สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากเปลือกส้มโอชั้นกลาง

(Study on optimal conditions of fresh dietary fiber preparation from pomelo albedo)

จัดทำโดย

นายการัณย์	ประทีปแก้ว	รหัสนักศึกษา 47040189
นายนรพงษ์	พิมวัง	รหัสนักศึกษา 47040201
นายวีรชัย	ฉือตรง	รหัสนักศึกษา 47040212

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

วน.
ก553ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85385
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12010418
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากเปลือกส้มโอชั้นกลาง

(Study on optimal conditions of fresh dietary fiber preparation from pomelo albedo)

จัดทำโดย

นายการัณย์	ประทีปแก้ว	รหัสนักศึกษา 47040189
นายนรพงษ์	พิมวัง	รหัสนักศึกษา 47040201
นายวีรชัย	ถือตรง	รหัสนักศึกษา 47040212

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... ๒๘ / ส.ค. / ๕๑ **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียบเรียง : นายการัณย์ ประทีปแก้ว นายนรพงษ์ พิมวัง และนายวีรชัย ถือตรง
ชื่อเรื่องปัญหาพิเศษ : การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากเปลือกส้มโอชั้นกลาง (Study on optimal conditions of fresh dietary fiber preparation from pomelo albedo)
สาขาวิชา : อุตสาหกรรมเกษตร (พิเศษ) คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

บทคัดย่อ

การนำเปลือกส้มโอซึ่งเป็นผลิตผลพลอยได้จากการบริโภคนำมาใช้ประโยชน์ในอาหาร สามารถทำได้โดยใช้ในรูปของเส้นใยอาหาร จากการใช้อัลบิโดของส้มโอพันธ์ขาวน้ำผึ้งมาผลิตใยอาหาร โดยทดสอบหาความเหมาะสมของสารละลายที่ใช้สารสกัด 3 ชนิด คือ น้ำ สารละลายเกลือแกง และสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต พบว่า สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีความเหมาะสมที่สุด และเมื่อนำมาทดสอบหาความเข้มข้นของสารละลายที่เหมาะสม โดยใช้สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ จะให้ใยอาหารที่มีความชื้นต่ำ ปริมาณผลผลิตสูง ส่วนเวลาที่ใช้สกัดใยหารด้วยสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต 5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง พบว่าเวลาในการสกัดไม่มีผล ต่อคุณลักษณะของเส้นใย จากนั้นศึกษาผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ต่อคุณสมบัติของเส้นใยอาหาร พบว่า เส้นใยมีการดูดซับน้ำและน้ำมัน สี และการจายตัวของเส้นใยไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลา 28 วัน และมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนขึ้นในช่วง 0 – 14 วัน แรกของการเก็บรักษาแล้วค่อย ๆ ลดจำนวนลง

การัณย์ ประทีปแก้ว ....
นรพงษ์ พิมวัง .....
วีรชัย ถือตรง .....

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากเปลือกส้มโอชั้นกลางนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ที่ร่วมเป็นคณะกรรมการปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณคำรณและคุณเครือวรรณ ถือตรง ที่ให้การสนับสนุนในด้านวัตถุดิบเปลือกส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่เป็นกำลังใจให้การทำสัมมนาในครั้งนี้จึงสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

นายการัณย์ ประทีปแก้ว
นายนรพงษ์ พิมวัง
นายวีรชัย ถือตรง
17 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... ข
สารบัญ ..... ค
สารบัญตาราง ..... ง
สารบัญภาพ ..... จ
บทที่
บทที่ 1 บทนำ 1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์ 2
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง 11
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 15
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 22
เอกสารอ้างอิง 23
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 25
ภาคผนวก ข 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ปริมาณใยอาหารที่มีอยู่ในพืชสดชนิดต่าง ๆ น้ำหนัก 100 กรัม 8

2 ปริมาณความชื้น ผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้สารละลายสกัดต่าง ๆ กัน 15

3 ลักษณะของเส้นใยอาหารที่สกัดได้ อธิบายโดยวิธีเชิงพรรณนา 15

4 ปริมาณความชื้น ผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 17

5 ปริมาณความชื้น ผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้เวลาสกัดต่าง ๆ กัน 18

6 ปริมาณการดูดซับน้ำและน้ำมัน และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน 20

7 จำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากอัลบิโด..... 12

2 ปริมาณความชื้น และผลิตผลของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้สาละลายสกัดต่าง ๆ กัน..... 16

3 ปริมาณความชื้น และผลิตผลของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน..... 17

4 ปริมาณความชื้น และผลิตผลของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้เวลาสกัดต่าง ๆ กัน 19

5 ปริมาณการดูดซับน้ำและน้ำมันของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน..... 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจต่อสุขภาพของตัวเองมากขึ้น โดยเฉพาะการบริโภคอาหารให้ถูกสัดส่วนตามหลักโภชนาการ สำหรับอาหารที่นักโภชนาการแนะนำให้บริโภคนอกจากจะมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว ผู้บริโภคแต่ละคนควรจะได้รับปริมาณเส้นใยอาหาร 20-30 กรัมต่อวัน หรือ 10-13 กรัมต่อ 1000 กิโลแคลอรี่ของอาหารที่บริโภค โดย 2 ใน 3 ของปริมาณเส้นใยอาหารที่บริโภคควรเป็นเส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ

ส้มโอเป็นผลไม้ตระกูลส้มที่สามารถปลูก และเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และได้รับความนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ จึงทำให้มีเศษวัสดุเหลือทิ้งจากเปลือกส้มโอปริมาณมาก ซึ่งถือได้ว่าแหล่งวัตถุดิบอันน่าสนใจที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยการทำให้อยู่ในรูปเส้นใยอาหารที่สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้

เปลือกส้มโอชั้นกลางของส้มโอ (albedo) เป็นส่วนของผลที่มีเส้นใยมากสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งสำคัญของเส้นใยอาหารที่มีคุณภาพดี เนื่องจากสารประกอบชีวโมเลกุลที่คุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้ จึงศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเส้นใยอาหารจากเปลือกส้มโอชั้นกลางที่ทำให้ได้เส้นใยอาหารที่มีคุณลักษณะที่ดี เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากเปลือกส้มโอชั้นกลาง
2. ศึกษาผลของเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของเส้นใยอาหารสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 คำจำกัดความของใยอาหาร (วันเพ็ญ, 2541)

2.1.1 คำจำกัดความทางสรีรวิทยา

ใยอาหาร คือ ส่วนประกอบของพืชที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ไม่มีสารอาหาร ไม่มีพลังงาน แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยส่วนประกอบของใยอาหารได้ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นสารเพกติน (pectin substance) พบมากในผัก ผลไม้ ธัญพืช และถั่วต่าง ๆ

2.1.2 คำจำกัดความทางเคมี

ใยอาหาร คือ โพลิแซกคาไรด์ที่ไม่ใช่สตาร์ชจากพืช (plant non-starch polysaccharide)

2.2 ชนิดและโครงสร้างของใยอาหาร (Stark and Madar, 1994)

เมื่อนำใยอาหารมาวิเคราะห์ทางเคมี จะสามารถแบ่งองค์ประกอบของใยอาหารตามความสามารถในการละลายน้ำออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) และใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber)

2.2.1 ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

เป็นโครงสร้างของพืชชนิดที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ มีลักษณะเป็นกากใยเพราะไม่ละลายน้ำ เมื่อบริโภคอาหารกลุ่มนี้ ใยอาหารจะมีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ โดยเกิดจากการพองตัวในลักษณะที่คล้ายฟองน้ำ ทำให้มีการเพิ่มปริมาตรของกระเพาะอาหารจึงทำให้รู้สึกอิ่ม เพิ่มปริมาตรของเสียที่จะขับถ่าย จึงช่วยกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ ทำให้สารพิษต่าง ๆ ที่รับประทานเข้าไปพร้อมอาหารถูกขับถ่ายได้เร็วขึ้น ไม่ตกค้างในลำไส้

2.2.2 ใยอาหารที่ละลายน้ำ

ใยอาหารที่ละลายน้ำได้มักมีโมเลกุลเล็กกว่าใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ มีลักษณะเหมือนเจล ไม่ช่วยในการเพิ่มมวลอุจจาระหรือลดเวลาที่ของเสียจะอยู่ในร่างกายเหมือนใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถย่อยสลายได้โดยการหมักของโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่สูงและมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ประโยชน์ของใยอาหารที่มีต่อร่างกาย

ใยอาหารมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการในร่างกาย เช่น สามารถอุ้มน้ำ เพิ่มความหนืด ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในร่างกาย สามารถดูดซับการแลกเปลี่ยนประจุ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและช่วยกำจัดอนุมูลอิสระ เป็นต้น จากคุณสมบัติดังกล่าวสามารถสรุปโดยรวม ได้ดังนี้

