	659	667.33	63
	2		84.7		690		
	3		84.3		653		
40 ± 1	1	220	82.4	82.60	467	426.33	63
	2		81.6		446		
	3		83.8		474		
50 ± 1	1	10	83.3	82.07	2429	2433.00	62
	2		81.3		2435		
	3		81.6		2435		
60 ± 1	1	25	83.5	83.80	1011	1014.33	62
	2		84.7		1017		
	3		83.2		1015		
70 ± 1	1	60	85.5	85.70	432	431.67	62
	2		86.2		437		
	3		85.4		426		
80 ± 1	1	170	83.0	82.20	146	145.00	62
	2		82.2		145		
	3		81.4		144		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ความเป็นกรด – ด่างที่มีผลต่อความหนืด

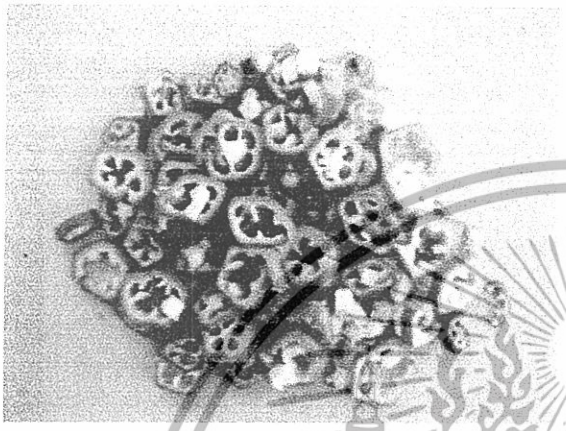
pH เริ่มต้น	pH	ครั้งที่	RPM	% ทอร์ก	เฉลี่ย	ความหนืด (cP)	เฉลี่ย	Spindle
4.81	2	1	120	83.6	84.16	41.6	42.03	61
		2		84.1		42.3		
		3		84.8		42.2		
4.82	4	1	230	86.5	86.83	114	114.00	62
		2		87.2		114		
		3		86.8		114		
4.84	6	1	70	89.6	89.70	391	389.00	62
		2		89.3		388		
		3		90.2		388		
4.78	8	1	80	93.5	94.00	350	351.67	62
		2		94.0		350		
		3		94.5		355		
4.80	10	1	230	83.7	82.93	109	108.33	62
		2		82.5		108		
		3		82.6		108		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

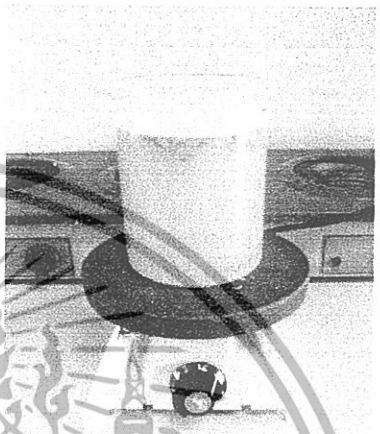
ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

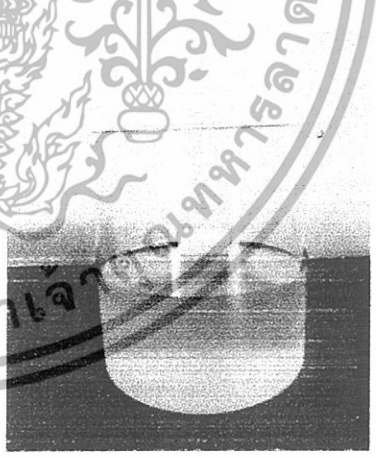


รูปที่ 1 กระเจี๊ยบเขียวที่หั่นแล้ว



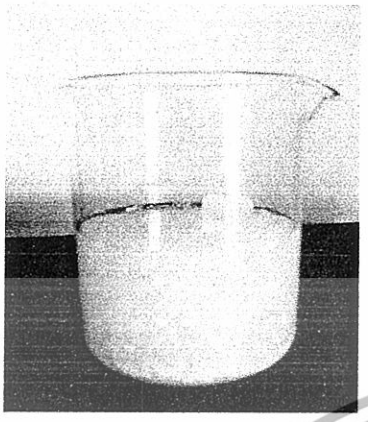
รูปที่ 2 กระเจี๊ยบเขียวให้ความร้อนที่ 70± 1° C