2.3.1 ใยอาหาร ที่สามารถอุ้มน้ำได้ดีจะช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหาร ซึ่งจะกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ ทำให้กากอาหารนุ่ม ทำให้การขับถ่ายสะดวก โดยใยอาหารที่ให้ประโยชน์ในแง่นี้มักจะเป็นพวกเส้นใยหยาบ ละลายน้ำไม่ได้ เช่น เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส เป็นต้น

2.3.2 ในโมเลกุลของใยอาหาร ที่มีส่วนที่เป็นกรดอิสระอยู่ จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนประจุกับสารอื่น ๆ ที่มากับอาหาร หรืออาจเป็นสารพิษที่มีการปนเปื้อนมากับอาหารกลุ่มของกรดอิสระจะช่วยดูดซับและดึงเอาสารพิษออกไป โดยใยอาหารที่ให้ประโยชน์จะเป็นกลุ่มที่ละลายน้ำได้ เช่น พวกเจล

2.2.3 ใยอาหารจัดเป็นสารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (ยกเว้น ลิกนิน) ที่ไม่ให้พลังงานเพราะร่างกายย่อยไม่ได้จึงถือว่าใยอาหารไม่มีแคลอรี ทำให้มีการใช้ใยอาหารเพื่อลดความอ้วน หรือเพื่อลดพลังงานในอาหาร อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าใยอาหารบางกลุ่มโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่ละลายน้ำได้หลายตัวถูกย่อยโดยเอนไซม์ของแบคทีเรียในลำไส้ได้

2.3.4 ใยอาหาร มีส่วนช่วยในการบำบัดโรคต่าง ๆ เนื่องจากมีสมบัติหลายประการที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย เช่น

ก. ควบคุมโรคเบาหวาน ใยอาหารพวกที่สามารถละลายน้ำได้จะให้ประโยชน์ดังนี้ โดยใยอาหารที่ละลายน้ำได้จะเปลี่ยนเป็นเจล ซึ่งเพิ่มความข้นหนืดให้อาหาร และเจลจะช่วยเคลือบผิวลำไส้ให้หนาขึ้นเป็นผลให้มีการดูดซึมอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาลในเลือดไม่สูงขึ้นฉับพลัน จึงช่วยลดระดับความต้องการของอินซูลินได้

ข. ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ ใยอาหารพวกที่ไม่ละลายในน้ำจะให้ประโยชน์ โดยใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ เมื่อมีอยู่ในกระเพาะอาหารจะกระตุ้นให้ลำไส้เคลื่อนไหวได้ดีขึ้น จึงลดการหมักและตกค้างของกากอาหารในลำไส้ จึงเป็นส่วนช่วยลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้ได้

ค. ช่วยลดระดับ LDL cholesterol โดยใยอาหารพวกที่ละลายน้ำได้จะให้ประโยชน์ ในแง่นี้ เนื่องจากใยอาหารที่มีกลุ่มของกรดอิสระจะช่วยดูดซับ LDL cholesterol ซึ่งเป็นปัจจัยของการอุดตันในเส้นเลือดได้ โดยไม่กระทบกระเทือนระดับ HDL cholesterol ซึ่งเป็นไขมันชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ใยอาหารเติมลงเป็นส่วนประกอบในอาหาร จะต้องคำนึงถึงผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสที่เกิดขึ้นด้วยเพราะใยอาหารจากพืชประเภทต่าง ๆ จะมีสารอื่นประกอบอยู่ด้วยซึ่งอาจมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคได้ เพราะจะทำให้สาก และกลืนยาก คุณสมบัติของใยอาหารนี้จึงมีความสำคัญต่อการเลือกใช้

2.4 สมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหาร

ใยอาหารสามารถจับน้ำไว้ในโครงสร้างได้ดีมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับสมบัติเชิงหน้าที่สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.4.1 สมบัติด้านการรวมตัวกับน้ำ (Hydration properties)

ก. water-holding capacity (WHC) คือ ปริมาณของน้ำที่ถูกกักเก็บโดยอาหารจำนวนที่ทราบน้ำหนักแน่นอน จะถูกวัดโดยการกรองภายหลังการการหมุนเหวี่ยง

ข. water-binding capacity (WBC) คือ การที่ใยอาหารดึงน้ำมารวมกันในโครงสร้างจึงมีนิยามคล้าย WHC

ค. swelling คือ การพองตัว ซึ่งหาค่าได้โดยการวัดทางเครื่องมือ เช่น พีเนโทรเมตริก (penetrometric measures)

ง. solubility คือ การละลายน้ำ โดยคุณสมบัติข้อที่ ก-ค จะเป็นลักษณะของโพลีแซกคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งพันธะระหว่างน้ำของโพลีแซกคาไรด์ที่ไม่สามารถละลายได้จะปรากฏอยู่ 2 แบบ คือ พันธะระหว่างน้ำในรูเล็ก ๆในของเหลว โดยทำให้ผิวหน้าตึง และพันธะระหว่างน้ำ โดยมีไฮโดรเจนบอนด์ ไอโอนิกบอนด์ และ/หรือไฮโดรโฟบิก ในการแบ่งทั้งสองแบบนี้จะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางเคมีด้วย

2.4.2 สมบัติด้านเนื้อสัมผัสและความคงตัว (Textural and stabilizing properties)

เนื้อสัมผัสและความคงตัวเป็นผลมาจากคุณสมบัติด้านการดึงน้ำของใยอาหาร การใช้ใยอาหารเติมลงในอาหารเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสและความคงตัวของอาหารจะมีบทบาทต่อกระบวนการผลิต และการถนอมอาหารมีกลไกแตกต่างกันไปตามความสามารถในการละลายของใยอาหาร เช่น สมบัติความเหนียวจะพบในแซนแทนกัม และโลคอสบีนกัม สมบัติความเป็นเจล จะพบในคาราจีแนน และเพกติน เป็นต้น นอกจากนี้ความสามารถในการเก็บกักน้ำ จะให้ความคงตัวของโครงสร้างอาหาร เช่น โครงสร้างที่เป็นอิมัลชั่น โฟม โดยจะปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านการไหล (Rheological)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการเก็บกักน้ำและสมบัติการพองตัวของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของอาหารได้เช่นกัน เช่นถั่ว ข้าวสาลี เป็นต้น

2.4.3 สมบัติที่ต่อต้านการเป็นผลึกน้ำแข็ง (Anti-crystallizing properties)

ผนังเซลล์ของพืชบางชนิดจะมีสารที่มีสมบัติต้านการเกิดผลึกน้ำแข็ง เช่น อะราบิโนส ไซแลนส์ ซึ่งสกัดจากข้าวสาลีและข้าวไรน์ สามารถจำกัดการเกิดผลึกน้ำแข็งได้เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เป็นต้น

2.4.4 สมบัติการดูดซึมไขมัน (Fat-absorption capacity)

ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำสามารถจับน้ำมันที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ไว้ได้ดี ซึ่งสมบัตินี้สามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้เพื่อเพิ่มการเก็บกักความมันซึ่งโดยปกติจะสูญเสียไประหว่างการประกอบอาหาร ทำให้เป็นประโยชน์ต่อการรักษารสชาติ และเป็นการเพิ่มผลผลิตด้วย

2.5 การประยุกต์ใช้ใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร

ผู้ผลิตอาหารโดยทั่วไปจะใช้ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ที่ปริมาณ 0.2-1.0 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติที่สำคัญแก่ลักษณะทางกายภาพ เช่น แซนแทนกัม คาราจีแนน และพวกกัม เป็นต้น ส่วนใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น รำข้าวสาลี ส่วนมากจะใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เมื่อทำการเติมใยอาหารลงในส่วนผสมของอาหารก็จำเป็นจะต้องเปลี่ยนปริมาณของส่วนผสมอื่น ๆ ด้วย เนื่องจากใยอาหารจะมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนไปจากเดิม ตัวอย่างเช่น เมื่อเติมใยอาหารลงไประดับน้ำในอาหารมักเพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มส่วนผสมอื่น ๆ ด้วย และการที่ใส่ใยอาหารในรูปผงลงไปในส่วนผสมอาจทำให้เกิดความรู้สึกไม่ดีต่อประสาทสัมผัสทางปาก การผลิตใยอาหารให้มีอนุภาคเล็กลงจะช่วยขจัดปัญหานี้ได้ ในทางการค้ามีการผลิตใยอาหารสำเร็จรูปกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งต้องคำนึงถึงลักษณะใหญ่ ๆ อยู่ 2 ประการ คือ อยู่ในรูปของนิวทรัลไฟเบอร์(neutral fiber) จากถั่ว ข้าวโอ๊ต ข้าว และข้าวโพด โดยสามารถเติมในอาหารได้เลยไม่ต้องปรับเปลี่ยนลักษณะก่อนเติม และอีกลักษณะหนึ่งจะอยู่ในรูปของนอน-นิวทรัลไฟเบอร์(non-neutral fibers) จากโกโก้ แอปเปิ้ล และผลไม้จำพวกซิตรัส สามารถนำไปผลิตเป็นสารที่ให้สีและรสชาติในอาหารและเครื่องดื่มได้ เพียงเติมไฟเบอร์จากโกโก้หรือถั่วลงในช็อคโกแลตจะทำให้ช็อกโกแลตมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสเรียบง่ายต่อการแกะออกจากพิมพ์ด้วย

ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำสามารถประยุกต์ใช้ในการทำบิสกิต(biscuits) เนื้อสัตว์ปรุงรส ลูกกวาด เครื่องดื่ม ซอส ขนมหวาน และโยเกิร์ต เพื่อทำให้อาหารมีลักษณะการรวมเป็นก้อนได้ดีขึ้น และยังให้แคลอรีต่ำอีกด้วย อย่างไรก็ตามการเติมใยอาหารต้องคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการที่จะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย นอกจากนั้นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทางกฎหมายของสหประชาชาติด้วย การผสมกันของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำกับสารอื่น เช่น การนำโปรตีนมาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง เพื่อการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการแทนที่ไขมันในเนื้อปรุงรส โดยมุ่งหวังให้ลักษณะด้านเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนไป การลดปริมาณของไขมันในเนื้อสับและไส้กรอกโดยใช้ใยอาหารจากข้าวโอ๊ตจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารที่ได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยมากมายที่แสดงให้เห็นว่าไขมันที่อยู่ในอาหารหลากหลายชนิด เช่น ช็อคโกแลต ไส้กรอกแฟรงเฟิร์ต และผลิตภัณฑ์เนื้อสับจะลดปริมาณลงได้โดยการการแทนที่ไขมันด้วยใยอาหาร

มีรายงานการวิจัยอีกว่าการเพิ่มใยอาหารลงไปในผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่แน่นอน เช่น การเติมเซลลูโลส ถั่วเหลือง ถั่ว หัวบีท เป็นต้น ในอาหารที่ต้องใช้ความร้อนในการผลิต เช่น พวกปลา ไก่ และโดนัท ใยอาหารสามารถควบคุมการส่งผ่านไขมันและน้ำได้ ในแป้งนวดและอาหารที่ใช้ความร้อนซึ่งมีใยอาหารรวมอยู่ด้วย (ประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์) ใยอาหารสามารถลดการกักเก็บน้ำมันและเพิ่มความชื้นหลังจากการให้ความร้อนได้ แล้วใยอาหารก็ไม่ถูกกระทบกระเทือนระหว่างและหลังให้ความร้อน

ตัวอย่างของการใช้ใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร

2.5.1 โดนัท (Doughnut) ที่มีใยอาหารเป็นส่วนประกอบของเซลลูโลส จะลดปริมาณไขมันในตัวของโดนัทได้ นอกจากนั้นยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรเพิ่มขึ้นได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วย

2.5.2 ผลิตภัณฑ์ขนมอบ บิสกิต และธัญพืชแบบแท่งมีการใช้ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากธัญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโพด เป็นต้น เติมลงไปร่วมกับผลไม้แหล่งใยอาหาร เช่น ซิตรัส แอปเปิ้ล และผัก ใยอาหารจะทดแทนในส่วนของแป้งและไขมัน แต่ไม่ต้องเติมในรูปสารไม่บริสุทธิ์ เพื่อไม่ให้เกิดผลกับรสชาติและสี นอกจากนั้นตัวผลิตภัณฑ์ก็ยังมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี สำหรับขนมปังจะมีผลต่อปริมาณแป้งที่นวดเป็นการถนอมรักษาคุณค่าของขนมปังได้อีกด้วย

2.5.3 คุกกี้ การทดแทนแป้งด้วยข้าวสาลีและเซลลูโลส จะช่วยเก็บรักษาเนื้อสัมผัสให้แข็งแน่น ส่วนในเค้กและบิสกิต การทดแทนส่วนของแป้งด้วยใยอาหาร เช่น การเติมผลไม้ หัวบีท ข้าวสาร เซลลูโลส หรือเปลือกมันฝรั่งช่วยเพิ่มความแน่นและทำให้เนื้อสัมผัสดีอยู่ได้นานในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ธัญพืชแบบแท่ง (cereal bars) ผลิตภัณฑ์จากผลไม้ และโยเกิร์ตมีการเติมใยอาหารเพื่อเพิ่ม TDF (total dietary fiber) และอาจมีการใช้ใยอาหารเติมลงในผลิตภัณฑ์ซอส และซุป เพื่อช่วยการกักเก็บน้ำและสมบัติด้านเนื้อสัมผัสซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการไหลและหลีกเลี่ยงการจับตัวเป็นก้อนในส่วนผสมที่เป็นผง เช่น ส่วนผสมของเครื่องเทศ สารให้รสชาติ เป็นต้น ใยอาหารยังสามารถใช้ในด้านการช่วยทางโภชนาการของเครื่องดื่ม หรือทดแทนอาหารบางมื้อที่ไม่จำเป็น เช่น เครื่องดื่มที่ใช้บำรุงนักกีฬา เป็นต้น

2.6 ข้อแนะนำในการบริโภคใยอาหาร

ในปัจจุบันมีการใช้ใยอาหารและอาหารเสริมชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับใยอาหารทั้งประเภทที่ละลายน้ำได้และที่ไม่ละลายน้ำอาหาร เพราะจะได้ใยอาหารทั้ง 2 ชนิด โดยมีข้อควรปฏิบัติเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารในชีวิตประจำวันได้ ดังนี้

2.6.1 รับประทานผัก ผลไม้สดที่ไม่ต้องปอกเปลือกให้มากขึ้น เช่น แตงกวา ฝรั่ง แอปเปิ้ล องุ่น ละมุด เป็นต้น

2.6.2 รับประทานอาหารประเภทถั่วเปลือกแข็ง พืชตระกูลถั่ว ผลิตภัณฑ์จากถั่วทุกชนิดให้มากขึ้น(ยกเว้นผู้ที่มีกรดยูริกสูง)

2.6.3 รับประทานผลไม้แทนขนมหวานต่าง ๆ หลังอาหาร

2.6.4 รับประทานผักสดอย่างน้อยวันละ 1-2 ถ้วย

2.6.5 หลีกเลี่ยงอาหารที่ได้ผ่านกรรมวิธีที่ทำลายใยอาหาร เช่น ขัดสี เคี่ยวจนเละ

2.6.6 ควรบริโภคใยอาหารในปริมาณ 20-35 กรัมต่อวัน โดยสามารถเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารกับปริมาณอาหารสด 100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณใยอาหารที่มีอยู่ในพืชสดชนิดต่าง ๆ น้ำหนัก 100 กรัม

ชนิดของผัก	ปริมาณใยอาหาร (กรัม)
กวางตุ้ง	1.8
ตำลึง	2.2
ถั่วงอก	2.2
ผักบุ้งไทย	3.8
ผักกระเฉด	5.3
มะม่วงหิมพานต์	1.96
งา	3.6
ถั่วลิสง	3.89
เมล็ดทานตะวัน	5.5
ส้มเขียวหวาน	1.3
มะม่วงดิบ	1.7
กล้วยน้ำว้า	2.3
มะละกอ	2.35
ฝรั่ง	5.0
ละมุด	5.6
ข้าวหอมมะลิ	0.6
ข้าวมันปู	4.0
ข้าวเหนียวดำ	4.9
ข้าวโอ๊ต	5.8
รำข้าวสาลี	36.8
ผักบุ้งจีน	2.4
คะน้า	3.2

ที่มา : http://school.net.th/library/snet4/anatomy/fiber.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ส้มโอ

ส้มโอมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus grandis* เป็นไม้ผลตระกูลส้มที่สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทยเป็นผลไม้ทีมีคุณค่าทางอาหารสูงเกษตรกรจึงสนใจปลูกเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน และปลูกเป็นการค้า เนื่องจากมีผู้นิยมบริโภคภายในครัวเรือน และปลูกเป็นการค้ามากรวมถึงมีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ จึงทำให้ส้มโอเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของไทยชนิดหนึ่งด้วย โดยสามารถส่งออกส้มโอไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ปีละหลายสิบล้านบาทกล่าวคือ ผลผลิตรวมของส้มโอทั้งประเทศมีประมาณ 125,000 ตันต่อปี ปริมาณการใช้ภายในประเทศประมาณ 118,568 ตันต่อปี