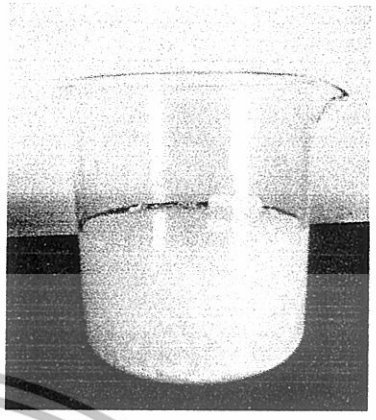
รูปที่ 3 สารละลายกระเจี๊ยบที่
ไม่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านการ deprotein



รูปที่ 4 สารละลายกระเจี๊ยบที่
ผ่านความร้อนและไม่ผ่านการ deprotein

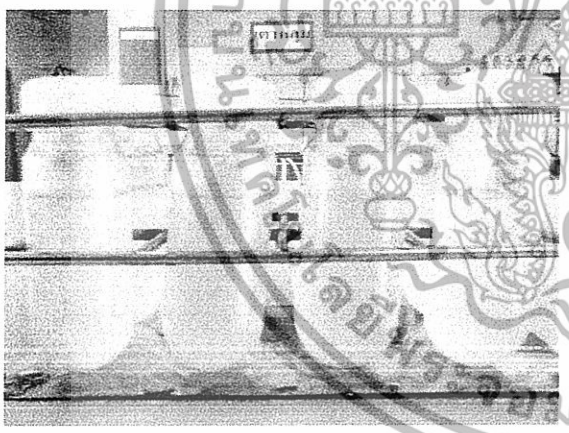
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 5 สารละลายกระเจี๊ยบที่ไม่ผ่านความร้อนและผ่านการ deprotein

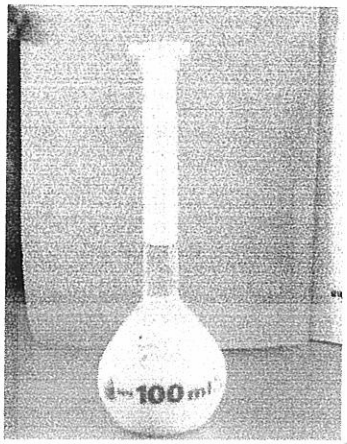
รูปที่ 6 สารละลายกระเจี๊ยบที่ผ่านความร้อนและผ่านการ เชียวdeprotein



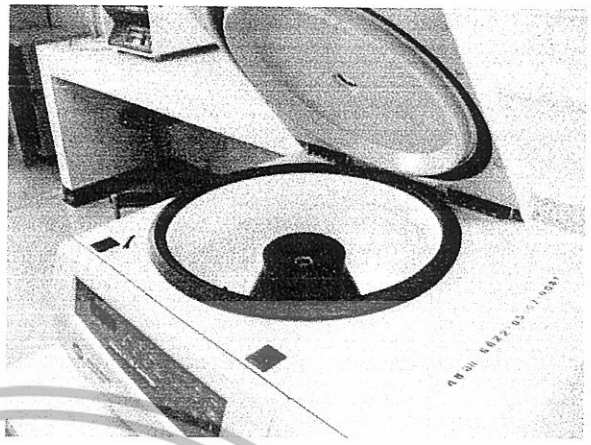
รูปที่ 7 สารละลายกระเจี๊ยบเขียว

รูปที่ 8 ผงสารเมือกของกระเจี๊ยบเขียว

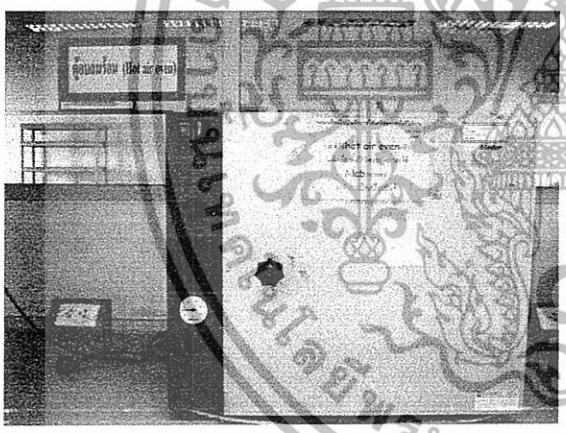
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



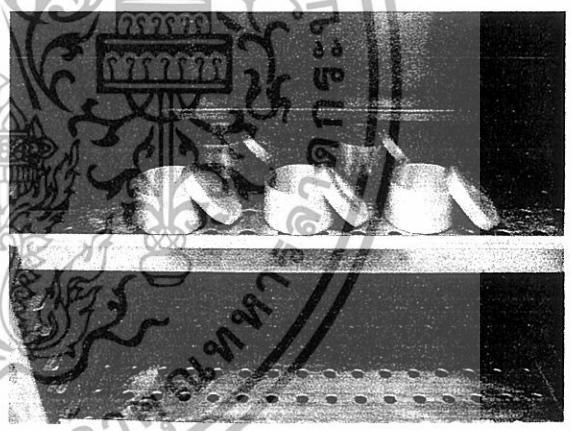
รูปที่ 9 สารเคมี $ZnSO_4 .7H_2O+Ba(OH)_2.8H_2O$



รูปที่ 10 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge รุ่น Beckman)

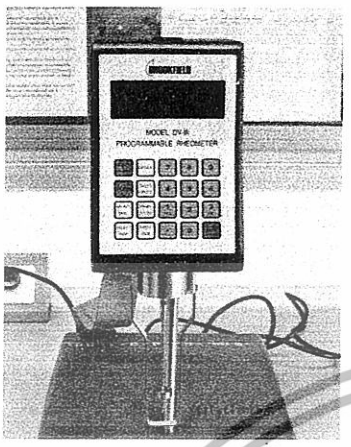


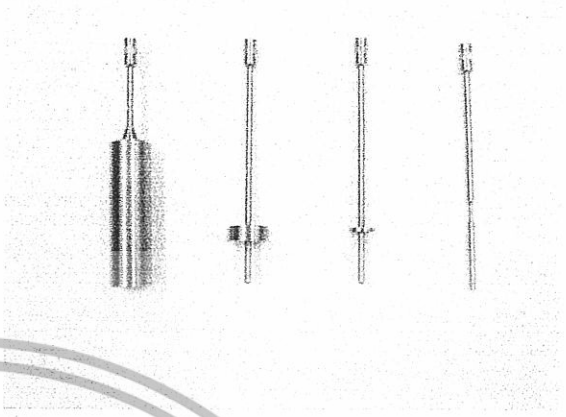
รูปที่ 11 เครื่อง Hot Air Owen



รูปที่ 12 canที่ใช้อบสารเมือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 13 เครื่องวัดหนืด (Brookfild รุ่น DV)

รูปที่ 14 หัวเข็มใช้วัดความหนืด

รูปที่ 15 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

นางสาวพนิดา สมบัติสุวรรณ เกิดเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 บ้านเลขที่ 2/527 หมู่ 18 ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12130 ปี 2546 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2550 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวสุนทรี แก้วศรี เกิดเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2528 บ้านเลขที่ 13 หมู่ 8 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 2200 ปี 2546 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2550 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวสุรีย์พร คุปตานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2527 บ้านเลขที่ 20 ถนนกลันตัน แขวงตลาดน้อย เขตสัมพันธวงศ์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10100 ปี 2545 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2550 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้