ส้มโอเป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีมากและมีเปลือกหนา จึงทำให้เก็บไว้ได้นานกว่าส้มชนิดอื่น ส้มโอเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี สามารถหารับประทานได้ตลอดทั้งปี มีเนื้อเปลือกและเมล็ดที่ใช้เป็นยาได้ มีน้ำมันหอมระเหยจำนวนมาก และสรรพคุณที่สำคัญของส้มโอ คือ ละลายเสมหะ แก้ไอ บำรุงกระเพาะ ช่วยลดอาการบวม แก้ปวด นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารประเภทแคโรทีนอยด์ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี แคลเซียม เหล็ก น้ำตาล และคลอไรด์

ส้มโอจัดเป็นพืชตระกูลส้ม (citrus) เจริญจากรังไข่ มีประมาณ 10 พู เชื่อมต่อกันเป็นวงกลมล้อมรอบแกน ส่วนของเปลือกผลส้ม (ovary wall) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.7.1 ชั้นเปลือกผลชั้นนอก เรียกว่า ฟลาเวโด (flavedo) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของผลประกอบด้วยเซลล์อีพิเดอร์มิส คิวติเคิลหุ้มหนามาก ชั้นของอีพิเดอร์มิสยังคงมีการแบ่งเซลล์ต่อไปจนถึงระยะผลสุก เซลล์ที่มีการแบ่งตัวระยะหลังนี้มีคิวติเคิลบาง และมีต่อมน้ำมันซึ่งสร้างตั้งแต่ในระยะที่เป็นรังไข่ของดอก ต่อมน้ำมันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะที่ผลขยายใหญ่ ชั้นของอีพิเดอร์มิสมีชั้นของเซลล์พวกพาเรนไคมาที่มีคลอโรพลาสต์ด้วย เมื่อผลสุกคลอโรพลาสต์จะเปลี่ยนเป็นโครโมพลาสต์ที่เรียกว่า โครมาโตฟอร์ และมีการสร้างสารพวกแคโรทีนอยด์ ทำให้ผลส้มเกิดสีสันตามลักษณะประจำพันธุ์

2.7.2 เปลือกผลชั้นกลาง เรียกว่า อัลบิโด (albedo) เซลล์ชั้นกลางของเปลือกผลเป็นเซลล์พวกสปองจิพาเรนมาคล้ายกับสปองจี ชั้นอัลบิโดมีสีขาวอ่อนนุ่มในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผล การเพิ่มขนาดของช่องผลมีน้อยเมื่อสุก เปลือกผลที่แกะออกมาจะเป็นชั้นของ ฟลาเวโด และอัลบิโด พวกแทนเจอรีน เช่น ส้มเขียวหวานเปลือกชั้นของเปลือกชั้นนอกและชั้นกลางมีลักษณะบางมาก ส่วนในส้มโอและชิตรอนมีชั้นของเปลือกผลชั้นกลางมีความหนามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 เปลือกผลชั้นใน คือ ส่วนที่เป็นกลีบช่องหรือกลีบผลและผนังของพูรังไข่ ก่อนที่ช่องผลจะขยายขนาด ส่วนที่เป็นจุดกำเนิดถุงน้ำหวาน (juice sac primordial) จะจัดเรียงกันอยู่อย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ เมื่อช่องผลขยายขนาดเต็มที่ถุงน้ำหวานจะกระจัดกระจายออกไม่เป็นระเบียบ ผนังของเปลือกชั้นในจะยืดตัวออกจนตึงและปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิล

2.8 ผลของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีต่อเพกตินในเปลือกส้มโอ

โครงสร้างของเพกตินเป็นสายโพลิเมอร์ของกรดกาแลกตูโรนิก (D-galacturonic acid) ที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α-1,4 มีโมเลกุลด้านข้างเป็นน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น แรมโนส (rhamnose) อะราบิโนส (arabinose) เป็นต้น เพกตินละลายได้ในน้ำร้อน และสามารถเกิดเป็นเจลได้เมื่อเย็นลง เมื่ออยู่ในผนังเซลล์จะไม่ละลายน้ำเพราะจับอยู่กับแคลเซียม เพกตินในพืชที่ยังอ่อนอยู่หรือในผลไม้ดิบจะไม่ละลายน้ำเรียกว่า โพรโตเพกติน (protopectin) เมื่อผลไม้สุกจะมีเอนไซม์โพรโตเพกติเนส (protopectinase) มาเปลี่ยนสารเหล่านี้ให้กลายเป็นเพกตินที่ละลายน้ำได้ มีผลทำให้ผลไม้สุก เนื้อเยื่อของพืชแยกจากกันและนิ่ม ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกิดขึ้น เมื่อถูกกรดหรือความร้อนจากการหุงต้มก็ได้ โรงงานอุตสาหกรรมผักและผลไม้กระป๋อง มักมีการแช่ผักหรือผลไม้ในสารละลายเกลือแคลเซียมก่อนบรรจุและก่อนให้ความร้อน เพื่อให้เกิดเกลือที่ไม่ละลายน้ำจำพวกแคลเซียมเพกเตด (calcium pectate) ซึ่งจะเพิ่มความกรอบของผักและผลไม้ (ปาริชาติ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

เปลือกส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง จากสวนส้มโอในอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เตรียมเส้นใยอาหาร

- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ sartorius
- ผ้าขาวบาง
- เครื่องปั่นไฟฟ้า ยี่ห้อ moulinex
- เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกน้ำ (basket centrifuge)
- ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Vesfrost Tropicalized

3.2.2 วิเคราะห์หาความชื้น และปริมาณผลิตผล

- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ sartorius
- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ AND
- เตาอบลมร้อน (hot-air oven) ยี่ห้อ memmert
- โถดูดความชื้น

3.2.3 วิเคราะห์ค่าสี

- เครื่องวัดสี ยี่ห้อ MINOLTA

3.2.4 วิเคราะห์การดูดซับน้ำและน้ำมัน

- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ sartorius
- เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (vortex) ยี่ห้อ scientific industries
- เครื่อง centrifuge ยี่ห้อ BECKMAN

3.2.5 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ sartorius
- เครื่องตีปั่นตัวอย่าง (stomacher) ยี่ห้อ INTERSCIENCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Heraeus
- เครื่องนับจำนวนจุลินทรีย์ (colony counter) ยี่ห้อ FUNKE GERBER

3.3 สารเคมี

- calcium carbonate ($CaCO_3$)
- sodium chloride (NaCl)
- yeast extract
- dextrose
- tryptone
- agar

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมเส้นใยอาหาร เตรียมได้โดยดำเนินการตามแผนภาพ ต่อไปนี้

ปอกเปลือกส่วนสีเขียวออกให้หมดเอาเฉพาะส่วนอัลบิโด

↓

หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 3x3x3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

↓

นำอัลบิโดมาปั่นรวมกับสารละลายที่กำหนด
แล้วแช่ไว้นานตามเวลาที่กำหนด

↓

กรองแยกน้ำออก

↓

นำมาล้าง และบีบให้หมาด

↓

นำมาปั่นเหวี่ยงแยกน้ำออกนาน 30 วินาที

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมานึ่งนาน 5 นาที

↓

นำมาปั่นเหวี่ยงอีกรอบนาน 30 วินาที

↓

นำเส้นใยที่ได้บรรจุถุงพลาสติก และปิดสนิท

แล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 1 : ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากอัลบิโด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Fernandez-Lopez และคณะ (2004)

3.4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมการเตรียมเส้นใยอาหารจากอัลบิโดของส้มโอ

3.4.2.1 การคัดเลือกสารละลายที่เหมาะสมต่อการเตรียมเส้นใยอาหารจากอัลบิโด

โดยใช้อัลบิโดที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ มาเติมสารละลาย 3 ชนิด คือ น้ำ สารละลายเกลือแกง (NaCl) 3 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) 3 เปอร์เซ็นต์ และตีปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า เพื่อให้ได้เส้นใยอาหารออกมา แล้วนำมาตรวจสมบัติของใยอาหารในด้านต่าง ๆ คือ สี ความชื้น การเกาะตัว และปริมาณผลิตผล ซึ่งสารละลายที่ดีควรให้เส้นใยอาหารที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

- ลักษณะปรากฏที่ดีด้านสี เช่น เส้นใยอาหารมีสีขาว
- ความชื้นต่ำ
- ให้ปริมาณผลผลิตสูง
- ลักษณะของเส้นใยอาหารดี เช่น การกระจายตัวดี ไม่เกาะตัวกันเป็นก้อน

3.4.2.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นของแคลเซียมคาร์บอเนตและเวลาสกัดเส้นใยอาหาร

3.4.2.2.1 ศึกษาผลของความเข้มข้นของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อคุณลักษณะของเส้นใยอาหาร

โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เพื่อนำมาเติมลงในอัลบิโดและปั่นละเอียดก่อนตั้งทิ้งไว้นาน 3 ชั่วโมง ทำการเตรียมเส้นใยอาหารตามแผนภาพที่ 1 ทดสอบคุณสมบัติของเส้นใยอาหารที่เตรียมได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ด้านสี โดยใช้เครื่องวัดสี วัดค่า L, a และb
- วิเคราะห์หาความชื้น โดยใช้เตาอบลมร้อน (AOAC, 1995)
- ปริมาณผลผลิต โดยชั่งน้ำหนักของเส้นใยอาหาร
- ลักษณะของเส้นใย โดยวิธีเชิงพรรณนา

3.4.2.2.2 ศึกษาผลของเวลาแช่แคลเซียมคาร์บอเนตต่อคุณลักษณะของเส้นใยอาหาร

โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้นที่เหมาะสมจากหัวข้อ 3.4.2.2.1 นำมาแช่อัลบิโดเป็นเวลาแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ นำเส้นใยอาหารที่ได้มาศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ เช่นเดียวกับในหัวข้อ 3.4.2.2.1

3.4.2.3 ศึกษาผลของเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเส้นใยอาหาร

เตรียมเส้นใยอาหารจากอัลบิโด โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมในหัวข้อ 3.4.2.2 นำเส้นใยอาหารสดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 7, 14, 21, และ 28 วัน ตามลำดับ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

- ปริมาณจุลินทรีย์ โดยวิธี Total Plate Count
- ด้านสี โดยใช้เครื่องวัดสี วัดค่า L, a และ b
- การกระจายตัวของเส้นใยอาหาร โดยวิธีเชิงพรรณนา
- การดูดซับน้ำและไขมัน (Femenia และคณะ, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 การคัดเลือกสารละลายที่เหมาะสมต่อการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากอัลบิโด

จากการใช้อัลบิโดแช่ในสารละลาย 3 ชนิด คือ น้ำ สารละลายเกลือแกง 3 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต 3 เปอร์เซ็นต์ นำมาสกัดเพื่อให้ได้เส้นใยอาหารที่มีคุณลักษณะดีเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานต่อ โดยมีคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 ภาพที่ 2 และลักษณะของเส้นใยที่สกัดได้เชิงพรรณนาดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้น ผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้สารละลายสกัดต่าง ๆ กัน

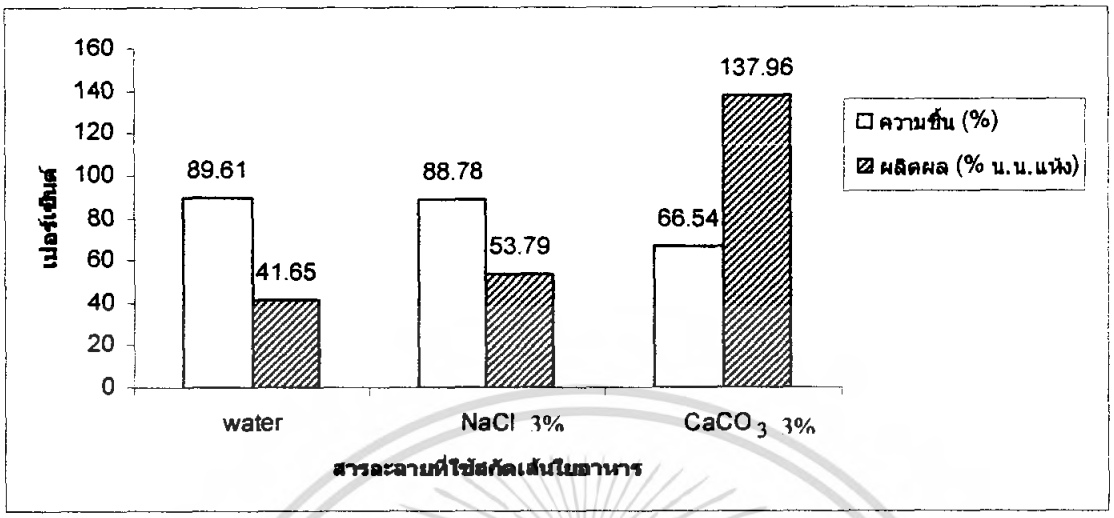
สารละลาย	ความชื้น (%)	ผลิตผล (%น้ำหนักแห้ง)	ค่าสี		
			L*	a*	b*
Water	89.61±1.27a	41.65±3.60a	61.77±0.40a	-1.21±0.04a	3.42±0.22a
NaCl 3%	88.78±1.06a	53.79±9.67a	56.91±3.93a	-1.60±0.12a	3.75±0.50a
$CaCO_3$ 3%	66.54±1.80b	137.96±9.45b	89.96±0.43b	-1.68±0.36a	7.74±0.36b

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 3 ลักษณะของเส้นใยอาหารที่สกัดได้ อธิบายโดยวิธีเชิงพรรณนา

สารละลาย	ลักษณะของเส้นใยอาหาร		
	การเกาะตัวกัน	สี	ลักษณะทั่วไป
Water	ใยอาหารเกาะตัวกันแน่น	ใส และอุ้มน้ำมาก	แฉะ มองเห็นลักษณะเจลชัดเจน
NaCl 3%	ใยอาหารเกาะตัวกันแน่น	ใส และอุ้มน้ำน้อยกว่าการใช้น้ำสกัด	แฉะ มองเห็นลักษณะเจลชัดเจน
$CaCO_3$ 3%	ใยอาหารมองเห็นเป็นเส้นใย แยกตัวกันชัดเจนไม่เกาะตัวกัน กระจายตัวดี	ขาวขุ่น และไม่อุ้มน้ำ	แห้งไม่เกิดเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 : ปริมาณความชื้น และผลิตผลของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้สารละลายสกัดต่าง ๆ กัน

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า เส้นใยอาหารที่สกัดโดยใช้น้ำและน้ำเกลือให้เส้นใยอาหารที่มีความชื้นสูงกว่าเส้นใยอาหารที่สกัดโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต โดยใยอาหารที่สกัดโดยใช้น้ำ และน้ำเกลือมีความชื้นเป็น 89.61 และ 88.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนเส้นใยอาหารที่สกัดโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจะมีความชื้นเป็น 66.54 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณผลิตผลที่ได้จะสูงกว่าการใช้สารสกัดทั้ง 2 ชนิดข้างต้น โดยมีค่าเป็น 137.96 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนค่าสีของเส้นใยอาหารที่สกัดได้ พบว่าใยอาหารที่สกัดโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตมีค่า L^* สูงกว่า (ค่าเป็น 89.96) ใยอาหารที่สกัดโดยใช้น้ำและน้ำเกลือ (ค่าเป็น 61.77 และ 53.77 ตามลำดับ) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ทำให้มองเห็นใยอาหารที่สกัดโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตมีสีขาวขุ่นทึบแสงกว่า ส่วนใยอาหารที่สกัดโดยใช้น้ำและน้ำเกลือจะมีสีใส แต่จะอุ้มน้ำและเกิดลักษณะเป็นเจลขึ้น แสดงดังตารางที่ 2 และบรรยายเชิงพรรณนาที่แสดงดังตารางที่ 3

ส่วนตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า เส้นใยอาหารที่มีสกัดโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจะมีลักษณะของเส้นใยที่ไม่เกาะตัวกัน การกระจายตัวดี เมื่อกรองแยกน้ำออกมาแล้วจะได้ใยอาหารที่แห้ง ไม่มีลักษณะเจล ในขณะที่ใยอาหารที่สกัดด้วยน้ำและน้ำเกลือจะมีลักษณะแฉะ เกาะตัวกันแน่นเป็นก้อน และกรองแยกน้ำออกได้ยาก ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องให้มีผลิตผลที่ได้น้อยกว่าการสกัดโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ดังนั้น การเตรียมเส้นใยอาหารจากจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจะทำให้ได้เส้นใยอาหารที่มีคุณลักษณะที่ดี นั่นคือ เส้นใยอาหารมีปริมาณความชื้นต่ำ ปริมาณผลิตผลสูง มีการพองตัว กระจายตัวดี ไม่เกาะกันเป็นก้อน และมีสีขาว

4.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นของแคลเซียมคาร์บอเนตและเวลาสกัดเส้นใยอาหาร

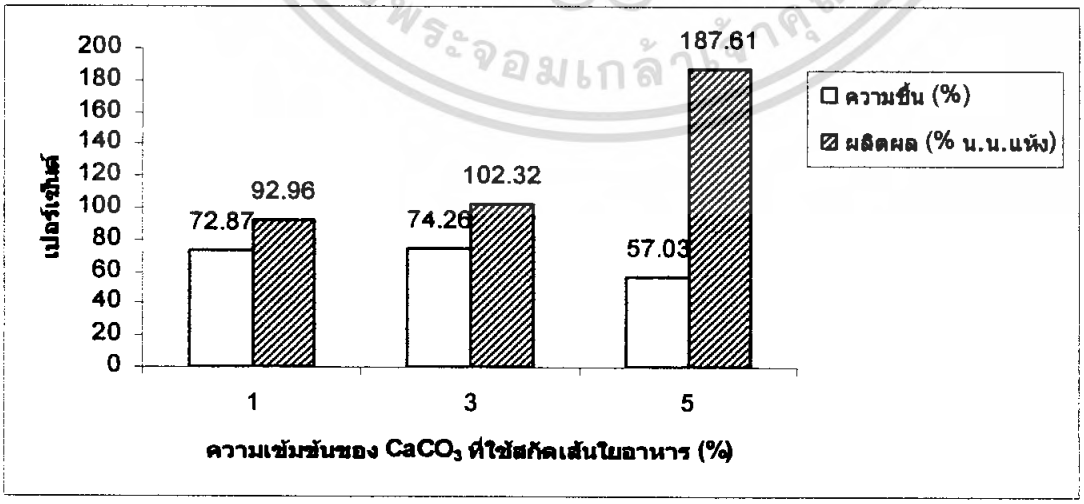
4.2.1 ศึกษาผลของความเข้มข้นของแคลเซียมคาร์บอเนตต่อคุณลักษณะของเส้นใยอาหาร

จากการใช้สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 1 , 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นำมาสกัดเพื่อให้ได้เส้นใยอาหารที่มีคุณลักษณะที่ดีจะให้ผลดังตารางที่ 4 และภาพที่ 3

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้น ผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของ $CaCO_3$ (%)	ความชื้น (%)	ผลิตผล (%น้ำหนักแห้ง)	ค่าสี		
			L*	a*	b*
1	72.87±0.03b	92.96±1.80a	85.73±0.93a	-3.26±0.35a	11.68±0.50a
3	74.26±0.37c	102.32±4.03a	86.61±0.99a	-2.92±0.09ab	10.13±0.38ab
5	57.03±0.37a	187.61±5.22b	88.28±2.29a	-2.38±0.11b	9.35±0.66b

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)



ภาพที่ 3 : ปริมาณความชื้น และผลิตผลของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85385

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า เส้นใยอาหารที่สกัดด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต 3 เปอร์เซ็นต์ และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นเป็น 74.26 เปอร์เซ็นต์ และ 72.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเส้นใยอาหารที่สกัดด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต 5 เปอร์เซ็นต์ ให้เส้นใยอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่า (ค่าเป็น 57.03 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณผลิตผลที่ได้จะสูงกว่าการใช้สารสกัดทั้ง 2 ความเข้มข้นข้างต้น โดยมีค่าเป็น 187.61 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนค่าสีของเส้นใยอาหารที่สกัดได้ พบว่า ใยอาหารที่สกัดด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับมีค่า L* เป็น 85.73 , 86.61 และ 88.28 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ทำให้มองเห็นใยอาหารที่สกัดโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตทั้ง 3 ความเข้มข้นมีสีขาวขุ่นทึบแสง แสดงดังตารางที่ 4 และมีคุณลักษณะอื่น ๆ เหมือนกัน คือ เมื่อกรองแยกน้ำออกมาแล้วจะได้ใยอาหารที่แห้ง ไม่มีลักษณะเจลเกิดขึ้น เส้นใยแยกตัวกันชัดเจน ไม่เกาะตัวกัน และกระจายตัวดี

ดังนั้น การเตรียมเส้นใยอาหารจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้เส้นใยอาหารที่มีปริมาณผลิตผลสูงที่สุด แต่คุณลักษณะอื่น ๆ ไม่แตกต่างจากการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้นน้อยกว่า

4.2.2 ศึกษาผลของเวลาสกัดต่อคุณลักษณะของเส้นใยอาหาร

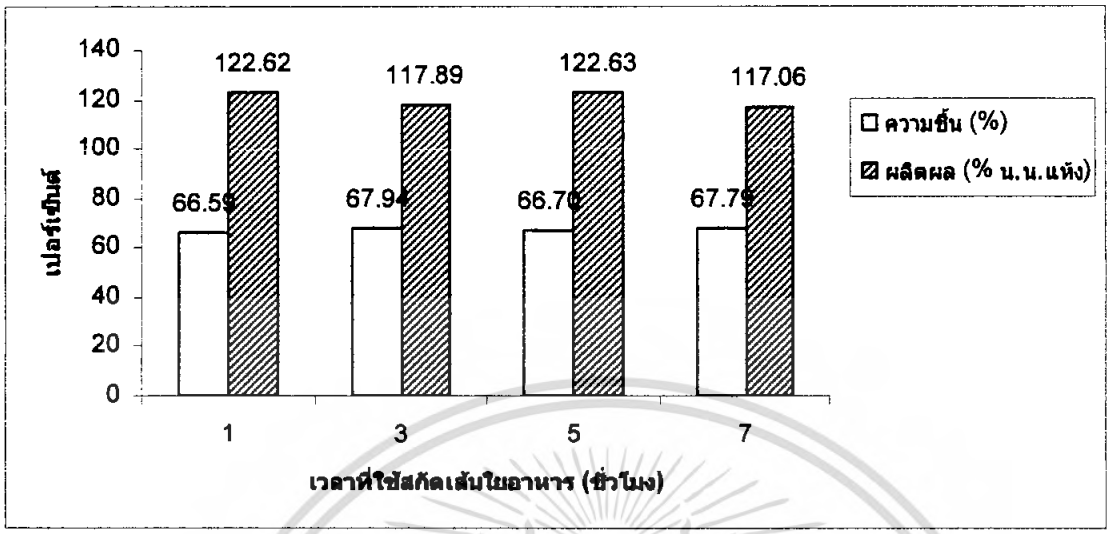
จากการใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 5 เปอร์เซ็นต์ นำมาสกัดอัลบิโดเป็นเวลาแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อให้ได้เส้นใยอาหารที่มีคุณลักษณะที่ดีจะให้ผลดังตารางที่ 5 และภาพที่ 4

ตารางที่ 5 ปริมาณความชื้น ผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้เวลาสกัดต่าง ๆ กัน

เวลา (ชั่วโมง)	ความชื้น (%)	ผลิตผล (%น้ำหนักแห้ง)	ค่าสี		
			L*	a*	b*
1	66.59±0.52a	122.62±0.95a	89.91±2.60a	-1.26±0.15b	8.55±1.61a
3	67.94±1.41a	117.89±5.41a	88.93±0.68a	-1.76±0.28ab	8.27±0.28a
5	66.70±0.65a	122.63±4.86a	89.20±0.63a	-1.85±0.51ab	7.92±0.76a
7	67.79±1.29a	117.06±7.28a	89.85±0.42a	-2.45±0.01a	9.83±0.01a

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 : ปริมาณความชื้น และผลิตผลของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้เวลาสกัดต่าง ๆ กัน

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เส้นใยอาหารที่ใช้เวลาสกัด 1 , 3 , 5 และ 7 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเป็น 66.59 , 67.94 , 66.70 และ 67.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณผลิตผลที่ได้มีค่าเป็น 122.62 117.89 , 122.63 และ 117.06 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนค่าสีของเส้นใยอาหารที่สกัดได้ พบว่า ใยอาหารมีค่า L* เป็น 89.91 , 88.93, 89.20 และ 89.85 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ทำให้มองเห็นใยอาหารที่ใช้เวลาสกัดทั้ง 4 ระดับมีสีขาวขุ่นทึบแสง แสดงดังตารางที่ 5 และมีคุณลักษณะอื่น ๆ เหมือนกัน คือ เมื่อกรองแยกน้ำออกมาแล้วจะได้ใยอาหารที่แห้ง มีลักษณะไม่เป็นเจล เส้นใยแยกตัวกันชัดเจน ไม่เกาะตัวกัน และกระจายตัวดี

ดังนั้น การเตรียมเส้นใยอาหารจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารสกัดที่เวลาแตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ จะให้เส้นใยอาหารที่มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน นั่นคือ เวลาสกัด 1 ชั่วโมงก็เพียงพอที่จะทำให้ได้เส้นใยอาหารที่มีคุณลักษณะดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเส้นใยอาหารสด

จากการเตรียมเส้นใยอาหารสดจากอัลบิโดของส้มโอ โดยใช้สภาวะที่เหมาะสม คือ แช่อัลบิโดด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต 5 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง นำเส้นใยอาหารสดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 , 7 , 14 , 21 และ 28 วัน ตามลำดับ แล้วทำการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6 , 7 และภาพที่ 5

ตารางที่ 6 ปริมาณการดูดซับน้ำและน้ำมัน และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน

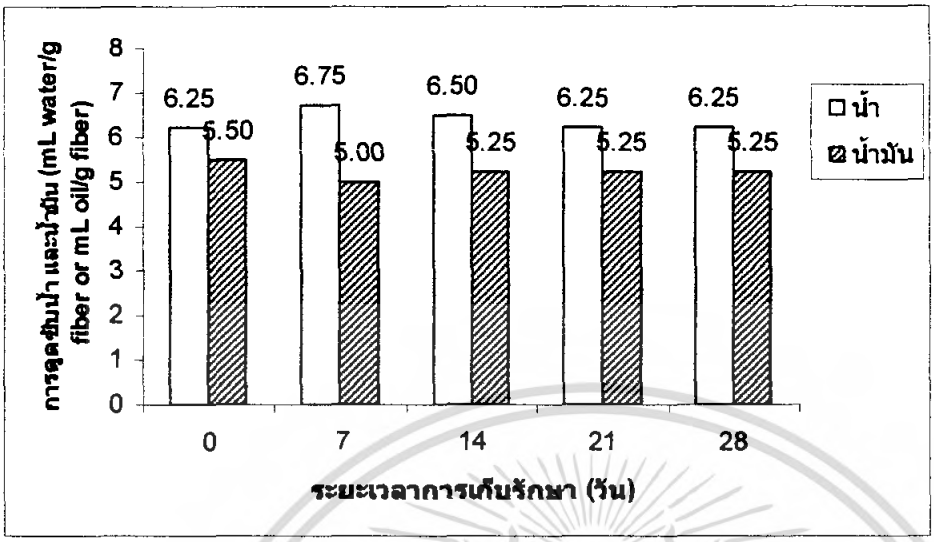
การเก็บรักษา (วัน)	การดูดซับ		ค่าสี		
	น้ำ (mL water/g fiber)	น้ำมัน (mL oil/g fiber)	L*	a*	b*
0	6.25±0.35a	5.50±0.71a	87.33±1.12a	-0.68±0.09a	10.88±0.83a
7	6.75±0.35a	5.00±0.00a	86.89±1.15a	-0.67±0.01a	10.93±0.33a
14	6.50±0.00a	5.25±0.35a	85.78±0.20a	-0.70±0.07a	10.89±0.33a
21	6.25±0.35a	5.25±0.35a	87.16±0.91a	-0.67±0.03a	11.43±0.64a
28	6.25±0.35a	5.25±0.35a	86.88±0.76a	-0.71±0.06a	10.87±0.33a

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 7 จำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน

การเก็บรักษา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโต (colony/g sample)
0	5.5×10^3
7	8.2×10^3
14	1.1×10^4
21	9.5×10^3
28	3.6×10^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 : ปริมาณการดูดซับน้ำและน้ำมันของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า เส้นใยอาหารที่เก็บรักษานาน 0 , 7 , 14 , 21 และ 28 วัน ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จะทำให้ใยอาหารมีการดูดซับน้ำมีค่าเป็น 6.25 , 6.75 , 6.50 , 6.25 และ 6.25 มิลลิลิตรน้ำต่อกรัมใยอาหาร ตามลำดับ และการดูดซับน้ำมันมีค่าเป็น 5.50 , 5.00 , 5.25 , 5.25 และ 5.25 มิลลิลิตรน้ำมันต่อกรัมใยอาหาร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนค่าสีของเส้นใยอาหารที่สกัดได้ พบว่า ใยอาหารมีค่า L* เป็น 87.33 , 86.89 , 85.78 , 87.16 และ 86.88 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ทำให้มองเห็นใยอาหารที่เก็บรักษาเป็นเวลาทั้ง 5 ระดับมีสีขาวขุ่นทึบแสง แสดงดังตารางที่ 6 และมีคุณลักษณะอื่น ๆ เหมือนกัน คือ เมื่อทำการเก็บรักษาใยอาหารที่ได้จะมีลักษณะแห้ง ลักษณะไม่เป็นเจล เส้นใยแยกตัวกันชัดเจน ไม่เกาะตัวกัน และกระจายตัวดี

ส่วนคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา แสดงดังตารางที่ 7 พบว่า เส้นใยอาหารที่เก็บรักษานานเป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จะมีจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตอยู่ในช่วง 3.6×10^3 - 1.1×10^4 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

ดังนั้น การเก็บรักษาเส้นใยอาหารสดภายในระยะเวลานาน 28 วัน ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้คุณสมบัติการดูดซับน้ำและน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป และคุณลักษณะของเส้นใยอาหารก็ไม่เปลี่ยนแปลงไปเช่นเดียวกัน ส่วนปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นในช่วง 0-14 วัน แล้วจะค่อย ๆ ลดจำนวนลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การสกัดเส้นใยอาหารจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ควรใช้สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และใช้เวลาสกัดนาน 1 ชั่วโมง จะทำให้ได้เส้นใยอาหารที่มีคุณสมบัติที่ดี คือ เส้นใยมีสีขาว ความชื้นต่ำ เส้นใยกระจายตัวดีไม่เกาะกันเป็นก้อน และปริมาณผลิตผลสูง

การเก็บรักษาเส้นใยอาหารสดภายในระยะเวลานาน 28 วัน ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้คุณสมบัติการดูดซับน้ำและน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป และคุณลักษณะปรากฏของเส้นใยก็ไม่เปลี่ยนแปลงไปเช่นเดียวกัน ส่วนปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นในช่วง 0-14 วัน แล้วจะค่อย ๆ ลดจำนวนลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กนกวรรณ โชติเชย และนภาวรรณ ศรีสุดใจ. 2549. **การใช้อัลบิโดผงจากเปลือกส้มโอเป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร : เค้กและคุ้กกี้**. วิทยานิพนธ์. คณะบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
2. บุญเทียม พันธุ์เพ็ง, อดิศร เสวตวิวัฒน์ และสร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา. 2547. **บทปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหาร**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
3. ปาริชาติ สักกะทำนุ. 2544. คุณค่าอาหารเส้นใยและข้าวกล้องบำบัดสรรพโรค. พิมพ์ครั้งที่ 7. สำนักพิมพ์รวมทรรศ์.
4. **ใยอาหารเคล็ดลับเพื่อสุขภาพ**. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://school.net.th/library/snet4/anatomy/fiber.htm.
5. วันเพ็ญ มีสมญา. 2541. ใยอาหารอันทรงคุณค่า. **วารสารอาหาร**. 28(3) : 213-219.
6. AOAC. 1995. Official method of analysis volume 1 16th ed. **The association of official Analytical chemist.** Virginia. ch 4 : p 1.
7. Femenia, A., Lefebvre,A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., and Bourgeois, C. M. 1997. Physical and Sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber. **J. of Food Science**. 62 : 635-639.
8. Fernandez-Lopez, J. Fernandez-Gines, J.M. Aleson-Carbonell, L. Sendra, E. Sayas-Barbera, E. and Perez-Alvarez, J.A. 2004. Application of functional citrus by-products to meat products. **Trend in Food Science & Technology**. 15 : 176-185.
9. Stark, A. and Madar, Z. 1994. Dietary Fiber, In Function foods : designer foods, pharmafoods, nutraceuticals. (Goldberg, I.,\ed.). New York : Chapman and Hall, 571 page.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. การวิเคราะห์หาความชื้นและปริมาณผลิตผล (AOAC, 1995)

ชั่งตัวอย่าง 2-3 กรัม ใส่กระป๋องอลูมิเนียม(aluminium can)

↓

อบตัวอย่างในตู้อบลมร้อน
โดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

↓

นำตัวอย่างที่ได้ใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น

↓

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ได้

การคำนวณ

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

$$\text{ผลิตผล (\% น้ำหนักแห้ง)} = \frac{\text{เส้นใยอาหารที่ได้ (น้ำหนักแห้ง)}}{\text{เปลือกส้มโอที่ใช้ (น้ำหนักแห้ง)}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์การดูดซับน้ำและน้ำมัน (Femenia และคณะ, 1997)

2.1 การดูดซับน้ำ

อบเส้นใยอาหารในตู้อบลมร้อน
โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

↓

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 กรัม

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แช่ตัวอย่างในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร นาน 24 ชั่วโมง

↓

นำไปเหวี่ยงแยกน้ำด้วยเครื่อง centrifuge
โดยใช้แรงเหวี่ยง 2000 g นาน 25 นาที

↓

วัดปริมาตรน้ำที่แยกชั้นออกมา

2.2 การดูดซับน้ำมัน

อบเส้นใยอาหารในตู้อบลมร้อน
โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

↓

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 กรัม

↓

แช่ตัวอย่างในน้ำมัน 10 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าหลอดทดลอง

↓

นำไปเหวี่ยงแยกน้ำด้วยเครื่อง centrifuge
โดยใช้แรงเหวี่ยง 2000 g นาน 20 นาที

↓

วัดปริมาตรน้ำมันที่แยกชั้นออกมา

การคำนวณ

$$\text{การดูดซับน้ำ (mL water/g sample)} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำที่ใช้} - \text{ปริมาตรน้ำที่แยกชั้น}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}}$$

$$\text{การดูดซับน้ำมัน (mL oil/g sample)} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำมันที่ใช้} - \text{ปริมาตรน้ำมันที่แยกชั้น}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ (บุญเทียม และคณะ, 2547)

3.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม

↓

นำตัวอย่างใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ
แล้วเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 225 มิลลิลิตร

↓

ตีผสมตัวอย่างด้วยเครื่อง stomacher

↓

เจือจางตัวอย่างให้ได้ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ
10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4}

3.2 การทำ Total Plate Count (TPC) โดยวิธี pour plate

ปีเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ใส่จานเพาะเชื้อ 1 มิลลิลิตร

↓

เทอาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) ใส่ในจานเพาะเชื้อ
แล้ววนจานเพาะเชื้อไปมา ให้ตัวอย่างกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

↓

ทำซ้ำตามข้างต้น โดยเปลี่ยนตัวอย่างเป็นที่ระดับความเจือจาง
10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4} ตามลำดับ

↓

นำไปบ่มไว้ในตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส
นาน 48 ชั่วโมง

↓

นับจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญในแต่ละระดับความเจือจาง
ด้วยเครื่องเครื่องนับจำนวนจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของปริมาณความชื้น ปริมาณผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้สาละลายสกัดต่าง ๆ กัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
%moisture Content	Between Groups	685.021	2	342.510	172.093	.001
	Within Groups	5.971	3	1.990		
	Total	690.992	5			
%dry basic	Between Groups	11005.779	2	5502.890	84.327	.002
	Within Groups	195.770	3	65.257		
	Total	11201.549	5			
L	Between Groups	1274.140	2	637.070	120.965	.001
	Within Groups	15.800	3	5.267		
	Total	1289.940	5			
a	Between Groups	.255	2	.127	2.611	.220
	Within Groups	.146	3	.049		
	Total	.401	5			
b	Between Groups	23.183	2	11.592	56.079	.004
	Within Groups	.620	3	.207		
	Total	23.803	5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

%moisture content

Duncan

Solution	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
CaCO3	2	66.540	
NaCl	2		88.780
water	2		89.610
Sig.		1.000	.598

L

Duncan

Solution	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
NaCl	2	56.910	
water	2	61.770	
CaCO3	2		89.965
Sig.		.124	1.000

%dry basic

Duncan

Solution	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
water	2	41.645	
NaCl	2	53.790	
CaCO3	2		137.960
Sig.		.230	1.000

a

Duncan

Solution	N	Subset for alpha = .05
	1	1
CaCO3	2	-1.685
NaCl	2	-1.595
water	2	-1.210
Sig.		.121

b

Duncan

Solution	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
water	2	3.415	
NaCl	2	3.745	
CaCO3	2		7.740
Sig.		.520	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของปริมาณความชื้น ปริมาณผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
%moisture content	Between Groups	366.253	2	183.127	1987.267	.000
	Within Groups	.276	3	.092		
	Total	366.530	5			
%dry basic	Between Groups	10879.717	2	5439.859	349.243	.000
	Within Groups	46.728	3	15.576		
	Total	10926.446	5			
L	Between Groups	6.733	2	3.367	1.425	.367
	Within Groups	7.087	3	2.362		
	Total	13.820	5			
a	Between Groups	.788	2	.394	8.455	.058
	Within Groups	.140	3	.047		
	Total	.927	5			
b	Between Groups	5.621	2	2.811	10.156	.046
	Within Groups	.830	3	.277		
	Total	6.452	5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

%moisture content

Duncan

Concentraion	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
5 % CaCO3	2	57.035		
1 % CaCO3	2		72.870	
3 % CaCO3	2			74.260
Sig.		1.000	1.000	1.000

L

Duncan

Concentraion	N	Subset for alpha = .05
	1	1
1 % CaCO3	2	85.725
3 % CaCO3	2	86.610
5 % CaCO3	2	88.280
Sig.		.194

%dry basic

Duncan

Concentraion	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
1 % CaCO3	2	92.965	
3 % CaCO3	2	102.320	
5 % CaCO3	2		187.610
Sig.		.098	1.000

a

Duncan

Concentraion	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
1 % CaCO3	2	-3.255	
3 % CaCO3	2	-2.915	-2.915
5 % CaCO3	2		-2.375
Sig.		.213	.088

b

Duncan

Concentraion	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
5 % CaCO3	2	9.345	
3 % CaCO3	2	10.130	10.130
1 % CaCO3	2		11.675
Sig.		.232	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของปริมาณความชื้น ปริมาณผลิตผล และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยใช้เวลาสกัดต่าง ๆ กัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
%moisture content	Between Groups	3.011	3	1.004	.922	.507
	Within Groups	4.353	4	1.088		
	Total	7.365	7			
%dry basic	Between Groups	53.691	3	17.897	.670	.614
	Within Groups	106.871	4	26.718		
	Total	160.562	7			
L	Between Groups	1.412	3	.471	.242	.863
	Within Groups	7.765	4	1.941		
	Total	9.177	7			
a	Between Groups	1.441	3	.480	5.314	.070
	Within Groups	.361	4	.090		
	Total	1.802	7			
b	Between Groups	4.207	3	1.402	1.739	.297
	Within Groups	3.225	4	.806		
	Total	7.432	7			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

%moisture content

Duncan

Time	N	Subset for alpha = .05
	1	1
1 hr	2	66.590
5 hr	2	66.700
7 hr	2	67.790
3 hr	2	67.940
Sig.		.270

L

Duncan

Time	N	Subset for alpha = .05
	1	1
3 hr	2	88.930
5 hr	2	89.195
7 hr	2	89.845
1 hr	2	89.915
Sig.		.520

%dry basic

Duncan

Time	N	Subset for alpha = .05
	1	1
7 hr	2	117.060
3 hr	2	117.895
1 hr	2	122.620
5 hr	2	122.630
Sig.		.346

a

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
Time	1	2	1
7 hr	2	-2.450	
5 hr	2	-1.850	-1.850
3 hr	2	-1.760	-1.760
1 hr	2		-1.255
Sig.		.088	.124

b

Duncan

Time	N	Subset for alpha = .05
	1	1
5 hr	2	7.915
3 hr	2	8.265
1 hr	2	8.545
7 hr	2	9.835
Sig.		.104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของปริมาณการดูดซับน้ำและน้ำมัน และค่าสีของเส้นใยอาหารที่เตรียมจากอัลบิโดของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
water absorption (mL water/g fiber)	Between Groups	.400	4	.100	1.000	.486
	Within Groups	.500	5	.100		
	Total	.900	9			
oil absorption (mL oil/g fiber)	Between Groups	.250	4	.063	.357	.830
	Within Groups	.875	5	.175		
	Total	1.125	9			
L	Between Groups	2.932	4	.733	.918	.520
	Within Groups	3.991	5	.798		
	Total	6.923	9			
a	Between Groups	.003	4	.001	.187	.936
	Within Groups	.018	5	.004		
	Total	.021	9			
b	Between Groups	.469	4	.117	.414	.793
	Within Groups	1.416	5	.283		
	Total	1.885	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

water absorption (mL water/g fiber)

Duncan

Shelf Life (day)	N	Subset for alpha = .05
	1	1
0 days	2	6.250
21 days	2	6.250
28 days	2	6.250
14 days	2	6.500
7 days	2	6.750
Sig.		.187

L

Duncan

Shelf Life (day)	N	Subset for alpha = .05
	1	1
14 days	2	85.780
28 days	2	86.885
7 days	2	86.890
21 days	2	87.160
0 days	2	87.330
Sig.		.155

oil absorption (mL oil/g fiber)

Duncan

Shelf Life (day)	N	Subset for alpha = .05
	1	1
7 days	2	5.000
14 days	2	5.250
21 days	2	5.250
28 days	2	5.250
0 days	2	5.500
Sig.		.297

a

Duncan

Shelf Life (day)	N	Subset for alpha = .05
	1	1
28 days	2	-.715
14 days	2	-.700
0 days	2	-.685
7 days	2	-.675
21 days	2	-.670
Sig.		.499

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b

Duncan

Shelf Life (day)	N	Subset for alpha = .05
	1	1
28 days	2	10.865
0 days	2	10.875
14 days	2	10.895
7 days	2	10.930
21 days	2	11.430
Sig.		.348

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้